

Notfallversorgung neonatologischer Patienten
im Nordwesten Niedersachsens:
eine retrospektive Analyse von Daten zu Intensivtransporten

Von der Fakultät für Medizin und Gesundheitswissenschaften
der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
zur Erlangung des Grades einer

Doktorin der Medizin (Dr. med.)

angenommene
Dissertation

Vorgelegt von
Frau Sarah Schumacher
geboren am 06.07.1993 in Wilhelmshaven

Oldenburg, Juni 2025

Betreuer:	Professor Dr. Falk Hoffmann E-Mail-Adresse: falk.hoffmann@uol.de
Institution:	Department für Versorgungsforschung Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Zweitbetreuer:	Dr. med. Matthias Lange E-Mail-Adresse: lange.matthias@klinikum-oldenburg.de
Institution:	Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin Klinik für Neonatologie, Intensivmedizin und Kinderkardiologie Klinikum Oldenburg
Gutachterin	Prof. Dr. Antje Wulff
Institution	Fakultät VI: Medizin- und Gesundheitswissenschaften Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Zweitgutachterin	Prof. Dr. med. Corinna Peter
Institution	Klinik für Pädiatrische Pneumologie, Allergologie, Neonatologie Medizinische Hochschule Hannover
Tag der Disputation:	09.10.2025

Inhalt

I Abbildungsverzeichnis	5
II Tabellenverzeichnis.....	5
III Abkürzungsverzeichnis	6
Abstract (Deutsch)	7
Abstract (Englisch)	8
1 Einleitung	9
1.1 Herausforderungen in der stationären pädiatrischen Versorgung	10
1.2 Neugeborenentransport: Probleme in der Geburtshilfe und Neonatologie.....	13
1.3 Situation im Nordwesten Niedersachsens	17
1.4. Studienziele	19
2 Material und Methoden	19
2.1 Studiendesign und Studienaufbau	19
2.2 Erhobene Variablen	19
2.2.1 Transportbezogene Variablen.....	20
2.2.2 Patientenbezogene Variablen.....	21
2.3 Statistische Auswertung	23
2.4 Ethikvotum	23
3 Ergebnisse	23
3.1 Charakteristika der Studienpopulation	23
3.2 Transportcharakteristika.....	24
3.3 Weitere Versorgung und Outcome.....	27
3.4 Leitsymptome.....	28
4 Diskussion	30
4.1 Interpretation der Studienergebnisse	30
4.1.1 Charakteristika der Studienpopulation	30
4.1.2 Transportcharakteristika.....	31
4.1.3 weitere Versorgung und Outcome unter Berücksichtigung der Leitsymptome.....	35
4.2 Stärken und Schwächen der Studie	38
4.3 Implikationen und Ausblick	39
4.3.1 Transportdienste überregional organisieren.....	39

4.3.2 Schulung in Kinder- und Geburtskliniken	40
4.3.3 Telemedizin.....	42
4.3.4 Begleitforschung.....	43
5 Schlussfolgerung	44
6. Literaturverzeichnis	46
Anhang	1
Transportprotokoll.....	1
Tabelle: Hauptdiagnosen der Leitsymptome	2
Tabelle: Anzahl und Art der durchgeführten Interventionen vor Ort, durch das Transportteam und auf der pädiatrischen Intensivstation Oldenburg.....	5
TISS-28-Score	7
Publikation.....	8
Poster DIVI-Kongress 2024	14
Danksagung	15
Eidesstattliche Erklärung	16

I Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung stationäre Betten- und Fallzahlen in Kliniken/Abteilungen für Kinder- und Jugendmedizin in Deutschland 1996-2022	11
Abbildung 2: Entwicklung der Kliniken/Abteilungen für Kinder- und Jugendmedizin und Geburtenzahlen in Deutschland 1996-2022	12
Abbildung 3: Übersicht über das Versorgungsgebiet der Kinderintensivstation Oldenburg (in weiß unterlegt) mit den jeweiligen Kinder- und Geburtskliniken	18
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Einteilung der Gesamttransportzeit in die einzelnen Subgruppen	20
Abbildung 5: Vergleich der Transportzeiten und ihren Subgruppen zwischen Gesamt, Kinderklinik und Geburtsklinik in Minuten: Mittelwert (SD) und Median (Q25-Q75)	25
Abbildung 6: Zeitstrahl zum Vergleich des Lebensalters der Patienten zum Zeitpunkt der Verlegung bei den häufigsten Leitsymptomen	29

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakteristika der transportierten Neugeborenen insgesamt und aufgeteilt in Verlegung aus Kinder- und Geburtsklinik	24
Tabelle 2: Charakteristika der durchgeführten Transporte insgesamt und aufgeteilt in Verlegung aus Kinder- und Geburtsklinik	26
Tabelle 3: Weitere Krankenhausbehandlung und Outcome der transportierten Neugeborenen insgesamt und im Vergleich Kinder- und Geburtsklinik	28
Tabelle 4: Patienten- und Transportcharakteristika für verschiedene Leitsymptome	29

III Abkürzungsverzeichnis

AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
CPAP	continuous positive airway pressure
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
DRG	Diagnosis Related Groups
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
HFNC	High-Flow Nasal Cannula
HIE	Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie
ICD-10	International Classification of Diseases, 10 th Revision
IQR	Interquartilsabstand
IQTIG	Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen
KIS	Krankenhausinformationssystem
MHH	Medizinische Hochschule Hannover
PEWS	Pediatric early warning system
PIN	Pädiatrisches Intensivnetzwerk
Q25/Q75	Quartile 25/ Quartile 75
RSV	Respiratorische Syncytial-Virus
SARS-CoV-2	Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2
SD	Standardabweichung
SSW	Schwangerschaftswoche
TISS-28	Therapeutic Intervention Scoring System - 28
U2	2. Vorsorgeuntersuchung bei Kindern
USA	United States of America

Das in dieser Arbeit gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf die männliche, die weibliche und andere Geschlechteridentitäten.

Abstract (Deutsch)

Hintergrund: In der Regel benötigen Neugeborene nach der Geburt keine spezielle medizinische Versorgung. Wenn jedoch unerwartete Komplikationen auftreten, kann die Notfallverlegung in eine Kinderklinik der erweiterten Versorgungsstufe notwendig werden. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Ökonomisierung und Zentralisierung sowie des Fachkräftemangels im Gesundheitswesen, steht auch die neonatologische Notfallverlegung vor besonderen Herausforderungen, für die zwingend neue Lösungsansätze gefunden werden müssen.

Patienten und Methode: In einer retrospektiven Studie wurden alle Transportprotokolle eines überregionalen pädiatrisch-neonatologischen Krankenhauses der Maximalversorgung im Nordwesten Deutschlands vom 01.10.2018 bis 30.09.2021 analysiert. Der besondere Fokus lag dabei auf Transporten von Neugeborenen und den Leitsymptomen, die zur Kontaktaufnahme und Verlegung führten.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 299 Patienten eingeschlossen (Durchschnittsalter bei Verlegung 15,5 Stunden, 61,6% männlich). Die durchschnittliche Gesamttransportzeit betrug etwa 2 Stunden. Fünf führende Leitsymptome konnten identifiziert werden: respiratorische, infektiöse, kardiologische und hämatologische Erkrankungen sowie peripartale Asphyxien waren die Ursache für mehr als 80% der Verlegungen. Eine respiratorische Symptomatik ist dabei der häufigste Grund für die Verlegung eines Neugeborenen in ein Perinatalzentrum, während Asphyxie die schwerwiegendste Erkrankung darstellt. Auch zwischen den verschiedenen Krankenhausstypen wurden Unterschiede festgestellt: Während ein großer Teil der Transporte aus Entbindungskliniken durchgeführt wurde (81,6%), waren Kinder, die aus Kinderkliniken transportiert wurden, im Allgemeinen schwerer erkrankt.

Schlussfolgerungen: Verlegungen von Neugeborenen, insbesondere aus Entbindungskliniken, auf neonatologische Intensivstationen sind keine Seltenheit. Gerade in den Kliniken ohne neonatologische Expertise sind für das medizinische Personal Kenntnisse der häufigsten Symptomkomplexe und deren zeitliches Auftreten unabdingbar. In Zeiten knapper werdender Ressourcen ist eine effektive Versorgung kranker oder gefährdeter Neugeborener noch am Geburtsort unerlässlich. Für bevölkerungsarme Regionen bedeutet dies die Notwendigkeit professioneller Zusammenarbeit zwischen Maximalversorgern und kleineren Kinder- und reinen Geburtskliniken. Der weitere Ausbau technischer Infrastruktur zur Nutzung von Telemedizin kann zukünftig ebenfalls eine wichtige Rolle in der sicheren Versorgung kranker Neugeborener spielen.

Abstract (Englisch)

Background: As a rule, newborns do not require special medical care. If unexpected complications occur peripartum or postpartum, support from and transport to specialized neonatal hospitals might be needed. In the context of increasing economization and regionalization, as well as the lack of healthcare professionals, neonatal emergency transfers also face special challenges for which new solutions must be found.

Methods: In a retrospective study, all transport protocols of a supraregional paediatric-neonatological maximum care hospital in northwestern Germany from 01.10.2018 through 30.09.2021 were analyzed. The particular focus was on transports of newborns (< 7 days) and the leading symptoms that led to contact and transfer.

Results: A total of 299 patients were included (average age 15,5 hours, 61,6% males). The average total transport time was approximately 2 hours. Five leading neonatal diseases (respiratory, infectious, asphyxia, cardiac, haematological) were found to represent the cause of >80% of transfers. Respiratory adaptation disorders are the main reason for transferring a newborn to a perinatal center, whereas asphyxia is the most severe condition. The various symptoms differ in their time of onset, a factor that must be taken into account in practice. Differences were also found between different types of hospitals: while a large proportion of transports were carried out from maternity hospitals (80,6%), children transported from children`s hospitals were generally more severely ill.

Discussion: Transfers of neonates, especially from maternity hospitals to neonatal intensive care units due to special neonatal diseases, are not rare. In times of increasingly scarce resources, effective care of sick or at-risk neonates is essential. For low-population regions, this means professional cooperation between maximum care providers and smaller children`s hospitals and maternity-only hospitals. The further expansion of technical infrastructure for the use of telemedicine can also be a future key factor in the provision of safe care for sick newborns.

1 Einleitung

Die Herausforderungen in der medizinischen Versorgung schwer kranker Kinder geraten seit Jahren immer wieder in den Fokus der öffentlichen Diskussion, insbesondere während schwerer Infektionswellen wie der RSV-Saison 2022/23 [1]. Neben der ambulanten Versorgung betrifft dies vor allem auch die stationäre Versorgung kritisch kranker Kinder in Kliniken.

Ökonomisierung sowie zunehmender Fachkräftemangel im Gesundheitswesen führen zu einer spürbaren Verknappung von Sach- und Personalressourcen bis hin zur Schließung von Abteilungen und ganzer Kliniken. Vor allem in ländlichen Gebieten mit kleineren Krankenhäusern der Grund- und Regelversorgung sind hiervon auch zahlreiche Kinder- und Geburtskliniken betroffen [2]. Eine flächendeckende Versorgung ist mit zunehmender Entfernung zu Krankenhäusern einer höheren Versorgungsstufe so nicht überall gegeben. In besonderem Maße problematisch ist dies in Notfallsituationen, in denen die Patienten schnellstmöglich adäquat behandelt werden sollten. Ist dies durch Versorgungsengpässe nicht möglich, kann es zu einer Beeinträchtigung der Behandlungsqualität kommen. Davon betroffen sind neben schwer und chronisch kranken Kindern auch Neugeborene [3]. In der Regel benötigen diese nach der Geburt keine spezielle medizinische Versorgung, doch können unvorhersehbare Notfallsituationen jederzeit die Verlegung Neugeborener aus Kinder- und Geburtskliniken in ein Perinatalzentrum einer höheren Versorgungsstufe notwendig machen [4].

Eine weitere Herausforderung bei der Verlegung kranker Neugeborener ist dabei das Krankentransportwesen. Der Transport von Neugeborenen und Säuglingen unterscheidet sich grundlegend von dem Transport älterer Kinder und Erwachsener. Neben speziellem intensivmedizinischem Equipment wird aufgrund der Besonderheiten beim Transport Neugeborener ein neonatologisch erfahrenes Transportteam benötigt. Mehrere internationale Studien konnten bereits in der Vergangenheit zeigen, dass der Transport Neugeborener durch ein spezialisiertes Transportteam zu weniger Komplikationen führt und das Outcome der Patienten signifikant verbessert [5-7]. Die Leitlinie „Neugeborenen-Transport“ der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen und Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) bietet einen Rahmen für die Organisation, Zusammensetzung des Transportteams und das notwendige Equipment für den Transport [8]. Trotzdem existieren in Deutschland keine bundesweiten Konzepte für die Organisation von Neugeborenen-Notfalltransporten. Üblicherweise werden die Transportteams aus dem Personalpool des verlegenden oder aufnehmenden Perinatalzentrums zusammengestellt und durch ein Team des Rettungsdienstes begleitet. In Zentren, in denen regelmäßig Transporte durchgeführt werden, wäre daher eine Aufstockung des Personals notwendig. Dies ist in vielen Personalschlüsseln allerdings nicht vorgesehen und ebenfalls nicht bundeseinheitlich geregelt [9]. Auch hier erschweren somit knappe finanzielle und personelle Ressourcen die Versorgung kranker Neugeborener.

1.1 Herausforderungen in der stationären pädiatrischen Versorgung

Immer mehr Kliniken in Deutschland geraten in eine finanzielle Notlage. Die bereits seit Einführung des Diagnosis Related Groups (DRG-) Entgeltsystem im Jahr 2004 in vielen Bereichen unzureichende Refinanzierung hat sich vor dem Hintergrund aktueller Krisen wie der SARS-CoV-2-Pandemie und inflationsbedingten Kostensteigerungen seit Beginn des Krieges in der Ukraine weiter verschärft. So kommt es immer wieder zu Schließungen kleinerer Krankenhäuser und Abteilungen. Gerade in ländlichen Regionen fürchten viele Menschen dadurch eine Benachteiligung in der Gesundheitsversorgung. Allerdings sollte nicht vergessen werden, dass dabei auch eine gewollte Zentralisierung und Ambulantisierung von Gesundheitsleistungen eine Rolle spielt. Nachdem sich in anderen Ländern wie den Vereinigten Staaten von Amerika (USA), Kanada, Australien oder auch Großbritannien gezeigt hat, dass die Konzentration der medizinischen Versorgung in Zentren mit hohen Fallzahlen das Outcome der Patienten verbessern kann [9, 11-14], soll nun auch in Deutschland die Kliniklandschaft neu aufgestellt werden. Dazu gehört nach der Leitregel „ambulant vor stationär“ die zunehmende Ambulantisierung bisher stationär erbrachter Leistungen. Diese sei unter anderem angesichts der finanziellen Herausforderungen in den Krankenhäusern laut zahlreicher Experten dringend geboten [15].

Doch nicht nur die Schließung von Kliniken und Abteilungen führt zu einem Rückgang der Bettenzahlen, auch der Personalmangel im Gesundheitswesen führt regelhaft selbst in größeren Zentren zur Einschränkung von Bettenkapazitäten. Zusätzlich führt chronischer Personalmangel zu einer Steigerung der ohnehin schon hohen Arbeitsbelastung beim pflegerischen und ärztlichen Personal. Ethische Konflikte, die durch die Verknappung von Kapazitäten entstehen, tragen zu einer steigenden Unzufriedenheit bei. In einem Circulus vitiosus führt dies zu einer verstärkten Abwanderung von medizinischem Fachpersonal [3, 16]. Bei hoher Personalfuktuation können freie Stellen, insbesondere in spezialisierten Teilbereichen, immer seltener besetzt werden. So ergab beispielsweise eine Umfrage der Deutschen Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) aus dem Jahr 2021, dass etwa ein Drittel der Intensivbetten in Deutschland gesperrt sind, zum größten Teil aufgrund von Personalmangel [17].

Dramatische Folgen haben der gestiegene ökonomische Druck und der zunehmende Fachkräftemangel vor allem für die besonders personal- und kostenintensive Pädiatrie. Dabei spielen gleich mehrere Faktoren eine Rolle. Zum einen deckt die Pädiatrie mit der Behandlung unterschiedlichster Fachdisziplinen vom extremen Frühgeborenen bis jungen Adoleszenten ein übermäßig großes Patienten- und Krankheitskollektiv ab. Im Vergleich zur Erwachsenenmedizin ist das Leistungsspektrum in der Pädiatrie durch die Vielzahl an teilweise seltenen Morbiditäten, Diagnostiken und Präventionsmaßnahmen fast doppelt so

groß (durchschnittlich 400 bis 500 Fallpauschalen in pädiatrischen Abteilungen gegen durchschnittlich knapp 200 Fallpauschalen in Abteilungen der Erwachsenenmedizin). Dafür wird neben einer hochspezialisierten Ausrüstung auch entsprechendes Fachpersonal benötigt, das ebenso zur Verfügung stehen muss, wenn kein Behandlungsfall eintritt [18]. Diese sogenannten Vorhaltekosten [19] sind in der Pädiatrie ausgesprochen hoch, da mit etwa 50% aller behandelten Fälle deutlich häufiger Notfallpatienten versorgt werden als in der Erwachsenenmedizin. Gleichzeitig wird für die Behandlung von Kindern etwa 30% mehr Personal benötigt. Die durch die überwiegend nicht planbaren Notfallbehandlung entstehenden Kosten werden im aktuellen Vergütungssystem nicht ausreichend berücksichtigt [20, 21]. Vor allem kleinere Kinderkliniken in ländlichen und strukturschwachen Regionen sind daher unterfinanziert und häufig ein Zuschussgewinn für die Krankenhäuser [20].

Infolgedessen kam es bereits in den letzten Jahrzehnten zu einem ständigen Abbau von Bettenkapazitäten. Allein von 1991 bis 2022 sank die Bettenzahl in der Pädiatrie um ein Drittel. Jede fünfte pädiatrische Abteilung wurde dabei geschlossen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, sind im gleichen Zeitraum die Fallzahlen in der Pädiatrie bis zum Beginn der Corona-Pandemie 2020 um etwa 10% angestiegen. Aufgrund einer wieder steigenden Geburtenrate ist auch in Zukunft nicht mit einem deutlichen Rückgang der Fallzahlen zu rechnen [22]. Die Diskrepanz zwischen tendenziell wieder steigender Geburtenzahl und Abbau von pädiatrischen Fachabteilungen ist in Abbildung 2 dargestellt. Sie macht deutlich, dass die Anzahl der Planbetten an der Versorgungsrealität vorbeiläuft [22].

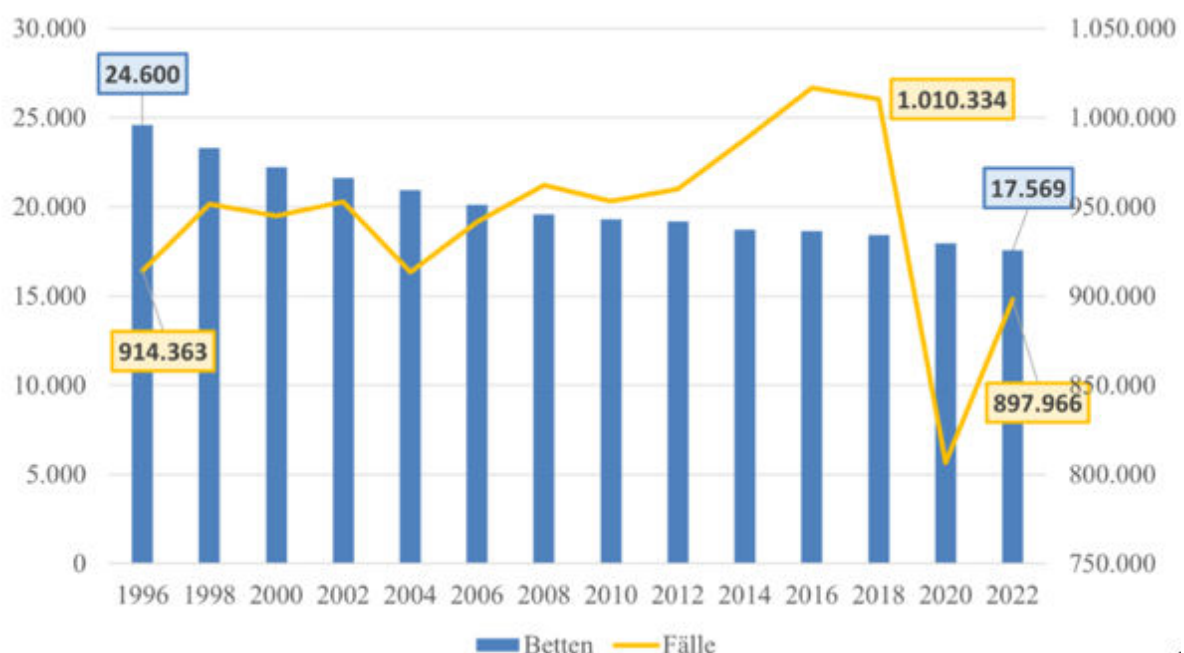


Abbildung 1: Entwicklung stationäre Betten- und Fallzahlen in Kliniken/Abteilungen für Kinder- und Jugendmedizin in Deutschland 1996-2022, Quelle: <https://www.dgkj.de/unsere-arbeit/politik/faqs-finanzierung-kinderkliniken> [22]

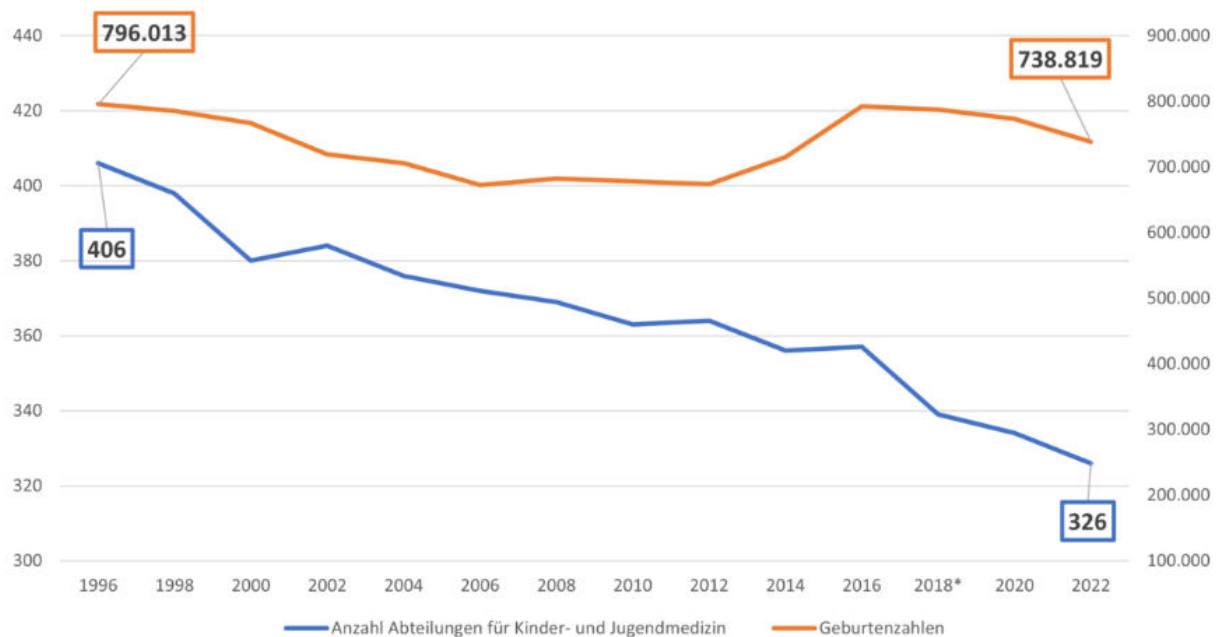


Abbildung 2: Entwicklung der Kliniken/Abteilungen für Kinder- und Jugendmedizin und Geburtenzahlen in Deutschland 1996-2022, Quelle: <https://www.dgkj.de/unsere-arbeit/politik/faqs-finanzierung-kinderkliniken> [22]

Verschärft wird die Lage in der Pädiatrie ebenfalls durch einen zunehmenden Personalmangel und damit einhergehenden Bettensperrungen. Hierbei kommen vor allem saisonal-epidemische Schwankungen zum Tragen, die während Infektionswellen im Winter regelhaft zu Versorgungsengpässen führen. Davon in besonderem Maße betroffen sind auch hier die pädiatrischen und neonatologischen Intensivstationen [23]. Eine weitere Umfrage der DIVI ergab für den Bereich Pädiatrie, dass etwa 20% der Kinderintensivbetten nicht belegt werden können [24]. Dies ist insofern problematisch, als dass diese meist nur großen pädiatrischen Zentren vorbehalten sind. Durch den Kapazitätsmangel sind aber mittlerweile auch diese Zentren regelhaft gezwungen, die Aufnahme von Patienten abzulehnen und große geplante Eingriffe zu verschieben. Schwerst kranke Kinder müssen so nicht selten weiterverlegt und über große Strecken transportiert werden [25, 26]. Eine schnelle und heimatnahe Versorgung, die gerade in der Pädiatrie für die Patienten und deren Familien von großer Wichtigkeit ist, wird damit gerade in ländlichen Regionen immer seltener möglich [27]. Als Nachteil der zunehmenden Zentralisierung kommt es, wie auch in anderen Ländern beschrieben, zu einem ungleich verteilten Zugang zur bestmöglichen medizinischen Versorgung [28].

Die drohende Verschlechterung der medizinischen Versorgung einer besonders vulnerablen Patientengruppe [29] gelangt medial immer wieder in den Fokus der Öffentlichkeit. Zahlreiche Fachgesellschaften und -verbände der Kinder- und Jugendmedizin versuchen bereits seit Jahren mit verschiedenen Aktionen, wie „Rettet die Kinderstation“ [21] oder einer Petition zur Beendigung der Benachteiligung von Kindern und Jugendlichen in der medizinischen Versorgung, den gesellschaftlichen Fokus auf die beschriebenen Missstände zu lenken und so politischen Druck auszuüben [30, 31]. Sie fordern unter anderem die Neuregelung der

Finanzierung und eine Stärkung der Ausbildung von Pflegefachkräften und Ärzten, um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Dem Bundesgesundheitsministerium sind die Probleme bekannt. In einer ersten „Stellungnahme und Empfehlung der Regierungskommission für eine moderne und bedarfsgerechte Krankenhausversorgung“ der Arbeitsgemeinschaft Pädiatrie und Geburtshilfe im Juli 2022 werden zahlreiche der hier genannten Themen aufgeführt, um die aktuelle Ausgangslage darzulegen [32]. Der nun ehemalige Bundesgesundheitsminister Prof. Karl Lauterbach stellte bereits eine Reform in Aussicht, die die „Kinderkliniken und Geburtshilfen aus dem Fallpauschalensystem entfernen und auf eine andere Art und Weise vergüten“ sollte [33]. Im Krankenhauspflegeentlastungs-gesetz vom Dezember 2022 wurden zwar kurzfristig für einen auf 2 Jahre begrenzten Zeitraum außerordentliche finanzielle Mittel bereitgestellt, vor allem um die Einbußen durch die SARS -CoV-2-Pandemie auszugleichen; diese allein werden aber kaum zu einer dauerhaften Verbesserung beitragen [34]. Eine umfassende Krankenhausreform, die die Forderungen der Gesellschaften und Verbände ausreichend berücksichtigt, ist weiterhin nicht in Sicht.

Um Notfallpatienten und schwer erkrankte Kinder unter diesen Bedingungen weiterhin möglichst optimal versorgen zu können, kommt es bereits seit Jahren zu einer verstärkten Zusammenarbeit regionaler Krankenhäuser mit großen pädiatrischen Zentren und Intensivstationen. Ein Beispiel dafür ist das Pädiatrische Intensivnetzwerk (PIN), das 2003 durch die Medizinische Hochschule Hannover (MHH) initiiert wurde und an dem mittlerweile über 40 Krankenhäuser in mehreren Bundesländern teilnehmen. Ziel ist eine flächendeckende Versorgung durch schnelle und unkomplizierte Kommunikation und Mitbeurteilung der Patienten durch spezialisierte Intensivmediziner der Kompetenzzentren. Ein kinderintensivmedizinisch spezialisierter Abholdienst steht zudem rund um die Uhr zur Verfügung. In einem multidirektionalen Ansatz wird eine zügige heimatnahe Rückverlegung der Patienten angestrebt. Theoretische und praktische Fachkompetenzen im Bereich der Notfall- und Intensivmedizin sollen im Rahmen von regelmäßig angebotenen Intensivworkshops, Kinderreanimationstraining, Symposien, Vorträgen und durch die Erarbeitung von Therapie-standards vermittelt werden [35, 36]. Bei fehlenden politischen Reformen sind solche Netzwerke eine wichtige medizinische Einrichtung, um die Behandlungsqualität im Bereich der pädiatrischen Intensivmedizin, gerade in strukturschwachen Regionen, zu verbessern.

1.2 Neugeborenentransport: Probleme in der Geburtshilfe und Neonatologie

All die geschilderten Probleme durch die defizitäre Lage der Pädiatrie haben auch Auswirkungen auf die Versorgung kranker Neugeborener. Der Trend zur fortschreitenden Zentralisierung lässt sich ebenfalls in der Geburtshilfe beobachten. Insbesondere der Ausbau von Perinatalzentren mit enger Zusammenarbeit von Geburtshilfe und Neonatologie führt zur

Schließung kleinerer Einheiten. Diese Entwicklung ist zwar seitens beteiligter Fachgesellschaften ausdrücklich gewünscht, nicht zuletzt aufgrund eindeutiger Daten, die signifikant bessere Ergebnisse solcher Zentren in Bezug auf die perinatale Mortalität und Morbidität zeigen [9, 14, 28], steht aber andererseits häufig dem Wunsch der Eltern nach einer persönlichen und heimatnahen Entbindung entgegen [28, 37].

Die Qualitätssicherungs-Leitlinie für Früh- und Reifgeborene des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) definiert für Deutschland ein Stufenkonzept der perinatologischen Versorgung, nach dem Schwangere unter Beachtung des Risikopotentials der Schwangeren und des Kindes einer entsprechenden Einrichtung zugewiesen werden. Erklärtes Ziel ist dabei, neben einer Verringerung von Säuglingssterblichkeit und frühkindlich entstandenen Behinderungen, die „Sicherung der Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen unter Berücksichtigung der Belange einer flächen-deckenden, das heißt allerorts zumutbaren Erreichbarkeit der Einrichtungen“ [38]. Nach diesem Stufenkonzept werden die perinatalen Standorte in 4 Stufen eingeteilt. Dabei bildet die Versorgungsstufe I (Perinatalzentrum Level 1) die höchste Versorgungsstufe (Versorgung Frühgeborener unter 1250 Gramm oder einem Gestationsalter < 29+0 Schwangerschaftswochen, pränatal diagnostizierte Erkrankungen, die eine intensivmedizinische Versorgung des Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt notwendig machen), gefolgt von Versorgungsstufe II (Perinatalzentrum Level 2) mit der Versorgung von Neugeborenen ab 1250 Gramm oder einem Gestationsalter über 29+0 Schwangerschaftswochen, sowie wachstumsretardierter Kinder und Kinder Schwangerer mit insulinpflichtiger diabetischer Stoffwechselstörung. In der Versorgungsstufe III (perinataler Schwerpunkt) werden Neugeborene mit einem Geburtsgewicht von mindestens 1500 Gramm und mit einem Gestationsalter von mindestens 32+0 Schwangerschaftswochen sowie milder Wachstumsretardierung und diabetischer Stoffwechsellage der Mutter behandelt. In einer Einrichtung der Versorgungsstufe IV, die in der Regel einer Geburtsklinik ohne angeschlossene Kinderklinik entspricht, werden Gebärende ab der 37+0 Schwangerschaftswoche ohne zu erwartende Komplikationen versorgt [38]. Im Jahr 2023 wurden in Deutschland 164 Level 1, 41 Level 2 sowie 104 Level 3 Standorte verzeichnet. Je nach Region fällt die Verteilung dieser Zentren allerdings sehr unterschiedlich aus [39].

Die Mehrheit der Neugeborenen benötigt regelhaft keine spezielle medizinische Versorgung. Bei bereits pränatal bekannten Erkrankungen, Risikoschwangerschaften und drohenden Frühgeburten sollte die Entbindung, wann immer möglich, in neonatologischen Zentren einer entsprechenden Versorgungsstufe erfolgen. Da zahlreiche Studien ein erhöhtes Risiko für das erkrankte Neugeborene durch einen postpartalen Transport und einen negativen Einfluss durch die Trennung von Mutter und Kind nachweisen konnten, empfiehlt die Leitlinie „Neugeborenenentransport“ die antepartale Verlegung stets vorzuziehen [8]. Dies ist laut

Hillebrand und Naust in ihrem Artikel über Notfalltransporte von Neugeborenen in bis zu 90% der Risikogeburten auch möglich [9]. Trotzdem kommt es regelhaft vor, dass Neugeborene peri- oder postnatal erkranken oder pränatal nicht bekannte angeborene Erkrankungen eine intensivmedizinische Überwachung und Therapie notwendig machen. Laut einer Studie aus den USA benötigen schätzungsweise 10% aller Neugeborenen initial nach der Geburt eine Art von Atemunterstützung, bei ca. 1% werden gar umfassende Reanimationsmaßnahmen notwendig [40]. Neben den akuten respiratorischen Störungen, zu denen auch die peripartalen Asphyxien gezählt werden können, sind zudem Neugeboreneninfektionen und Sepsis, angeborene Fehlbildungen oder ein Neugeborenenikterus häufige Verlegungsgründe [41, 42]. In solchen Fällen ist die schnellstmögliche Versorgung und Behandlung durch den Transport in ein entsprechendes Perinatalzentrum durch ein erfahrenes und spezialisiertes Transportteam für das Outcome des Patienten, auch in Hinblick auf dessen weitere Gesundheit, Entwicklung und Lebensqualität, von großer Bedeutung [43-45]. Ein sehr gut untersuchtes Beispiel dafür ist die möglichst frühzeitige Therapieeinleitung bei einer hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie durch eine perinatale Asphyxie. Um die Morbidität erfolgreich zu senken, ist der Beginn der Therapie innerhalb der ersten 6 Lebensstunden notwendig [46]. Einige Studien konnten jedoch zeigen, dass dieses Therapiefenster bei vorhergehendem Transport in ein Zentrum häufig nicht mehr oder nur verzögert genutzt werden konnte [47].

Laut Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) waren 2020 rund 14% aller neonatologischen Intensivpatienten in Deutschland aus anderen Kliniken verlegt worden [4]. In anderen Ländern liegt die Outborn-Rate bei 15-30% [41, 48, 49]. Obwohl Neugeborenentransporte in der Neonatologie somit keine Seltenheit sind, machen sie insgesamt nur einen kleinen Anteil aller Krankentransporte aus [9]. Daher fehlt es in Deutschland weitgehend an einem landes- und bundesweiten Konzept zur Organisation von Neugeborenen-Notfällen [9, 50]. Während insbesondere ältere Kinder häufig auch von anästhesiegeleiteten Rettungsteams transportiert oder auf Erwachsenen-Intensivstationen versorgt werden können, benötigen neonatologische Patienten, die über ein Lebensalter von unter 28 Tagen definiert werden, ein spezialisiertes Team und Ausrüstung [51]. Leitliniengerecht sollte sich dieses Team in Deutschland aus einem neonatologischen Facharzt oder neonatologisch versierten Assistenzarzt mit ausreichender Erfahrung und einer erfahrenen Pflegefachkraft zusammensetzen [8]. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass ein solch spezialisiertes und erfahrenes Team Neugeborene am sichersten transportieren kann, wobei einige internationale Studien Teams mit Berufsbildern zusammenstellen, die sich so in Deutschland nicht finden lassen [52, 53]. Da sich der Transport von Neugeborenen unter anderem dadurch auszeichnet, dass mehr Interventionen notwendig sind und mehr Komplikationen auftreten als bei jeder anderen Patientengruppe [54], ist Erfahrung in der

Versorgung und dem Transport Neugeborener dabei stets die Grundvoraussetzung für einen sicheren Transport. Während es in anderen Ländern, in denen das Gesundheitswesen zentralisiert wurde, zunehmend üblich ist, dass Transporte von eigenständigen spezialisierten Transportteams übernommen werden, werden diese in Deutschland überwiegend aus dem Personal neonatologischer Intensivstationen abgezogen [55, 56]. Aufgrund des zunehmenden Personalmangels und der damit einhergehenden Leistungsverdichtung ist die Vorhaltung dieses Personals seitens der Perinatalzentren häufig schwierig, vor allem da ein solches Team rund um die Uhr zur Verfügung stehen sollte [5, 9, 41, 51]. Ein weiteres Problem dabei ist, dass das entsendete Team seine Arbeit auf der Intensivstation unterbrechen und ein für den Transport von Neugeborenen ausgerüstetes Transportmittel zunächst bereit gestellt werden muss. Die so bis zur möglichen Abfahrt des Transportteams verloren gegangene Zeit kann gerade in Notfallsituationen zu einem schlechteren Outcome des Neugeborenen führen. Auf der Intensivstation fehlt dieses Personal für den Zeitraum des Transportes zudem für die Versorgung der Patienten vor Ort [9, 55, 57]. Bei häufigen Verlegungsanfragen müsste daher eigentlich mehr Personal auf der Intensivstation zur Verfügung gestellt werden. Da die Transporte allerdings oft nicht ausreichend vergütet werden, ist dies für die Kliniken in der Regel ein finanzieller Verlust durch erhöhte Vorhaltekosten [9, 58].

Die durch den Personalmangel oft eingeschränkte Bettenkapazität auf den pädiatrischen Intensivstationen kommt somit auch bei Neugeborenen zum Tragen. Bei hoher Auslastung der Intensivstationen muss auch immer häufiger die Übernahme akut kranker Neugeborener abgelehnt werden. Durch Zusammenarbeit in Netzwerken, wie dem bereits im vorherigen Abschnitt beschriebenen PIN, soll die Transportlogistik erleichtert werden. Durch die überregionale Zusammenarbeit sollen erkrankte Neugeborene jederzeit transportiert und in einer entsprechenden Klinik versorgt werden können. Problematisch sind dabei häufig längere Transportwege und -zeiten [6, 9, 50, 55]. Dabei konnte in Studien gezeigt werden, dass mit zunehmender Transportlänge das Mortalitätsrisiko steigt [5, 59]. Ebenso steigt die Belastung der Familie durch eine große Entfernung zur Heimat deutlich [60, 61].

Außerdem gibt es, abhängig von der jeweiligen Klinik und der personellen Besetzung, mitunter große Unterschiede in der Erfahrung und Zusammensetzung des Transportteams [5, 9, 52]. Ziel der Transporte sollte es sein, schnellstmöglich medizinisches und pflegerisches Know-How, sowie hochspezialisiertes Material und Medikamente an den Geburtsort zu bringen [51, 52]. Das Neugeborene sollte noch vor Ort ausreichend stabilisiert werden, um einen sicheren Transport zu ermöglichen [62, 63]. Dafür spielt, gerade bei langen Anfahrtswegen, die initiale Versorgung vor Ort eine entscheidende Rolle. So sollte das Team der verlegenden Klinik in der Lage sein, mögliche Komplikationen frühzeitig zu erkennen und notwendige therapeutische und diagnostische Maßnahmen bis zum Eintreffen des Transportteams

vorzunehmen. Dazu gehört neben theoretischen Kenntnissen über neonatologische Krankheitsbilder auch zwingend das regelmäßige Training im Umgang mit Notfallsituationen [9, 63-65]. Gerade in Kliniken mit einer niedrigen Geburtenzahl herrscht oft große Unsicherheit in Reanimationssituationen, da diese aufgrund der geringen Patientenzahl selten vorkommen [66]. Berücksichtigt werden sollte hierbei, dass auch in der Geburtshilfe eine deutliche Leistungsverdichtung durch Personalmangel spürbar ist [67]. Somit steht der möglichst frühzeitigen Verlegung gleichzeitig der verantwortungsvolle Umgang mit knappen und begrenzten Ressourcen sowie die Vermeidung einer Trennung von Mutter und Kind gegenüber.

Die Neugeborenenversorgung sowie die Durchführung und Vernetzung von Neugeborenen-transporten ist in Deutschland sehr heterogen, wie auch die Studie von Klemme et al. zum Intensivtransport Neugeborener mit respiratorischem Versagen deutlich macht [50]. In der internationalen Literatur finden sich zahlreiche Studien, die die jeweils landesweiten und regionalen Neugeborenen Transporte analysieren [6, 48, 52, 57]. Vergleichbare Studien finden sich in Deutschland kaum. Um Verbesserungen in diesem Bereich zu erreichen, ist es aber erforderlich, die regional vorherrschende Transportsituation Neugeborener genauer zu untersuchen. Auf diesem Wege kann der gezielte Handlungsbedarf ermittelt werden [41]. Diese Studie kann dazu einen Beitrag leisten, indem sie erstmals Daten zu Notfall-Neugeborenentransporten in der Region des nordwestlichen Niedersachsens auswertet.

1.3 Situation im Nordwesten Niedersachsens

Die pädiatrische Intensivstation des Elisabeth-Kinderkrankenhauses Oldenburg übernimmt in der Region des nordwestlichen Niedersachsens die Versorgung schwer kranker Neugeborener und stellt einen Transport für Notfallverlegungen zur Verfügung. Dabei handelt es sich um eine gemischt neonatologisch-pädiatrische Intensivstation mit insgesamt 14 Betten und 10 Beatmungsplätzen, auf der rund 700 bis 800 Patienten pro Jahr behandelt werden. Zudem verfügt die Klinik ein Perinatalzentrum Level 1 mit 13 Behandlungsplätzen. Als eine der größten Kinderkliniken in der Region ist sie Ansprechpartner zahlreicher Kinder- und Geburtskliniken in der Umgebung und so maßgeblich für die Transporte und Versorgung pädiatrischer und neonatologischer Intensivpatienten verantwortlich. Das Versorgungsgebiet umfasst neben den Städten Oldenburg, Wilhelmshaven und Emden die Landkreise Wittmund, Aurich, Leer, Emsland, Cloppenburg, Ammerland, Friesland, Wesermarsch, Vechta und Oldenburg. Darüber hinaus kommt es auch zu Übernahmen aus den neonatologischen Zentren in Bremen und Groningen im Rahmen einer grenzübergreifenden Kooperation.



Abbildung 3: Übersicht über das Versorgungsgebiet der Kinderintensivstation Oldenburg (in weiß unterlegt) mit den jeweiligen Kinder- und Geburtskliniken, Quelle: Land Niedersachsen (68)

Nach telefonischer Beratung wird bei entsprechendem Bedarf ein Transportteam aus Fach- und/oder Assistenzarzt und Pflegefachkraft ausgesendet. Seit 2023 steht zudem mit dem Projekt „TeleStorch“ zunächst für die Geburtskliniken Varel und Westerstede die telemedizinische Beratung via Telemedizin zur Verfügung.

In einer vorherigen Studie zu Transportfahrten des Teams der pädiatrischen Intensivstation des Elisabeth-Kinderkrankenhauses, bei der Transportprotokolle aller Transporte zwischen Oktober 2018 und Dezember 2019 analysiert wurden, konnte gezeigt werden, dass 80% aller transportierten Patienten Neugeborene waren. Die überwiegende Mehrheit von ihnen wurde innerhalb der ersten Lebenswoche aus Geburts- und Kinderkliniken übernommen, noch bevor Mutter und Kind nach der Geburt nach Hause entlassen wurden [42]. Da diese Patientengruppe solch einen großen Anteil der Transporte ausmachte, soll nun der Schwerpunkt auf eben diese gelegt werden.

1.4. Studienziele

Die Studie soll eine Übersicht der Versorgung neonatologischer Intensivpatienten unter sieben Lebenstagen im Nordwesten Niedersachsens geben. Untersucht werden soll dies mittels Intensivtransportprotokollen, die bei Abholtransporten durch das Team der Intensivstation der Kinderklinik Oldenburg geführt wurden. Den Schwerpunkt bilden dabei spezielle neonatologische Erkrankungsbilder und deren Versorgung sowie ein Vergleich zwischen Geburts- und Kinderkliniken.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Studienaufbau

Bei der Studie handelt es sich um eine retrospektive Beobachtungsstudie. Ausgewertet wurden die Transportdaten aller Neugeborener mit einem Lebensalter unter 7 Tagen, die durch das Transportteam der pädiatrischen Intensivstation 162 der Kinderklinik Oldenburg zwischen dem 1. Oktober 2018 und dem 30. September 2021 abgeholt wurden. Eingeschlossen wurden dabei lediglich Verlegungen aus Kinder- und Geburtskliniken. Neugeborene, die nach der Geburt bereits nach Hause entlassen worden waren, wurden ausgeschlossen. Ebenfalls von der Studie ausgeschlossen wurden Verlegungen in andere Kliniken und Transporte, die nicht durch das intensivmedizinische Transportteam der Kinderklinik Oldenburg durchgeführt wurden.

Alle durchgeführten Transporte wurden durch ein Transportteam, in der Regel bestehend aus einem erfahrenen Assistenzarzt, Weiterbildungsassistenten der Neonatologie beziehungsweise pädiatrischen Intensivmedizin oder einem pädiatrischen Intensivmediziner und Neonatologen sowie einer pädiatrischen Intensivpflegekraft durchgeführt und durch den begleitenden Arzt dokumentiert. Organisiert wurden die Transporte durch die örtliche Rettungsleitstelle und der Koordinierungsstelle Intensivverlegung.

2.2 Erhobene Variablen

Zur Datengewinnung wurde ein standardisiertes Intensivtransport-Protokoll der DIVI (Version 1.1) verwendet. Im Anhang kann das verwendete Transportprotokoll eingesehen werden. Dabei ist der Umfang der auf dem Transportprotokoll dokumentierten Daten variabel. Für die Auswertung relevante Daten, die dem Transportprotokoll nicht zu entnehmen waren, wurden durch die Eintragungen aus den Patientendaten des Krankenhausinformationssystem (KIS) der Kinderklinik Oldenburg ergänzt.

Folgende patienten- und transportbezogene Variablen, die auf den Daten der Transportprotokolle und des KIS basieren, wurden für die Studie ausgewertet: Dauer der Transporte, personelle Begleitung der Transporte, Art der verlegenden Klinik (Kinder- oder Geburtsklinik), Alter der Patienten bei Ankunft des Transportteams in Stunden, Geschlecht, Gestationsalter und Geburtsgewicht der Patienten, Anzahl der an den Patienten erfolgten Interventionen und von welcher Klinik diese durchgeführt wurden, Leitsymptome, der Schweregrad der Erkrankung, die Dringlichkeit der Verlegung, die invasive und nichtinvasive Beatmungsdauer, die Liegedauer der Patienten im Krankenhaus und auf der Intensivstation sowie deren Outcome.

2.2.1 Transportbezogene Variablen

Die Dauer der Transporte wurde neben deren Gesamtzeit von Anruf der verlegenden Klinik bis zur Ankunft des Patienten auf der Intensivstation in weitere Subgruppen unterteilt. So wird untersucht, welche Anteile der Transporte am meisten Zeit in Anspruch nahmen und wie lange das Transportteam bis zur Ankunft beim Patienten benötigte. Die Gesamtzeit der Transporte dient der Einschätzung des zeitlichen Aufwands für das Transportteam. Die Angabe der Zeiten entspricht jeweils der Dauer in Minuten. Unter der Mobilisationsdauer wurde die Zeit vom Anruf der Klinik bis zur Abfahrt des Transportteams verstanden. Die Dauer der Hinfahrt gibt die Zeit an, die zwischen dem Anruf und der Ankunft an der verlegenden Klinik vergangen ist, die Fahrdauer beschreibt dabei die Zeit von der Abfahrt bis zur Ankunft an der verlegenden Klinik. Als Stabilisierungsdauer wurde die Zeit definiert, die von der Ankunft bis zur Abfahrt an der verlegenden Klinik benötigt wurde, um den Patienten für den Transport zu stabilisieren. Die Rückfahrdauer schließt die Zeit von der Abfahrt an der verlegenden Klinik bis zur Ankunft auf der Intensivstation ein. Eine schematische Darstellung der Transportzeiten wird in Abbildung 4 gezeigt.

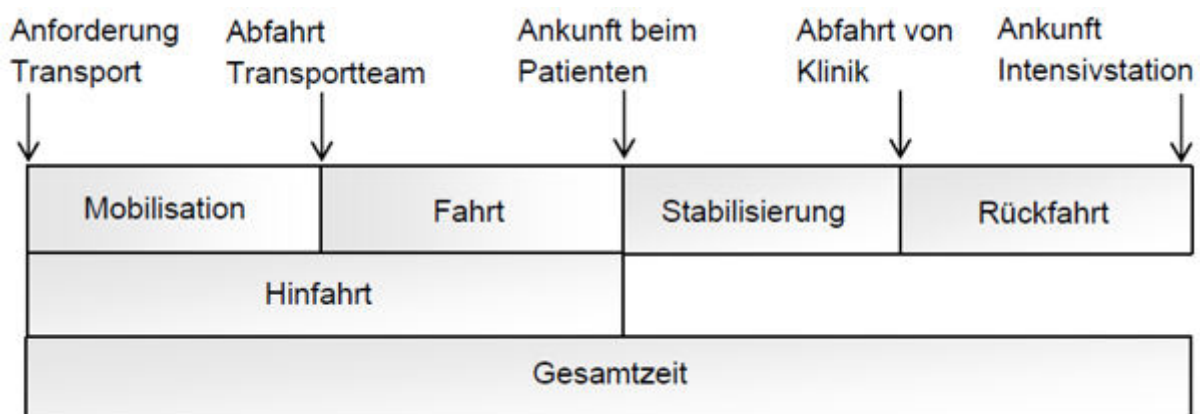


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Einteilung der Gesamttransportzeit in die einzelnen Subgruppen

Die Art der verlegenden Klinik wurde in Geburts- und Kinderklinik unterschieden. Zudem wurden die perinatologischen Versorgungsstufen der einzelnen Häuser zum Zeitpunkt des Transportes gemäß der Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen erfasst [38] (siehe dazu auch Abschnitt 1.2). Alle Parameter wurden sowohl für die Gesamtzahl der Patienten als auch getrennt nach Patienten aus Kinder- und Geburtskliniken analysiert. So soll untersucht werden, ob sich signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen zeigen. Die verschiedenen Versorgungsstufen wurden in diesem Vergleich nicht berücksichtigt.

Für die Auswertung der personellen Begleitung wurde in dieser Analyse lediglich das ärztliche Personal berücksichtigt und eingeteilt in Assistenzarzt, Weiterbildungsassistent der Neonatologie beziehungsweise pädiatrischen Intensivmedizin oder pädiatrischen Intensivmediziner beziehungsweise Neonatologen.

2.2.2 Patientenbezogene Variablen

Die Leitsymptome, die zur Verlegung des Patienten geführt haben, wurden unterteilt in respiratorische, infektiöse, kardiologische, hämatologische, metabolische, gastrointestinale, neurologische und andere Erkrankungen sowie Asphyxie, Frühgeburtlichkeit und Sonstige. Die Diagnosen wurden den ICD-10-Codierungen im KIS entnommen. Erhielt der Patient mehrere Diagnosen, wurde die Diagnose gewählt, die als führende Erkrankung zur Verlegung geführt hat. Eine Darstellung der Diagnosen und deren Einteilung auf die verschiedenen Leitsymptome findet sich im Anhang. Zusätzlich wurden die einzelnen Leitsymptome auf Unterschiede in Alter des Patienten, Outcome, PEWS-Score und Krankenhaus-/Intensivverweildauer verglichen.

Ausgewertet wurden darüber hinaus die Anzahl an Interventionen, welche am Patienten durchgeführt wurden und wie viele davon erstmalig durch das Behandlungsteam vor Ort, durch das Transportteam oder nach der Aufnahme auf der Intensivstation durchgeführt wurden. Eine detaillierte Übersicht dazu findet sich im Anhang.

Der Schweregrad der Erkrankung wurde mithilfe von Scores ermittelt, die retrospektiv nach Sichtung der Transportprotokolle und Patientendaten im KIS erhoben wurden. Dazu zählt das in Deutschland auf Intensivstationen häufig verwendete und erlösrelevante „Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) 28“. Da dieser Score aber nicht speziell auf pädiatrische Patienten eingeht, wurde der noch überwiegend im englischsprachigen Raum verwendete „Paediatric Early Warning System“ (PEWS) Score zur Einschätzung der Erkrankungsschwere errechnet. Dieser besteht aus sieben verschiedenen physiologischen Items, die sich schnell und einfach erheben lassen (Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Rekapillarierungszeit,

Atemfrequenz, respiratorische Anstrengung, Sauerstoffsättigung, Sauerstoffzufuhr). Entsprechend einer nach Alter der Patienten gestaffelten Tabelle werden für jeden erhobenen Vitalwert Punkte von null bis vier vergeben. Je stärker der Wert von dem altersentsprechenden Normwert abweicht, desto mehr Punkte werden vergeben. Entspricht der Messwert dem Normwert, wird kein Punkt vergeben. Der so berechnete Gesamtscore reicht von null bis 26 Punkte. So soll möglichst frühzeitig durch einfache Überwachungsparameter, die am Patientenbett erhoben werden können, eine kritische Verschlechterung des Gesundheitszustandes des Patienten erkannt werden [69]. Mit dem TISS 28 wird die Schwere der Erkrankung nach dem therapeutischen Aufwand gemessen. Dafür wird von der Annahme ausgegangen, dass mit zunehmendem Schweregrad der Erkrankung mehr therapeutische, diagnostische und pflegerische Maßnahmen notwendig werden. Mit der hier verwendeten vereinfachten Version aus dem Jahr 1996 werden 28 Variablen für einen Zeitraum von 24 Stunden erhoben (70). In dieser Studie wurden dazu die 24 Stunden des Klinikaufenthaltes mit den meisten erfolgten Interventionen ausgewählt. Eine Darstellung des Scores findet sich im Anhang. Zusätzlich zu diesen Scores wurde die subjektive Einschätzung der Dringlichkeit der Behandlung (> 24 Stunden, < 24 Stunden, < 2 Stunden, < 30 Minuten) und des Schweregrades (keine vitale Gefährdung, Intensivpatient, Hochrisikopatient) während des Transportes durch das Intensivteam analysiert.

Die Liegezeiten der Patienten wurden vom Aufnahmetag bis zum Zeitpunkt der Entlassung von der Intensivstation 162 beziehungsweise aus dem Krankenhaus nach Tagen gezählt.

Unter intensiver Beatmungsdauer wurde die Dauer der Beatmung über einen Endotrachealtubus in Tagen ausgewertet. Zur Bestimmung der nicht-invasiven Beatmungsdauer wurden die Tage einbezogen, an denen der Patient mit Hilfe von Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) und High Flow Nasal Cannula (HFNC) bei der Atmung unterstützt wurde.

Das Outcome des Patienten während und nach dem Transport auf die Intensivstation wurde nach folgenden Ereignissen definiert und ausgewertet: Tod des Patienten, Transfer in eine andere Klinik, Entlassung nach invasiver Beatmung während des stationären Aufenthaltes, Entlassung ohne die Notwendigkeit der invasiven Beatmung während des stationären Aufenthaltes, keine Aufnahme erforderlich. Sowohl die Liegezeiten, die Beatmungszeiten als auch das Outcome dienen als weitere indirekte Parameter zur Abschätzung des Schweregrades der Erkrankung und des entsprechenden Behandlungsaufwands.

2.3 Statistische Auswertung

Die Daten wurden im Zuge der Übertragung aus den Transportprotokollen und KIS des Klinikums Oldenburg in Microsoft Excel (Version 16.4, 2020 Microsoft) pseudonymisiert und anschließend mittels der Software „SPSS“ (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp) ausgewertet.

Die Datenauswertung erfolgte im Wesentlichen mittels Kennwerten der deskriptiven Statistik. Bei kategorischen Variablen wurden absolute und relative Häufigkeiten bestimmt. Bei stetigen Variablen wurden, nach Prüfung auf Normalverteilung, die Verteilungen durch verschiedene Lage- und Streuungsmaße (Minimum, Maximum, Median, Interquartils-abstand (IQR), Mittelwert, Standardabweichung) bestimmt. Zudem wurden alle Variablen zusätzlich zwischen Kinder- und Geburtsklinik mittels T-Test verglichen. Als statistisch signifikant wurden Werte angesehen mit $p < 0,05$.

2.4 Ethikvotum

Im Rahmen des Antrags wurde eine datenschutzrechtliche Stellungnahme der Datenschutzbeauftragten des Klinikums Oldenburg der Ethikkommission vorgelegt. Die Medizinische Ethikkommission der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg stimmte dem vorbestehenden Votum unter dem Aktenzeichen (Antrag 2019-152) zu.

3 Ergebnisse

3.1 Charakteristika der Studienpopulation

In dem Beobachtungszeitraum wurden insgesamt 426 pädiatrische Patienten transportiert, davon waren 341 (80,0%) neonatologische Patienten unter 28 Tagen Lebensalter. 299 Patienten (70,2%) erfüllten die in Abschnitt 2.1 genannten Einschlusskriterien.

Insgesamt wurden 55 Patienten (18,4%) aus Kinderkliniken abgeholt, darunter vier Patienten von einer Kinderklinik der perinatalogischen Versorgungsstufe 1, 28 Patienten von einer Klinik mit perinatalogischer Versorgungsstufe 2 und 23 Patienten von einer Klinik mit perinatalogischer Versorgungsstufe 3. Der überwiegende Anteil der Patienten (80,6%) wurde damit aus Geburtskliniken abgeholt. Im Geschlechterverhältnis überwogen die männlichen Patienten mit einem Anteil von 61,6%. Bei Ankunft des Transportteams waren die Patienten durchschnittlich 15,4 Stunden alt (siehe Tabelle 1). Die meisten Neugeborenen wurden nach der vollendeten 37. Schwangerschaftswoche (SSW) geboren (87,2%) und wogen durchschnittlich 3377 Gramm. Patienten aus Kinderkliniken waren im Vergleich mit denen aus

Geburtskliniken im Durchschnitt älter (23 versus 13,8 Stunden), wurden häufiger vor der vollendeten 37. Schwangerschaftswoche geboren und hatten ein geringeres Geburtsgewicht (2855,2 versus 3494,4 Gramm).

	Gesamt (n = 299, 100%)	Kinderklinik (n = 55, 18,4%)	Geburtsklinik (n = 244, 81,6%)
Geschlecht	N = 297	N = 54	N = 243
männlich	n = 183 (61,6%)	n = 29 (53,7%)	n = 154 (63,4%)
weiblich	n = 114 (38,4%)	n = 25 (46,3%)	n = 89 (36,6%)
Alter in Stunden bei Ankunft	N = 299	N = 55	N = 244
Transportteam			
Mittelwert (SD)			
Median (Q25-Q75)	5,4 (22,2) 4,6 (1,4-24)	23 (26,5) 9,3 (2,9-39)	13,7 (20,8) 4,4 (1,2-19,9)
Gestationsalter (Schwangerschaftswochen)	N = 298	N = 55	N = 243
Mittelwert (SD)	38,8 (2,7)	36,7 (4,3)	39,3 (1,9)
Median (Q25-Q75)	39,6 (38,3-40,4)	38,5 (34,8-39,8)	39,7 (38,6-40,6)
≤ 37. SSW	n = 38 (12,7%)	n = 20 (36,4%)	n = 18 (7,4%)
Geburtsgewicht in Gramm	N = 293	N = 54	N = 239
Mittelwert (SD)	3377 (734)	2855 (994)	3494 (604)
Median (Q25-Q75)	3440 (2945-3820)	2857 (2445-3638)	3490 (3050-3880)

Tabelle 1: Charakteristika der transportierten Neugeborenen insgesamt und aufgeteilt in Verlegung aus Kinder- und Geburtsklinik

3.2 Transportcharakteristika

In den meisten Fällen (59,7%) wurde ein Transport als innerhalb der nächsten 30 Minuten notwendig erachtet, fast alle anderen Transporte (37,9%) wurden zudem als notwendig innerhalb der nächsten 2 Stunden angesehen. In fast zwei Drittel der Transporte (64,1%) wurden die Patienten als Intensivpatienten, in knapp 30% sogar als Hochrisikopatient eingeschätzt. Lediglich 23 Patienten (7,7%) wurden nicht als vital gefährdet angesehen. Die Mehrheit der Transporte (60,9%) wurde durch einen pädiatrischen Facharzt oder einen Neonatologen beziehungsweise pädiatrischen Intensivmediziner begleitet. Die Gesamtdauer eines Transportes betrug im Durchschnitt 125,8 Minuten. Für eine detaillierte Auswertung wurde die Gesamtzeit für Abholtransporte in Mobilisationsdauer, Dauer der Hinfahrt, Stabilisierungsdauer und Dauer der Rückfahrt unterteilt (siehe Abschnitt 2.2.2). Die Mobilisationsdauer betrug im Durchschnitt 23,9 ($\pm$ 19,1) Minuten. Zusammen mit der

Hinfahrtszeit von durchschnittlich 30,4 ($\pm 16,3$) Minuten, benötigte das Transportteam somit im Mittel fast eine Stunde von Anruf bis zur Ankunft in der verlegenden Klinik. Für die Stabilisierung vor Ort benötigte das Transportteam durchschnittlich 38,2 ($\pm 25,5$) Minuten. Die mittlere Rückfahrdauer betrug 32,9 ($\pm 17,3$) Minuten. Im Vergleich zwischen Kinder- und Geburtsklinik fiel auf, dass die Transportzeit von Patienten aus Kinderkliniken insgesamt deutlich länger war. Vor allem die Stabilisierungszeit nahm in Kinderkliniken mehr Zeit in Anspruch (52,4 versus 35,9 Minuten) (siehe dazu Abbildung 5). Zudem wurden Patienten aus Kinderkliniken häufiger als Hochrisikopatienten eingeschätzt (50% versus 23,4%). Objektiviert werden kann diese Einschätzung durch die erhobenen TISS-28 und PEWS-Scores, die für Patienten aus Kinderkliniken fast doppelt so hohe Werte erzielten.

Anforderung Transport	Abfahrt Transportteam	Ankunft beim Patienten	Abfahrt von Klinik	Ankunft Intensivstation
Mobilisation 23,9 (19,1) 20 (14-27)	Hinfahrt 30,4 (16,3) 30(18,8-40)	Stabilisierung 38,2 (25,5) 30 (25-45)	Rückfahrt 32,9 (17,3) 30 (20-40)	
Mobilisation 30,7 (28,2) 23 (15-31,3)	Hinfahrt 52,7 (16,8) 52,5 (42-62)	Stabilisierung 51,4 (34) 40,5 (30-70)	Rückfahrt 54,2(18,9) 54 (45-70)	
Mobilisation 22,4 (16) 20 (13,3-25)	Hinfahrt 25,4 (11,3) 25 (15-35)	Stabilisierung 35,3 (22,3) 30 (25-40)	Rückfahrt 28,1 (12,9) 30 (19-35)	

Abbildung 5: Vergleich der Transportzeiten und ihren Subgruppen zwischen Gesamt, Kinderklinik und Geburtsklinik in Minuten: Mittelwert (SD) und Median (Q25-Q75)

Im Mittel wurden 9,2 ($\pm 6,8$) Interventionen pro Patient durchgeführt, wobei die Anzahl der Interventionen bei Patienten aus Kinderkliniken doppelt so hoch war wie bei denen aus Geburtskliniken. Die meisten Interventionen ($4,8 \pm 4,4$) wurden dabei auf der Kinderintensivstation Oldenburg durchgeführt. Mit weniger als durchschnittlich einer Intervention führte das Transportteam am wenigsten Interventionen erstmalig durch. Das Versorgungsteam vor Ort führte in Kinderkliniken im Durchschnitt mehr Interventionen durch als das Team in Geburtskliniken. Eine Übersicht über die Transportcharakteristika zeigt Tabelle 2.

	Gesamt (n = 299: 100%)	Kinderklinik (n = 55: 18,4%)	Geburtsklinik (n = 244: 81,6%)
Transportbegleitung	N = 299	N = 55	N = 244
Assistenzarzt	n = 117 (39,1%)	n = 13 (23,6%)	n = 104 (42,6%)
Facharzt	n = 54 (18,1%)	n = 7 (12,7%)	n = 47 (19,3%)
Neonatologe/pädiatrischer Intensivmediziner	n = 128 (42,8%)	n = 35 (63,7%)	n = 93 (38,1%)
PEWS	N = 295	N = 53	N = 242
Mittelwert (SD)	5,5 (4,8)	9,4 (4,2)	4,6 (4,5)
Median (Q25-Q75)	5 (1-9)	9 (6-13)	4 (1-7)
TISS-28	N = 297	N = 53	N = 244
Mittelwert (SD)	17,9 (11,2)	28,7 (10,3)	15,6 (10)
Median (Q25-Q75)	14 (9-23)	28 (19-38)	12 (8-19)
Dringlichkeit	N = 298	N = 54	N = 244
< 24 Stunden	n = 7 (2,4%)	n = 0 (0%)	n = 7 (2,9%)
< 2 Stunden	n = 113 (37,9%)	n = 19 (35,2%)	n = 94 (38,5%)
< 30 Minuten	n = 178 (59,7%)	n = 35 (63,8%)	n = 143 (58,6%)
Schweregrad	N = 298	N = 54	N = 244
Keine vitale Bedrohung	n = 23 (7,7%)	n = 0 (0%)	n = 23 (9,4%)
Intensivpatient	n = 191 (64,1%)	n = 27 (50%)	n = 164 (67,2%)
Hochrisikopatient	n = 84 (28,2%)	n = 27 (50%)	n = 57 (23,4%)
Durchgeführte Interventionen	N = 298	N = 54	N = 244
Gesamt			
Mittelwert (SD)	9,2 (6,8)	15,4 (6,3)	7,8 (6,1)
Median (Q25-Q75)	7 (4-12)	14,5 (11-22)	6 (4-9)
Vor Ort			
Mittelwert (SD)	3,4 (3,3)	8,5 (3,9)	2,2 (1,7)
Median (Q25-Q75)	2 (1-4)	9 (6-12)	2 (1-3)
Transportteam			
Mittelwert (SD)	1 (1,6)	0,9 (1,4)	1 (1,6)
Median (Q25-Q75)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-2)
Intensivstation			
Mittelwert (SD)	4,8 (4,4)	6 (3,9)	4,6 (4,5)
Median (Q25-Q75)	4 (2-6)	6 (3-9)	3 (2-6)

Tabelle 2: Charakteristika der durchgeführten Transporte insgesamt und aufgeteilt in Verlegung aus Kinder- und Geburtsklinik

3.3 Weitere Versorgung und Outcome

Von 299 angeforderten Verlegungen waren diese in sechs Fällen (2%) nach der Versorgung durch das Transportteam nicht mehr notwendig. In 5 Fällen (1,7%) verstarb der Patient noch vor Ankunft des Transportteams. Weitere 20 Patienten (6,7%) wurden nach Aufnahme auf der neonatologisch-pädiatrischen Intensivstation Oldenburg in andere Kliniken zur weiteren Diagnostik und Therapie verlegt. Insgesamt waren 14,7% der Krankenhausaufenthalte kürzer als 3 Tage. 16 Patienten (5,6%) wurden länger als 30 Tage im Krankenhaus behandelt. Nach dem Transport wurden 269 Patienten auf der neonatologisch-pädiatrischen Intensivstation aufgenommen und behandelt. Für diese Patienten betrug die durchschnittliche Liegezeit dort 8,1 Tage. Etwa ein Fünftel der Patienten (22,7%) wurde invasiv beatmet. Außerdem wurden 119 Patienten (39,8%) für eine Dauer von durchschnittlich 2,8 Tagen nicht-invasiv beatmet. Die Mehrheit der Patienten (69,5%) wurde entlassen, ohne während ihres stationären Aufenthalts invasiv beatmet worden zu sein, wohingegen 48 Patienten (16,1%) nach einer invasiven Beatmung nach Hause entlassen werden konnten.

Patienten aus Kinderkliniken hatten eine signifikant höhere Mortalitätsrate verglichen mit Kindern aus Geburtskliniken (14,8% versus 2,8%, $p < 0,05$). Zudem wurden Patienten aus Kinderkliniken häufiger invasiv beatmet (37% versus 11,5%) und in andere Kliniken weiterverlegt (20,4% versus 4,5%). Dazu passend war die Liegezeit im Krankenhaus als auch auf der Intensivstation mehr als doppelt so lang bei Patienten aus Kinderkliniken verglichen mit Patienten aus Geburtskliniken (18,2 Tage versus 6,6 Tage) (siehe Tabelle 3).

	Gesamt (N = 299: 100%)	Kinderklinik (N = 55: 18,4%)	Geburtsklinik (N = 244: 81,6%)
Outcome	n = 298	n = 54	n = 244
Tod	n = 15 (5%)	n = 8 (14,8%)	n = 7 (2,8%)
Invasive Beatmung	n = 48 (16,1%)	n = 20 (37%)	n = 28 (11,5%)
Entlassung	n = 207 (69,5%)	n = 14 (25,9%)	n = 193 (79,1%)
Transfer	n = 22 (7,4%)	n = 11 (20,4%)	n = 11 (4,5%)
Kein Transport	n = 6 (2%)	n = 1 (1,9%)	n = 5 (2%)
Invasive Beatmungszeit in Tagen	n = 68	n = 33	n = 35
Mittelwert (SD)	5,3 (5,7)	5 (4,9)	5,5 (6,3)
Median (Q25-Q75)	5 (0,7-7)	4 (0,9-7)	5 (0,5-7)
Nicht-invasive Beatmungszeit in Tagen	n = 119	n = 34	n = 85
Mittelwert (SD)	2,8 (6,7)	5,9 (11,6)	1,5 (2,3)
Median (Q25-Q75)	0,5 (0-3)	1,5 (0-5)	0,4 (0,1-2)
Krankenhausliegezeit in Tagen	n = 285	n = 51	n = 234
Mittelwert (SD)	9,6 (11,6)	17,9 (20,8)	7,8 (7,3)
Median (Q25-Q75)	6 (4-11)	11 (6-20)	6 (4-8,3)
Intensivliegezeit in Tagen	n = 271	n = 51	n = 220
Mittelwert (SD)	8 (10)	14,5 (16,9)	6,5 (6,8)
Median (Q25-Q75)	5 (2-9)	9 (4-17)	5 (2-7)

Tabelle 3: Weitere Krankenhausbehandlung und Outcome der transportierten Neugeborenen insgesamt und im Vergleich Kinder- und Geburtsklinik

3.4 Leitsymptome

Das häufigste Leitsymptom, das zu einer Verlegung geführt hat, waren respiratorische Erkrankungen (41,1%), darunter am häufigsten respiratorische Anpassungsstörungen (siehe dazu Tabelle Leitsymptome im Anhang). Zum zweithäufigsten Leitsymptom zählten infektiöse Erkrankungen (16,1%), gefolgt von Asphyxie (13,7%). Zu den darauffolgenden kardiologischen Erkrankungen zählten vor allem angeborene Herzfehler. Hämatologische

Erkrankungen traten etwas seltener auf. Andere Leitsymptome machten zusammen weitere 5% der Verlegungen aus.

Vergleicht man nun die verschiedenen Leitsymptomgruppen miteinander, so fällt auf, dass Kinder mit Asphyxie zu den Patienten gehörten, die am schnellsten nach der Geburt, in einem durchschnittlichen Alter von 3,2 Stunden, verlegt wurden. Darauf folgen Patienten mit respiratorischen Erkrankungen (8,1 Stunden), kardiologische Erkrankungen (18,4 Stunden), infektiöse Erkrankungen (23,3 Stunden) und hämatologische Erkrankungen (54,3 Stunden). In Abbildung 6 ist der Verlegungszeitpunkt der einzelnen Leitsymptome in einem Zeitstrahl graphisch dargestellt.

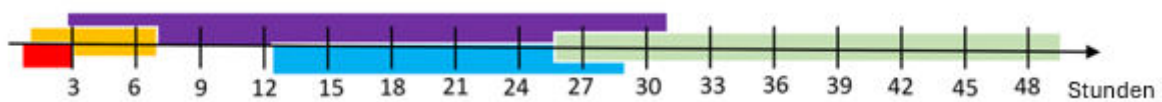


Abbildung 6: Zeitstrahl zum Vergleich des Lebensalters der Patienten zum Zeitpunkt der Verlegung bei den häufigsten Leitsymptomen (Alter der Patienten bei Ankunft des Transportteams Q25-Q75 in Stunden, farbliche Darstellung der Leitsymptome: *Asphyxie*, *respiratorisch*, *kardiologisch*, *infektiös*, *hämatologisch*)

Patienten aus der Leitsymptomgruppe Asphyxie erreichten zudem den höchsten PEWS-Score und die höchste Mortalitätsrate. Die meisten Patienten mit kardiologischen Erkrankungen mussten zur weiteren Behandlung in weitere Zentren verlegt werden (60%). Die häufigsten Leitsymptome und deren Verteilung sind in Tabelle 4 dargestellt.

	respira- torisch N = 123 (41,1%)	infektiös N = 48 (16,1%)	Asphyxie N = 41 (13,7%)	kardio- logisch N = 20 (6,7%)	hämato- logisch N = 17 (5,7%)
Alter in Stunden bei Ankunft Transportteam					
Mittelwert (SD)	8,1 (13,7)	23 (16,1)	3,2 (6,4)	18,5 (22)	54,4 (38,3)
Median (Q25-Q75)	3,3 (1,3-6,9)	22,2 (12,7-29,8)	0,9 (0,7-2,5)	8,6 (2,5-31)	48 (26,6-93,6)
PEWS					
Mittelwert (SD)	5,7 (3,9)	2,6 (3,7)	9,9 (5,3)	8,3 (4,9)	2,6 (3,7)
Median (Q25-Q75)	6 (3-8)	1 (1-2)	10 (6,5-12)	7 (4,3-12)	1 (0,5-3,5)

Outcome					
Tod	n = 2 (1,6%)	n = 1 (2,1%)	n = 10 (19,5%)	n = 1 (5%)	n = 0
Invasive Beatmung	n = 13 (10,6%)	n = 2 (4,2%)	n = 17 (41,5%)	n = 0	n = 3 (17,6%)
Entlassung	n = 100 (81,3%)	n = 44 (91,7%)	n = 13 (31,7%)	n = 7 (35%)	n = 14 (82,4%)
Transfer	n = 4 (3,3%)	n = 1 (2,1%)	n = 1 (2,4%)	n = 12 (60%)	n = 0
Kein Transport	n = 4 (3,3%)	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Intensivliegezeit in Tagen					
Mittelwert (SD)	6,5 (9,7)	5,4 (3,1)	10,9 (9,9)	7,7 (13)	6,2 (8,1)
Median (Q25-Q75)	4 (2-7)	6 (3-3,7)	8 (2,5-17)	2 (1-9,3)	4 (1,5-8)

Tabelle 4: Patienten- und Transportcharakteristika für verschiedene Leitsymptome

4 Diskussion

4.1 Interpretation der Studienergebnisse

Zu den am häufigsten transportierten pädiatrischen Patienten gehörten Reifgeborene, die innerhalb der ersten Lebenstage aus einer Geburtsklinik durch ein Intensivtransportteam abgeholt wurden. Im Vergleich zu Kindern, die aus Kinderkliniken verlegt wurden, waren diese weniger schwer erkrankt. Trotzdem wurden so gut wie alle Patienten als Intensiv- oder gar Hochrisikopatient eingeschätzt und ein Transport mindestens innerhalb der nächsten zwei Stunden als notwendig erachtet. Begleitet wurde dieser in den meisten Fällen von einem Neonatologen oder pädiatrischen Intensivmediziner. Die überwiegende Mehrzahl der Patienten konnte nach knapp 10-tägigem Krankenhausaufenthalt nach Hause entlassen werden, etwa 16% aller Patienten wurden während ihres stationären Aufenthalts invasiv beatmet. Das weitaus häufigste Leitsymptom waren respiratorische Erkrankungen, wohingegen Patienten mit Asphyxie das am schwersten erkrankte Patientenkollektiv mit der höchsten Mortalitätsrate abbildeten.

4.1.1 Charakteristika der Studienpopulation

Im Durchschnitt wurden in dieser Studie überwiegend männliche, reife Neugeborene aus Geburtskliniken mit einem Alter von 15,4 Stunden transportiert. Kinder, die aus Kinderkliniken

abgeholt wurden, waren zum Zeitpunkt der Verlegung durchschnittlich älter und wiesen ein geringeres Gestationsalter auf.

Es besteht ein wissenschaftlicher Konsens, dass Frühgeborene und kranke Neugeborene auf speziellen neonatologischen Intensivstationen versorgt und behandelt werden sollten, um das bestmögliche Outcome zu erzielen [8, 9, 37, 51, 71, 72]. Wann immer möglich sollten daher bereits Schwangere bei drohender Frühgeburt oder anderen Komplikationen in ein entsprechendes neonatologisches Zentrum verlegt werden [8, 54, 59, 64]. Der geringe Anteil an Frühgeborenen in dieser Studie gibt einen Hinweis darauf, dass dies zumindest bei Frühgeburtlichkeit in der Regel auch umgesetzt wurde. Laut Hillebrand und Naust gelingt es in Deutschland durchschnittlich 90% aller Frühgeborenen antepartal in ein neonatologisches Zentrum der adäquaten Versorgungsstufe zu verlegen [9]. Auch in einer Studie zu neonatologischen Transporten in der Schweiz zeigt sich, dass über 90% aller frühen Frühgeburten unter der 32. Schwangerschaftswoche sogenannte „inborn“ Patienten waren, die in einem neonatologischen Zentrum entbunden wurden [41]. In der gleichen Studie wurde allerdings auch eine „outborn“ Rate von 31% angegeben. Etwa ein Drittel aller Patienten auf der neonatologischen Intensivstation wurden demzufolge aus anderen Kliniken verlegt. Dies macht deutlich, dass längst nicht alle erkrankten Neugeborenen antepartal verlegt werden können. Gemäß dem Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen beträgt der Anteil der „outborn“- Patienten auf neonatologischen Intensivstationen in Deutschland 14%. Dies entspricht annähernd der Rate anderer westlicher Länder wie Frankreich (16%) und Kanada (20%) [48, 49].

Die Neugeborenen in dieser Studie waren bei ihrer Verlegung im Schnitt 15,5 Stunden alt. Daraus lässt sich ableiten, dass Komplikationen und schwere Erkrankungen nicht immer direkt nach der Geburt auftreten, sondern oft auch erst im Laufe der ersten Lebensstunden und -tagen sichtbar und therapiebedürftig werden. Allein daraus ergibt sich bereits, dass antepartale Verlegungen bei vielen neonatologischen Erkrankungen aufgrund ihrer Unvorhersehbarkeit nicht möglich sind. In internationalen Studien zum Notfalltransport neonatologischer Patienten wurde das Alter der Patienten zum Transportzeitpunkt bisher kaum untersucht.

4.1.2 Transportcharakteristika

Insgesamt wurden die Transporte fast ausschließlich als notwendig mindestens innerhalb der nächsten 2 Stunden eingeschätzt. Die transportierten Patienten wurden ebenfalls fast ausschließlich als Intensiv- oder Hochrisikopatienten definiert. Am häufigsten wurden die Transporte durch einen Neonatologen oder pädiatrischen Intensivmediziner begleitet. Die durchschnittliche Gesamttransportzeit betrug in etwa zwei Stunden, wobei im Mittel knapp eine

Stunde von der Verlegungsanfrage bis zur Ankunft des Transportteams beim Patienten vergangen ist. Von den durchgeführten Interventionen wurden nur wenige während des Transportes durch das Transportteam ausgeführt. Der Großteil der Interventionen erfolgte fast zu gleichen Teilen durch das verlegende Team vor Ort oder auf der pädiatrischen Intensivstation.

Betrachtet man die durch das Transportteam eingeschätzte Schwere und Dringlichkeit der Transporte, so fällt auf, dass die Mehrheit der Patienten innerhalb von 30 Minuten, so gut wie alle Patienten aber innerhalb der nächsten zwei Stunden transportiert werden sollten. Mehr als 90% der Patienten wurde als Intensiv- oder gar Hochrisikopatient eingeschätzt. Im Vergleich von PEWS-Score und TISS-28-Score zwischen Geburts- und Kinderklinik fällt auf, dass Neugeborene in Kinderkliniken häufig schwerer erkrankt waren. Insgesamt zeigt sich aber, dass das Spektrum der Erkrankungsschwere deutlich variiert. Ein neonatologisches Transportteam muss daher auf alle Arten von Notfällen vorbereitet sein. Dies gilt sowohl für die Ausrüstung als auch für das Personal des Transportteams. In der deutschen Leitlinie zum Neugeborenenentransport wird daher empfohlen, dass Transporte „durch ein erfahrenes Team aus Facharzt/Fachärztin/ Kinderarzt/Kinderärztin mit Schwerpunkt Neonatologie oder Arzt/Ärztin mit Erfahrungen in der Neonatologie und Pflegekraft oder medizinisches Assistenzpersonal mit Erfahrung in neonatologischer Intensivpflege“ begleitet werden soll [8]. In dieser Studie wurden mehr als die Hälfte der Transporte (etwa 60%) von einem Facharzt oder Neonatologen beziehungsweise pädiatrischen Intensivmediziner begleitet. In der internationalen Literatur finden sich ähnliche Empfehlungen. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass schwer kranke Neugeborene und Kinder ein deutlich verbessertes Outcome erzielen, wenn sie durch ein spezialisiertes neonatologisches oder pädiatrisches Transportteam versorgt und transportiert werden. Auf diesem Wege wird es möglich die intensivmedizinische Behandlung schnellstmöglich zum Patienten zu bringen, auch in Häusern ohne Neonatologen oder neonatologische Intensivstation [6, 51, 52, 54, 65, 73]. Hierbei sollte allerdings einschränkend darauf hingewiesen werden, dass sich in den Studien eine sehr heterogene Zusammensetzung des Transportteams beobachten lässt, teilweise mit Berufsbildern, die sich so in Deutschland nicht finden lassen. In einigen Studien wurden Transporte ausschließlich von erfahrenen und entsprechend ausgebildeten Pflegekräften ohne Arztbegleitung durchgeführt, ohne dass sich dabei im Vergleich zu ärztlich begleiteten Transporten ein verschlechtertes Outcome des Patienten zeigte [5, 58]. Kind et al weisen in ihrer Studie darauf hin, dass die meisten weniger schwer erkrankten Patienten auch von geschultem und erfahrenem nicht-ärztlichen Personal versorgt und transportiert werden können, die Stabilisierung kritisch kranker Kinder und Neugeborener sollte allerdings Ärzten vorbehalten bleiben [53]. In Deutschland existiert neben der Leitlinienempfehlung zum Neugeborenenentransport kein bundesweit einheitlich geregeltes Transportsystem für

Neugeborene. Inwieweit auch hier eine Alternative zu der klassischen Teamzusammensetzung aus Arzt und Pflegefachkraft denkbar ist, bleibt daher aktuell noch Forschungsgegenstand. Mit der zunehmenden Zentralisierung im Gesundheitswesen, einschließlich der Geburtshilfe und Neonatologie und dem bereits jetzt eklatanten Personalnotstand in den Kliniken, gewinnen Konzepte für die Organisation von Neugeborenen-Notfälle an Bedeutung. Bereits jetzt ist die Vorhaltung von zusätzlichem Personal für Transporte seitens der Perinatalzentren schwierig bis unmöglich [9]. Betrachtet man die durchschnittliche Transportdauer in dieser Studie, so liegt diese bei etwa 2 Stunden. Für diesen Zeitraum fehlt das Transportteam bei der Versorgung der Patienten auf der Intensivstation. Neben der angespannten Personalsituation stellen die Neugeborenen-transporte aufgrund der unzureichenden Refinanzierung der Vorhalte- und Transportkosten für die Krankenhäuser eine zusätzliche finanzielle Belastung dar [5, 9, 58].

Ein weiteres Problem bei der Bereitstellung des Transportteams durch das Personal der neonatologischen Intensivstation sind die dadurch in der Regel verlängerten Mobilisationszeiten. Die für die Organisation von Transport und der Zusammenstellung des Transportteams benötigte Zeit verzögert die Ankunft des Intensivmedizinteam beim schwer kranken Neugeborenen. In dieser Studie betrug die Mobilisationszeit durchschnittlich fast 25 Minuten. Die Zeit, bis das Transportteam abfahrbereit und ein entsprechendes Transportmittel zur Verfügung stand, war damit sogar kürzer als in einer vergleichbaren Studie in der Schweiz [41]. Andere internationale Studien zeigen eine verkürzte Mobilisationszeit für eigenständige Transportteams, die entweder einem freien Träger angehören oder im Krankenhaus vorgehalten werden, ohne selbst tragende Aufgaben im Intensivstationsablauf einzunehmen [54-57]. Weitere Vorteile sind die ständige Verfügbarkeit eines standardisierten Equipments und durch regelmäßiges Training ein hohes Level an Fertigkeiten durch das Personal. Eine Studie aus Italien, die die Effektivität solcher Transportteams untersucht hat, kam zu dem Ergebnis, dass etwa 200-350 Transporte pro Jahr notwendig sind, um solch ein Transportteam effizient und kostendeckend vorzuhalten [74]. In dieser Studie waren es über den Beobachtungszeitraum von 3 Jahren rund 450 Abholtransportfahrten. Zu berücksichtigen ist dabei sicherlich, dass nicht zwingend alle Transportanfragen erfasst wurden und aufgrund von Kapazitätsmangel auch Anfragen zurückgewiesen werden mussten. Einige Patienten wurden zudem durch Transportteams der verlegenden Klinik gebracht. Durch die Verlegung von Patienten aus Oldenburg in weiterbehandelnde Kliniken entstanden ebenfalls weitere Transportfahrten, die für diese Studie nicht einbezogen wurden. Wie hoch hier nun der tatsächliche Transportbedarf ist, lässt sich daher mit dieser Studie nicht hinreichend bestimmen. Trotzdem kann vermutet werden, dass auch in diesem Fall ein eigenständiges Transportteam aus ökonomischer Sicht nicht effizient genug betrieben werden könnte.

In dieser Studie dauerte es durchschnittlich eine Stunde von der Transportanfrage bis zum Eintreffen des Transportteams beim Patienten. In erster Linie sind daher die Erstversorgung und Stabilisierung des Patienten vor Ort entscheidend. Bedenkt man, dass in den USA laut Raghuveer und Cox fast 10 % aller Neugeborenen eine Art von Atemunterstützung benötigen und bei fast 1% gar weitreichendere Reanimationsmaßnahmen notwendig werden, ist es zwingend erforderlich, dass das verlegende Team vor Ort ausreichend geschult ist [40]. In der Analyse der Anzahl der erfolgten Interventionen hat sich in dieser Studie gezeigt, dass ein nicht unerheblicher Teil der Interventionen durch das versorgende Team vor Ort durchgeführt wurde. Dabei lassen sich zwischen Kinder- und Geburtskliniken deutliche Unterschiede erkennen (durchschnittlich 8,5 Interventionen vor Ort versus 2,2 Interventionen vor Ort). Durch die Transportteams wurde nur durchschnittlich eine Intervention vor oder während des Transports erstmalig durchgeführt. In einer Studie von Ramnarayan et al konnte gezeigt werden, dass verlegende Kliniken auch bei Abholung des Patienten durch ein spezialisiertes Transportteam einen Großteil der notwendigen Interventionen vor Ort durchgeführt haben und die Fähigkeiten zur Durchführung dieser Maßnahmen seit der Einführung der spezialisierten Transportteams nicht verloren gegangen sind [75]. Dass auch in dieser Studie die notwendigen Interventionen zur ausreichenden Stabilisierung des Patienten durch das Behandlungsteam vor Ort durchgeführt wurden, lässt sich nur indirekt aus der geringen Anzahl der durch das Transportteam durchgeführten Interventionen schließen. Ob die jeweiligen Interventionen adäquat, sicher und zeitgerecht durchgeführt oder durch das Transportteam erneut durchgeführt oder verändert wurden, war nicht Auswertungsgegenstand dieser Studie.

Um das Personal vor Ort ausreichend auf mögliche Komplikationen und Interventionen vorzubereiten, ist es zunächst wichtig zu analysieren, welche Krankheitsbilder häufig zur Verlegung auf eine neonatologische Intensivstation führen [54, 76]. Dazu soll diese Studie einen Beitrag leisten. In jedem Fall muss es dabei das Ziel sein, die Neugeborenen vor Ort ausreichend für den Transport zu stabilisieren. Dies ist unbedingt erforderlich und unter anderem in der Leitlinie zum Neugeborenentransport ausdrücklich empfohlen, da Interventionen während der Fahrt nur sehr begrenzt und nicht sicher durchzuführen sind [8, 9, 62]. Dem gegenüber steht dabei die Verkürzung der Transportzeit, um den Patienten so schnell wie möglich weitere Diagnostik- und Behandlungsmöglichkeiten zuzuführen. Eine Studie aus Japan kommt zu dem Ergebnis, dass eine Korrelation zwischen Transportdauer und erhöhter neonataler Mortalität vorliegt [59]. Während eine Studie aus der Schweiz festgestellt hat, dass die Stabilisierungszeit in Häusern mit einer höheren Versorgungsstufe besonders lang ist, verhält es sich in dieser Studie umgekehrt. Die Stabilisierungszeit von Neugeborenen aus Kinderkliniken ist mit durchschnittlich 51,2 Minuten wesentlich länger als bei Kindern aus Geburtskliniken (durchschnittlich 35,3 Minuten). Erklären lässt sich dies unter anderem mit dem bereits aufgezeigten Unterschied der Erkrankungsschwere der Kinder aus

Kinder- und Geburtskliniken. So zeigte auch eine Studie aus Kanada zur Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Stabilisierungszeit bei neonatologischen Transporten, dass diese umso länger ist, je schwerer erkrankt das Kind ist und je mehr Interventionen durchgeführt werden müssen [77]. Zudem zeigt sie auf, dass ein großer Anteil der Stabilisierungszeit für organisatorische Aufgaben benötigt wird, die potenziell verkürzt werden könnten. So sollten unter anderem die Eltern frühzeitig und ausführlich über die Notwendigkeit der Verlegung informiert und ihnen Gelegenheit gegeben werden, wann immer möglich mit dem Neugeborenen zu bonden oder Fotos zu machen [60, 63]. Alle notwendigen Papiere und Briefe sollten fertiggestellt und dem Transportteam vollständig übergeben werden. Übergabeprotokolle und Checklisten können für einen zügigen und vollständigen Informationsaustausch zwischen den Teams sinnvoll sein. Eine klare Kommunikation zwischen den verlegenden Kliniken ist dabei bei der Transportanfrage bedeutend, vor allem auch um das Transportteam bestmöglich auf den Patienten vorzubereiten, Transportzeiten zu verkürzen und möglicherweise unnötige Transporte zu verhindern [63, 78]. Gerade solche führen nicht nur zu hohen Kosten und Belastung der Intensivstationen, sondern insbesondere auch der Eltern [79].

Insgesamt zeigt sich in dieser Studie eine sehr variable Krankheitsschwere der Neugeborenen, wobei solche aus Kinderkliniken in der Regel deutlich schwerer erkrankt waren als die Patienten, die aus Geburtskliniken verlegt wurden. Um Ressourcen vor Ort optimal nutzen und unnötige Transporte zu vermeiden, ist daher das frühzeitige Erkennen und Management von möglichen Erkrankungen und Notfallsituationen wichtig. So wird es auch in der britischen Leitlinie zum Neugeborenentransport empfohlen [6]. Dazu sollten typische Leitsymptome bekannt sein, die im folgenden Abschnitt genauer betrachtet werden.

4.1.3 weitere Versorgung und Outcome unter Berücksichtigung der Leitsymptome

Betrachtet man die verschiedenen Leitsymptome, aufgrund derer eine Verlegung des Neugeborenen auf eine neonatologische Intensivstation notwendig wurde, so fällt auf, dass mit 41% aller betroffenen Patienten respiratorische Erkrankungen die mit Abstand häufigste Ursache darstellen. Auch in anderen Studien, wie der von McEvoy et al, zeigt sich ein ähnliches Bild. Dort stellten sie mit 71,6% eine noch deutlich größere Gruppe dar, auch wenn hier, anders als in dieser Studie, Asphyxie ebenfalls unter die Kategorie der respiratorischen Erkrankungen fallen. 11% aller Patienten mit respiratorischem Leitsymptom wurden invasiv beatmet; 1,6% verstarben. Schwerer erkrankten lediglich Kinder mit Asphyxie und kardiologischen Erkrankungen, die ebenfalls häufiger verstarben und beatmet wurden. Diese Leitsymptome waren mit 14% und 7% allerdings deutlich seltener als respiratorische

Erkrankungen. Gleichzeitig waren es meist Patienten mit respiratorischen Erkrankungen, für die bei Ankunft des Transportteams eine Verlegung als nicht mehr notwendig erachtet wurde. Darin zeigt sich, dass die Erkrankungsschwere der Patienten mit respiratorischen Erkrankungen sehr heterogen ist. Reuter et al. gehen in einem Artikel zu respiratorischen Anpassungsstörungen bei Neugeborenen davon aus, dass etwa 7% aller Neugeborenen davon betroffen sind. Die dabei häufigste Erkrankung stellt die transiente Tachypnoe dar, die meist innerhalb von zwei Stunden nach der Geburt sichtbar wird und in der Regel wenige Stunden bis Tage andauert. Andere Erkrankungen wie das Atemnotsyndrom oder die Mekoniumaspiration gehen dagegen meist mit einer ausgeprägten Dyspnoe unmittelbar nach der Geburt einher. Im Gegensatz dazu können auch Infektionen der Grund für eine zunehmende Dyspnoe bei Neugeborenen sein und sich erst in den ersten Lebenstagen präsentieren [80]. Infektiöse Erkrankungen stellen in dieser Studie das zweithäufigste Leitsymptom dar. Vor diesem Hintergrund ist es für das Personal der Kliniken unerlässlich, in Maßnahmen zur Beatmung und Atemwegssicherung geschult zu sein und neben entsprechendem Know-How auch für Neugeborene passendes Equipment vorrätig zu haben.

Nach respiratorischen und infektiösen Erkrankungen stellt die Asphyxie ein häufiges und zugleich schweres Erkrankungsbild dar. Zeichen der Asphyxie sind unmittelbar nach der Geburt zu beobachten und direkt zu behandeln, um die Folgen einer hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie (HIE) zu vermindern. Davon betroffen ist schätzungsweise jedes 1000. Neugeborene. Mit einer Mortalität von 20% und bleibenden Einschränkungen bei etwa 25% aller Überlebenden zählt die Asphyxie heute weltweit zu einer der wichtigsten Ursachen für neonatale Mortalität und Morbidität [46, 47]. Auch in dieser Studie weisen die Neugeborenen, die aufgrund einer Asphyxie verlegt werden mussten, von allen Leitsymptomen die höchste Erkrankungsschwere auf. Sie erzielten die höchstens PEWS-Scores und die höchste Mortalitätsrate, die mit 19,5% der Mortalitätsrate in der internationalen Literatur entspricht [31]. Zudem mussten betroffene Patienten häufiger als die jeder anderen Leitsymptomgruppe invasiv beatmet werden. Aufgrund der Erkrankungsschwere war auch ihre Krankenhausverweildauer länger als bei allen anderen Leitsymptomgruppen. Dabei ist die Asphyxie mit einem Anteil von 13,7% aller verlegter Neugeborener kein seltener Verlegungsgrund. Bis zum Eintreffen des Transportteams waren asphyktische Neugeborene durchschnittlich 3 Stunden alt. Damit wurden diese Patienten am schnellsten von allen Symptomgruppen auf eine neonatologische Intensivstation verlegt. Neben der Erkrankungsschwere, die sich unmittelbar nach der Geburt zeigt, spielt dabei auch die Notwendigkeit der schnellstmöglichen Therapieeinleitung eine große Rolle. Zahlreiche Studien konnten zeigen, dass durch eine therapeutische Hypothermiebehandlung, die innerhalb von sechs Stunden postpartal bei schwerer und moderater HIE eingeleitet wird, die Mortalität und Morbidität der Patienten im Alter von 18 Monaten signifikant gesenkt werden kann [47, 81-83].

Problematisch ist dabei, wie sich auch in dieser Studie zeigt, dass vor allem reife Kinder betroffen sind, die bei einem zuvor unauffälligem Schwangerschaftsverlauf häufig außerhalb von spezialisierten Zentren zur Welt kommen und für eine Hypothermiebehandlung zunächst in ein solches verlegt werden müssen [84, 85]. Da es Hinweise darauf gibt, dass die Therapie umso effektiver ist, je früher sie begonnen wird, ist eine Verlegung vor Therapiebeginn auf der Intensivstation in vielen Fällen problematisch. In einigen Studien konnte selbst das Zeitfenster von sechs Stunden bei vorheriger Verlegung der Patienten nicht eingehalten werden [46, 47, 85]. Daher sollte die Therapie, wann immer möglich, bereits vor Ort beginnen. Dazu gehört in einem ersten Schritt die Identifizierung der Patienten, die für eine Hypothermiebehandlung in Frage kommen [46, 82, 84-88]. In einer möglichst gemeinsamen Leitlinie sollten die Einschlusskriterien klar benannt und das Personal vor Ort in der neurologischen Beurteilung und Durchführung von Maßnahmen zur passiven Kühlung der Neugeborenen geschult werden [46, 85, 86, 88]. Auch sollte notwendiges Equipment für die aktive Kühlung der Patienten sowie für das Temperaturmonitoring vor Ort und beim Transportteam vorhanden sowie bekannt sein, um die Patienten so schnell und sicher wie möglich zu kühlen und gleichzeitig eine zu starke Abkühlung zu vermeiden [82, 84, 85, 89].

Eine ebenfalls hohe Erkrankungsschwere zeigten in der Regel Kinder mit kardiologischen Erkrankungen. Mehr als die Hälfte dieser Patienten wurde zur weiteren Diagnostik und Therapie in spezielle Herzzentren weiterverlegt. Auch wenn in diesen Fällen eine Weiterverlegung die bestmögliche Behandlung der Neugeborenen ermöglicht, so ist die große Entfernung zur Heimat für viele Eltern und Familien eine erhebliche Herausforderung. Einige Studien haben sich mit den weitreichenden Auswirkungen für Familien beschäftigt. Es konnte gezeigt werden, dass neben der psychischen Belastung vor allem finanzielle Nöte und die Doppelbelastung, beispielsweise durch die Versorgung von Geschwisterkindern und beruflichen Verpflichtungen vor Ort auf der einen und der Betreuung der erkrankten Neugeborenen in einem weit entfernten Zentrum auf der anderen Seite die Familien stark belasten [60, 79]. Bei einer fortschreitenden Zentralisierung des Gesundheitswissens sollte dieser Aspekt besonders beachtet werden. Bereits bei der Verlegung können sowohl das erstversorgende Team als auch das Transportteam auf die schwierige Situation der Eltern eingehen, um das Trauma einer Trennung von Eltern und Kind sowie die Ängste der Eltern zu reduzieren. Auch und gerade in Notfallsituationen sollten der Familie so viele Informationen wie möglich zur Verfügung gestellt werden, um ihnen die Erkrankung und das weitere Vorgehen verständlich zu machen. Die Eltern sollten die Möglichkeit bekommen Fragen zu stellen und sich vor dem Transport vom Kind zu verabschieden. Unter Umständen können Fotografien vom Kind eine wichtige Stütze für die Eltern sein, ehe diese ihr Kind wieder sehen können. Das Transportteam sollte sich mit Namen und Funktion bei den Eltern vorstellen und neben den Transportrisiken darüber aufklären, wann und wie es den Eltern möglich ist mit dem

Transportteam und der übernehmenden Klinik Kontakt aufzunehmen [60]. Neben Unterstützung bei den Fahrtkosten und Haushaltshilfen für die Familien bieten zudem viele Kliniken die Mitaufnahme der Eltern und Familien an. In Oldenburg ist dies beispielsweise durch das Ronald McDonald Haus in unmittelbarer Nähe zur Kinderklinik möglich. Viele Studien betonen außerdem die Wichtigkeit einer heimatnahen Rückverlegung. Auf diesem Wege werden die Zentren entlastet und kleinere Kliniken einer höheren Versorgungsstufe gestärkt. Ebenso ist für die Eltern dieser Schritt oft eine große Entlastung. Die enge Zusammenarbeit zwischen den Kliniken in Netzwerken zeigt sich bei der zügigen und komplikationsarmen Rückverlegung der Kinder oftmals nützlich [41, 56, 90].

Die Studie zeigt neben den oftmals früh zu erkennenden Symptomen bei respiratorischen Erkrankungen und Asphyxie aber auch, dass Neugeborene häufig erst im Laufe der ersten Lebensstage verlegt werden. In der Regel betrifft dies Kinder mit hämatologischen Erkrankungen, wie einer Hyperbilirubinämie, aber auch kardiologische oder infektiöse Erkrankungen zeigen sich oft erst nach den ersten Lebenstagen, beispielsweise im Rahmen der Vorsorgeuntersuchung U2. Daher ist es wichtig, dass Neugeborene während der gesamten stationären Aufenthaltsdauer genau überwacht und nach Anzeichen für Auffälligkeiten, wie ein auffälliges Hautkolorit, Abweichungen von der Normtemperatur oder andere Vitalparametern wie der Sauerstoffsättigung hin untersucht werden. Mögliche Alarmsignale und Erstmaßnahmen zur weiterführenden Diagnostik und Therapie sollten bekannt sein und könnten beispielsweise durch gemeinsame Leitlinien und Checklisten festgelegt werden.

4.2 Stärken und Schwächen der Studie

Zu den Stärken der Studie gehört, dass die Daten mithilfe von standardisierten Protokollen erfasst wurden, wodurch diese miteinander vergleichbar sind. Der große Umfang der dokumentierten Parameter ermöglicht die differenzierte Auswertung verschiedener Subgruppen und Fragestellungen, auch im Rahmen weiterer Studien. Gemäß dem Klinikstandard sollten alle Verlegungsfahrten protokolliert werden. Trotzdem lässt sich in der Studie kein Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Transporte nicht ordnungsgemäß protokolliert oder für die Studie nicht zur Verfügung standen. Durch unvollständiges Ausfüllen der Protokolle ist die retrospektive Datenerhebung erschwert. So wurden vor allem Vital- und Laborparameter sowie Angaben zum Patienten in einigen Protokollen nicht oder nur teilweise erhoben. Diese wurden, soweit dies möglich war, durch die Patientenakte im KIS nachträglich ergänzt. Auch in anderen Studien fielen im Rahmen der Analyse von Transportdaten Mängel in der Dokumentation auf [41]. Insbesondere die Maßnahmen, die durch das Transportteam vor Ort durchgeführt wurden, könnten in dieser

Studie unterschätzt werden, da nicht in jedem Fall ersichtlich war, ob vor Ort neben den protokollierten Maßnahmen weitere Interventionen durchgeführt wurden.

Die Daten wurden lediglich in einem Krankenhaus erhoben. Als einziges neonatologisches Level-1-Zentrum in der Region des nordwestlichen Niedersachsens gehört Oldenburg zwar zu einem der ersten Ansprechpartner in der Region, übernimmt aber nicht alle Verlegungsfahrten Neugeborener in der Region. Nicht untersucht wurde, ob und wie neonatologische Patienten durch andere Transportteams oder den Rettungsdienst auf die neonatologische Intensivstation in Oldenburg gebracht wurden. Um den bestmöglichen Transport von Neugeborenen für die Region in Zusammenarbeit mit anderen Kliniken zu ermöglichen, wäre eine Betrachtung dieser Transporte in weiteren Studien denkbar.

4.3 Implikationen und Ausblick

Die Ergebnisse der Studie zeigen Probleme in der Versorgung und dem Interhospitaltransport Neugeborener auf. Im Folgenden soll darüber hinaus erläutert werden, welche Maßnahmen helfen können, die Neugeborenenversorgung unter den derzeitigen Rahmenbedingungen zu verbessern und für die Zukunft sicher zu stellen.

4.3.1 Transportdienste überregional organisieren

Die Studie zeigt, dass Neugeborene, die nach der Geburt in eine Klinik einer anderen Versorgungsstufe verlegt werden müssen, meist intensivmedizinisch von einem erfahrenen Arzt versorgt und schnellstmöglich verlegt werden sollten. In Deutschland wird das dafür notwendige ärztliche und pflegerische Personal in der Regel durch den Regeldienst der pädiatrischen und/oder neonatologischen Intensivstationen herangezogen. Bei einer zunehmend angespannten Personalsituation in den Kliniken ist die permanente Bereitstellung eines Transportteams allerdings häufig schwierig [9], vor allem da die Vorhalte- und Transportkosten nicht ausreichend refinanziert werden [5, 58]. In einigen Ländern haben sich eigenständige Transportteams mit einem vom Klinikbetrieb weitestgehend unabhängigen Personalpool entwickelt [51, 55, 63, 66]. Bellini et al weisen allerdings darauf hin, dass diese häufig nicht über ein ausreichendes Transportvolumen verfügen, um kostendeckend zu arbeiten [74]. In Deutschland konnte sich dieses Transportsystem noch nicht flächendeckend etablieren. Auch bundeseinheitliche Regelungen zur Organisation von Neugeborenen-transporte fehlen bisher. Ob diese aufgrund der regionalen Unterschiede praktikabel sind, kann diskutiert werden [9]. Aufgabe der Politik sollte es in jedem Fall sein, eine ausreichende

Refinanzierung mit Berücksichtigung der für den Transport notwendigen Ressourcen zu gewährleisten.

Um die derzeitige und zukünftige Versorgungsqualität sicher zu stellen, bieten darüber hinaus Transportnetzwerke eine mögliche Lösung. Einige haben sich in Deutschland bereits etablieren können. Ein Beispiel dafür ist das bereits in Abschnitt 1.2 erwähnte Pädiatrische Intensivnetzwerk der MHH (PIN), das 2003 initiiert wurde. Teilnehmer sind mehr als 40 Kliniken aus ganz Niedersachsen und Bremen sowie umliegenden Bundesländern, darunter auch die Kinderklinik Oldenburg. Durch diese Zusammenarbeit soll möglichst vielen schwerstkranken Kindern der Zugang zur optimalen intensivmedizinischen Versorgung ermöglicht werden. Sie beinhaltet neben der gemeinschaftlichen Betreuung von Intensivpatienten mit Transport und Unterstützung vor Ort auch die Entwicklung gemeinsamer Behandlungsstrategien und Therapiestandards sowie Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen, wie beispielsweise Kinderreanimationskurse [35]. In anderen Ländern haben sich Transportnetzwerke ebenfalls etablieren können. So zeigt eine Studie aus China, dass die Arbeit gut ausgebildeter neonataler Transportnetzwerke die Mortalität und Morbidität der Patienten signifikant senken kann [62]. In einer Untersuchung in Großbritannien konnte bestätigt werden, dass Netzwerke die Zusammenarbeit zwischen den verlegenden Kliniken deutlich verbessern können [6]. Selbst in Regionen, in denen es eigenständige Transportteams gibt, wird auf die Wichtigkeit solcher Netzwerke hingewiesen [55]. Angesichts der zunehmenden Zentralisierung medizinischer Leistungen können Perinatalnetzwerke dabei in der sicheren Versorgung kranker Neugeborener eine wichtige Rolle einnehmen, wie in der Studie von Marlow und Gill ausgeführt wird [90]. Durch eine enge Zusammenarbeit können die begrenzten Kapazitäten und Personalressourcen optimal genutzt, frühzeitige heimatnahe Rückverlegungen organisiert und gegebenenfalls unnötige Transporte reduziert werden. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass mitunter lange Transportwege in Kauf genommen werden müssen.

4.3.2 Schulung in Kinder- und Geburtskliniken

Die Studie zeigt, dass neben der Versorgung des kranken Neugeborenen durch das hinzugerufene Intensivtransportteam auch die sofortige Versorgung vor Ort entscheidend für das Outcome des Patienten ist. Immerhin wurden mehr als ein Drittel aller Maßnahmen bereits durch das versorgende Team vor Ort durchgeführt. Daher sollte zur Verbesserung der Erstversorgung vor Ort die intensive Schulung des Personals von Kinder- und Geburtskliniken vorgenommen werden. Ein weiteres Ergebnis der Studie ist dabei, dass Neugeborene vor allem aufgrund von respiratorischen Erkrankungen verlegt werden müssen. Es erscheint daher zwingend erforderlich, dass Kinder- und Geburtskliniken, aber auch die Transportteams, in der

Versorgung von Kindern mit respiratorischen Erkrankungen trainiert sind. Neben der Versorgung dieser Kinder gehört im ersten Schritt das Erkennen von Anzeichen einer respiratorischen Erkrankung, die direkt nach der Geburt, aber auch im weiteren Verlauf bis zur Entlassung von Mutter und Kind in die Häuslichkeit auftreten können. Neben klinischen Zeichen gilt es, Vitalparameter und laborchemische Parameter erheben und interpretieren zu können. Bei Hinweisen auf eine respiratorische Störung sollten die Kinder genau beobachtet und deren Zustand regelmäßig evaluiert werden (80). Zu der Versorgung der Kinder gehört neben den praktischen Fertigkeiten des Personals auch das Vorhandensein einer für mögliche Notfälle angepassten Ausstattung, wie beispielsweise Beatmungsgeräten und -masken zur invasiven und nicht-invasiven Beatmung, Intubationssets, Thoraxdrainagen und Medikamenten wie Surfactant. Auch das Transportteam sollte damit ausgerüstet und im Umgang sicher sein [41, 63]. Bei wenigen Patienten werden zudem Reanimationsmaßnahmen notwendig, die über Maßnahmen zur Beatmung hinausgehen. Studien aus verschiedenen Ländern haben gezeigt, dass sich das Personal kleinerer Geburtskliniken in solchen Notfällen oft unsicher und überfordert fühlt, da diese äußerst selten vorkommen und Teams daher nicht ausreichend trainiert sind [66, 91-93]. Aus diesem Grunde sind regelmäßige Schulungen des Personals unerlässlich. Diese sollten ein besonderes Augenmerk auf Reanimationsmaßnahmen und Maßnahmen zur Stabilisierung der Atmung legen. Im Sinne der Zusammenarbeit der Kliniken in Netzwerken schlagen einige Autoren vor, regelmäßig in kleinen Gruppen gemeinsam mit einem erfahrenen Team Notfallsituationen zu simulieren [91, 93]. Da das in diesen Fortbildungen Erlernte oft schnell wieder verloren geht, wenn es nicht auch regelmäßig angewendet wird, sollte sichergestellt werden, dass jedes Teammitglied in festzulegenden Zeitabständen geschult wird und sich stets sicher im Umgang mit Notfallsituationen fühlt [91]. Der Einsatz von Telemedizin bietet darüber hinaus die Möglichkeit die Arbeit in Notfallsituationen zu simulieren und durch ein erfahrenes Team analysieren zu lassen, ohne dass dieses für die Schulung vor Ort in der Klinik anwesend sein muss [94]. Außerdem wäre es denkbar im Rahmen der netzwerkübergreifenden Zusammenarbeit der Kliniken durch Personalrotationen Erfahrungen zu sammeln [91]. Wichtig ist zudem die Etablierung von gemeinsamen Leitlinien und Checklisten, um die Arbeit in Notfallsituationen zu vereinfachen und ein möglichst gleiches Vorgehen der Teams sicherzustellen. Evaluierungen und Fallbesprechungen können als Teil des Qualitätsmanagements zu Verbesserungen führen [95]. Die Zusammenarbeit und Kommunikation in Notfallsituationen im Team sollte dabei ebenso berücksichtigt und trainiert werden [96].

Durch die Zusammenarbeit der Kliniken in Netzwerken können sich Schulungen und gemeinsame Leitlinien einfacher etablieren. Ergänzt werden kann die Netzwerkarbeit durch den vermehrten Einsatz von Telemedizin, auf die im folgenden Abschnitt näher eingegangen wird. Der Ausbau der Digitalisierung im Gesundheitswesen kann in diesem Zusammenhang

zur Stärkung und Bildung neuer Netzwerke durch die telemedizinische Unterstützung führen. So spielt beispielsweise in dem Projekt „TeleStorch“ am Klinikum Oldenburg die Schulung der vernetzten Kliniken eine wichtige Rolle für den Erfolg. Neben dem Umgang mit dem technischen Equipment wird die Notfallversorgung von Neugeborenen mit Hilfe des intensivmedizinischen Teams in den versorgenden Kliniken thematisiert.

4.3.3 Telemedizin

Für viele der aufgeführten Problematiken bietet die Telemedizin eine Reihe von vielversprechenden Möglichkeiten zur ressourcen- und kostensparenden Unterstützung. Zum Zeitpunkt der Studie wurde Telemedizin, in Ausnahme der telefonischen Beratung, von keiner der Kliniken genutzt. Während die dafür notwendige Infrastruktur in vielen Kliniken in Deutschland noch nicht eingerichtet wurde, konnten Studien in anderen Ländern den Nutzen von Telemedizin bereits untersuchen. So haben Studien beispielsweise aus den USA und Australien die verbesserte Versorgungsqualität vor Ort durch die unmittelbare telemedizinische Hilfe durch ein erfahrenes neonatologisches Team noch vor Ankunft des Transportteams nachweisen können [5, 72, 97]. Gerade bei Neugeborenen sind die ersten Lebensminuten entscheidend für das Outcome und die umgehende bestmögliche Versorgung daher wichtig. Einige Studien konnten zeigen, dass gerade auch durch das direkte Beobachten von Kind, Vitalparametern und Vorgehen des Teams vor Ort eine konkretere Anleitung und Empfehlung ausgesprochen werden konnte als durch ein Telefongespräch [71, 94, 98]. Insbesondere für Reanimationsmaßnahmen konnte ein positiver Einfluss durch den frühzeitigen Einsatz von Telemedizin festgestellt werden [5, 71, 94, 99]. Dabei wurden die Teams am häufigsten in Maßnahmen zum Atemwegsmanagement unterstützt [71]. Diese Ergebnisse stimmen mit dem Ergebnis dieser und anderer Studien überein, die respiratorische Erkrankungen als eine der häufigsten Leitsymptome für die Verlegung von Neugeborenen erkannt haben.

Auch für Schulungen und Simulationstrainings von Notfallsituationen konnte ein deutlicher Nutzen der Telemedizin nachgewiesen werden, beispielsweise durch die häufigere Einhaltung der Reanimationsleitlinien und die schnelle Etablierung eines sicheren Atemweges und einer stabilen Beatmungssituation [94, 100-105]. In anderen Bereichen und Subdisziplinen ist der Einsatz von Telemedizin untersucht und als hilfreich beurteilt worden. So zeigte sich in Studien von Coffey et al und Carig et al, dass die klinische Beurteilung einer HIE durch Telemedizin sicher und zeitsparend ist [106, 107]. Telemedizin kann damit ebenfalls zu einem schnelleren Beginn einer Hypothermiebehandlung bei Asphyxien beitragen. Auch zur Diagnostik bei vermuteten kardiologischen Erkrankungen und ophthalmologischen Erkrankungen zum Ausschluss einer Frühgeborenenretinopathie ist Telemedizin laut zahlreichen Studien effektiv

[94, 102, 108]. Darüber hinaus konnten verschiedene Studien aufzeigen, dass durch die frühzeitige Mitbeurteilung durch Fachärzte eine Vielzahl von Verlegungen vermieden werden konnte [72, 94, 102, 109]. Neben der Entlastung von Familien, neonatologischen Zentren und Transportteams, steht vor allem die deutliche Kosteneinsparung und Stärkung von kleineren Geburts- und Kinderkliniken, die diese Kinder so weiter betreuen können, im Vordergrund [72, 97, 102, 109, 110]. Wird eine Verlegung trotzdem notwendig, ist die Nutzung von Telemedizin für die Eltern denkbar, um eine verbesserte Bindung zum Kind auf- und die Ängste der Eltern abzubauen [5, 94]. Insgesamt führte der Einsatz von Telemedizin mehrheitlich zu einer deutlich erhöhten Zufriedenheit von Eltern und Versorgungsteams [94, 102, 111]. Häufige Barrieren für die Implementierung von Telemedizin sind einigen Studien zufolge vor allem technische Schwierigkeiten mit Endgeräten und Internetverbindungen sowie hohe Anschaffungs- und Lizenzkosten [71, 103, 112, 113].

Seit 2023 kommt Telemedizin in der Versorgung von Neugeborenen auch im Klinikum Oldenburg zum Einsatz. Mit dem Projekt „TeleStorch“ wird in Zusammenarbeit mit zwei Geburtskliniken in der Weser-Ems-Region ein innovatives und in Niedersachsen bisher einzigartiges Projekt umgesetzt. Ziel war dabei die Erhöhung der Versorgungsqualität von Neugeborenen unter anderem durch die Echtzeitübertragung der Akutversorgung Neugeborener, erhöhte Handlungssicherheit, erhöhter externer Verweilmöglichkeit mit Vermeidung der Trennung von Eltern und Kind, Inanspruchnahme oberärztlicher Fachexpertise auch während des Transportes und eine Verringerung der Informationsdefizite bei der alleinigen telefonischen Beratung. Durch eine engere Zusammenarbeit der Kliniken soll das Schulungsangebot für die Erstversorgung kranker Neugeborener ausgebaut werden. Perspektivisch soll die telemedizinische Beratung auf weitere Geburts- und Kinderkliniken ausgeweitet und ebenfalls pränatal in der Gynäkologie zum Einsatz kommen. Der Einsatz von Telemedizin zur Unterstützung von Rettungsdiensten und Familien im häuslichen Umfeld ist zudem denkbar [114].

4.3.4 Begleitforschung

Auf Grundlage einer vorherigen Studie zu pädiatrischen Intensivtransporten durch die Kinderklinik des Klinikums Oldenburg [42] wurde die Notwendigkeit zur Aufstockung des Personals auf der pädiatrisch-neonatologischen Intensivstation aufgezeigt, um qualitativ hochwertige Verlegungen ermöglichen zu können. Zudem wurde, auch auf jenen Ergebnissen beruhend, das Projekt „TeleStorch“ initiiert, das neben der Etablierung telemedizinischer Unterstützung auch die enge Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Kliniken in der Region zum Ziel hat. Dies ist nur ein Beispiel für die klinische Bedeutung dieser Versorgungsforschung. Aufgrund der Tatsache, dass es in Deutschland keine bundeseinheitlichen

Rahmenbedingungen für den Notfalltransport von Neugeborenen gibt [9], erscheint der Ausbau der Versorgungsforschung in diesem Bereich geboten. Auf der Grundlage von weiteren Studien, die den regionalen Neugeborenenentransport untersuchen, können regionale Ressourcen wie auch Herausforderungen analysiert werden. Darauf basierend kann dann unter Berücksichtigung der regionalen Besonderheiten ein Konzept für die bestmögliche Neugeborenenversorgung erstellt werden [9]. Die Forschung kann ebenfalls als Grundlage für die Implementierung von Telemedizin, den Aufbau von Kliniknetzwerken und die Anpassung des Personalschlüssels an den Umfang der Transporte dienen. Es wäre auch denkbar eben solche Analysen zu nutzen, um Veränderungen in der Versorgung und dem Transport von Neugeborenen, beispielsweise durch den verstärkten Einsatz von Telemedizin oder Netzwerkstrukturen beurteilen zu können. Ebenso kann die weitere Forschung von Neugeborenentransporten strukturelle Schwächen im Gesundheitssystem aufzeigen und so politische Forderungen, wie eine bedarfsorientiertere Finanzierung der Pädiatrie [3], unterstützen.

5 Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann formuliert werden, dass der Transport kranker Neugeborener ein wichtiger Bestandteil in der zunehmenden Zentralisierung hochspezialisierter neonatologischer Intensivmedizin ist [41]. Beobachtungsstudien wie diese sind wichtig, um das bisher in Deutschland kaum standardisierte Neugeborenenentransportwesen quantitativ und qualitativ zu analysieren. Auf diesem Wege können häufige Probleme aufgedeckt und Verbesserungen in der Versorgung kranker Neugeborener herbeigeführt werden.

Ein Resultat der Studie ist, dass es signifikante Unterschiede zwischen Kindern gibt, die aus Geburtskliniken und solchen die aus Kinderkliniken verlegt werden. Trotz großer Variabilität zeigten Neugeborene aus Kinderkliniken insgesamt eine deutlich ausgeprägtere Erkrankungsschwere, die sich auch im Outcome der Kinder widerspiegelt. So zeigt sich für die Kinder aus Kinderkliniken etwa eine deutlich höhere Mortalität, invasive Beatmungs- und Transferrate sowie eine signifikant längere Verweildauer. Gleichzeitig wurden Kinder aus Kinderkliniken wesentlich seltener durch das Transportteam der Kinderklinik Oldenburg abgeholt, bei einem Großteil der transportierten Kinder handelte es sich um Neugeborene aus Geburtskliniken. Auf der einen Seite macht dies deutlich, dass insbesondere Geburtskliniken ohne angeschlossene Kinderklinik beim Auftreten von Komplikationen zwingend auf die Unterstützung durch ein spezialisiertes Neugeborenenentransportteam angewiesen sind. Auf der anderen Seite zeigt es aber auch, dass erstversorgende Teams in Geburtskliniken weitreichende Kenntnisse häufiger neonatologischer Erkrankungsbilder haben sollten, um diese Kinder vor Abholung durch das Transportteam bestmöglich versorgen zu können. Diese Studie unterstreicht mit ihrer Analyse,

dass ein Schwerpunkt dabei auf respiratorische Erkrankungen gelegt werden sollte. Sowohl das frühzeitige Erkennen von Störungen der Atmung beim Neugeborenen als auch Erstmaßnahmen zur Stabilisierung der Kinder sollten in allen geburtshilflichen Kliniken durchgeführt werden können. Dazu ist neben zielgerichteten und regelmäßigen Schulungen des Personals eine angepasste Ausrüstung wünschenswert. Um Geburtskliniken darin zu unterstützen, ist eine enge Zusammenarbeit mit anderen Kliniken, möglicherweise in Netzwerken, wünschenswert. Diese ermöglichen neben dem zügigen Austausch in Notfallsituationen beispielsweise auch durch das Einführen gemeinsamer Leitlinien und Checklisten, gemeinsamer Schulungen, standardisierten Protokollen und Equipment ein einheitliches und evidenzbasiertes Vorgehen auf dem höchsten Niveau [48, 63, 65, 96].

Im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung ist die Etablierung von Telemedizin im Neugeborenenentransportwesen in naher Zukunft unerlässlich. In anderen Ländern hat sich dies bereits erfolgreich gezeigt. Durch das direkte Zuschalten in Notfallsituationen konnte dort zügig fachkundige Unterstützung geleistet werden. Durch das Verhindern nicht erforderlicher Verlegungen wurden erfolgreich Kosten und Ressourcen eingespart. Von diesen Einsparungen würde auch das deutsche Gesundheitssystem, gerade im Bereich der pädiatrischen und neonatologischen Intensivmedizin, profitieren. Problematisch bleibt die Abwägung zwischen dem frühzeitigen Erkennen kranker Neugeborener und dem verantwortungsvollen Umgang mit begrenzten Ressourcen. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der enormen psychosozialen und finanziellen Belastungen für Familien sollten Verlegungen Neugeborener stets kritisch hinterfragt und wann immer möglich postpartal vermieden werden.

Diese Studie wertete den Neugeborenenentransport in einer eher ländlichen Region Deutschlands mit dessen Besonderheiten aus. Wichtig ist es, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass es in anderen Teilen Deutschlands zu anderen Ergebnissen kommen kann. Ein einheitliches Transportwesen für Neugeborene existiert zurzeit nicht, auch da die Versorgungsinfrastruktur bundesweit deutliche Unterschiede zeigt. Gleichzeitig befindet sich die Krankenhauslandschaft zum jetzigen Zeitpunkt insgesamt im Umbruch. Dies betrifft auch die pädiatrische und neonatologische Versorgung, die durch die Schließung kleinerer Kliniken und den Ausbau von Perinatalzentren in Zukunft weiter zentralisiert wird. Um eine gute heimatnahe Versorgung von Neugeborenen weiterhin zu gewährleisten, wird das Thema flächendeckende und qualitätsgesicherte Transporte neonatologischer Patienten also noch wichtiger sein. Umso mehr benötigt es, neben weiteren Studien, die die regionalen Transportressourcen analysieren, eine stärkere politische Diskussion der genannten Implikationen, wie den Ausbau der telemedizinischen Infrastruktur, Aufbau von Netzwerken mit gemeinsamen Leitlinien und Schulungen, Anpassung von Personalschlüsseln mithilfe einer ausreichenden Refinanzierung und Konzepte zur Bekämpfung des Fachkräftemangels im Gesundheitswesen.

6. Literaturverzeichnis

1. Sticht C, Klemm M. Kaum noch freie Kinder-Intensivbetten – RS-Virus breitet sich immer weiter aus – Oberarzt warnt eindringlich. Focus online; 2020. Verfügbar unter: https://www.focus.de/gesundheit/news/kaum-noch-freie-kinder-intensivbetten-rs-virus-breitet-sich-aus-oberarzt-warnt-eindringlich_id_180420553.html [zuletzt abgerufen am 23.05.2025]
2. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. Kinder im Krankenhaus – wie viel ist uns ihre Versorgung wert? Berlin; 2021. Verfügbar unter: <https://www.dgkj.de/aktuelles/news/detail/post/kinder-im-krankenhaus-wieviel-ist-uns-ihre-versorgung-wert> [zuletzt abgerufen am 23.05.2025]
3. Weyersberg A, Roth B, Woopen C. Pädiatrie – Folgen der Ökonomisierung. Deutsches Ärzteblatt. 2018; 115(9):A-382/B-323/C-323
4. Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2020 Neonatologie, Qualitätsindikatoren und Kennzahlen. 2021; Verfügbar unter: https://iqtig.org/downloads/auswertung/2020/neo/QSKH_NEO_2020_BUAW_V01_2021-08-10 [zuletzt abgerufen am 23.02.2022]
5. Akula VP, Hedli LC, Van Meurs K, Gould JB, Peiyi K, Lee HC. Neonatal transport in California: findings from a qualitative investigation. Journal of perinatology. 2020;40(3):394–403.
6. Ramnarayan P, Polke E. The state of paediatric intensive care retrieval in Britain. Archives of disease in childhood. London: BMJ Publishing Group Ltd and Royal College of Paediatrics and Child Health; 2012;97(2):145–9.
7. Hamrin TH, Berner J, Eksborg S, Radell PJ, Fläring U. Characteristics and outcomes of critically ill children following emergency transport by a specialist paediatric transport team. Acta Paediatrica. 2016;105(11):1329–34.
8. Gesellschaft für Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin e.V. (GNPI). S2k-Leitlinie Neugeborenen-Transport. Version 5.0; 2024. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/024-003> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
9. Hillebrand G, Naust B. Notfalltransporte von Neugeborenen. Notfallmedizin up2date. 2021;16(3):347–65.
10. Deutsches Ärzteblatt. Insolvenzwelle bei den Krankenhäusern. Berlin: Deutsches Ärzteblatt; 2023. Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/news/insolvenzwelle-bei-den-krankenhaeusern-4ab7242d-086b-4e98-ba8c-5b6fbd4819f8> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]

11. Pearson G, Shann F, Barry P, Vyas J, Thomas D, Powell C, et al. Should paediatric intensive care be centralised? Trent versus Victoria. *The Lancet* (British edition). 1997;349(9060):1213–7.
12. Singh JM, MacDonald RD. Pro/con debate: Do the benefits of regionalized critical care delivery outweigh the risks of interfacility patient transport? *Critical care* (London, England). 2009;13(4):219–219.
13. Lorch SA, Myers S, Carr B. The Regionalization of Pediatric Health Care. *Pediatrics* (Evanston). 2010;126(6):1182–90.
14. Staebler S. Regionalized systems of perinatal care: health policy considerations. *Advances in neonatal care*. 2011;11(1):37–42.
15. Haserück A. Weitere Ambulantisierung vorantreiben. Berlin: Deutsches Ärzteblatt; 2024. Verfügbar unter: Weitere Ambulantisierung vorantreiben – News <https://www.aerzteblatt.de/news/weitere-ambulantisierung-vorantreiben-db6c6a8b-1094-4cae-82d8-1e51f595e154> – Deutsches Ärzteblatt [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
16. Hilienhof A. Ökonomisierung hat katastrophale Folgen für Kinderkliniken. München: Deutsches Ärzteblatt; 2018. Verfügbar auf: <https://www.aerzteblatt.de/news/oekonomisierung-hat-katastrophale-folgen-fuer-kinderkliniken-4fb379d0-5655-4b58-8cd5-33d46c875c34> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
17. Karagiannidis C, Janssens U, Kluge S, Walcher F, Marx G. Intensivstationen – Ein Drittel der Betten ist gesperrt. *Deutsches Ärzteblatt*. 2021;118(42),A1908-B.
18. Hoch B. Zukünftige Finanzierung der Kinder- und Jugendkliniken. *Monatsschrift Kinderheilkunde*. 2025;173(2):107–12.
19. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Vorhaltekosten. Bonn: Statistisches Bundesamt; 1998. Verfügbar auf: https://www.gbe-bund.de/gbe/isgbe.information?p_uid=gast&p_aid=94364329&p_sprache=D&p_thema_id=2254&p_thema_id2=19200&p_thema_id3=&p_thema_id4=19200 [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
20. Osterloh F. Pädiatrie - Wege aus der Unterfinanzierung. *Deutsches Ärzteblatt*. 2020;117(19):B367-9
21. Göble S. Versorgung von Kindern muss sicher sein – „Rettet die Kinderstation“. Stuttgart: DAN Netzwerk Deutscher Apotheker GmbH; 2014. Verfügbar auf: <https://www.apotheken.de/gesundheit/eltern-und-kind/vorsorge-fuer-kinder/9769-rettet-die-kinderstation> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
22. Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin. Kinderkliniken vernünftig finanzieren. Die DGKJ zu den Folgen der Ökonomisierung in der Kinder- und

- Jugendmedizin. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin. Verfügbar auf: <https://www.dgkj.de/unsere-arbeit/politik/faqs-finanzierung-kinderkliniken> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
23. Michel J, Hofbeck M, Gerster L, Neunhoffer F. Personalsituation auf neonatologischen und pädiatrischen Intensivstationen – eine europaweite Umfrage. *Klinische Pädiatrie*. 2019;231(5):255–61.
 24. Medizin Aspekte. Wege aus der Versorgungskrise: Sofortmaßnahmen für Kinderintensivstationen gefordert. Bonn: Medizin Aspekte; 2019. Verfügbar auf: <https://medizin-aspekte.de/wege-aus-der-versorgungskrise-sofortmassnahmen-fuer-kinderintensivstationen-gefordert-113659/> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
 25. Ärztezeitung. Notstand in Kinderkliniken: Warum freie Betten oft Mangelware sind. Berlin: Ärztezeitung; 2024. Verfügbar auf: <https://www.aerztezeitung.de/Wirtschaft/Notstand-in-Kinderkliniken-Warum-freie-Betten-oft-Mangelware-sind-447836.html> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
 26. Weyersberg A, Roth B, Köstler U, Woopen C. Pädiatrie – Gefangen zwischen Ethik und Ökonomie. *Deutsches Ärzteblatt*. 2019; 116(37):A-1586/B-1308/C-1287
 27. Gemeinsame Pressemitteilung von Bundesärztekammer, Deutscher Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. und Gesellschaft für Kinderkrankenhäuser und Kinderabteilungen in Deutschland e.V.. Gute Versorgung von Kindern und Jugendlichen an Kliniken sichern. Berlin: Gesellschaft für Kinderkrankenhäuser und Kinderabteilungen in Deutschland e.V.; 2014. Verfügbar auf: https://gkind.de/fileadmin/DateienGkind/News/30062014_Gemeinsame_PM_-_Gute_Versorgung_von_Kindern_und_Jugendlichen_an_Kliniken_sichern.pdf [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
 28. Yu VYH, Dunn PM. Development of regionalized perinatal care. *Seminars in Neonatology*. Netherlands: Operating Company Elsevier Ltd; 2004;9(2):89–97.
 29. Weyersberger A. Ökonomisierung: Folgen für vulnerable Patientengruppen am Beispiel der Pädiatrie. Berlin: Universität zu Köln – Cologne Center for Ethics, Rights, Economics and Social Sciences of Health; 2018. Verfügbar auf: https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/Dialog/Weyersberg_OEkonomisierung.pdf [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
 30. Deutscher Bundestag Petitionsausschuss. Patientenrechte: Beendigung der Benachteiligung von Kindern und Jugendlichen in der medizinischen Versorgung/Sicherstellung der Betreuung gemäß den Vorgaben der UN-Kinderrechtskonvention – Petition 98930. Berlin: Deutscher Bundestag; 2019. Verfügbar auf:

https://epetitionen.bundestag.de/petitionen/_2019/_09/_06/Petition_98930.nc.html
[zuletzt abgerufen am 24.05.2025]

31. Rakowitz N, Schaffrath J. Vdää unterstützt Petition zur Beendigung der Benachteiligung von Kindern und Jugendlichen in der medizinischen Versorgung. Pädiatrie raus aus den DRG. Maintal: Verein Demokratischer Ärztinnen und Ärzte; 2020. Verfügbar auf: <https://www.vdaee.de/2020/vdaee-unterstuetzt-petition-zur-beendigung-der-benachteiligung-von-kindern-und-jugendlichen-in-der-medizinischen-versorgung/> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
32. Regierungskommission für eine moderne und bedarfsgerechte Krankenhausversorgung. Erste Stellungnahme und Empfehlung der Regierungskommission für eine moderne und bedarfsgerechte Krankenhausversorgung - Empfehlungen der AG Pädiatrie und Geburtshilfe für eine kurzfristige Reform der stationären Vergütung für Pädiatrie, Kinderchirurgie und Geburtshilfe. Berlin: Bundesgesundheitsministerium; 2022. Verfügbar auf: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/K/Krankenhausreform/220708_Empfehlung_AG_Paediatrie_und_Geburtshilfe_zu_Paediatrie_und_Geburtshilfe.pdf [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
33. Asklepios Kliniken. Prof. Karl Lauterbach - Finanzierung von Kinderkliniken soll reformiert werden. Stuttgart: Thieme kma online; 2022. Verfügbar auf: <https://www.kma-online.de/aktuelles/klinik-news/detail/finanzierung-von-kinderkliniken-reform-karl-lauterbach-47629> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
34. Bundesgesetzblatt. Gesetz zur Pflegepersonalbemessung im Krankenhaus sowie zur Anpassung weiterer Regelungen im Krankenhauswesen und in der Digitalisierung (Krankenhauspflegeentlastungsgesetz – KHPfIEG). Berlin: Bundesanzeiger Verlag; 2022. Verfügbar auf: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=//%5b@attr_id=%27bgbl122s2793.pdf%27%5d#/switch/tocPane?_ts=1748099424796 [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
35. Medizinische Hochschule Hannover. Das Pädiatrische Intensivnetzwerk (PIN). Hannover: Medizinische Hochschule Hannover. Verfügbar auf: <https://www.mhh.de/pin> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
36. Zorn S. Preis für Notfallversorgung von Kindern. Hannover: Informationsdienst Wissenschaft e.V.; 2011. Verfügbar auf: <https://idw-online.de/de/news443969> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
37. Heller G, Richardson DK, Schnell R, Misselwitz B, Künzel W, Schmidt S. Are we regionalized enough? Early-neonatal deaths in low-risk births by the size of delivery units in Hesse, Germany 1990–1999. International journal of epidemiology. 2002;31(5):1061–8.

38. Gemeinsamer Bundesausschuss. 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 Absatz 1 Satz 2 Nummer 13 SGB V (Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene/QFR RL). Berlin: Bundesanzeiger; 2024. Verfügbar auf: https://www.g-ba.de/downloads/62-492-3703/QFR-RL_2024-10-17_iK-2025-01-01.pdf [zuletzt aufgerufen am 24.05.2025]
39. Gemeinsamer Bundesausschuss. Liste aller Perinatalzentren (Level 1, Level 2) und perinataler Schwerpunkte in Deutschland. Berlin: Perinatalzentren.org. Verfügbar auf: <https://perinatalzentren.org/standortliste/> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
40. Raghuveer, Talkad S., MD, Cox, Austin J., MD. Neonatal Resuscitation: An Update. *American family physician*. 2011;83(8):911–8.
41. McEvoy CG, Descloux E, Schuler Barazzoni M, Stadelmann Diaw C, Tolsa JF, Roth-Kleiner M. Evaluation of Neonatal Transport in Western Switzerland: A Model of Perinatal Regionalization. *Clinical medicine insights Pediatrics*. 2017;2017(11):1179556517709021–1179556517709021.
42. Schumacher S. Organisation der Versorgung pädiatrischer Intensivpatienten im nordwestlichen Niedersachsen – eine retrospektive Datenanalyse für den Zeitraum 10/2018 bis 12/2019. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. 2020.
43. Shane AL, Stoll BJ. Neonatal sepsis: Progress towards improved outcomes. *The Journal of infection*. 2014;68:S24–32.
44. Gallacher DJ, Hart K, Kotecha S. Common respiratory conditions of the newborn. *Breathe (Lausanne, Switzerland)*. 2016;12(1):30–42.
45. Kaplan M, Bromiker R, Hammerman C. Severe Neonatal Hyperbilirubinemia and Kernicterus: Are These Still Problems in the Third Millennium? *Neonatology (Basel, Switzerland)*. 2011;100(4):354–62.
46. Fairchild K, Sokora D, Scott J, Zanelli S. Therapeutic hypothermia on neonatal transport: 4-year experience in a single NICU. *Journal of perinatology*. 2010;30(5):324–9.
47. Fairchild K, Sokora D, Scott J, Zanelli S. Therapeutic hypothermia on neonatal transport: 4-year experience in a single NICU. *Journal of perinatology*. 2010;30(5):324–9.
48. Eliason SH, Whyte H, Dow K, Cronin CM, Lee S. Variations in transport outcomes of outborn infants among Canadian neonatal intensive care units. *American journal of perinatology*. 2013;30(05):377–382
49. Lecoecur C, Thibon P, Prime L, Mercier PY, Balouet P, Durin L, et al. Frequency, causes and avoidability of outborn births in a French regional perinatal network. *European journal of obstetrics & gynecology and reproductive biology*. 2014;179:22–6.

50. Klemme M, Staffler A, Förster KM, Kappeler J, Flemmer AW. Intensivtransport Neugeborener mit respiratorischem Versagen: Eine retrospektive Qualitätsanalyse. *Notfall & Rettungsmedizin*. 2023;26(3):211–7.
51. Vos GD, Nissen AC, H.M.Nieman F, Meurs MMB, van Waardenburg DA, Ramsay G, et al. Comparison of interhospital pediatric intensive care transport accompanied by a referring specialist or a specialist retrieval team. *Intensive care medicine*. 2004;30(2):302–8.
52. Stroud MH, Trautman MS, Meyer K, Moss MM, Schwartz HP, Bigham MT, et al. Pediatric and Neonatal Interfacility Transport: Results From a National Consensus Conference. *Pediatrics (Evanston)*. 2013;132(2):359–66.
53. King BR, King TM, Foster RL, McCans KM. Pediatric and Neonatal Transport Teams With and Without a Physician: A Comparison of Outcomes and Interventions. *Pediatric emergency care*. 2007;23(2):77–82.
54. Whyte HEA, Jefferies AL. The interfacility transport of critically ill newborns. *Paediatrics & child health*. 2015;20(5):1–7.
55. Kempley ST, Baki Y, Hayter G, Ratnavel N, Cavazzoni E, Reyes T. Effect of a centralised transfer service on characteristics of inter-hospital neonatal transfers. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2007;92(3):F185–8.
56. Ratnavel N. Evaluating and improving neonatal transport services. *Early human development*. 2013;89(11):851–3.
57. National Survey of Neonatal Transport Teams in the United States. *Pediatrics (Evanston)*. 2011;128(4):peds.2010-3796d-peds.2010–3796d.
58. Lee KS. Neonatal transport metrics and quality improvement in a regional transport service. *Translational pediatrics*. 2019;8(3):233–45.
59. Mori R, Fujimura M, Shiraishi J, Evans B, Corkett M, Negishi H, Doyle P. Duration of inter-facility neonatal transport and neonatal mortality: Systematic review and cohort study. *Pediatrics International*. 2007;49(4):452–458.
60. Mosher SL. The Art of Supporting Families Faced with Neonatal Transport. *Nursing for women's health*. 2013;17(3):198–209.
61. Mohr NM, Harland KK, Shane DM, Miller SL, Torner JC, Newgard CD. Potentially Avoidable Pediatric Interfacility Transfer Is a Costly Burden for Rural Families: A Cohort Study. *Academic emergency medicine*. 2016;23(8):885–94.
62. Xu XJ, Li LN, Wu WY. Importance of stabilization of the neonatal transport network in critically ill neonates. *Journal of international medical research*. 2019;47(8):3737–44.
63. Lupton BA, Pendray MR. Regionalized neonatal emergency transport. *Seminars in neonatology*. 2004;9(2):125–33.

64. Messner H. Neonatal transport: A review of the current evidence. *Early human development*. 2011;87:S77–S77.
65. Hein HA. Regionalized perinatal care in North America. *Seminars in neonatology*. 2004;9(2):111–6.
66. McNamara PJ, Mak W, Whyte HE. Dedicated Neonatal Retrieval Teams Improve Delivery Room Resuscitation of Outborn Premature Infants. *Journal of perinatology*. 2005;25(5):309–14.
67. Maybaum T. Geburtshilfe: Fast jede zweite Hebamme betreut drei Gebärende zugleich. Osnabrück: Deutsches Ärzteblatt; 2019. Verfügbar auf: <https://www.aerzteblatt.de/news/fast-jede-zweite-hebamme-betreut-drei-gebaerende-gleichzeitig-1bc49ed8-e5cb-4136-b7f4-44900f7f6769> [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
68. Land Niedersachsen. Übersichtskarte Niedersachsen. Hannover: Land Niedersachsen; 2009. Verfügbar auf: https://www.niedersachsen.de/startseite/land_leute/das_land/karten/niedersachsen-karten-20063.html [zuletzt abgerufen am 24.05.2025]
69. Parshuram CS, Duncan HP, Joffe AR, Farrell CA, Lacroix JR, Middaugh KL, et al. Multicentre validation of the bedside paediatric early warning system score: a severity of illness score to detect evolving critical illness in hospitalised children. *Critical care (London, England)*. 2011;15(4):R184–R184.
70. Lewandowski K, Lewandowski M. Scoring-Systeme auf der Intensivtherapiestation. *Der Anaesthesist*. 2003;52(10):965–90.
71. Fang JL, Collura CA, Johnson RV, Asay GF, Carey WA, Derleth DP, et al. Emergency Video Telemedicine Consultation for Newborn Resuscitations: The Mayo Clinic Experience. *Mayo Clinic proceedings*. 2016;91(12):1735–43.
72. Armfield NR. Remote assessment and management of the critically ill infant by telemedicine: a novel approach to supporting the care of a vulnerable patient group. The University of Queensland. 2010
73. Orr RA, Felmet KA, Han Y, McCloskey KA, Dragotta MA, Bills DM, et al. Pediatric Specialized Transport Teams Are Associated With Improved Outcomes. *Pediatrics (Evanston)*. 2009;124(1):40–8.
74. Bellini C, Pasquarella M, Ramenghi LA, Ambrosino D, Sciomachen AF. Evaluation of neonatal transport in a European country shows that regional provision is not cost-effective or sustainable and needs to be re-organised. *Acta Paediatrica*. 2018;107(1):57–62.
75. Ramnarayan P, Britto J, Tanna A, Thomas D, Alexander S, Habibi P. Does the use of a specialised paediatric retrieval service result in the loss of vital stabilisation skills among referring hospital staff? *Archives of disease in childhood*. 2003;88(10):851–4.

76. Chakkarapani AA, Whyte HE, Massé E, Castaldo M, Yang J, Lee KS. Procedural Interventions and Stabilization Times During Interfacility Neonatal Transport. *Air medical journal*. 2020;39(4):276–82.
77. Wahab MGA, Thomas S, Murthy P, Chakkarapani AA. Factors affecting stabilization times in neonatal transport. *Air medical journal*. 2019; 38(5), 334-337.
78. Mohammad K, Thomas S, Joseph CJ, O'Keef C, Leswick L, Montpetit J, Thomas S. Structured referral call handling process improves neonatal transport dispatch times. *American Journal of Perinatology*. 2024; 41(S 01), e2209-e2215.
79. Mohr NM, Harland KK, Shane DM, Miller SL, Torner JC, Newgard CD. Potentially Avoidable Pediatric Interfacility Transfer Is a Costly Burden for Rural Families: A Cohort Study. *Academic emergency medicine*. 2016;23(8):885–94.
80. Hermansen CL, Lorah KN. Respiratory distress in the newborn. *American family physician*. 2007;76(7):987–94.
81. Edwards AD, Brocklehurst P, Gunn AJ, Halliday H, Juszczak E, Levene M, et al. Neurological outcomes at 18 months of age after moderate hypothermia for perinatal hypoxic ischaemic encephalopathy: synthesis and meta-analysis of trial data. *BMJ*. 2010;340(7743):409–409.
82. Kendall GS, Kapetanakis A, Ratnavel N, Azzopardi D, Robertson NJ. Passive cooling for initiation of therapeutic hypothermia in neonatal encephalopathy. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2010;95(6):F408–12.
83. Tagin MA, Woolcott CG, Vincer MJ, Whyte RK, Stinson DA. Hypothermia for Neonatal Hypoxic Ischemic Encephalopathy: An Updated Systematic Review and Meta-analysis. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2012;166(6):558–66.
84. Roberts CT, Stewart MJ, Jacobs SE. Earlier Initiation of Therapeutic Hypothermia by Non-Tertiary Neonatal Units in Victoria, Australia. *Neonatology (Basel, Switzerland)*. 2016;110(1):33–9.
85. Akula VP, Gould JB, Davis AS, Hackel A, Oehlert J, Van Meurs KP. Therapeutic hypothermia during neonatal transport: data from the California Perinatal Quality Care Collaborative for 2010. *Journal of perinatology*. 2013;33(3):194.
86. Chaudhary R, Farrer K, Broster S, McRitchie L, Austin T. Active Versus Passive Cooling During Neonatal Transport. *Pediatrics (Evanston)*. 2013;132(5):841–6.
87. Thoresen M, Tooley J, Liu X, Jary S, Fleming P, Luyt K, et al. Time Is Brain: Starting Therapeutic Hypothermia within Three Hours after Birth Improves Motor Outcome in Asphyxiated Newborns. *Neonatology (Basel, Switzerland)*. 2013;104(3):228–33.
88. Afifi J, Shivanada S, Wintermark P, Wood S, Brain P, Mohammad K. Quality Improvement and Outcomes for Neonates with Hypoxic-Ischemic Encephalopathy:

- Obstetrics and Neonatal Perspectives. *Seminars in perinatology*. 2024;48(3):151904–151904.
89. Hallberg B, Olson L, Bartocci M, Edqvist I, Blennow M. Passive induction of hypothermia during transport of asphyxiated infants: a risk of excessive cooling. *Acta Paediatrica*. 2009;98(6):942–6.
 90. Marlow N, Bryan Gill A. Establishing neonatal networks: the reality. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. England: BMJ Publishing Group Ltd and Royal College of Paediatrics and Child Health; 2007;92(2):F137–42.
 91. Jukkala AM, Henly SJ. Provider Readiness for Neonatal Resuscitation in Rural Hospitals. *Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal nursing*. 2009;38(4):443–52.
 92. Foster K, Craven P, Reid S. Neonatal resuscitation educational experience of staff in New South Wales and Australian Capital Territory hospitals. *Journal of paediatrics and child health*. 2006;42(1–2):16–9.
 93. Jukkala A, Henly SJ, Lindeke L. Rural Hospital Preparedness for Neonatal Resuscitation. *The Journal of rural health*. 2008;24(4):423–8.
 94. Lapcharoensap W, Lund K, Huynh T. Telemedicine in neonatal medicine and resuscitation. *Current opinion in pediatrics*. 2021;33(2):203–8.
 95. Whitesel E, Goldstein J, Lee HC, Gupta M. Quality improvement for neonatal resuscitation and delivery room care. *Seminars in perinatology*. 2022;46(6):151629–151629.
 96. Katheria A, Rich W, Finer N. Development of a strategic process using checklists to facilitate team preparation and improve communication during neonatal resuscitation. *Resuscitation*. 2013;84(11):1552–7.
 97. Colby CE, Fang JL, Carey WA. Remote video neonatal consultation: A system to improve neonatal quality, safety and efficiency. *Resuscitation*. 2014;85(2):e29–30.
 98. Fang JL. Use of telemedicine to support neonatal resuscitation. *Seminars in perinatology*. 2021;45(5):151423–151423.
 99. Fang JL, Campbell MS, Weaver AL, Mara KC, Schuning VS, Carey WA, et al. The impact of telemedicine on the quality of newborn resuscitation: A retrospective study. *Resuscitation*. 2018;125:48–55.
 100. Fang JL, Carey WA, Lang TR, Lohse CM, Colby CE. Real-time video communication improves provider performance in a simulated neonatal resuscitation. *Resuscitation*. 2014;85(11):1518–22.
 101. McCoy CE, Sayegh J, Alrabah R, Yarris LM, Yarris LM. Telesimulation: An Innovative Tool for Health Professions Education. *AEM education and training*. 2017;1(2):132–6.

102. Albritton J, Maddox L, Dalto J, Ridout E, Minton S. The Effect Of A Newborn Telehealth Program On Transfers Avoided: A Multiple-Baseline Study. *Health Affairs*. 2018;37(12):1990–6.
103. McCauley KE, Fang J. Developing a Newborn Resuscitation Telemedicine Program: A Follow-Up Study Comparing Two Technologies. *Pediatrics (Evanston)*. 2019;144(2_MeetingAbstract):620–620.
104. Cronin C, Cheang S, Hlynka D, Adair E, Roberts S. Videoconferencing can be used to assess neonatal resuscitation skills. *Medical education*. 2001;35(11):1013–23.
105. Jain A, Agarwal R, Chawla D, Paul V, Deorari A. Tele-education vs classroom training of neonatal resuscitation: a randomized trial. *Journal of perinatology*. 2010;30(12):773–9.
106. Coffey R, Melendi M, Cutler AK, Craig AK. Telemedicine consultation to assess neonatal encephalopathy in rural community hospitals and tertiary care centers. *Journal of Maine Medical Center*. 2022; 4(1), 7.
107. Craig AK, McAllister LM, Evans S, Melendi ME. Telemedicine consults to assess neonatal encephalopathy are feasible in the neonatal intensive care unit. *Journal of perinatology*. 2021;41(6):1519–21.
108. Wang SK, Callaway NF, Wallenstein MB, Henderson MT, Leng T, Moshfeghi DM. SUNDROP: six years of screening for retinopathy of prematurity with telemedicine. *Canadian journal of ophthalmology*. 2015;50(2):101–6.
109. Armfield NR, Donovan T, Bensink ME, Smith AC. The costs and potential savings of telemedicine for acute care neonatal consultation: preliminary findings. *Journal of telemedicine and telecare*. 2012;18(8):429–33.
110. Harvey JB, Yeager BE, Cramer C, Wheeler D, McSwain SD. The Impact of Telemedicine on Pediatric Critical Care Triage. *Pediatric critical care medicine*. 2017;18(11):e555–60.
111. Dharmar M, Romano PS, Kuppermann N, Nesbitt TS, Cole SL, Andrada ER, et al. Impact of Critical Care Telemedicine Consultations on Children in Rural Emergency Departments. *Critical care medicine*. 2013;41(10):2388–95.
112. Curfman A, Groenendyk J, Markham C, Quayle K, Turmelle M, Tieken B, et al. Implementation of Telemedicine in Pediatric and Neonatal Transport. *Air medical journal*. 2020;39(4):271–5.
113. Olson CA, McSwain SD, Curfman AL, Chuo J. The Current Pediatric Telehealth Landscape. *Pediatrics (Evanston)*. 2018;141(3):e20172334.
114. Mohrmann C. Projektskizze “TeleStorch”. Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin Elisabeth Kinderkrankenhaus Klinikum Oldenburg. 2023

Transportprotokoll

[illegible]

Tabelle: Hauptdiagnosen der Leitsymptome

ICD-Diagnose	Anzahl Patienten
Respiratorisch	123
J38.00: Lähmung der Stimm lippen und des Kehlkopfs	1
P15.4: Blutstauung des Gesichtes durch Geburtsverletzung	1
P22.0: Atemnotsyndrom des Neugeborenen	6
P22.1 Transitorische Tachypnoe beim Neugeborenen	20
P22.8: Sonstige Atemnot [Respiratory distress] beim Neugeborenen	75
P23.8: Angeborene Pneumonie durch sonstige Erreger	2
P24.0: Mekoniumaspiration durch das Neugeborene	1
P25.1: Pneumothorax mit Ursprung in der Perinatalperiode	1
P28.4: Sonstige Apnoe beim Neugeborenen	6
P28.5: Respiratorisches Versagen beim Neugeborenen	3
P28.8: Sonstige Störungen der Atmung beim Neugeborenen	2
Q31.0: Kehlkopfsegel	1
Q33.8: Sonstige angeborene Fehlbildungen der Lunge (pulmonale Hämangiomatose)	2
Q79.0: Angeborene Zwerchfellhernie	2
Infektiös	48
P02.7: Schädigung des Fetus und Neugeborenen durch Chorioamnionitis	12
P36.1: Sepsis beim Neugeborenen durch Streptokokken	3
P37.9: Angeborene infektiöse/parasitäre Krankheit, nicht näher bezeichnet	16
P39.9: Infektion, die für die Perinatalperiode spezifisch ist, nicht näher bezeichnet	15
P83.8: Sonstige näher bezeichnete Krankheitszustände der Haut, die für den Fetus und das Neugeborene spezifisch sind	2
Asphyxie	41
P02.5: Schädigung des Fetus und Neugeborenen durch sonstige Formen der Nabelschnurkompression	2
P21.0: Schwere Asphyxie unter der Geburt	29
P21.1: Leichte oder mäßige Asphyxie unter der Geburt	10

Kardiologisch	20
P29.1: Herzrhythmusstörung beim Neugeborenen	4
P29.3: Persistierender Fetalkreislauf	3
Q20.0: Truncus arteriosus communis	1
Q20.3: Diskordante ventrikuloarterielle Verbindung	1
Q21.0: Ventrikelseptumdefekt	1
Q21.3: Fallot-Tetralogie	1
Q22.6: Hypoplastisches Rechtsherzsyndrom	1
Q23.0: Angeborene Aortenklappenstenose	1
Q23.4: Hypoplastisches Linksherzsyndrom	2
Q25.1: Aortenisthmusstenose	1
Q25.5: Atresie der A. pulmonalis	1
Q25.8: Sonstige angeborene Fehlbildungen der großen Arterien	1
Q26.2: Totale Fehleinmündung der Lungenvenen	2
Hämatologisch	17
D64.0: Hereditäre sideroachrestische [sideroblastische] Anämie	1
P02.3: Schädigung des Fetus und Neugeborenen durch transplazentare Transfusionssyndrome	1
P50.1: fetaler Blutverlust aus der rupturierten Nabelschnur	1
P55.0: Rh-Isoimmunisierung beim Fetus und Neugeborenen	1
P59.8: Neugeborenenikterus durch sonstige näher bezeichnete Ursachen	11
P61.0: Transitorische Thrombozytopenie beim Neugeborenen	1
P61.4: Sonstige angeborene Anämien	1
Gastroenterologisch	13
P77: Enterocolitis necroticans beim Fetus und Neugeborenen	1
Q35.3: Spalte des weichen Gaumens	2
Q37.5: Spalte des harten und des weichen Gaumens mit einseitiger Lippenspalte	1
Q39.1: Ösophagusatresie mit Ösophagotrachealfistel	4
Q41.0: Angeborene(s) Fehlen, Atresie und Stenose des Duodenum	1
Q41.1: Angeborene(s) Fehlen, Atresie und Stenose des Jejunum	1

Q43.3: Angeborene Fehlbildungen, die die Darmfixation betreffen	2
Q79.2: Exomphalus	1
Metabolisch	13
E72.5: Störungen des Glyzinstoffwechsels	1
P70.4: Sonstige Hypoglykämie beim Neugeborenen	12
Frühgeburtlichkeit	12
P07.02: Geburtsgewicht 750 bis unter 1000 Gramm	4
P07.10: Geburtsgewicht 1000 bis unter 1250 Gramm	2
P07.12: Geburtsgewicht 1500 bis unter 2500 Gramm	4
P07.3: Sonstige vor dem Termin Geborene	1
Neurologisch	7
P12.: Geburtsgeschwulst durch Geburtsverletzung	1
P90: Neugeborenenkrämpfe	3
P96.1: Entzugssymptome beim Neugeborenen bei Einnahme von abhängigkeiterzeugenden Arzneimitteln oder Drogen durch die Mutter	1
Q05.7: Lumbale Spina bifida ohne Hydrozephalus	2
Z03.8 Beobachtung bei sonstigen Verdachtsfällen bei Sturz aus dem Bett	1
Sonstige	4
Q90.9: Down-Syndrom, nicht näher bezeichnet	2
P80.8: Sonstige Hypothermie beim Neugeborenen	1
S72.8: Frakturen sonstiger Teile des Femurs	1

Tabelle: Anzahl und Art der durchgeführten Interventionen vor Ort, durch das Transportteam und auf der pädiatrischen Intensivstation Oldenburg

Intervention	Vor Ort	Transportteam	Intensivstation
Anlage periphere Venenverweilkanüle	88	67	84
Anlage zentraler Venenzugang	23	4	34
Anlage arterieller Zugang	0	1	26
Anlage intraossärer Zugang	9	2	2
Gabe parenterale Flüssigkeit	70	54	73
Gabe von zusätzlichen Elektrolyten/Glukose	19	21	46
Gabe von parenteraler Ernährung	6	0	100
Gabe von Blutprodukten	5	0	17
Gabe von Katecholaminen	18	5	24
Gabe von Medikamenten zur Analgesie/Sedierung	30	17	37
Gabe von Antiinfektiva	30	14	98
Gabe von Antikonvulsiva	6	1	21
Gabe von Medikamenten zur Behandlung bei Herzinsuffizienz	0	1	42
Gabe von Prostaglandin	5	8	8
Gabe von Hydrokortison	1	1	21
Gabe von Coffeincitrat	4	1	7
Gabe von Surfactant	16	1	8
Gabe von Stickstoffmonoxid	1	7	14
Sauerstoffgabe	136	15	13
HFNC-Therapie	1	1	25
CPAP-Therapie	75	24	12
Invasive Beatmung	29	19	21
Reanimationsmaßnahmen	41	1	2
Labordiagnostik	286	1	6

Röntgen	32	0	67
Sonographie	21	2	223
amplitudenintegriertes Elektroenzephalogramm	0	0	39
Elektroenzephalogramm	0	0	36
Magnetresonanztomographie	0	0	28
Echokardiographie	12	3	128
Elektrokardiogramm	4	0	26
Therapeutische Hypothermiebehandlung	4	3	15
Operation	0	0	14
Invasiver Eingriff (Bronchoskopie, Thoraxdrainage Kardioversion, Lumbalpunktion)	0	0	20
Legen einer Magensonde	26	29	76
Fototherapie	9	0	21

TISS-28-Score

BASIS		Punkte
Standard-Monitoring	- regelmäßige Vitalzeichenkontrolle, d.h. mind. alle 4 Std. Messung und Dokumentation von Herzfrequenz + RR) UND - tägliche Berechnung der Flüssigkeitsbilanz (auch ohne Katheter)	5
Labor	- biochemische Bestimmungen (auch K ⁺ , BZ) und/oder - Mikrobiologie (Blutkultur) am Tag der Abnahme	1
Medikation	- jedes Medikament incl. Studienmedikation; jede Dosierung; - jede Applikationsform (i.v., i.m., subcutan, Magenschlauch, oral) - z.B. Sedierung, Antibiotika, Heparin, Kalium, H ₂ -Blocker, Bicarbonat, ... - nicht : vasoaktiven Medikamente, Diuretika etc (siehe andere TISS-Items)	ein Med. 2 2 o. mehr 3
Verbandswechsel	- Verbandswechsel (auch Dekubituspflege) - Routine heißt 1-2 mal täglich - häufig heißt mind. 3 mal täglich und/oder ausgedehnte Wundpflege	Routine 1 häufig 2
Drainagen	- Pflege aller Drainagen, auch Spül-Saug-Drainage (nicht Magenschlauch)	3
LUNGE		
Beatmung	- jegliche Beatmungsform mit maschineller Unterstützung, mechanisch / assistiert, auch Spontanatmung mit PEEP - Atemunterstützung: Spontanatmung über Tubus ohne PEEP, O ₂ -Maske oder -Nasenschlauch	5 2
künstliche Luftwege	- Pflege der künstlichen Luftwege - Endotracheal-Tubus, Tracheostoma	1
Atemtherapie	Behandlung zur Verbesserung der Lungenfunktion: Physiotherapie (Atemgymnastik), endotracheales Absaugen, aktive längerzeitige Vernebelung über Tubus o. Maske (z.B. Acetylcystein, aber nicht Dosieraerosole)	1
HERZ-KREISLAUF		
Vasoaktive Medikamente	- Katecholamine: jedes Medikament, jede Dosis - z.B. Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin, Dopexamin, Neosynephrin und Analoga (nicht : Nitro, ACE-Hemmer)	ein Med. 3 2 o. mehr 4
Flüssigkeitstherapie	- großer Volumenersatz i.v., mind. 6 Liter pro Tag (Gesamtmenge incl Blutprodukten, aber nicht bei Hämodialyse) ODER - mind. 1 Liter Blutprodukte (EK=250 ml, GFP=200 ml, TK=100 ml aber nicht Humanalbumin)	4
Arterie	- peripherer arterieller Katheter	5
Pulmonalkath	- Pulmonalkatheter; mit oder ohne Cardiac Output Messung	8
ZVK	- zentral venöser Katheter	2
Reanimation	- kardiopulmonale Reanimation nach Herzstillstand (nicht einzelner präcordialer Faustschlag)	3
NIERE		
Dialyse	- Hämofiltration, Dialyse (diverse Techniken)	3
Ausfuhr	- quantitative Bestimmung der Urinmenge (mit oder ohne Katheter)	2
Diurese	- aktive medikamentös unterstützte Diurese (z.B. Furosemid > 1 mg / kg KG oder analoge Medikation)	3
ZNS		
ICP	- Messung des intracraniellen Druckes	4
METABOLISMUS		
Azidose / Alkalose	- Behandlung einer komplizierten metabolischen Azidose/Alkalose (pH ≤ 7,33 oder pH ≥ 7,49) ODER - mindestens 2 mval/kg KG BiKarbonat	4
Ernährung	- i.v. Alimentation mit Glucose UND Aminosäuren (ggf Fette)	3
enterale Ernährung	- mind 500 ml/Tag Sondenkost über Magenschlauch oder PEG (et sim.)	2
INTERVENTIONEN		
Interventionen auf der ICU*	- z.B. endotracheale Intubation, Einsetzen e. Schrittmachers, Cardioversion, Endoskopie, Notfall-OP auf ICU, Magenspülung, TEE, Bronchoskopie - keine Routine-Interventionen wie Röntgen der Lunge, ...	eine Interv. 3 2 o. mehr 5
Interventionen außerhalb ICU*	- besondere Interventionen außerhalb der Intensivstation - Operationen oder Diagnostik (z.B. CT)	5

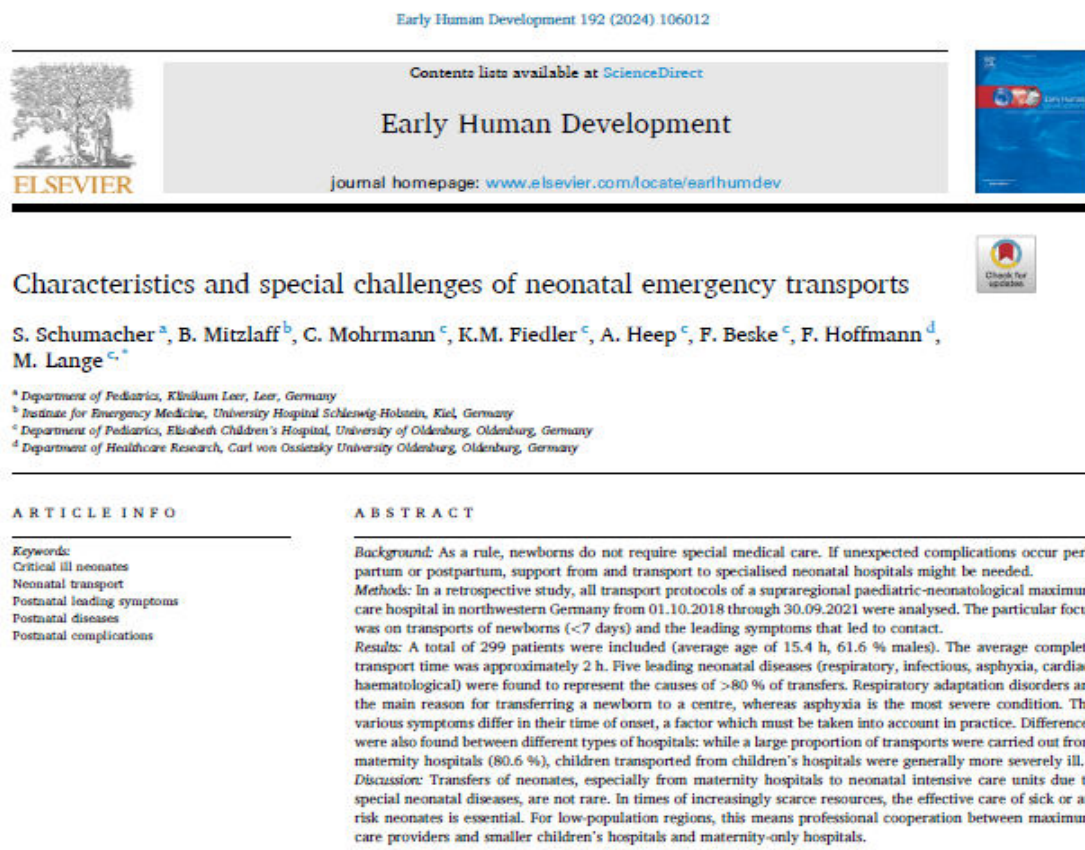
Verfügbar auf: <https://www.divi.de/empfehlungen/publikationen/tiss-28-therapeutic-intervention-scoring-system/viewdocument/137>

Publikation

Die Ergebnisse der Dissertation wurden in folgender Publikation veröffentlicht:

Schumacher S, Mitzlaff B, Mohrmann C, Fiedler KM, Heep A, Beske F, Hoffmann F, Lange M. Characteristics and special challenges of neonatal emergency transports. *Early Human Development*. 2024;192,106012.

<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2024.106012>



ARTICLE INFO

Keywords:
Critical ill neonates
Neonatal transport
Postnatal leading symptoms
Postnatal diseases
Postnatal complications

ABSTRACT

Background: As a rule, newborns do not require special medical care. If unexpected complications occur per-partum or postpartum, support from and transport to specialised neonatal hospitals might be needed.
Methods: In a retrospective study, all transport protocols of a supraregional paediatric-neonatological maximum care hospital in northwestern Germany from 01.10.2018 through 30.09.2021 were analysed. The particular focus was on transports of newborns (<7 days) and the leading symptoms that led to contact.
Results: A total of 299 patients were included (average age of 15.4 h, 61.6 % males). The average complete transport time was approximately 2 h. Five leading neonatal diseases (respiratory, infectious, asphyxia, cardiac, haematological) were found to represent the causes of >80 % of transfers. Respiratory adaptation disorders are the main reason for transferring a newborn to a centre, whereas asphyxia is the most severe condition. The various symptoms differ in their time of onset, a factor which must be taken into account in practice. Differences were also found between different types of hospitals: while a large proportion of transports were carried out from maternity hospitals (80.6 %), children transported from children's hospitals were generally more severely ill.
Discussion: Transfers of neonates, especially from maternity hospitals to neonatal intensive care units due to special neonatal diseases, are not rare. In times of increasingly scarce resources, the effective care of sick or at-risk neonates is essential. For low-population regions, this means professional cooperation between maximum care providers and smaller children's hospitals and maternity-only hospitals.

1. Background

If birth takes place outside a hospital with an associated large paediatric department, knowledge of potential postnatal complication is essential. For 2020, the Institute for Quality Assurance and Transparency in Health Care determined that around 14 % of all children treated in neonatal units throughout Germany were transferred from other hospitals [1]. Special neonatal disease patterns require a specifically trained team which is able to provide the best possible care [2]. Unless they are promptly recognized and treated optimally, many serious illnesses in this stage of life are associated with chronic consequences for the rest of life [3–6]. In rural areas, maternity hospitals (MH) and smaller children's hospitals (CH) often receive medical support from higher-level centres with high-level neonatal and paediatric intensive care units (NICUs, PICUs). However, care provision is becoming difficult for a number of reasons: The economisation of the health care system

and the associated problems for patients and health care workers have been a topic of discussion in German medical societies for years [7]. Not least because of the COVID-19 pandemic and shortages in care during the current infection season, the topic is increasingly becoming the focus of public discussions [8]. Due to the specialty's higher personnel costs, above-average range of services and large proportion of emergency patients compared to other specialties, paediatrics has been highly affected [9,10]. Also the lack of profitability causes many paediatric clinics, but also maternity hospitals, to close [7,8]. This leads to long transport routes, which can cause dangerous delays in treatment, especially in emergency situations. A way out of the dilemma is to establish telemedicine in paediatrics alongside telephone consultations.

The aim of this single-centre study is to provide an overview of transport neonates (<7 days) from the perspective of a maximum care provider in Germany.

* Corresponding author at: University of Oldenburg, Elisabeth Children's Hospital, Department of Paediatrics, Rahel-Straus-Str. 10-12, 26144 Oldenburg, Germany.
E-mail address: Lange.Matthias@klinikum-oldenburg.de (M. Lange).

<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2024.106012>

Received 2 March 2024; Received in revised form 14 April 2024; Accepted 15 April 2024

Available online 19 April 2024

0378-3782/© 2024 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

2. Methods

2.1. Study setting and study design

The Children's Hospital Oldenburg is located in the northwest of Germany (with a catchment area of almost 5000 km² and a population of about 2.5 million inhabitants) as a maximum care provider. This retrospective observational study included data on all consecutive transports of neonates, who have not yet been discharged home after birth. In this way, all children <7 days were included and all inter-hospital transports were carried out by a team from Oldenburg. There is no standardised definition of neonatal and paediatric transports, nor is there a clear and consistent regulation who should be responsible for transporting the various patients. In Oldenburg, all transports are organised by the PICU. The transport teams mainly consist of neonatologists or paediatric intensive care physicians and a specialist paediatric intensive care nurse. Patients are treated either on the PICU or the NICU. Transfers to other clinics which were conducted by the emergency service without a specialised team or a team from other clinics were excluded. All telephone enquiries from external clinics as well as resulting transports (Intensive Care Transport Protocol DIVI, Version 1.1) were recorded.

Employed scoring systems include the Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) and the Bedside Paediatric Early Warning System (PEWS) were used to characterize the severity of the disease. Based on the number and type of interventions performed (TISS) and vital signs (PEWS), scores were determined, ranging from 1 to 80 (TISS) and 0 to 26 (PEWS). Leading symptoms were categorised as infectious, respiratory, cardiac, gastrointestinal, metabolic, haematological and neurological diseases as well as asphyxia, prematurity and others.

The data were compared between children's and maternity hospitals. Results were considered statistically significant if $p < 0.05$. SPSS software (IBM Corp. Released 2019. IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 25.0, Armonk, NY: IBM Corp.) was used for statistical analysis. Ethics approval to conduct the study was obtained from the Medical Ethics Committee of the University of Oldenburg.

3. Results

3.1. Baseline characteristics

A total of 426 paediatric transports were accompanied during the study period (01.10.2018–30.09.2021), 341 (80.0 %) of which were neonatal patients under 28 days of age. A total of 299 patients (70.2 %) met the inclusion criteria (under 7 days of age and transported by the PICU transport team to Oldenburg).

Overall, 55 transports (15.4 %) were carried out from CH. These included 4 transports from a high-level NICU (Level III), 28 from medium level and 23 from a low level (Level I) NICU. The majority ($n = 241$, 80.6 %) were collected from MH. The average age of the patients at the time of arrival of the transport team was 15.5 h (Table 1a). The majority of neonates were born after 37th week of pregnancy (87.2 %). Patients from CH were on average older than children from MH (23 vs. 13.8 h), and a higher proportion was born before the 37th week of GA. Patients from CH also had a lower weight (2855.2 vs. 3494.4 g).

3.2. Transport characteristics

In most cases, transport was considered necessary within the next 30 min ($n = 178$, 59.7 %) or within 2 h ($n = 113$, 37.9 %). Overall, almost two-thirds of patients ($n = 191$, 64.1 %) were deemed (neonatal)-intensive care patients. Most of the transports were performed by a paediatric specialist or neonatologist/intensive care physician (60.9 %). The total duration of transport was 125.8 min. on average. For a more detailed analysis, the total duration was broken down into mobilisation, outward journey, stabilisation and return journey duration (Fig. 1). The

Table 1

Baseline (a)) and transport (b)) characteristics and outcome (c)) of the transported neonates in total and broken down into those coming from children's versus maternity hospitals.

	Total ($n = 299$, 100 %)	children's hospital ($n = 55$, 18.4 %)	Maternity hospital and others ($n = 244$, 81.6 %)
(a)			
Sex	$N = 297$	$N = 54$	$N = 243$
Male	$n = 183$ (61.6 %)	$n = 29$ (53.7 %)	$n = 154$ (63.4 %)
Female	$n = 114$ (38.4 %)	$n = 25$ (46.3 %)	$n = 89$ (36.6 %)
Age in hours on arrival of transport team	$N = 299$	$N = 55$	$N = 244$
Median (Q25–Q75)	4.6 (1.4–24)	9.3 (2.9–39)	4.5 (1.2–19.4)
Gestational age (pregnancy week)	$N = 298$	$N = 55$	$N = 243$
Median (Q25–Q75)	39.6 (38.3–40.4)	38.4 (35.1–39.7)	39.7 (38.6–40.6)
≤37th week of pregnancy	$n = 38$ (12.7 %)	$n = 20$ (36.4 %)	$n = 18$ (7.4 %)
Weight in grams	$N = 293$	$N = 54$	$N = 239$
Median (Q25–Q75)	3440 (2950–3820)	2857 (2460–3635)	3490 (3050–3880)
(b)			
Transport accompanied by	$N = 299$	$N = 55$	$N = 244$
Resident	$n = 117$ (39.1 %)	$n = 13$ (23.6 %)	$n = 104$ (42.6 %)
Paediatric specialist	$n = 54$ (18.1 %)	$n = 7$ (12.7 %)	$n = 47$ (19.3 %)
Neonatologist/ intensive care physician	$n = 128$ (42.8 %)	$n = 35$ (63.7 %)	$n = 93$ (38.1 %)
PEWS	$N = 295$	$N = 53$	$N = 242$
Median (Q25–Q75)	5 (1–9)	9 (6–13)	4 (1–7)
TISS-28	$N = 297$	$N = 53$	$N = 244$
Median (Q25–Q75)	14 (9–23)	28 (20–38)	12 (8–19)
Urgency level	$N = 298$	$N = 54$	$N = 244$
<24 h	$n = 7$ (2.4 %)	$n = 0$ (0 %)	$n = 7$ (2.9 %)
<2 h	$n = 113$ (37.9 %)	$n = 19$ (35.2 %)	$n = 94$ (38.5 %)
<30 min	$n = 178$ (59.7 %)	$n = 35$ (63.8 %)	$n = 143$ (58.6 %)
Severity level	$N = 298$	$N = 54$	$N = 244$
No vital danger	$n = 23$ (7.7 %)	$n = 0$	$n = 23$ (9.4 %)
Intensive care	$n = 191$ (64.1 %)	$n = 27$ (50 %)	$n = 164$ (67.2 %)
High risk	$n = 84$ (28.2 %)	$n = 27$ (50 %)	$n = 57$ (23.4 %)
Interventions performed	$N = 298$	$N = 54$	$N = 244$
Total			
Median (Q25–Q75)	7 (4–12)	14.5 (11–22)	6 (4–9)
On site			
Median (Q25–Q75)	2 (1–4)	9 (5.8–12)	2 (1–3)
Transport team			
Median (Q25–Q75)	0 (0–2)	0 (0–1)	0 (0–2)
Intensive care unit			
Median (Q25–Q75)	4 (2–6)	6 (2.8–9)	3 (2–6)
(c)			
Outcome	$N = 298$	$N = 54$	$N = 244$
Death	$n = 15$ (5 %)	$n = 8$ (14.8 %)	$n = 7$ (2.8 %)
Invasive ventilation	$n = 48$ (16.1 %)	$n = 20$ (37 %)	$n = 28$ (11.5 %)
Discharge	$n = 207$ (69.5 %)	$n = 14$ (25.9 %)	$n = 193$ (79.1 %)

(continued on next page)

Table 1 (continued)

	Total (n = 299, 100)	children's hospital (n = 55, 18.4)	Maternity hospital and others (n = 244, 81.6 %)
Transfer	n = 22 (7.4 %)	n = 11 (20.4)	n = 11 (4.5 %)
No transport	n = 6 (2 %)	n = 1 (1.9 %)	n = 5 (2 %)
Invasive ventilation time in days	N = 68	N = 33	N = 35
Median (Q25-Q75)	5 (0.7-7)	4 (1-7)	5 (0.5-7)
Non-invasive ventilation time in days	N = 119	N = 34	N = 85
Median (Q25-Q75)	0.5 (0-3)	1.5 (0-5)	0.4 (0.1-2)
Time at hospital in days	N = 284	N = 50	N = 234
Median (Q25-Q75)	6 (4-11)	11.5 (7-20)	6 (4-8)
Time at intensive care unit in days	N = 269	N = 50	N = 219
Median (Q25-Q75)	5 (3-9)	9 (4-17)	5 (2-7)

average time between the call from the transferring hospital and the arrival of the transport team at said hospital was 54 min. Transport time was longer for patients from CH than from MH (109.1 vs. 111.8 min). Patient stabilisation, in particular, took more time (52.4 vs. 35.9 min). Patients from CH were more often assessed as high-risk patients (50 % vs. 23.4 %). This assessment can be objectively supported by comparing the TISS-28 and PEW scores. Both are almost twice as high for patients from CH as for those from MH.

A mean of 9.2 interventions were performed per patient, with twice as many interventions being conducted for patients from CH as for those from MH. The treatment team on site conducted these interventions more often in CH than in MH (8.5 vs. 2.2). Most interventions (4.8 on average) were carried out in PICU of Oldenburg Children's Hospital. With an average of one intervention per patient, the transport team carried out the fewest interventions (Table 1b).

3.3. Further hospital treatment and outcomes

Out of 299 requested transports, transfer was no longer necessary in 6 cases (2 %) after stabilisation by the transport team. In 5 cases (1.7 %), the patient died before transport. Another 20 patients (6.7 %) were further transferred from PICU Oldenburg to other clinics.

A total of 14.7 % of all stays (n = 42) were shorter than three days. 16

stays (5.6 %) were longer than 30 days. After transport, 269 neonates were admitted to PICU or NICU Oldenburg. For these patients, the average length of stay was 8.1 days. About 1/5 (22.7 %) were ventilated invasively. In addition, 119 patients (39.8 %) required non-invasive ventilation for an average of 2.8 days. The majority (n = 207, 69.5 %) was discharged without ever requiring invasive ventilation, whereas 48 patients (16.1 %) were discharged after receiving invasive ventilation during their inpatient stay.

Patients from CH had a significantly higher mortality rate compared to patients from MH (14.8 % vs. 2.8 %, $p < 0.05$). In addition, patients from CH were more often ventilated invasively (37 % vs. 11.5 %) and transferred to other clinics (20.4 % vs. 4.5 %). Furthermore, the lengths of stay, both in hospital and in the intensive care unit, were more than two times higher for patients from CH than for patients from MH (18.2 vs. 7.8 days and 14.8 vs. 6.6 days) (Table 1c).

3.4. Leading symptoms

The most frequent leading symptom was respiratory disease (n = 123, 41.1 %), mainly in form of respiratory distress syndrome. This was followed by infectious diseases (n = 48, 16.1 %) and asphyxia (n = 41, 13.7 %). The next group, cardiac diseases, mainly includes congenital heart defects and is followed by haematological diseases. Other diseases make up only <5 %. Comparing the groups of leading symptoms, children with asphyxia are the youngest at the arrival of the transport team, with an average of 3.2 h, followed by children with respiratory diseases (8.1 h), cardiac diseases (18.4 h), infectious diseases (23.3 h) and haematological diseases (54.3 h) (Fig. 2). Most patients with cardiac diseases had to be transferred to cardiac centres for further treatment (n = 12, 60 %). The data for the other disease patterns can be found in Table 2 and in Appendix 1.

4. Discussion

In this study, we found that neonatal patients account for the majority of paediatric intensive care transports. We show that the types and severity of illnesses vary widely. On average, patients transported from children's hospital are sicker than children from maternity hospitals.

4.1. Wide range of clinical patterns

One of the greatest challenges for the transport team is the wide range of severities of illness, which is a significant finding in our

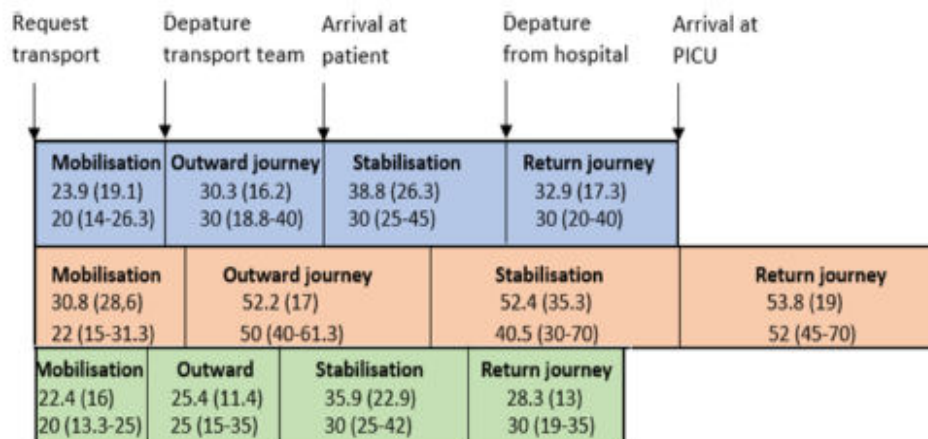


Fig. 1. Comparison of transport times in subgroups in minutes: mean (SD) and median (Q25-Q75). Total, paediatric clinic, maternity clinic and others.



Figure 2. Timeline occurrence of the most common leading symptoms (age in hours on arrival of the transport team Q25-Q75): asphyxia, respiratory, infectious, cardiac, haematological.

Fig. 2. Timeline occurrence of the most common leading symptoms (age in hours on arrival of the transport team Q25-Q75): asphyxia, respiratory, infectious, cardiac, haematological.

Table 2

Baseline and transport characteristics in total, broken down into leading symptoms.

	Respiratory N = 123 (41.1 %)	Infectious N = 48 (16.1 %)	Asphyxia N = 41 (13.7 %)	Cardiac N = 20 (6.7 %)	Haematological N = 17 (5.7 %)
Age in hours on arrival of transport team					
Mean (SD)	8.1 (13.7)	23.3 (16.4)	3.2 (6.4)	18.4 (21.9)	54.3 (38.2)
Median (Q25-Q75)	3.3 (1.3-7.2)	22.2 (12.8-29.8)	0.9 (0.6-2.5)	8.6 (2.6-28.2)	48 (26.9-92.3)
PEWS					
Mean (SD)	5.7 (3.9)	2.6 (3.7)	9.9 (5.3)	8.3 (4.9)	2.6 (3.7)
Median (Q25-Q75)	6 (3-8)	1 (1-2)	10 (7-12)	7 (4.5-12)	1 (1-3)
Outcome					
Death	n = 2 (1.6 %)	n = 1 (2.1 %)	n = 10 (24.4 %)	n = 1 (5 %)	n = 0
Invasive ventilation	n = 13 (10.6 %)	n = 2 (4.2 %)	n = 17 (41.5 %)	n = 0	n = 3 (17.6 %)
Discharge	n = 100 (81.3 %)	n = 44 (91.7 %)	n = 13 (31.7 %)	n = 7 (35 %)	n = 14 (82.4 %)
Transfer	n = 4 (3.3 %)	n = 1 (2.1 %)	n = 1 (2.4 %)	n = 12 (60 %)	n = 0
No transport	n = 4 (3.3 %)	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Time at intensive care unit in days					
Mean (SD)	6.4 (9.7)	5.4 (3.1)	10.9 (9.9)	7.7 (13)	6.2 (8.1)
Median (Q25-Q75)	4 (2-7)	6 (3.5-7)	8 (3-16)	2 (1-7.5)	4 (2-8)

subgroup analysis of the most common neonatal diseases. For example, neonates with asphyxia require much more interventions and exhibit a higher PEWS than neonates with haematological disorders (Table 2). Therefore, the transport team always needs to be staffed and equipped to deal with any emergency, as also illustrated by a study from the USA [11]. A study evaluating neonatal transport in western Switzerland also shows a wide range of conditions, although malformations, prematurity and neurological disorders appear to have had a greater impact than in our study, whereas infections and haematological conditions were much less common [12].

To improve the treatment of neonates and the detection of complications relevant neonatal disease patterns with their symptoms must be identified at the earliest possible stage. This recommendation is also found in a review from the UK on optimising neonatal transport [13]. The most common disorders were respiratory disorders. This result is in accordance with international studies, which have shown that respiratory disorders are the most common reason for admission to NICUs [5,14]. Neonates with these leading symptoms were transferred on average 6 h postpartum, indicating that complications did not necessarily become apparent immediately after birth. Considering the outcome and the fact that almost 11 % of these patients required invasive ventilation, it appears that special attention should be paid to respiratory symptoms in the first hours postpartum. Neonatal infection and cardiac diseases were transferred on average within the first 30 h of life, and consequently often did not become evident until the 2nd day of life. Newborns with haematological diseases, were transferred even later (on average in the 48th hour of life). Of special importance in the initial care of newborns are moreover emergencies directly after birth, such as asphyxia, in which adequate emergency management within the first minutes of life is crucial for the survival and neurological outcome [10].

4.2. Neonates from children's versus maternity hospitals

To date, the international literature has differentiated only between community hospitals and tertiary care clinics [11-13,15-17]. We demonstrated that neonates transferred from children's hospitals are

often significantly sicker than those from maternity hospitals. They not only scored higher in PEWS and TISS but also had a higher mortality rate and length of stay and were more frequently ventilated. Also noticeable is a longer stabilisation time during transport. This is not surprising and shows that CH transfer only after they have reached the limits of their own resources. On the other hand, only a small proportion of neonates are transported from CH, which places the focus on MH.

4.3. Transport

It has been shown that critically ill neonates have a better outcome if they are treated in specialised units; optimally, babies at risk are already transferred in utero [15-17]. The low proportion of preterm infants in our study supports the observation that threatened preterm births are already predominantly transported in utero. The proportion of preterm infants under the 30th week of gestation born outside of a perinatal centre was around 11 % in the year 2020 in Germany and thus higher than in our study [1]. In an international comparison, however, the proportion is still slightly lower in Germany than, for example, in Australia (15 %) or the USA (16 %), and the majority of preterm infants worldwide are born in hospitals of the adequate care level [18].

Due to special requirements in the management of neonates, which necessitate not only special expertise but also adapted equipment and medication, ill neonates cannot be transported without an appropriate transport team. Literature from the USA or United Kingdom with highly centralised clinical care and a well-established transport system point out the benefits of a specialised transport team, which include improved outcomes in critically ill neonates and fewer avoidable errors during transport [19,20].

Due to high workloads and understaffing, however, it is becoming increasingly difficult for PICUs/NICUs to dispatch a transport team [11]. In addition, a wave of closures of children's and maternity hospitals has resulted in a higher number of transports and longer transport distances. This represents a disadvantage not only for transport teams, but also for parents. Mohr et al. reported that the separation of mother and child, especially in the transfer setting, creates enormous stress for parents

and, in the case of long journeys, a burden on many families in their financial and everyday lives ([21] previously [7]). Transferring hospitals are therefore often faced with a dilemma: While complications should be detected as early as possible to enable the best possible treatment through early transfer, families and intensive care resources should not be further burdened with potentially unnecessary transports.

Our finding that the transport team's outward journey takes, on average, almost 1 h represents our geographical peculiarity and suggests that initial management must be carried out by the transferring hospital's team. This agrees with our finding that the majority of interventions performed are first carried out on site or become necessary during intensive care. The transport team, on the other hand, carried out only a few interventions for the first time. Nevertheless, initial stabilisation remains an important responsibility of the on-site team to ensure the fastest and safest possible transport [22]. Previous literature has emphasised the importance of repetitive education and training in primary care to ensure optimal recognition and management of complications [10,23]. Walls and colleagues suggest focusing on the most common and important neonatal clinical pictures, which are highlighted by our study [24].

Whyte et al. recommend for the transferring hospital to prepare and inform the parents about the upcoming transfer to reduce handover time [17]. In addition, all necessary documents regarding the mother and child should be collected and handed over to the transport team. This led to a shortening of transport time and higher-quality medical care [13,24]. Moreover, guidelines and handover protocols developed in collaboration with the transport team have been found to be helpful [17].

In some countries, independent transport teams have been established in recent years. They are associated with improved patient outcomes, reduced mobilisation time and lower ICU workload [11,15] but also with high costs, which in turn requires a large number of transports to cover costs. Bellini et al. calculated that in Italy, this would require about 200 to 350 transports annually, which would only be reached by a few transport teams [25]. Similarly, our study counts only around 400 transports over a period of 3 years. Therefore, it is questionable whether independent transport teams are an adequate alternative to transport teams from intensive care units. In this context, it seems more important to improve cooperation between hospitals in order to preserve the limited resources of intensive care units so that patients can be transferred home as fast as possible after acute intensive care treatment.

The use of telemedicine in the assessment and management of ill neonates might offer an opportunity to improve care. Numerous studies worldwide have demonstrated the benefits of telemedicine, including in the neonatal care sector. Telemedicine leads to an overall improvement in the quality of care, better support for the on-site team as well as for families and, through improved patient triage and assessment, to fewer and more appropriate transports [26–28]. Especially in emergency situations, such as resuscitation, where the transport team cannot be on site immediately, telemedicine has shown to be a useful support and training for the on-site team [29].

4.4. Strengths and limitations

As the study was conducted in a large neonatal and paediatric maximum care provider in the northwest of Lower Saxony, it is representative of the demand for neonatal transport in this region. Within a period of 3 years, we were able to evaluate a significant number of transports.

This study has some limitations. First, since data were collected retrospectively, some protocols were not filled out completely. As far as possible, they were subsequently supplemented by patient data. Data were collected in only one hospital. Even though Oldenburg Children's Hospital is the only one in the northwestern Lower Saxony with a high-level intensive care unit, no claim to completeness for the region can be made. However, this would also be difficult, as the organisational

structures differ between regions and clinics. Besides, the aim of the study was not to draw a line between neonatal and paediatric patients, but to focus on the optimal care of newborns requiring interhospital transport. It is outside the scope of the study to evaluate the actual demand for neonatal intensive care because no information on rejected transports due to lack of capacity are available.

5. Conclusion

Showing that only a small proportion of neonates are transported from children's hospitals, the results of this publication are particularly valuable for hospitals which do not have a paediatrician on site at all times. Since a wide range of potentially serious clinical patterns exists, the recognition of symptoms in case of complications and the correct assessment of the situation play a major role for medical staff. In some cases, the transport of ill newborns to NICUs by a specialised team is necessary to ensure the best possible treatment. Close cooperation between hospitals is important, especially since resources in neonatology and paediatric intensive care are becoming increasingly scarce. In this context and when discussing an optimal transport model for neonatal patients, regional characteristics such as the number of paediatric clinics or population density must be taken into account. This means that there can be no standardized national concept.

CRediT authorship contribution statement

S. Schumacher: Writing – original draft, Validation, Resources. B. Mitzlaff: Formal analysis. C. Mohrmann: Validation, Formal analysis. K.M. Fiedler: Validation. A. Heep: Visualization, Validation, Formal analysis. F. Beske: Validation, Formal analysis. F. Hoffmann: Validation, Supervision, Methodology. M. Lange: Writing – review & editing, Supervision, Project administration, Conceptualization.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2024.106012>.

References

- [1] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen, Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2020 Neonatologie, Qualitätsindikatoren und Kennzahlen [10.08.2021]; Online: https://iqig.org/downloads/auswertung/2020/neo/QSKH_NBO_2020_BUAW_V01_2021-08-10_2021, last accessed: 23.02.2022.
- [2] A.C. Fenton, A. Leslie, The state of neonatal transport services in the UK, Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed. 97 (6) (2012) F477–F481, <https://doi.org/10.1136/archdischild-2011-300573>.
- [3] L. Corotte, Therapeutic hypothermia in neonatal asphyxia, Facts Views Vis. Obgyn 4 (2) (2012) 133–139.
- [4] A.L. Shane, B.J. Stoll, Neonatal sepsis: progress towards improved outcomes, J. Infect. 68 (Suppl. 1) (2014) S24–S32, <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2013.09.011>.
- [5] D.J. Gallacher, K. Hart, S. Kotecha, Common respiratory conditions of the newborn, Breathe (Sheff.) 12 (1) (2016) 30–42, <https://doi.org/10.1183/20734735.000716>.
- [6] M. Kaplan, R. Bromiker, C. Hammerman, Severe neonatal hyperbilirubinemia and kernicterus: are these still problems in the third millennium? Neonatology 100 (4) (2011) 354–362, <https://doi.org/10.1159/000330055>.
- [7] A. Weyersberg, R. Roth, C. Wopen, Pädiatrie — Folgen der Ökonomisierung, Dtsch. Arztebl. 115 (9) (2018) p. A-382/B-323/C-325.
- [8] F. Staudt, Ökonomie in der Medizin — ethische Aspekte, Monatsschr. Kinderheilkd. 168 (9) (2020) 828–833.
- [9] K. Bahadinbeygi, K. Yegesan, R. Wootton, A survey of the state of telemedicine in Western Australia, J. Telemed. Telecare 16 (4) (2010) 176–180, <https://doi.org/10.1258/jt.2010.004003>.
- [10] X.J. Xu, L.N. Li, W.Y. Wu, Importance of stabilization of the neonatal transport network in critically ill neonates, J. Int. Med. Res. 47 (8) (2019) 3737–3744, <https://doi.org/10.1177/030006051985348>.
- [11] V.F. Akula, L.C. Hedli, K.V. Meurs, et al., Neonatal transport in California: findings from a qualitative investigation, J. Perinatol. 40 (3) (2020) 394–403, <https://doi.org/10.1038/s41372-019-0409-7>.
- [12] C.G. McEvoy, E. Descloux, M. Schuler Barazzoni, et al., Evaluation of neonatal transport in Western Switzerland: a model of perinatal regionalization, Clin. Med.

- Insights Pediatr. 11 (2017), <https://doi.org/10.1177/1179556517709021>, p. 1179556517709021.
- [13] A.C. Fenton, A. Leslie, C.H. Skeoch, Optimising neonatal transfer, *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 89 (3) (2004) F215–F219, <https://doi.org/10.1136/adc.2002.019711>.
 - [14] S. Reuter, C. Moser, M. Baack, Respiratory distress in the newborn, *Pediatr. Rev.* 35 (10) (2014) 417–428, quiz 429, <https://doi.org/10.1542/pir.35-10-417>.
 - [15] P. Ramnarayan, E. Polke, The state of paediatric intensive care retrieval in Britain, *Arch. Dis. Child.* 97 (2) (2012) 145–149, <https://doi.org/10.1136/adc.2010.204503>.
 - [16] S.T. Kempley, Y. Baki, G. Hayter, et al., Effect of a centralised transfer service on characteristics of inter-hospital neonatal transfers, *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 92 (3) (2007) F185–F188, <https://doi.org/10.1136/adc.2006.106047>.
 - [17] H.E. Whyte, A.L. Jefferies, The interfacility transport of critically ill newborns, *Paediatr. Child Health* 20 (5) (2015) 265–275.
 - [18] K.S. Lee, Neonatal transport metrics and quality improvement in a regional transport service, *Transl. Pediatr.* 8 (3) (2019) 233–245, <https://doi.org/10.21037/tp.2019.07.04>.
 - [19] G.D. Vos, A.C. Nissen, F.H.M. Niemann, et al., Comparison of interhospital pediatric intensive care transport accompanied by a referring specialist or a specialist retrieval team, *Intensive Care Med.* 30 (2) (2004) 302–308, <https://doi.org/10.1007/s00134-003-2066-7>.
 - [20] J. Britto, S. Nadel, I. Maconochie, et al., Morbidity and severity of illness during interhospital transfer: impact of a specialised paediatric retrieval team, *BMJ* 311 (7009) (1995) 836–839, <https://doi.org/10.1136/bmj.311.7009.836>.
 - [21] N.M. Mohr, et al., Potentially avoidable pediatric interfacility transfer is a costly burden for rural families: a cohort study, *Acad. Emerg. Med.* 23 (8) (2016) 885–894.
 - [22] P. Ramnarayan, J. Britto, A. Tanna, et al., Does the use of a specialised paediatric retrieval service result in the loss of vital stabilisation skills among referring hospital staff? *Arch. Dis. Child.* 88 (10) (2003) 851–854, <https://doi.org/10.1136/adc.88.10.851>.
 - [23] L. Cornette, Contemporary neonatal transport: problems and solutions, *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 89 (3) (2004) F212–F214, <https://doi.org/10.1136/adc.2003.046201>.
 - [24] T.A. Walls, J.M. Chamberlain, J. Strohm-Farber, et al., Improving pretransport care of pediatric emergency patients: an assessment of referring hospital care, *Pediatr. Emerg. Care* 26 (8) (2010) 567–570, <https://doi.org/10.1097/PEC.0b013e3181ea71f8>.
 - [25] C. Bellini, M. Pasquarella, L.A. Ramenghi, et al., Evaluation of neonatal transport in a European country shows that regional provision is not cost-effective or sustainable and needs to be re-organised, *Acta Paediatr.* 107 (1) (2018) 57–62, <https://doi.org/10.1111/apa.14084>.
 - [26] J.P. Marcin, Telemedicine in the pediatric intensive care unit, *Pediatr. Clin. North Am.* 60 (3) (2013) 581–592, <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2013.02.002>.
 - [27] J.B. Harvey, B.E. Yeager, C. Cramer, et al., The impact of telemedicine on pediatric critical care triage, *Pediatr. Crit. Care Med.* 18 (11) (2017) e555–e560, <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001330>.
 - [28] N.R. Armfield, T. Donovan, M.E. Bensink, et al., The costs and potential savings of telemedicine for acute care neonatal consultations: preliminary findings, *J. Telemed. Telecare* 18 (8) (2012) 429–433, <https://doi.org/10.1258/jt.2012.gbt101>.
 - [29] J.L. Fang, M.S. Ampbell, A.L. Weaver, et al., The impact of telemedicine on the quality of newborn resuscitation: a retrospective study, *Resuscitation* 125 (2018) 48–55, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.01.045>.

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse auf einem nationalen Kongress der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. vom 29.11 bis 01.12.2023 in Hamburg in einer Posterpräsentation vorgestellt

Poster DIVI-Kongress 2024

Eigenschaften und spezielle Herausforderungen neonatologischer Notfalltransporte

S. Schumacher¹, C. Mehmert², M. Lange², A. Heep², F. Beske², K.M. Fiedler³, F. Hoffmann³, B. Mitzlaff³

¹Klinikum Leer, Abteilung für Pädiatrie, Leer
²Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin – Elisabeth-Kinderkrankenhaus - Klinik für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin, Oldenburg
³Department für Versorgungsforschung, Fakultät Medizin und Gesundheitswissenschaften, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
 Institut für Rettungs- und Notfallmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel



HINTERGRUND

- In der Regel benötigen Neugeborene nach der Geburt keine spezielle medizinische Versorgung
- Unerwartete Komplikationen nach der Geburt stellen eine Herausforderung dar, bei der eine Verlegung in ein größeres Zentrum erforderlich ist
- Ziel war eine Übersicht über die neonatologischen Transporte durch ein Level-1-Zentrum

METHODE

- Retrospektive Studie für den Zeitraum vom 01.10.2018 bis 30.09.2021
- Auswertung aller Transportprotokolle der pädiatrisch-neonatologischen Intensivstation Oldenburg
- Fokus auf Transporte von Neugeborenen < 7 Tagen und deren Leitsymptomen

ERGEBNISSE

- Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 426 pädiatrische Patienten durch ein Team der PICU Oldenburg abgeholt, davon waren 341 (80%) unter 28 Tage alt und letztlich 299 (70,2%) < 7 Tage alt

	Total (n=426; 100%)	Pädiatrische Klinik (n=322; 76,0%)	Geburtsklinik, ohne Pädiatrie (n=104; 24,0%)
Transport begründet durch Wohlbefindungsstatus/in Facharzt: Neonatologie, pädiatrische Intensivmedizin	n=298 n=117 (39,7%) n=54 (18,1%) n=127 (42,2%)	n=22 n=13 (59,1%) n=7 (31,8%) n=2 (9,1%)	n=244 n=104 (42,6%) n=47 (19,3%) n=93 (38,1%)
Dringlichkeit: - 24 Stunden - 5 Stunden - 26 Minuten	n=298 n=7 (2,4%) n=113 (37,9%) n=178 (59,7%)	n=54 n=7 (12,9%) n=19 (35,2%) n=28 (51,9%)	n=244 n=7 (2,9%) n=84 (34,4%) n=153 (62,7%)
PCWG Mittelwert (SD) Median (IQR)	n=298 5,5 (4,8) 5 (1-9)	n=54 5,4 (4,2) 5 (0-12)	n=244 4,9 (4,5) 4 (1-7)
TESS-24 Mittelwert (SD) Median (IQR)	n=297 17,9 (11,2) 14 (0-22)	n=53 20,7 (16,3) 20 (10-28)	n=244 15,6 (10,9) 12 (0-19)
Alter der Mütterzeit bei Eintreffen in Stunden Mittelwert (SD) Median (IQR)	n=298 15,4 (22,2) 4,6 (1-4-24)	n=55 19,2 (26,5) 9,3 (2-3-39)	n=244 10,7 (20,8) 4,4 (1-2-19,8)
Outcome: Tot Invasive Gasversorgung Erkennung Transfer Kein Transport notwendig	n=298 n=15 (5,0%) n=207 (69,8%) n=22 (7,4%) n=5 (2%)	n=54 n=8 (14,8%) n=29 (53,7%) n=11 (20,4%) n=1 (1,9%)	n=244 n=2 (0,8%) n=20 (8,2%) n=100 (41,0%) n=122 (50,0%)
Dauer der Aufenthaltzeit auf der PICU Mittelwert (SD) Median (IQR)	n=271 8 (11) 5 (2-9)	n=51 14,2 (16,8) 9 (4-17)	n=228 6,5 (9,8) 5 (2-7)

Tabelle 1: Übersicht des Patientenbestandes und der Notfalltransporte

Diskussion

- Kritisch kranke Neugeborene werden ausschließlich durch pädiatrische Teams transportiert

- 5 Leitsymptome decken über 80% der peripartalen

Komplikationen ab

Fazit

- Kenntnisse über postnatale Komplikationen sind für Betreuende unabdingbar
- Die Versorgung von kritisch-kranken Neugeborenen ist personal- und zeitintensiv
- Eine enge Kooperation der Kliniken nimmt bei knapper werdenden Ressourcen einen immer größeren Stellenwert bei neonatologischen Transporten ein

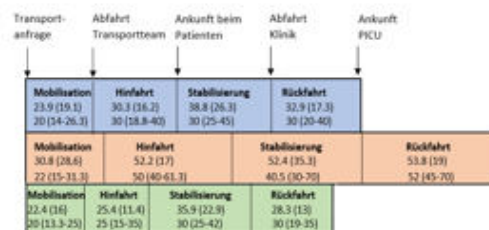


Abbildung 1: Vergleich der Transportzeiten zwischen den verschiedenen Kliniken in Minuten: Mittelwert (Standardabweichung) und Median (IQR)

	Respiratorisch N=123 (29,1%)	Infektio N=40 (9,4%)	Aphyliet N=41 (9,7%)	Kardiologisch N=30 (7,1%)	Unspezifisch N=17 (4,0%)
Alter bei Eintreffen Mittelwert (SD) Median (IQR)	8,1 (13,7) 3,3 (1-14,3)	20 (18,1) 22,2 (12,7-29,8)	3,2 (8,4) 0,9 (0-7,2-2,5)	18,5 (20) 8,6 (2,5-31)	54,4 (58,3) 48 (28,4-80,8)
PCWG Mittelwert (SD) Median (IQR)	5,7 (3,9) 6 (3-8)	2,6 (2,7) 1 (1-2)	9,9 (5,3) 10 (3,5-12)	8,3 (6,9) 7 (4,9-12)	2,8 (3,7) 1 (0,5-3,5)
Outcome: Tot Invasive Gasversorgung Erkennung Transfer Kein Transport notwendig Aufenthaltsdauer auf der PICU Mittelwert (SD) Median (IQR)	n=21 (17,1%) n=13 (10,6%) n=100 (81,3%) n=4 (3,3%) n=6 (4,9%) n=2 (1,6%) 5,5 (8,7) 4 (2-7)	n=1 (2,5%) n=2 (5,0%) n=46 (91,7%) n=1 (2,5%) n=0 n=0 5,4 (3,1) 6 (3,3-7)	n=10 (24,4%) n=2 (4,9%) n=13 (31,7%) n=1 (2,4%) n=0 n=0 10,9 (8,8) 8 (2,5-17)	n=1 (3,3%) n=0 n=7 (23,3%) n=12 (40%) n=0 n=0 7,7 (1,9) 2 (1-4,3)	n=0 n=3 (17,6%) n=14 (82,4%) n=0 n=0 n=0 6,2 (8,1) 4 (1,5-8)

Tabelle 2: Leitsymptome der transportierten Patienten

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen von Herzen bedanken, die mich während meiner Promotion begleitet und unterstützt und so zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein Dank gebührt zunächst Prof. Dr. Falk Hoffmann, der diese Promotionsarbeit betreut hat. Sein Engagement, seine wertvollen Anregungen, Korrekturen und stete Hilfsbereitschaft haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ein großes Dankeschön gilt Dr. Matthias Lange für die hervorragende Betreuung. Ohne seine Beratung, Motivation und persönlichen Einsatz wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Gerade deine freundliche und begeisternde Art war mir jederzeit eine echte Hilfe.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich beim gesamten Team der Station 162 der Kinderklinik Oldenburg für die freundliche Unterstützung und konstruktiven Ratschläge.

Ich bedanke mich bei meiner Familie und meinen Freunden, die mich nicht nur in schwierigen Momenten motiviert, sondern auch für den nötigen Ausgleich und Freude gesorgt habt. Sabrina Renken möchte ich dabei für ihr gewissenhaftes Korrekturlesen meinen besonderen Dank aussprechen.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern für ihre liebevolle und bedingungslose Unterstützung in allen bisherigen Lebensabschnitten. Ihr habt mich stets ermutigt, meine Ziele zu verfolgen, ohne jemals den Glauben an mich zu verlieren – selbst in Momenten, in denen ich daran zweifelte. Danke für alles, was ihr geleistet habt, um mir diesen Weg zu ermöglichen. Ohne euch wäre ich nicht da, wo ich heute bin. Diese Arbeit ist somit nicht nur mein Erfolg, sondern auch euer.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbstständig und ohne fremde unzulässige Hilfe erbracht habe, das heißt ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt und die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht habe. Außerdem versichere ich, dass ich die allgemeinen Prinzipien wissenschaftlicher Arbeit und Veröffentlichung, wie sie in den Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis von der Carl von Ossietzky Universität festgelegt sind, befolgt habe und der Inhalt der Dissertation nicht schon überwiegend für eine eigene Bachelor-, Master-, Diplom oder ähnliche Prüfungsleistung verwendet wurde.

Oldenburg, den 06.06.2025