

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Zentrum für Geburtshilfe, Kinder- und Jugendmedizin
Sektion Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin

Leiter: Prof. Dr. Dominique Singer

Zieltemperaturen und thermisches Management bei sehr kleinen Frühgeborenen: eine Untersuchung der Praxis an Level 1- Perinatalzentren

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Frauke Anna Andrea van der Meer
aus Hutthurm

Hamburg 2019

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am:
14.04.2020

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Dominique Singer

Prüfungsausschuss, zweite Gutachterin: Prof. Dr. Petra Arck

1	Einleitung	5
1.1	Fragestellung.....	5
1.2	Die Bedeutung der Frühgeburtlichkeit:.....	6
1.2.1	Definition und Häufigkeit der Frühgeburtlichkeit.....	6
1.2.2	Ursachen der Frühgeburtlichkeit.....	6
1.2.3	Konsequenzen der Frühgeburtlichkeit.....	8
1.3	Bedeutung der Wärmetherapie.....	9
1.3.1	Thermoregulation.....	9
1.3.2	Die fetale Temperatur.....	10
1.3.3	Thermoregulation bei Neu- und Frühgeborenen.....	11
1.3.4	Methoden der Wärmetherapie.....	13
1.3.5	Temperaturmessung.....	14
1.4	Welche Temperatur wird für Frühgeborene angestrebt ?.....	15
1.5	Ziel der Studie.....	16
2	Material und Methoden	18
2.1	Beschreibung der Umfrage.....	18
2.1.1	Deskriptive Fragen.....	18
2.1.2	Fragen zu den Temperaturzielen.....	19
2.1.3	Fragen zur Temperaturmessung.....	19
2.1.4	Fragen zu den Geräten der Wärmetherapie.....	20
2.1.5	Entscheidungsgrundlage und zusätzliche wärmetherapeutische Maßnahmen ..	21
2.2	Pretest.....	22
2.3	Hauptteilnehmer der Umfrage.....	22
2.4	Ausgeschlossene Antworten.....	23
2.5	Statistische Auswertung.....	23
3	Ergebnisse	24
3.1	Stichprobenumfang.....	24
3.2	Auswertung der Fragen 1 - 5 zu den deskriptiven Daten.....	24
3.3	Auswertung der Fragen 6 - 8 zu den Temperaturzielen.....	25
3.4	Auswertungen der Fragen 9 - 12 zur Temperaturmessung.....	29
3.5	Auswertung der Fragen 13 - 19 zur Wärmetherapie.....	31
3.6	Auswertung der Frage 20 zur Entscheidungsgrundlage.....	33
3.7	Auswertung der Frage 21 zu zusätzlichen wärmetherapeutischen Maßnahmen	
	34	
4	Diskussion	35
4.1	Schwächen der Arbeit.....	35
4.2	Diskussion der Studienergebnisse.....	36
4.2.1	Temperaturziele.....	36
4.2.2	Inkubatoreinstellungen und Wärmemanagement.....	39
4.2.3	Temperaturmessung.....	40
4.3	Vergleich mit der Literatur und Ausblick.....	40
5	Abstract deutsch	43
6	Abstract english	44
7	Abbildungsverzeichnis	45
8	Tabellenverzeichnis	46
9	Abkürzungsverzeichnis	47
10	Literaturverzeichnis	48

11 Fragebogen im Original.....	57
12 Danksagung.....	73
13 Lebenslauf.....	74
Eidesstattliche Versicherung	75

1 Einleitung

1.1 Fragestellung

Die Früh- und Neugeborenen-Medizin entwickelt sich in den letzten Jahrzehnten stetig weiter. So führt vor allem der Einsatz von Kortikosteroiden pränatal und die Surfactantgabe (Surfactant active agent) direkt nach der Geburt zu einer deutlichen Verbesserung der Lungenfunktion der Kinder und ebnet so den Weg für das Überleben der extrem kleinen Frühgeborenen. Auch in Bereichen der neonatalen Pflege, wie zum Beispiel der Ernährung (Ehrenkranz 2010) und der Beatmung (Ramanathan & Sardesai 2008), konnten neue Erkenntnisse gewonnen und umgesetzt werden. Diese Entwicklungen sorgen dafür, dass die Überlebenschancen der Frühgeborenen und kranken Neugeborenen in den letzten Jahrzehnten immer weiter angestiegen sind (Stoelhorst *et al.* 2005, Field *et al.* 2008, Blencowe *et al.* 2012). Doch nicht nur die Ernährung und eine suffiziente Beatmung spielen eine wichtige Rolle in der Behandlung dieser Kinder, auch das Thermomanagement ist von großer Bedeutung. Bereits in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts konnte gezeigt werden, dass Frühgeborene, welche ihre ersten Lebenstage bei wärmeren Inkubatoreinstellungen verbrachten, eine niedrigere Mortalität aufwiesen (Silverman *et al.* 1958). Obwohl von zentraler Bedeutung, gibt es keine einheitlichen Aussagen darüber, welche Temperatur für welches Frühgeborenenalter und -gewicht optimal ist. Klare Handlungsanweisungen bzw. ein Goldstandard für langfristige Temperaturziele auf neonatologischen Intensivstationen fehlen bis heute.

Eine 2009 in Frankreich durchgeführte Studie hatte die Evaluation des thermalen Managements in 189 nationalen Perinatalzentren (PNZ) zum Ziel (Deguines *et al.* 2012). Die Ergebnisse wiesen große Heterogenität auf, was ein uneinheitliches Vorgehen deutlich werden lässt. Da im deutschsprachigen Raum die Umsetzung des thermalen Managements den einzelnen PNZ vorbehalten ist und konkrete, allgemeingültige Handlungsanweisungen fehlen, ist davon auszugehen, dass sich auch hier ein ähnlich heterogenes Bild ergibt. Um diese These zu überprüfen, wurde eine Online-Umfrage entwickelt und an 149 Level 1 PNZ in Deutschland, Österreich und der Schweiz gesendet. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der Erfassung der Körperzieltemperaturen der Frühgeborenen in Abhängigkeit von Alter und Gewicht. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Auswertung dieser Umfrage.

1.2 Die Bedeutung der Frühgeburtlichkeit:

1.2.1 Definition und Häufigkeit der Frühgeburtlichkeit

Nach der Klassifikation der World Health Organisation (WHO) aus dem Jahre 1977 werden alle Kinder, die vor der Vollendung der 37. Schwangerschaftswoche (SSW) bzw. innerhalb von 259 Tagen nach der letzten Periode der Mutter geboren werden, als Frühgeborene bezeichnet (WHO 1977). Dies kann nach gängiger Definition weiter unterteilt werden in extrem früh geborene (< 28. SSW), sehr früh geborene (28. - < 32. SSW) und etwas zu früh geborene (32. - < 37. SSW) Kinder.

Die Inzidenz der Frühgeburtlichkeit liegt weltweit bei ca. 11 % jährlich, wobei die Anzahl der Frühgeburten in den Entwicklungsländern deutlich höher ist als in der westlichen Welt. In Malawi kommen 18 % aller Kinder zu früh zur Welt, wohingegen in einigen nordeuropäischen Ländern die Frühgeborenenrate unter 5 % liegt. Doch auch in westlichen, hochentwickelten Staaten wie zum Beispiel den USA (12 % Frühgeborene / Jahr) ist die Frühgeborenenquote sehr hoch (Blencowe *et al.* 2012). In dieser Arbeit soll das thermale Management in PNZ in Deutschland, Österreich und der Schweiz genauer betrachtet werden. Innerhalb der genannten Länder gibt es große Unterschiede bezüglich der Häufigkeit von Frühgeburten. So ist diese in Deutschland mit 9,2 % deutlich höher als in der Schweiz (7,2 %), aber immer noch niedriger als in Österreich (10,9 %) (Blencowe *et al.* 2012).

1.2.2 Ursachen der Frühgeburtlichkeit

Frühgeburten sind häufig auf ein multifaktorielles Geschehen zurückzuführen, welchem vielfältige Ursachen zu Grunde liegen können.

Insbesondere Infektionen der Mutter stellen ein hohes Risiko für eine vorzeitige Geburt dar. Dabei sind vor allem intrauterine (Knox & Hoerner 1950, Romero *et al.* 1988, Romero *et al.* 1989, Goldenberg *et al.* 2000) und vaginale Infektionen (Meis *et al.* 1995) als Hauptauslöser einer Frühgeburt zu nennen.

Man geht heute davon aus, dass intrauterine Infektionen für 20 - 40 % aller Frühgeburten verantwortlich sind (Goldenberg *et al.* 2000, Nadeau *et al.* 2016). Durch Erreger getriggert werden über komplexe biochemische Kaskaden

Prostaglandine ausgeschüttet, welche zu vorzeitigen Wehen führen, sowie Metalloproteasen stimuliert, was letztendlich zu einem frühzeitigen Blasensprung führen kann (Nadeau *et al.* 2016).

Ein weiterer relevanter Risikofaktor für die Auslösung einer Frühgeburt ist die intrauterine Wachstumsretardierung, welche vor allem durch die Unterversorgung des Kindes zu Stande kommt und schließlich zur vorzeitigen Geburt führt. Ursächlich hier sind schwangerschaftsbedingte Erkrankungen wie zum Beispiel eine Präeklampsie (Bokslag *et al.* 2016, Davies *et al.* 2016) oder eine Plazentainsuffizienz (Ananth *et al.* 2006, Morgan 2016).

Auch mütterliches Fehlverhalten während der Schwangerschaft, zum Beispiel Nikotinabusus (Fantuzzi *et al.* 2007) oder der Konsum von Alkohol und Drogen, kann zu einer Frühgeburt führen (O'Leary *et al.* 2009, Gibberd *et al.* 2019).

Gefährdet sind weiterhin Schwangerschaften von Frauen, die unter arterieller Hypertension, Diabetes Mellitus, Schilddrüsenerkrankungen und Asthma leiden (Goldenberg *et al.* 2008). Außerdem sind Schwangerschaften von Frauen, die sehr jung (< 20 Jahren) oder schon über 35 Jahre alt sind, mit einem besonders hohen Risiko einer Frühgeburt assoziiert (Restrepo-Mendez *et al.* 2015, Waldenstrom *et al.* 2017). Weiterhin kommt es bei Mehrlingsschwangerschaften überdurchschnittlich häufig zu Frühgeburten (Blondel *et al.* 2006). Dies lässt sich auf unterschiedliche Ursachen zurückführen, beispielsweise die frühzeitige Überdehnung des mütterlichen Uterus (Romero *et al.* 2006).

Es konnte außerdem gezeigt werden, dass Frauen, die schon einmal ein Kind zu früh bekommen haben, im Rahmen einer erneuten Schwangerschaft einem erhöhten Risiko für eine weitere Frühgeburt unterliegen (Mercer *et al.* 1999). Man geht heute davon aus, dass sich dies mindestens zu einem Teil auf eine genetische Prädisposition zurückführen lässt (Allen & Founds 2013).

1.2.3 Konsequenzen der Frühgeburtlichkeit

Weltweit versterben 46 % aller Kinder, die das 5. Lebensjahr nicht vollenden, bereits in der Neonatalperiode, also innerhalb der ersten 29 Tage nach der Geburt. Die häufigste Ursache hierfür ist die Frühgeburtlichkeit (35 %) (UNICEF 2017).

Zu den schweren Komplikationen direkt nach der zu frühen Geburt zählen vor allem bronchopulmonale und neurologische Erkrankungen.

Die kindliche Lunge ist erst ab der 35. SSW vollständig entwickelt. Vorher ist die Menge des Surfactant zu gering, um die Oberflächenspannung in den Alveolen aufrecht zu erhalten. Wird das Kind zu früh geboren, kommt es deshalb oft zur Ausbildung von Atelektasen. Auf Grund der Unreife der Lunge erleiden viele, vor allem sehr kleine Frühgeborene, ein Atemnotsyndrom (ARDS). Dies macht eine maschinelle Beatmung nach der Geburt notwendig. Eine Komplikation der Beatmung ist die bronchopulmonale Dysplasie (BPD). Diese entsteht, wenn die Lunge durch die maschinelle Beatmung überbläht und dadurch langfristig geschädigt wird. Einige der kleinen Patienten sind deshalb auch nach ihrer Entlassung auf eine Sauerstoffversorgung in ihrem häuslichen Umfeld angewiesen. Des Weiteren erkranken Frühgeborene in ihren ersten Lebensjahren häufiger an bronchopulmonalen Infekten als Reifgeborene (Speer & Gahr 2013).

Zu den neurologischen Komplikationen, die bei Frühgeborenen häufiger als bei Reifgeborenen beobachtet werden, zählen insbesondere die periventrikuläre Leukomalazie und Hirnblutungen (Speer & Gahr 2013, Kidokoro *et al.* 2014). Frühgeborene haben zudem ein erhöhtes Risiko einer perinatalen Asphyxie (Platt 2014), was unter anderem zu einer Hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie (HIE) führen kann. Eine langfristige Folge dieser neurologischen Komplikationen ist die infantile Cerebralparese. Weiterhin konnte in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass Frühgeborene später häufiger kognitive und motorische Defizite aufwiesen als gleichaltrige Reifgeborene (Marlow *et al.* 2005, Davis *et al.* 2007, Grunewaldt *et al.* 2014) und schlechtere schulische Leistungen zeigen (Saigal *et al.* 2003).

Eine weitere häufige Erkrankung des Frühgeborenen ist die Nekrotisierende Enterokolitis (NEC), welche in 15-30 % der Fälle tödlich ist (Stoll *et al.* 1980,

Sankaran *et al.* 2004, Lin & Stoll 2006). Zuletzt ist die Frühgeborenenretinopathie als ebenfalls typische Erkrankung des frühgeborenen Kindes zu nennen.

Nicht nur für die Säuglinge stellt die zu frühe Geburt eine massive Belastung hinsichtlich der adaptiven postnatalen Entwicklung dar. Auch die Eltern Frühgeborener zeigen sich massiv belastet, was sich unmittelbar nach der Geburt in Ängstlichkeit und Unsicherheit ausdrückt (Dudek-Shriber 2004). Langfristig konnte festgestellt werden, dass die Eltern Frühgeborener eine höhere Prävalenz für Depressionen oder Angsterkrankungen aufweisen als Eltern von reifgeborenen Kindern (Linden *et al.* 2015).

Bei der Betrachtung der unmittelbaren sowie langfristigen Konsequenzen von Frühgeburtslichkeit sind auch sozioökonomische Faktoren zu berücksichtigen.

So konnte 2010 von Korvenranta und Kollegen gezeigt werden, dass die Gesundheitskosten für Frühgeborene, die nach der Geburt an einer der oben genannten Komplikationen erkrankten, in den ersten fünf Lebensjahren 4,4-mal so hoch waren wie für reifgeborene Kinder. Und selbst bei Frühgeborenen, die keine Komplikationen entwickelten, waren die Kosten um das 1,4-fache erhöht (Korvenranta *et al.* 2010).

1.3 Bedeutung der Wärmetherapie

1.3.1 Thermoregulation

Der homöotherme (gleichwarme) Organismus ist in der Lage, seine Körperkerntemperatur, bis zu einem bestimmten Punkt von der Umgebungstemperatur unabhängig, konstant zu halten. Die Thermoregulation erfolgt nach folgendem Prinzip:

Im Hypothalamus wird ständig die Isttemperatur des Körperkerns, welche von zentralen Thermosensoren gemessen wird, die z. B. im Rückenmark sitzen, aber auch im Hypothalamus selbst, mit der Solltemperatur verglichen. Weichen sie mehr als 0,1 °C (Interthreshold Range) voneinander ab, werden Mechanismen zu Temperaturregulierung in Gang gesetzt. Der Erwachsene beginnt je nach Temperaturänderung zu zittern oder zu schwitzen und reagiert mit einer veränderten

Hautdurchblutung (Vasodilatation bei Hitze und Vasokonstriktion bei Kälte) (Gekle & Singer 2018).

Periphere Thermorezeptoren messen zudem den Ist-Wert der Hauttemperatur, wobei es Kalt- und Warmrezeptoren gibt. Sie messen die Körperschalentemperatur und somit indirekt die Umgebungstemperatur. Die gemessenen Informationen werden über thermische Afferenzen ins Rückenmark und von da aus sowohl in das limbische System und den sensorischen Kortex, als auch an den Hypothalamus, welcher als zentrales Regulationszentrum fungiert, weitergeleitet. So ist es möglich bei einem Abfall der Körperschalentemperatur schon frühzeitig gegen zu regulieren, bevor die Körperkerntemperatur abfällt (Gekle & Singer 2018).

1.3.2 Die fetale Temperatur

Schon in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts konnte gezeigt werden, dass die Körperkerntemperatur des Fetus $0,5\text{ °C} - 1\text{ °C}$ höher ist als die Kerntemperatur der Mutter, es also einen Temperaturgradienten über der Plazenta gibt (Adamson & Towell 1965). Dies konnte in den folgenden Jahren anhand verschiedener Tiermodelle (in der Regel Schafmodelle) nachgebildet werden (Laburn *et al.* 1992, Laburn *et al.* 2002). Rektale Messungen der Körpertemperatur des Neugeborenen direkt nach der Geburt ergaben eine Temperatur von $37 \pm 0,6\text{ °C}$ (Topaloglu *et al.* 2016). Die WHO definiert die fetale Körperkerntemperatur sogar bei 38 °C (WHO 1997). Das ungeborene Kind ist vom mütterlichen Körper, dem Uterus und Fruchtwasser umgeben, die Mutter hält eine konstante Körperkerntemperatur, sodass der Fetus deutlich weniger Energie aufwenden muss, um seine Kerntemperatur gegenüber der Außentemperatur aufrechtzuerhalten bzw. anzupassen. Das ungeborene Kind hat also fast den Charakter eines poikilothermen Lebewesens, es kann seine Energie sinnvoll einsetzen und muss sie nicht verbrauchen, um seine Temperatur zu halten.

1.3.3 Thermoregulation bei Neu- und Frühgeborenen

Bei Geburt fällt die Körpertemperatur des Kindes rasch ab. Ein Neugeborenes, das nach der Geburt nicht versorgt wird, kühlt um $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro Minute ab (Adamson & Towell 1965), was eine adäquate Versorgung notwendig macht.

Das reife Neugeborene kann mit einer Veränderung der Hautdurchblutung auf eine Temperaturänderung reagieren. Es reguliert seinen Wärmehaushalt aber vor allem über den Mechanismus des sogenannten non-shiverings. Hierbei kommt es zu einer zitterfreien Wärmebildung im braunen Fettgewebe, welches sich beim Neugeborenen z. B. zwischen den Schulterblättern und im Retroperitoneum befindet. Dieses ist sehr reich an Mitochondrien und kann bei Bedarf, durch Entkopplung der Atmungskette mit Hilfe des speziellen Uncoupling Proteins (UCP1 auch Thermogenin), Wärme an Stelle von Adenosintriphosphat (ATP) bilden (Gekle & Singer 2018). Bei Erwachsenen ist das braune Fettgewebe nur noch rudimentär vorhanden.

Das Frühgeborene hingegen wird, bedingt durch seine Unreife, bei der Thermoregulation vor mehrere Herausforderungen gestellt. Zum einen hat es deutlich weniger braunes Fettgewebe als das reifgeborene Kind und produziert nur wenig Thermogenin. Zum anderen ist die zentrale Temperaturregulation durch die Unreife des Hypothalamus nur eingeschränkt möglich (Okken & Koch 1995).

Erst ab der 26. SSW verfügt der Fetus über braunes Fettgewebe. Bis zur Geburt nimmt dieses stetig zu, so dass es bei reifgeborenen Kindern schließlich etwa 10 % des gesamten Körperfettanteils ausmacht. Das Frühgeborene hat aber nicht nur zu wenig braunes, sondern auch zu wenig weißes Fettgewebe, auf Grund dessen ihm ein wichtiges Mittel zur Wärmeisolation fehlt (Okken & Koch 1995). Auch der Anteil an Thermogenin, welches für die zitterfreie Wärmebildung von großer Wichtigkeit ist (s. o.), steigt erst zwischen der 25. und 40. SSW von $29,4 \pm 3,3\text{ pmol/mg}$ auf die ideale Menge von $62,5 \pm 10,3\text{ pmol/mg}$ an (Houstek *et al.* 1993).

Weiterhin konnten Knobel und Kollegen 2009 zeigen, dass vor allem die extrem und sehr kleinen Frühgeborenen ($< 800\text{ g}$) in den ersten zwölf Stunden ihres Lebens nicht in der Lage sind, auf einen Temperaturabfall mit einer Vasokonstriktion der peripheren Gefäße zu reagieren (Knobel *et al.* 2009).

Frühgeborene können also wie dargelegt weder ausreichend Wärme selbst produzieren, noch sich vor einem Wärmeverlust adäquat schützen. Dabei sind sie besonders gefährdet, Wärme über Konvektion, Konduktion, Wärmestrahlung und vor allem Evaporation zu verlieren. Denn zum einen ist das Oberflächen-Volumen-Verhältnis bei Frühgeborenen besonders ungünstig, weswegen sie schon bei einem geringen Temperaturabfall schnell Wärme über die Haut verlieren. Zum anderen haben sie durch die sehr dünne und noch nicht vollständig verhornte Haut keinen suffizienten Schutz vor einem transepidermalen Flüssigkeits- und damit Wärmeverlust. So verlieren beispielsweise Kinder mit einem Gestationsalter (GA) von ≤ 25 SSW durch Evaporation das 15-fache an Wasser im Vergleich zu reifgeborenen Kindern (Hammarlund & Sedin 1979, Lyon & Freer 2011, Gekle & Singer 2018).

Der Wärmeverlust wiederum resultiert in einer Steigerung des Grundumsatzes und des Sauerstoffverbrauches, was z. B. eine Hypoglykämie und einer metabolischen Azidose zur Folge haben kann (Soll 2008). Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass die Kinder auf eine erniedrigte Temperatur mit einer Erhöhung ihrer Herzfrequenz reagieren (Knobel *et al.* 2010), was letztlich ebenfalls zu erhöhten metabolischen Kosten führt.

Zwar liegt das Augenmerk in der neonatalen Pflege und Versorgung hauptsächlich darauf, eine Hypothermie zu verhindern, doch auch eine Hyperthermie stellt eine Gefahr für Frühgeborene dar. So ist eine Hyperthermie beim Neugeborenen zwar oft mit einer Infektion assoziiert. Aber auch eine exogene Überwärmung im Rahmen der neonatalen Wärmetherapie ist nicht selten die Ursache einer Hyperthermie (Lahana *et al.* 2018, Laptook *et al.* 2018). Auch hier ist das Frühgeborene durch sein ungünstiges Oberflächen-Volumen-Verhältnis und seine dünne Haut wieder besonders gefährdet (Gekle & Singer 2018).

1.3.4 Methoden der Wärmetherapie

Ein zentrales Element der neonatalen Pflege ist daher die Wärmetherapie, denn Neugeborene und vor allem Frühgeborene reagieren viel empfindlicher auf Temperaturschwankungen als ältere Kinder und Erwachsene und benötigen daher einen gesonderten Schutz.

Essentiell zur Wärmetherapie Frühgeborener sind Inkubatoren. Die ersten Inkubatormodelle wurden bereits im 19. Jahrhundert entwickelt und eingesetzt und haben seitdem eine stetige Weiterentwicklung und Optimierung erfahren. Mit Hilfe moderner Inkubatoren ist es heutzutage möglich, einen Raum für das frühgeborene Kind zu schaffen, in welchem sich Temperatur und Feuchte regulieren lassen, es vor äußeren Umwelteinflüssen wie Licht und Lärm geschützt ist und zugleich gepflegt und von den Eltern berührt werden kann, ohne den Inkubator verlassen zu müssen (Antonucci et al. 2009). Man unterscheidet zwei verschiedene Modi zur Thermoregulation – den lufttemperaturregulierten Modus, in welchem die Lufttemperatur im Inkubator gemessen und entsprechend durch Erhöhung oder Erniedrigung der Temperaturen und Feuchte den gewünschten Werten angepasst wird, und den hauttemperaturregulierten Modus. Hier ist das Kind mit Hautsensoren versorgt, welche die Hauttemperatur kontinuierlich messen, wobei versucht wird, durch Änderungen der Inkubatoreinstellungen die gewünschten Zieltemperaturen zu erreichen (Lyon & Freer 2011).

Ein weiteres Element der neonatalen Pflege ist der Wärmestrahler, welcher sowohl einzeln als auch als ergänzende Maßnahme einsetzbar ist. Der Wärmestrahler ist über dem Pflegeplatz des Frühgeborenen angebracht und wärmt es von oben.

Auch dabei kann beispielsweise eine kontinuierliche Temperaturmessung über Hautsensoren erfolgen. Dem transepidermalen Flüssigkeitsverlust wird bei dieser Art der Therapie nicht Rechnung getragen, da nur die Temperatur, nicht aber die Feuchte reguliert wird (Lyon & Freer 2011).

Immer mehr an Bedeutung gewinnt in den letzten Jahren die Känguru-Methode. Das Frühgeborene und seine Eltern haben direkten Hautkontakt, indem das Kind den Eltern auf die Brust gelegt wird. Die Eltern können so durch ihre Körperwärme das

Kind wärmen. In Studien konnte gezeigt werden, dass die Känguru-Methode den althergebrachten Methoden der Wärmepflege keinesfalls unterlegen ist (Karlsson *et al.* 2012). Eine Cochrane-Analyse zeigte sogar, dass mit Hilfe der Känguru-Methode die Mortalität und Morbidität bei Frühgeborenen signifikant gesenkt werden kann (Conde-Agudelo & Diaz-Rossello 2016). Ein weiterer Vorteil genannter Methode ist, dass die Eltern-Kind-Bindung durch den unmittelbaren Hautkontakt gestärkt wird. Er scheint sich beruhigend auf die Kinder auszuwirken, was sich zum Beispiel durch die Stabilisierung der Herzfrequenz zeigt (Kommers *et al.* 2017). Es ist also eine einfache, aber sehr effiziente Möglichkeit, das Auskühlen des Kindes zu verhindern, Mortalität und Morbidität zu senken und die Eltern-Kind-Beziehung zu stärken (Feldman *et al.* 2002).

Weitere Möglichkeiten der Wärmetherapie sind beispielsweise Wärmedecken, zusätzliche Kleidung, Wärmelampen und Plastikfolie. Dies sind Maßnahmen, auf welche vor allem in Entwicklungs- und medizinisch schlechter ausgestatteten Ländern zurückgegriffen werden muss.

1.3.5 Temperaturmessung

Eine regelmäßige Messung der Körpertemperatur und damit Bestimmung des Istzustandes ist essentiell im Rahmen der Wärmetherapie bei sehr kleinen Frühgeborenen. Ziel ist es, die Körperkerntemperatur so gut wie möglich zu erfassen. Man unterscheidet vor allem zwischen kontinuierlicher und intermittierender Temperaturmessung.

1.3.5.1 Intermittierende Temperaturmessung

Zur intermittierenden Temperaturmessung gehören die rektale sowie die axilläre Messung per Thermometer. Diese Messmethoden sind weit verbreitet. Es wird lediglich ein einfaches Thermometer benötigt. Die Durchführung selbst ist unkompliziert und kann beispielsweise im Rahmen regulärer Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Sie stellte jedoch immer eine das Kind störende Maßnahme dar und dauert verhältnismäßig lang (Hunter 1991). Vor allem die rektale Temperaturmessung hat sich aber als Messmethode erwiesen, die die

Körperkerntemperatur zuverlässig abbildet (Freed & Fraley 1992, Wilshaw *et al.* 1999).

Eine weitere Möglichkeit, die Temperatur intermittierend zu messen, ist die Verwendung von Infrarotsensoren beispielweise mit Hilfe von Ohr- oder Stirnthermometern. Dies geht schnell, jedoch ist diese Messmethode sehr umstritten, da sie eine hohe Fehleranfälligkeit aufweist und häufig nur ungenau misst. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass sie im Vergleich zu einer rektalen oder axillären Messung für kranke Neu- und Frühgeborene unzureichend ist (Yetman *et al.* 1993, Robertson-Smith *et al.* 2015).

1.3.5.2 Kontinuierliche Temperaturmessung

Bei der kontinuierlichen Temperaturmessung gibt es die Möglichkeit, über Hautsensoren zu messen. Dafür werden die Sensoren zentral (Abdomen/ Rücken) am Körper des Kindes platziert und messen kontinuierlich die Isttemperatur. Eine weitere Option stellt die Gradientenmessung dar. Hierbei wird mit Hilfe eines zentral (Abdomen/ Rücken) und peripher (Extremitäten) platzierten Sensors ein Temperaturgradient gemessen.

Diese Form der Temperaturmessung ist nicht invasiv, erfolgt kontinuierlich und erfordert so keine zusätzliche Pflegemaßnahme am Kind. Studien zeigen, dass die kontinuierliche Temperaturmessung im Vergleich zur rektalen vergleichbare gute Ergebnisse liefert (Dollberg *et al.* 2000, van der Spek *et al.* 2009).

Zur kontinuierlichen Temperaturmessung gehört auch die Messung über Sonden, welche entweder rektal, ösophageal oder in der Blase platziert werden. Im klinischen Alltag kommen diese Messmethoden jedoch auf Grund ihrer Invasivität deutlich seltener zum Einsatz.

1.4 Welche Temperatur wird für Frühgeborene angestrebt ?

Schon Mitte des letzten Jahrhunderts konnte gezeigt werden, wie sehr Frühgeborene von einer Verbesserung des thermalen Managements profitieren. Werden sie im Inkubator bei warmen Temperaturen gepflegt, steigen ihre Überlebenschancen

deutlich im Vergleich zu Kindern, die kälteren Temperaturen ausgesetzt werden (Silverman *et al.* 1958, Buetow & Klein 1964). Seitdem wurde mehrfach versucht, einen optimalen Temperaturbereich für Früh- und Neugeborene zu definieren (Hey & Katz 1970, Sauer *et al.* 1984), sowohl was die Körpertemperatur des Kindes, als auch die ideale Einstellung der Temperatur des Inkubators betrifft.

Insgesamt ist die Datenlage jedoch spärlich. Viele Studien zu diesem Thema wurden zu einer Zeit durchgeführt, als extrem kleine Frühgeborene noch keine Überlebenschancen hatten und sie daher auch nicht berücksichtigt wurden.

Aktuell empfiehlt die WHO als die optimale Körpertemperatur für Früh- und Neugeborene einen Bereich zwischen 36,5 °C und 37,5 °C, unabhängig von GA und Geburtsgewicht (GG). Als leichte Hypothermie definiert sie eine Temperatur zwischen 36,0 °C und 36,4 °C, als moderate Hypothermie eine Temperatur von 32,0 °C bis 35,9 °C und als starke Hypothermie eine Temperatur unter 32,0 °C (WHO 1997). Als Hyperthermie wird jede Temperatur über 37,5 °C definiert.

Dies sind sehr weitgefasste, allgemeine Empfehlungen, die der hochspezialisierten und hochkomplexen neonatologischen, intensivmedizinischen Versorgung, in der Entscheidungen in Abhängigkeit der individuellen Bedürfnisse der Frühgeborenen getroffen werden müssen, nicht gerecht werden. Es fehlen weiterhin Goldstandards und Leitfäden, die angeben, welche Temperaturen für Frühgeborene abhängig von GA und GG ideal sind.

Es ist daher davon auszugehen, dass das thermale Management inklusive der Zieltemperaturen sehr kleiner Frühgeborenen innerhalb der verschiedenen PNZ sehr stark variiert.

1.5 Ziel der Studie

Primäres Ziel der Studie war zu zeigen, welche Körperkerntemperatur von den PNZ für Frühgeborene in Abhängigkeit zu Alter und Gewicht des Kindes gewählt werden. Da in der Literatur einheitliche Standards fehlen und die Empfehlungen nur sehr vage und nicht an die unterschiedlichen Alters- und Gewichtsklassen der Frühgeborenen angepasst sind, war davon auszugehen, dass sich ein sehr heterogenes Bild mit sehr unterschiedlichen Temperaturzielen ergeben würde.

Des Weiteren wurden in der Umfrage Methoden der Wärmetherapie erfasst, vor allem in Bezug auf verwendete Materialien und Inkubatoreinstellungen. Auch hier waren große Unterschiede hinsichtlich der gewählten Ziele und Einstellungen in Abhängigkeit zu GA und zum GG der Frühgeborenen zu erwarten.

2 Material und Methoden

2.1 Beschreibung der Umfrage

Mit Hilfe des Softwaretools SurveyMonkey® wurde eine Online-Umfrage mit dem Titel „Thermomanagement bei sehr kleinen Frühgeborenen (Very Low Birthweight (VLBW), ≤ 30 . SSW bzw. ≤ 1500 g GG)“ entwickelt.

Zwischen Oktober 2014 und Januar 2015 wurde die Umfrage an 149 PNZ des Levels 1 in Deutschland, Österreich und der Schweiz versendet. Thema der Umfrage war, die zentrumsspezifische Handhabung des thermalen Managements bei Frühgeborenen abhängig von GA und GG. Dazu wurden die Frühgeborenen abhängig von SSW und GG in 3 Gruppen eingeteilt:

- (1) 30. SSW 1500 g
- (2) 27. SSW 1000 g
- (3) 24. SSW 500 g

Zu diesen Gruppen wurden Fragen bezüglich der Wärmetherapie gestellt. Für jede Gruppe sollte in der Umfrage einzeln geantwortet werden. Die Umfrage umfasst insgesamt 21 Fragen, die sich in unterschiedliche Kategorien einteilen ließen und zum Teil, einer Fragenlogik folgend, miteinander verknüpft waren:

2.1.1 Deskriptive Fragen

Einführend wurden durch fünf Fragen relevante, deskriptive Daten erfragt. Hierzu gehörte die Postleitzahl des Zentrums, in welchem die befragte Person arbeitet. Dies war notwendig um Doppelungen hinsichtlich der untersuchten PNZ zu erfassen und in Folge ausschließen zu können.

Die weiteren Fragen befassten sich mit der Bettenanzahl der jeweilige Früh- und Neugeborenen-Intensivstation, welcher Berufsgruppe der Beantwortende angehört und welche Berufsgruppe auf den Stationen hauptverantwortlich für das Thermomanagement der Frühgeborenen ist. Außerdem wurde abgefragt, wie viele

Frühgeborene mit einem GG < 1500 g (VLBW & ELBW) im Durchschnitt jährlich auf den jeweiligen Intensivstationen behandelt werden.

2.1.2 Fragen zu den Temperaturzielen

Die Fragen 6, 7 und 8 beschäftigten sich mit den Zielbereichen der Körperkerntemperatur der Frühgeborenen in den jeweiligen PNZ, sowie der Definition von Hypothermie und Hyperthermie.

Frage 6 fragte dabei konkret den Temperaturbereich ab, der für die jeweilige Frühgeborenenengruppe angestrebt wurde. Vorgegeben wurde ein Bereich zwischen 36,0 °C und 38,0 °C, wobei dieser in 0,5 °C-Schritte aufgeteilt wurde. Hier waren Mehrfachantworten erwünscht, um den in den PNZ angestrebten Bereich optimal abzubilden (wollte man also zum Beispiel einen Bereich von 36,5 °C - 37,5 °C angeben, war es korrekt die Haken bei 36,5 °C, 37,0 °C, und 37,5 °C zu setzen).

In Frage 7 wurde um eine Definition der Hypothermie gebeten. Dazu konnten die Beantwortenden zwischen < 36,0 °C, < 36,5 °C und < 37,0 °C auswählen. Hier war pro Gruppe eine Antwort zulässig.

Frage 8 war ähnlich aufgebaut. Hier ging es darum, die Hyperthermie zu definieren, wobei als Antworten > 37,0 °C, > 37,5 °C und > 38,0 °C vorgegeben wurden. Auch hier war nur eine Antwort pro Gruppe zulässig.

2.1.3 Fragen zur Temperaturmessung

Im Folgenden beschäftigen sich die Fragen 9, 10, 11 und 12 mit den verschiedenen Methoden zur Körpertemperaturmessung bei Frühgeborenen. So wurde in Frage 9 einleitend gefragt, ob auf den Intensivstationen der befragten PNZ die Temperatur kontinuierlich oder intermittierend gemessen wird. Antwortete der Befragte mit kontinuierlich, sollte er danach Frage 10 beantworten. Hier wurde nach der hauptsächlich verwendeten Messmethode gefragt. Zur Auswahl standen:

- Rektalsonde
- Hautsonde zentral Abdomen
- Hautsonde zentral und peripher = Gradientenmessung (z. B. Abdomen und Fußsohle)

- Sonstiges (hiernach folgte ein Freitextfeld, in dem weitere Angaben gemacht werden konnten)

Wurde in Frage 10 die Gradientenmessung gewählt, sollte der Befragte danach in Frage 12 angeben, was der Zielbereich für den gemessenen Temperatur-Gradienten in den jeweiligen Abteilungen ist. Auch hier war wieder ein Antwortbereich pro Frühgeborenenengruppe (s. o.) verlangt, wobei der Bereich von $\leq 0,5 \text{ °C}$ - $\leq 2,0 \text{ °C}$ gewählt und in $0,5 \text{ °C}$ -Schritte aufgeteilt war. Es war möglich mehrere Haken pro Gruppe zu setzen, um so einen Bereich anzugeben.

Antwortet der Befragte in Frage 9 mit intermittierend, so sprang er zu Frage 11, in der er ebenfalls nach der hauptsächlich verwendeten Messmethode gefragt wurde, wobei hier folgende Antworten zu Auswahl standen:

- Rektal per Digitalthermometer
- Axillär per Digitalthermometer
- Sonstiges (hiernach folgt ein Freitextfeld, in dem weitere Angaben gemacht werden konnten)

2.1.4 Fragen zu den Geräten der Wärmetherapie

Die Fragen 13 - 19 beschäftigten sich schließlich mit den verschiedenen Geräten der Wärmetherapie und deren Einstellungen.

Zuerst wurde in Frage 13 erfragt, welches Gerät in den Abteilungen hauptsächlich zur Wärmetherapie genutzt wird. Zur Auswahl standen Wärmestrahler oder Inkubator.

Entschied man sich hier für den Wärmestrahler, sprang man direkt zu Frage 19, in welcher man nach dem Zielbereich der gemessenen Temperatur (z. B. Hauttemperatur oder Rektaltemperatur) unter der Therapie mittels Wärmestrahler gefragt wurde. Hier war es möglich, einen Bereich zwischen $35,0 \text{ °C}$ und $38,0 \text{ °C}$ zu wählen, wobei der Bereich in $0,5 \text{ °C}$ -Schritte unterteilt wurde. Auch hier sollte für jede der Frühgeborenenengruppen separat ein Bereich angegeben werden.

Entschied man sich in Frage 13 für den Inkubator, wurde man in Frage 14 gefragt, welcher Temperaturmodus am Inkubator hauptsächlich verwendet wird. Hier gab es die Antwortoptionen Lufttemperaturregulierung (manueller Modus) oder

Hauttemperaturregulierung (Servo Control Modus). Wählte man Lufttemperaturregulierung, folgten die Fragen 15 und 16, wobei Frage 15 nach dem Zielbereich für die eingestellte Lufttemperatur im Inkubator bei Aufnahme auf die Abteilung fragte (hier konnte ein Bereich zwischen 32,0 °C und 38,0 °C, der in 1 °C-Schritte aufgeteilt wurde, gewählt werden) und Frage 16 nach dem Zielbereich für die Luftfeuchtigkeit im Inkubator bei Aufnahme (hier konnte ein Bereich zwischen 50 % und 80 %, der in 5 %-Schritte aufgeteilt wurde, gewählt werden). In beiden Fragen wurde außerdem darum gebeten, für jede Frühgeborenenengruppe einen Bereich anzugeben. Antwortete man mit Hauttemperaturregulierung, sprang man zu Fragen 17 und 18. Diese erfragten zum einen den Zielbereich für die Hauttemperatur bei Aufnahme (es konnte einen Bereich zwischen 35,0 °C und 38,0 °C, der in 0,5 °C-Schritte unterteilt war, gewählt werden) und zum anderen den Zielbereich für die eingestellte Luftfeuchtigkeit im Inkubator bei Aufnahme (hier konnte ein Bereich zwischen 50 % und 80 %, der in 5 %-Schritte aufgeteilt wurde, gewählt werden).

2.1.5 Entscheidungsgrundlage und zusätzliche wärmetherapeutische Maßnahmen

Frage 20 beschäftigte sich mit der Grundlage, auf welcher Entscheidungen bezüglich des Thermoregulationsmodus hauptsächlich getroffen werden. Wählbare Antwortmöglichkeiten waren:

- SOP (Standard Operating Procedure)/abteilungseigener Standard
- Empfehlungen des Herstellers
- Empfehlungen aus der wissenschaftlichen Literatur
- Klinische Einschätzung durch die betreuende Pflegefachkraft am Bett

Frage 21 schließlich erfragte zusätzlichen wärmetherapeutischen Maßnahmen, die bis dahin in dem Fragebogen noch nicht erfasst worden waren. Mehrfachnennungen waren möglich. Folgende Maßnahmen wurden zur Auswahl gestellt:

- Plastikfolie auf der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal
- Ergänzender Wärmestrahler neben der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal
- Plastikfolie auf der offenen Einheit auf der Intensivstation
- Plastikfolie im Inkubator auf der Intensivstation

- Ergänzender Wärmestrahler bei Manipulation im Inkubator auf der Intensivstation
- Wärmestrahler auf offener Einheit
- Sonstiges (inklusive Freitextfeld)

2.2 Pretest

Um die Umsetzbarkeit des Online-Verfahrens zu testen sowie Fehler in der Umfrage aufzudecken und Anregungen zu sammeln, wurde die Umfrage als Pretest an alle Ärzte und Pflegekräfte der Abteilung für Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf verschickt.

Insgesamt wurden 115 Kollegen gebeten, an der Umfrage teilzunehmen. Am 09.06.2014 und am 15.06.2014 wurde ein Reminder versandt und der Collector schließlich am 30.06.2014 geschlossen. Es antworteten 34 der 115 Befragten (29,6 %), wobei elf der Antworten unvollständig waren (32 %). Die Teilnehmer wurden in einer Freitextfrage um Kommentare und Verbesserungsvorschläge gebeten. Diese Frage wurde in der endgültigen Umfrage nicht mehr verwendet. Mit Hilfe des Pretests gelang es, kleinere Fehler in der Umfrage zu beheben. Außerdem wurde die oben beschriebene Frage 21 um die Auswahlmöglichkeit „Wärmestrahler auf offener Einheit“ ergänzt. Weiterhin wurde eine Frage, die sich mit der Art des Krankenhauses beschäftigte (Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung, Krankenhaus der Maximalversorgung, Universitätsklinikum), gestrichen. Außerdem wurde die Frage 1 in die Umfrage aufgenommen, in welcher nach der Postleitzahl gefragt wurde. Eine derartige Frage war für den Pretest, der nur innerhalb eines einzigen Zentrums stattfand, nicht notwendig.

2.3 Hauptteilnehmer der Umfrage

Die endgültige Umfrage wurde zwischen Oktober 2014 und Januar 2015 per Email an die Klinik- und Sektionsleiter von 149 PNZ des Levels 1 versandt, 136 PNZ in Deutschland, 6 in Österreich und 7 in der Schweiz. In diesem Zeitraum wurden mehrfach Reminder in Form von Emails zur Maximierung der Antwortanzahl versendet.

Die angeschriebenen Klinik- und Sektionsleiter wurden gebeten, die Umfrage an die Person weiterzuleiten, die sie aus ihrer Sicht am besten beantworten kann. Selbstverständlich stand es ihnen frei, die Umfrage auch selbst zu beantworten.

In Deutschland wird die neonatologische Versorgung in vier Stufen gegliedert. Sie umfasst Level 1, Level 2, perinataler Schwerpunkt und Geburtskliniken.

Es wurden nur PNZ des Level 1 in die Studie eingeschlossen, da nur diese Zentren regelhaft Kinder mit einem Geburtsgewicht < 1000 g (ELBW) behandeln.

2.4 Ausgeschlossene Antworten

Es wurden insgesamt sieben Rückläufe aufgrund nicht auswertbarer Angaben ausgeschlossen. Dies traf auf fünf Fälle (5,43 %) der Rückläufe aus Deutschland und der Schweiz zu. Außerdem wurden beide Rückläufe aus Österreich (= 1,1 %) nicht mit eingeschlossen, da von diesen nur ein Rücklauf auswertbar war, der andere beantwortete nur die ersten 4 Fragen. Dies wurde letztlich als nicht repräsentativ für Österreich bewertet. Weiterhin wurden 20 Rückläufe nicht berücksichtigt. Diese Rückläufe kamen aus Zentren, in denen mehrfach, zum Teil zu unterschiedlichen Zeitpunkten, auf die Umfrage geantwortet wurde. Da aber nur ein Rücklauf pro Zentrum zulässig war, wurde nur jeweils der letzte Rücklauf in der Datenauswertung berücksichtigt.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Programms IBM SPSS Statistics for Windows™. Wir haben den Chi-Quadrat-Test genutzt, um qualitative Variablen miteinander zu vergleichen. Des Weiteren führten wir eine qualitative Varianzanalyse mit Hilfe eines Post hoc Fisher's Protected least Square difference Tests durch. Statistische Signifikanz wurde ab einem p-Wert < 0,05 definiert.

Die Daten wurden als reelle Zahlen, Prozentwerte, Mittelwerte \pm SD und Meridiane dargestellt. Die Inter- Center- Variabilität wurde als Variationskoeffizient berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Stichprobenumfang

Insgesamt flossen 87 der 112 eingegangenen Antworten (77,69 %) in die Auswertung mit ein, von denen 81 (93,10 %) vollständig und sechs (6,89 %) unvollständig waren. Aus Deutschland kamen dabei 82 Antworten (94,25 %) und aus der Schweiz fünf (5,75 %).

3.2 Auswertung der Fragen 1 - 5 zu den deskriptiven Daten

Die Umfrage wurde hauptsächlich durch den Ärztlichen Leiter des jeweiligen Zentrums beantwortet (73,56 %). Des Weiteren antworteten mit abnehmender Häufigkeit die Pflegerische Leitung (12,64 %), Pflegefachkräfte (8,05 %) und die Stationsärzte (5,75 %).

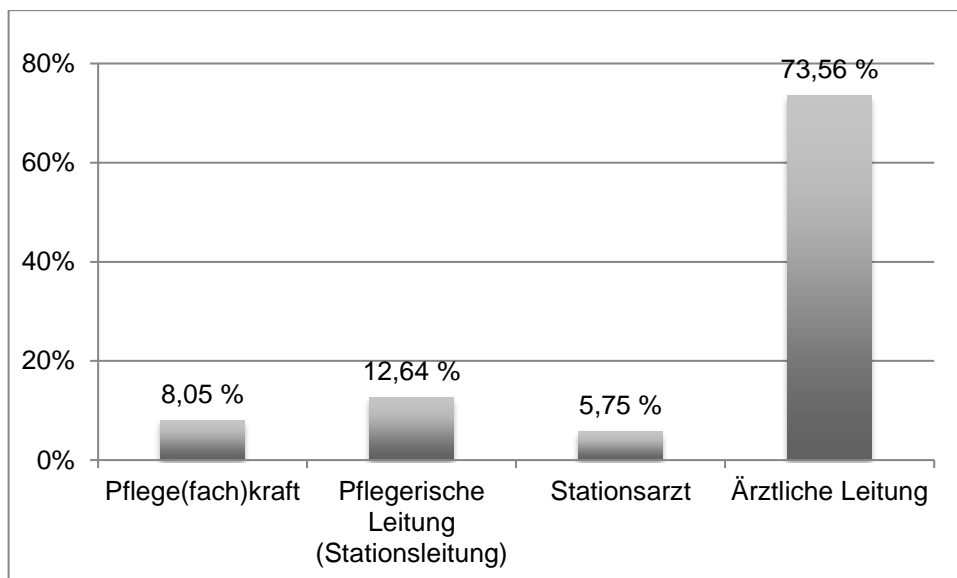


Abb. 1: Frage 3. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an ?

Im Mittel haben die Zentren 16,23 Betten auf ihrer jeweiligen Intensivstation zur Verfügung (Median 15), wobei die Kliniken mit den meisten Intensivplätzen 41 Plätze und die mit den wenigsten nur einen Intensivplatz angegeben haben.

Durchschnittlich werden jedes Jahr in jedem der Zentren 59,21 Kinder < 1500 g GG (VLBW) behandelt (Median 50). Hier hat ein Zentrum angegeben, kein Kind < 1500 g GG pro Jahr zu behandeln. Die meisten Kinder unter < 1500 g GG hat ein Zentrum mit 300 Kindern < 1500 g GG pro Jahr behandelt.

Mit Abstand am häufigsten ist in den PNZ im klinischen Alltag die Pflege(fach)kraft am Patientenbett für das Thermomanagement der Frühgeborenen verantwortlich (87,36 %) (siehe Abbildung 2).

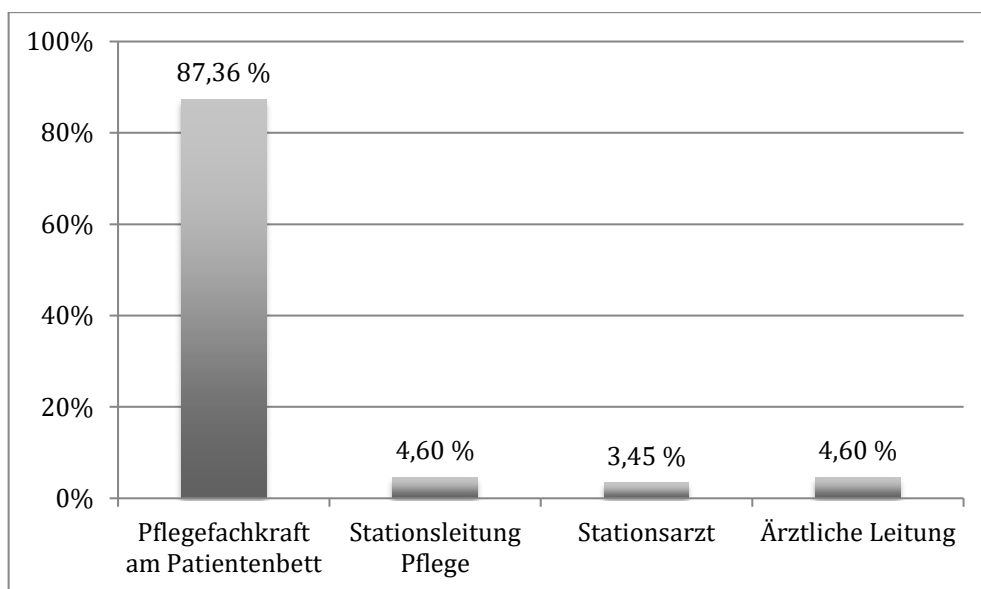


Abb. 2: Frage 4. Welche Berufsgruppe ist in Ihrer Abteilung im klinischen Alltag hauptsächlich verantwortlich für das Thermomanagement bei Frühgeborenen ?

3.3 Auswertung der Fragen 6 - 8 zu den Temperaturzielen

Der Zielbereich für die Körperkerntemperatur wird von allen befragten Zentren ähnlich festgelegt ($36,99 \text{ °C} \pm 0,19 \text{ °C}$), es besteht eine sehr geringe Variationsbreite zwischen den Zentren (Variationskoeffizient: 0,5 %). Auch zwischen den drei Frühgeborenen-Kategorien zeigen sich bezüglich des Zielbereichs der Körperkerntemperatur keine signifikanten Unterschiede ((1) $36,98 \pm 0,17 \text{ °C}$, (2) $36,99 \pm 0,22 \text{ °C}$, und (3) $37,02 \pm 0,2 \text{ °C}$) ($p = 0,654$), wengleich auch ein Trend dazu besteht, bei den jüngsten bzw. leichtesten Frühgeborenen höhere Temperaturen anzustreben (siehe Abbildungen 3.1 - 3.3 und Tabelle 1).

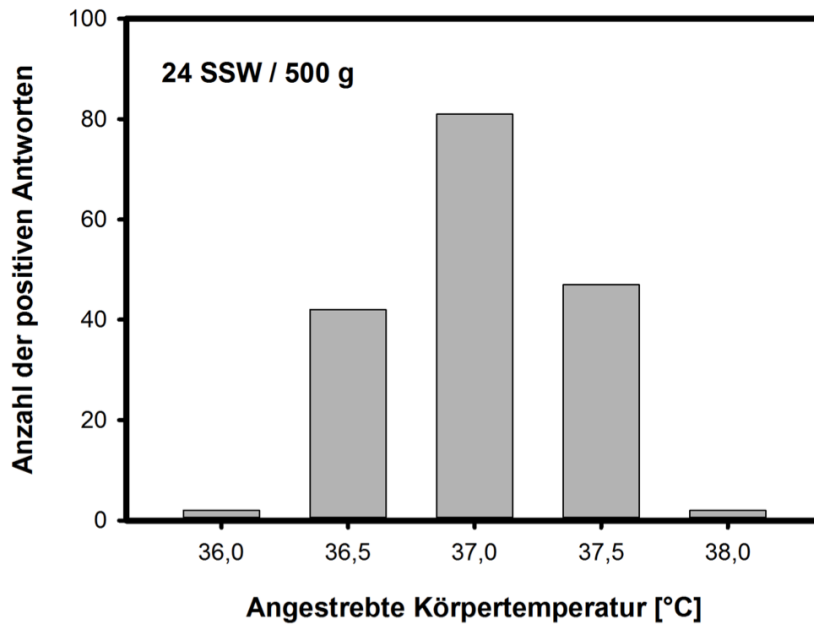


Abb. 3.1: Frage 6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? 24 SSW / 500 g

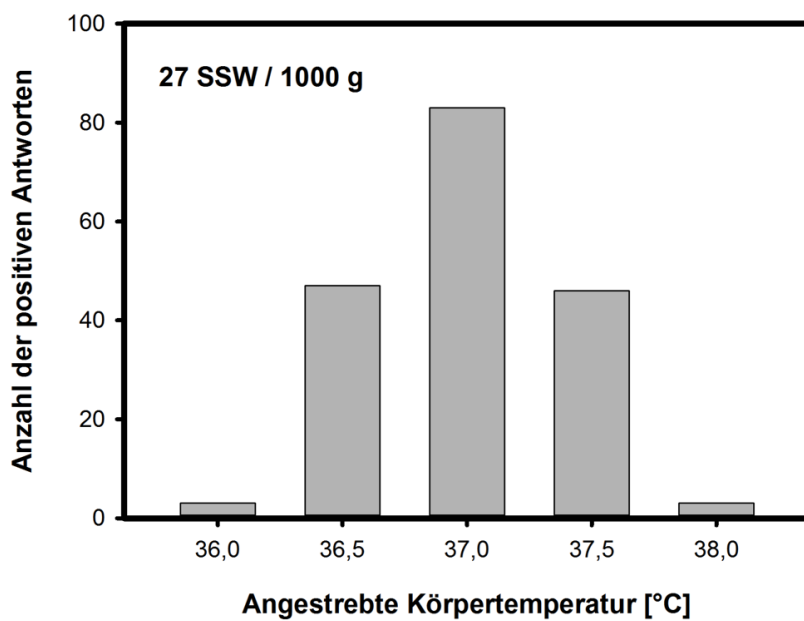


Abb. 3.2: Frage 6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? 27 SSW / 1000 g

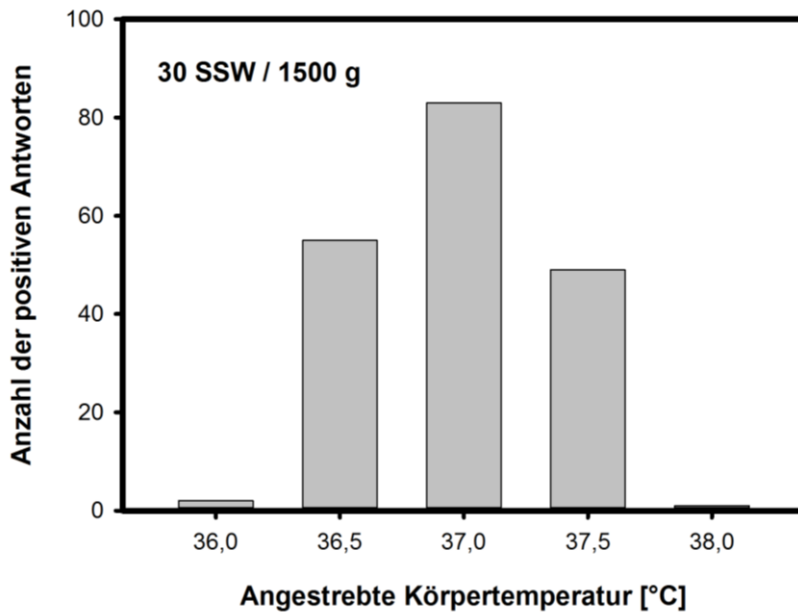


Abb. 3.3: Frage 6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? 30 SSW / 1500 g

Um Unterschiede bezüglich der Temperaturziele innerhalb der einzelnen Berufsgruppen zu sehen, betrachteten wir die „Ziel-Körperkerntemperatur“ in Abhängigkeit zu den einzelnen Berufsgruppen (Frage 6 in Abhängigkeit zu Frage 3). Hier konnten wir zeigen, dass die Pflegerische Leitung für die Körperkerntemperatur bei Frühgeborenen einen höheren Zielbereich im Vergleich zur Ärztlichen Leitung ($p = 0,003$) und den Stationsärzten ($p = 0,015$) anstrebt.

Die Hypothermie wird für alle Frühgeborenen-Kategorien ähnlich definiert (siehe Tabelle 1 und Abbildung 4). Ein Trend besteht, bei sehr kleinen Frühgeborenen (24. SSW / 500 g) schon bei höheren Temperaturen von einer Hypothermie im Vergleich zu älteren Frühgeborenen (30. SSW / 1500 g) auszugehen. Auch hier zeigt sich eine geringe Diskrepanz zwischen den einzelnen Zentren (Variationskoeffizient: 0,8 %).

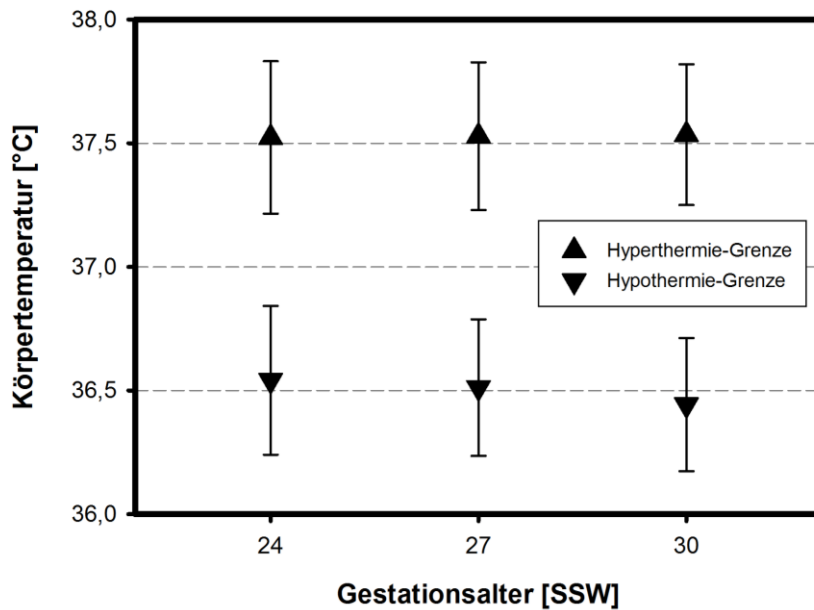


Abb. 4: Hypo- und Hyperthermiedefinition in Abhängigkeit zu SSW und Gewicht

Aber auch hier gibt es Unterschiede zwischen den Berufsgruppen.

Die Definition einer Hypothermie unterscheidet sich, je nachdem, welche Berufsgruppe die Umfrage beantwortet hat (Frage 7 in Abhängigkeit von Frage 3). So definieren Pflegerische Leitung ($p = 0,001$) und Pflege(fach)kraft ($p = 0,039$) einen höheren Temperaturwert als Hypothermie als die Ärztliche Leitung (Mittelwerte: $36,65\text{ °C}$ und $36,60\text{ °C}$ versus $36,46\text{ °C}$).

Des Weiteren wurde die Abhängigkeit der Hypothermiedefinition von der Entscheidungsgrundlage (Frage 7 in Abhängigkeit von Frage 20) betrachtet. Erfolgt die Thermoregulation gemäß klinischer Einschätzung der Pflegefachkraft am Bett und nicht anhand Empfehlungen der wissenschaftlichen Literatur, wird eine Hypothermie früher (bei höheren Temperaturwerten) definiert ($p = 0,007$).

Eine Hyperthermie wird, unabhängig vom GA bzw. vom Körpergewicht, von allen Zentren ähnlich definiert (Variationskoeffizient = $0,8\%$) (siehe Tabelle 1 und Abbildung 4).

Aber auch für die Hyperthermie gilt, dass sie früher (bei tieferen Temperaturwerten) definiert wird, wenn im jeweiligen Zentrum gemäß klinischer Einschätzung der Pflegefachkraft am Bett entschieden wird, als wenn eine SOP zur Entscheidungsgrundlage dient ($p = 0,002$) (Frage 8 in Abhängigkeit von Frage 20).

Tabelle 1 Temperaturziele abhängig vom Gestationsalter

	GA in Wochen	Mittelwert in °C	±1 SD	Normal- bereich ± 2 SD	Variations- koeffizient in %
Zielbereich der	30	36,98	0,17	36,64 - 37,32	0,5
Körperkern- temperatur	27	36,99	0,22	36,55 - 37,43	0,6
	24	37,02	0,20	36,68 - 37,48	0,5
Definition	30	36,44	0,27	35,90 - 36,98	0,8
Hypothermie	27	36,51	0,28	35,95 - 37,07	0,8
	24	36,54	0,30	35,94 – 37,14	0,7
Definition	30	37,53	0,28	36,97 - 38,09	0,8
Hyperthermie	27	37,53	0,30	36,93 - 38,13	0,8
	24	37,52	0,31	36,90 - 38,14	0,8

3.4 Auswertungen der Fragen 9 - 12 zur Temperaturmessung

Die Temperaturmessung erfolgt in 68,97 % der Zentren kontinuierlich, wobei 43,33 % der Befragten eine Hautsonde, welche zentral am Rücken bzw. der Liegefläche des Kindes platziert wird, verwenden. Weiterhin wird die Temperatur mittels einer zentral am Abdomen platzierten Hautsonde (28 %), der Gradientenmessung (= Hautsonde zentral und peripher) (16,67 %) und einer Rektalsonde (8,33 %) ermittelt.

3,33 % der Zentren verwenden keine der obigen genannten Messmethoden.

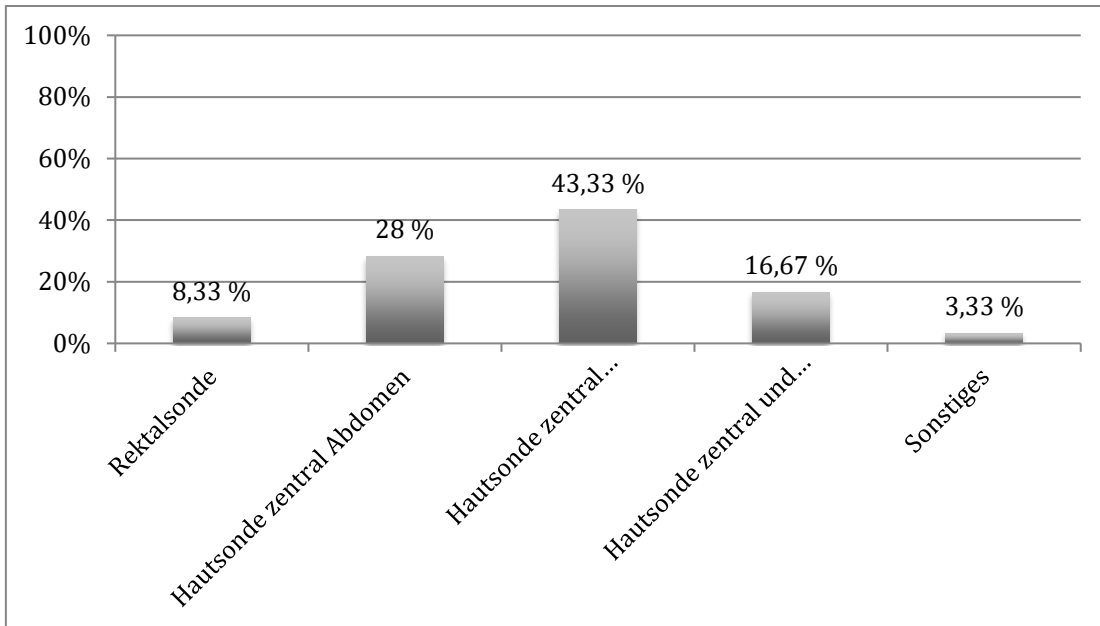


Abb. 5: Frage 10: Kontinuierliche Temperaturmessung: Bitte geben Sie die hauptsächlich verwendete Messmethode an

Wird die Gradientenmessung verwendet, so wird für alle drei Frühgeborenenkategorien ein ähnlicher Temperaturgradient (siehe Abbildung 6) angestrebt. Ein signifikanter Unterschied konnte nicht festgestellt werden ($p = 0,734$).

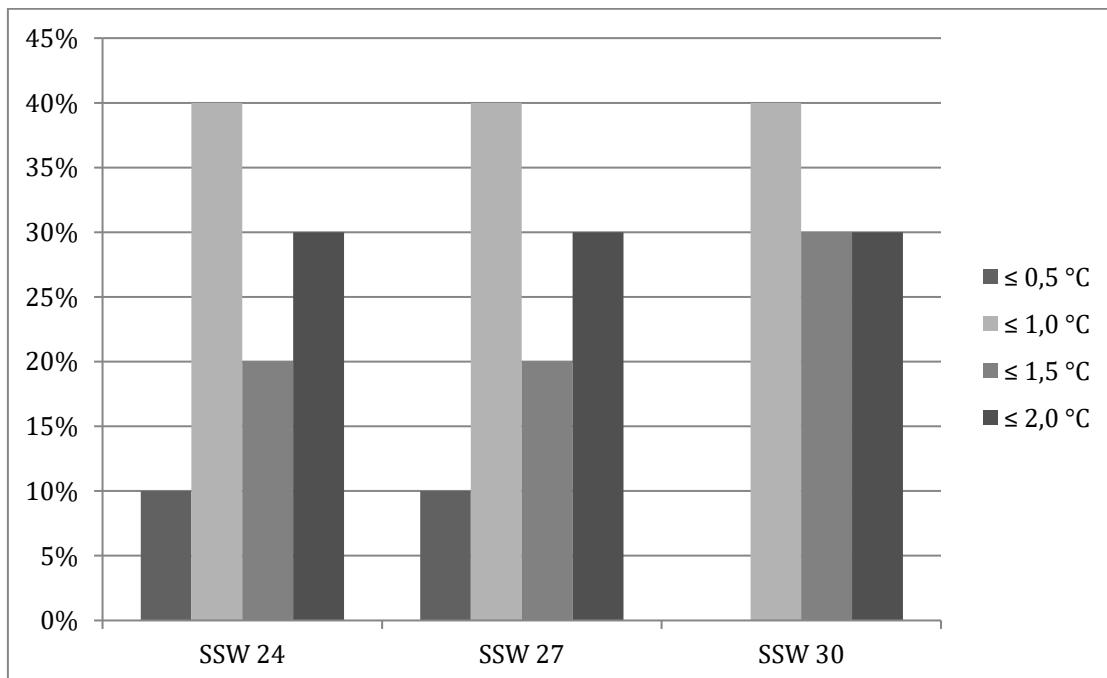


Abb. 6: Frage 12: Gradientenmessung: Was ist der Zielbereich für gemessene Temperatur-Gradienten von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ?

In 31,03 % der Zentren wird intermittierend gemessen, dann immer rektal per Digitalthermometer (100 %).

3.5 Auswertung der Fragen 13 - 19 zur Wärmetherapie

Alle befragten Zentren nutzen zur Wärmetherapie auf der neonatologischen Intensivstation einen Inkubator, keines der Zentren gab an, einen Wärmestrahler zu verwenden. Die meisten Zentren (68,61 %) bevorzugen beim Inkubator den lufttemperaturregulierten Modus (ATC = Air Temperature Control) gegenüber dem hauttemperaturregulierten Modus (SSC = Skin Temperature Control) (31,39 %).

Die Einstellung der Lufttemperatur im Inkubator (ATC) erfolgt abhängig von GA bzw. GG des Kindes, hierbei wird die Lufttemperatur bei Aufnahme umso höher gewählt, je jünger und leichter das Frühgeborene ist (Mittelwerte \pm Streuung: 30. SSW / 1500 g: 35,34 °C \pm 1,17 °C; 27. SSW / 1000 g: 36,15 °C \pm 1,0 °C; 24. SSW / 500 g: 36,75 °C \pm 1,0 °C; $p = 0,000$) (siehe Abbildung 6).

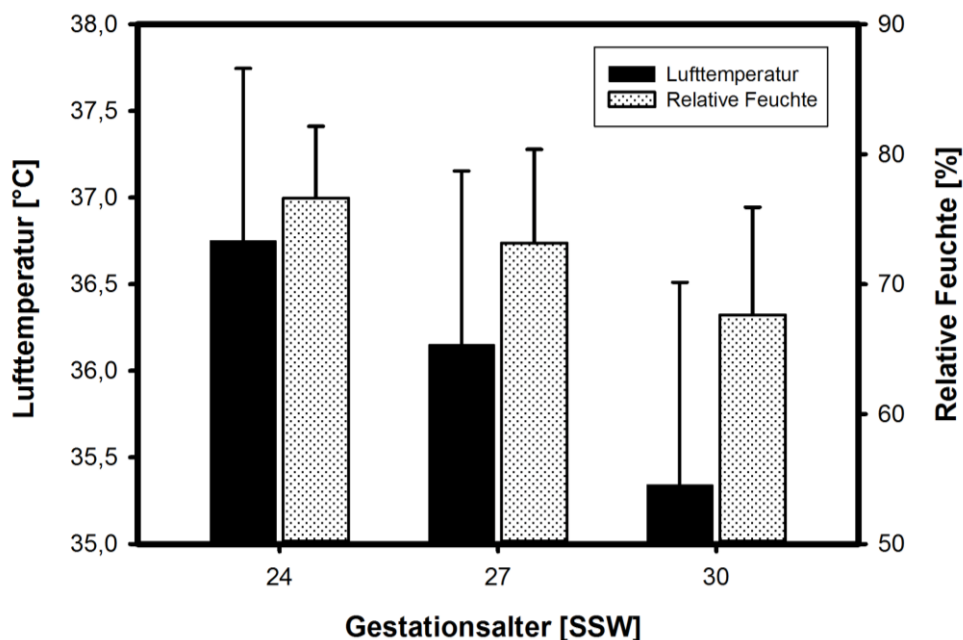


Abb. 7: Fragen 15 und 16: Einstellung der Lufttemperatur und der Feuchte im Inkubator in Abhängigkeit zum Gestationsalter (ATC-Mode)

Auch die Luftfeuchtigkeit wird im lufttemperaturregulierten Modus abhängig von GA bzw. GG gewählt (Abbildung 6). Je jünger und leichter das Frühgeborene ist, desto höher wird die Feuchtigkeit bei Aufnahme eingestellt. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p \leq 0,001$). Zudem zeigt sich hier eine große Heterogenität zwischen den einzelnen Zentren (Variationskoeffizient = 11 %). Die Streuung ist in der Gruppe der ältesten bzw. schwersten Frühgeborenen (30. SSW / 1500 g) besonders hoch (Variationskoeffizient = 12,3 %).

Hier war außerdem von Interesse, ob die Einstellungen unterschiedlich gewählt werden, abhängig von der Größe der antwortenden Zentren (Frage 16 in Abhängigkeit von Frage 2). Es zeigte sich, dass Zentren die ≤ 50 Frühgeborene < 1500 g pro Jahr behandeln, die Luftfeuchtigkeit signifikant niedriger einstellen als Zentren, die pro Jahr ein größeres Patientenvolumen versorgen ($p = 0,004$).

Es konnte zudem gezeigt werden, dass für Frühgeborene der 27. und 24. SSW eine höhere Luftfeuchtigkeit gewählt wird, wenn die Lufttemperatur (ATC-Mode) ebenfalls höher gewählt wird (Korrelations-Koeffizient 0,244 und 0,385). Für die Gruppe der in der Frühgeborenen der 24. SSW war diese Korrelation signifikant ($p = 0,004$).

Im hauttemperaturregulierten Inkubator-Modus (SSC) wird der Zielbereich für die Hauttemperatur unabhängig von GA bzw. GG des Frühgeborenen festgelegt (Mittelwerte \pm Standardabweichung: 30. SSW / 1500 g: $36,82 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,22 \text{ }^\circ\text{C}$; 27. SSW / 1000 g: $36,83 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,22 \text{ }^\circ\text{C}$; 24. SSW / 500 g: $36,84 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,22 \text{ }^\circ\text{C}$; $p = 0,969$), wobei Zentren die ≤ 50 Frühgeborene < 1500 g pro Jahr behandeln, die Temperatur signifikant höher einstellen ($p = 0,004$) (Frage 17 in Abhängigkeit von Frage 2).

Die Luftfeuchtigkeit wird auch im hauttemperaturregulierten Modus (SSC) abhängig von GA bzw. GG gewählt (Mittelwerte \pm Standardabweichung: 30. SSW / 1500g: $67,60 \% \pm 6,71 \%$; 27. SSW / 1000 g: $73,90 \% \pm 5,20 \%$; 24. SSW / 500 g: $77,8 \% \pm 4,35 \%$; $p \leq 0,001$). Auch hier zeigt sich eine Heterogenität zwischen den Zentren (Variationskoeffizient = 9,4 %), dies betrifft insbesondere die Gruppe der ältesten bzw. schwersten Frühgeborenen (30. SSW / 1500 g) (Variationskoeffizient = 9,9 %) ($p \leq 0,001$).

3.6 Auswertung der Frage 20 zur Entscheidungsgrundlage

Die Entscheidungen bezüglich des Thermoregulationsmodus werden in 45,68 % der Zentren gemäß einer internen SOP getroffen, nahezu ebenso häufig (41,98 %) gemäß der subjektiven klinischen Einschätzung der betreuenden Pflegefachkraft am Bett. Weitere, seltenere Entscheidungsgrundlagen sind Empfehlungen aus der wissenschaftlichen Literatur (11,11 %) und Empfehlungen des Geräteherstellers (1,23 %).

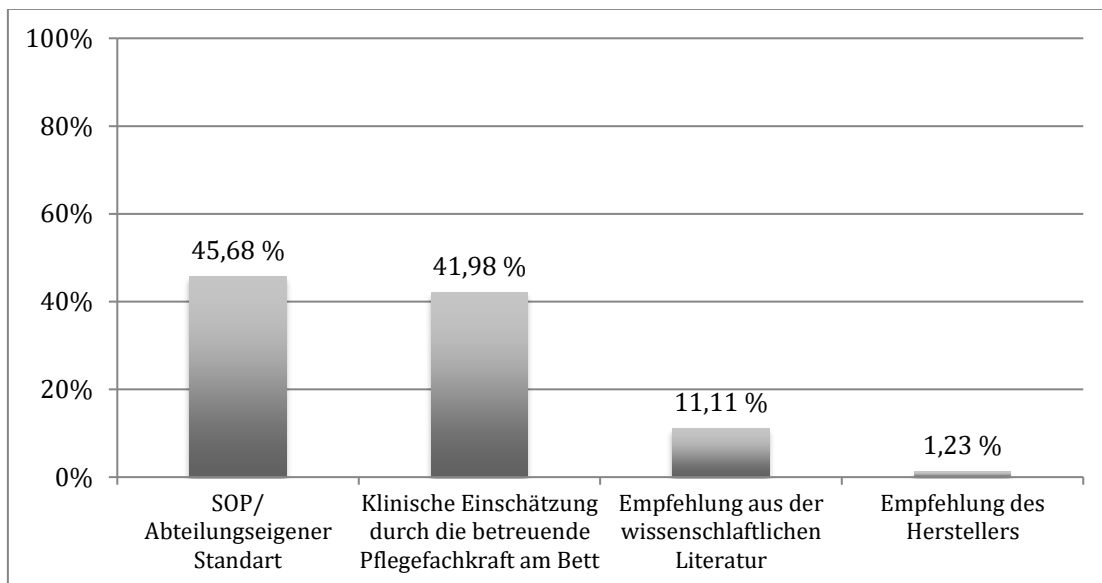


Abb. 8: Frage 20: Auf welcher Grundlage werden Entscheidungen bezüglich des Thermoregulationsmodus hauptsächlich getroffen?

3.7 Auswertung der Frage 21 zu zusätzlichen wärmerapeutischen Maßnahmen

Am häufigsten wird als zusätzliche Maßnahme zur Wärmerherapie die Plastikfolie auf der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal (86,42 %), dicht gefolgt von dem Wärmestrahler auf der offenen Einheit (76,54 %) genannt (weitere Maßnahmen sind in Tabelle 2 aufgeführt). Unter dem Punkt „Sonstiges“ wurden vor allem vorgewärmte Wäsche und erhöhte Temperaturen im Kreißsaal selbst genannt.

Tabelle 2 Ergänzende wärmerapeutische Maßnahmen

Ergänzende Maßnahmen	Nennungen in Prozent
Plastikfolie auf der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal	86,42 %
Plastikfolie auf der offenen Einheit auf der Intensivstation	20,99 %
Plastikfolie im Inkubator auf der Intensivstation	41,98 %
Wärmestrahler auf offener Einheit	76,54 %
Ergänzender Wärmestrahler bei Manipulationen im Inkubator auf der Intensivstation	38,27 %
Ergänzender Wärmestrahler neben der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal	39,51 %
Sonstiges (bitte angeben)	13,58 %

4 Diskussion

4.1 Schwächen der Arbeit

Die Umfrage war gut strukturiert und verständlich angelegt, was sich in der hohen Quote der vollständigen Antworten zeigt (94,3 %). Da sie in Form einer Onlineumfrage durchgeführt und die Daten nicht selbst vor Ort erhoben wurden, lässt sich jedoch nicht sagen, ob die Befragten immer die in ihren Zentren tatsächlichen Bedingungen des Thermomanagements geschildert haben, oder nur angegeben wurde, was ihrer Meinung nach dem korrekten Vorgehen entspricht. Es besteht somit ein potentieller Bias der sozialen Erwünschtheit.

Zudem wurde die Umfrage zum größten Teil von den ärztlichen Leitern der jeweiligen Kliniken und Sektionen beantwortet (73,6 %). Das Wärmemanagement wird jedoch primär durch die Pflege(fach)kräfte am Patientenbett direkt durchgeführt (87,4 %). Auch hier liegen potentielle Fehlerquellen. Der beantwortende Ärztliche Leiter spiegelt in seinen Antworten letztendlich nur den gewünschten Idealzustand aber möglicherweise nicht den Istzustand wieder. Es ist also durchaus möglich, dass beispielsweise die Temperaturziele in Wirklichkeit deutlich weiter auseinanderliegen als in der Umfrage gezeigt werden konnte. Die Erfahrung zeigt, dass vor allem Körperkerntemperaturen unter 36,5 °C bei Frühgeborenen durchaus häufiger auftreten, was sich so in der Auswertung der Umfrage jedoch nicht zeigte.

Wenn nach Zieltemperaturen oder Feuchtigkeitseinstellungen gefragt wurde, konnten in dem Survey nur bereits vorgegebene Werte ausgewählt werden, die sich abhängig von der Art der Frage jeweils in 0,5 °C-, 1 °C- bzw. 5 %-Intervallen voneinander unterschieden. Hier ist zu fragen ob Freitextfelder anstatt vorgegebener Antwortmöglichkeiten zu einer breiteren Streuung der Ergebnisse oder einer genaueren Differenzierung geführt hätten.

Auch die Vergleichbarkeit der kontinuierlich gemessenen mit den intermittierend gemessenen Temperaturdaten ist bezüglich ihrer Aussagekraft problematisch zu sehen, da intermittierend gemessene Daten immer nur eine Momentaufnahme des Istzustandes sind und somit die tatsächliche Temperatur des Kindes ungenauer als bei der kontinuierlichen Messung erfasst werden.

Des Weiteren wurden lediglich deutschsprachige und vor allem deutsche PNZ (94,3 %) für die Umfrage ausgewählt. Die Ergebnisse der Umfrage sind daher für Deutschland als repräsentativ anzusehen. Die Übertragbarkeit für insbesondere das angelsächsische Ausland ist jedoch nicht gesichert. Um international belegbare Daten zu sammeln, wäre eine englischsprachige Umfrage sicherlich eine sinnvolle Ergänzung.

Zuletzt sei noch genannt, dass in Frage 21 zu zusätzlichen wärmetherapeutischen Maßnahmen „Wärmestrahler auf offener Einheit“ als eine Antwortmöglichkeit vorgegeben wurde. Hier war ein zusätzlicher Wärmestrahler zu dem schon auf der offenen Einheit verwendeten Strahler gemeint. Dies ist aus der Formulierung der Antwortmöglichkeit nicht klar ersichtlich, und die hohe Anzahl an Antworten (76,5 %) lässt vermuten, dass sie von den meisten Beantwortenden möglicherweise falsch verstanden wurde. Die klinische Erfahrung zeigt, dass die Kombination aus zwei Wärmestrahlern auf der offenen Einheit nur sehr selten gegeben ist.

4.2 Diskussion der Studienergebnisse

4.2.1 Temperaturziele

Evidenzbasierte Richtlinien zur Wärmetherapie fehlen sowohl im deutschsprachigen Raum als auch weltweit. Es wurde daher zu Beginn der Studie angenommen, dass die Körpertemperaturziele sowie die Maßnahmen zur Wärmetherapie und die Inkubatoreinstellungen zwischen den Zentren stark variieren.

Überraschenderweise war dies vor allem in Hinblick auf die Körperkerntemperaturen der Frühgeborenen sowie die Definition der Hypo- und Hyperthermie nicht der Fall.

Aus den für die Körperkerntemperatur ermittelten Werten der Umfrage ergibt sich ein Normbereich ($MD \pm 2 SD$) von 36,6 °C - 37,4 °C, welcher unabhängig von Gestationsalter und Gewicht der Frühgeborenen angewendet wird (siehe Abbildung 9). Dieser deckt sich mit dem Temperaturbereich, den die WHO als normal für das reife Neugeborene definiert (WHO 1997).

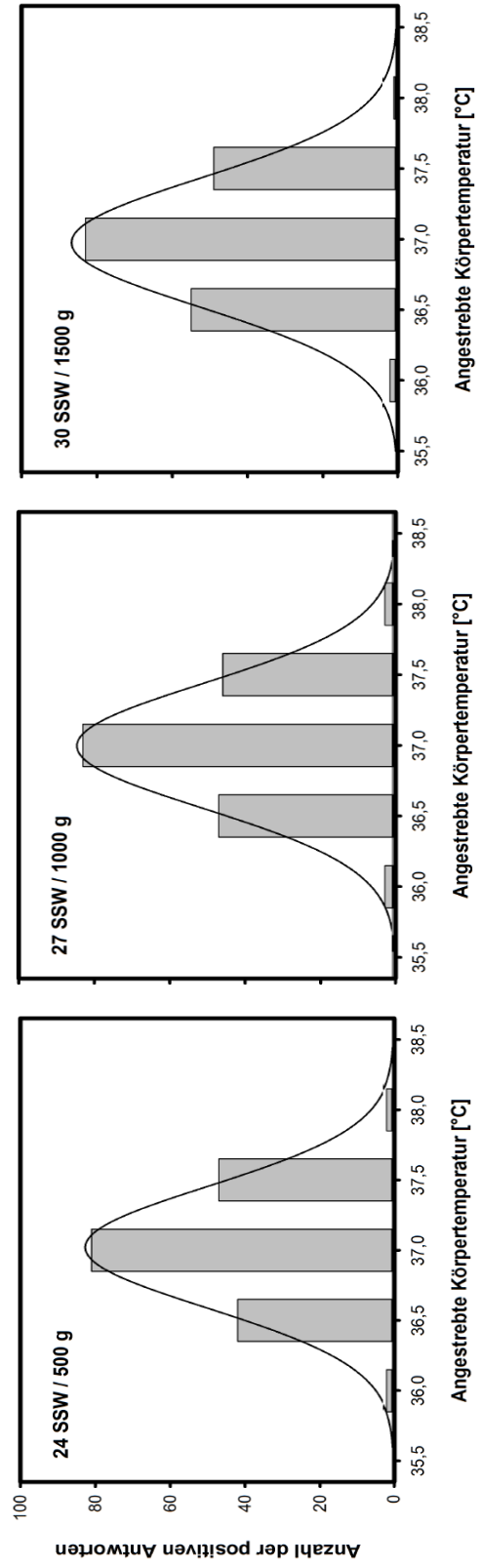


Abb. 9: Angestrebte Körperkerntemperatur in Abhängigkeit SSW und Gewicht

Wie in der Einleitung dargelegt, konnte bereits im Jahr 1965 durch Adamson und Towell gezeigt werden, dass die fetale Temperatur intrauterin um 0,5 °C - 1,0 °C höher als die mütterliche Körpertemperatur ist und somit bei mindestens 37,5 °C liegt (Adamson & Towell 1965). In den Jahren danach an Lämmern durchgeführte Untersuchungen konnten diese Beobachtungen an anderen Säugetieren bestätigen (Laburn *et al.* 1992) und die WHO beschreibt sogar 38,0 °C als intrauterin vorherrschende fetale Temperatur (WHO 1997). Unter Berücksichtigung dieses Aspektes erscheinen die Homogenität der angestrebten Zieltemperatur von 37,0 °C sowie der somit in Kauf genommene Normbereich überraschend. Reift doch unter dieser Zielvorgabe ein Frühgeborenes der 24. SSW, welches noch ca. vier Monate im mütterlichen Uterus bei entsprechend höheren Temperaturen verbleiben sollte, im Inkubator mit Körperkerntemperaturen, die den intrauterinen Temperaturverhältnissen nicht entsprechen. Hierbei liegt der untere Grenzwert des ermittelten Normbereichs (36,6 °C) mehr als ein Grad unterhalb der intrauterin bestehenden Körperkerntemperatur (37,5 - 38,0 °C).

Die Ergebnisse zeigen zwar, dass ein Bewusstsein für die höhere Temperaturempfindlichkeit der Frühgeborenen besteht. So wird die Grenze (wenn auch nur minimal) der niedrigsten noch tolerierten Körperkerntemperatur nach oben verschoben, je unreifer das Kind ist. Allerdings gelten bei allen Frühgeborenen, unabhängig von GA und Körpergewicht, Temperaturen > 37,5 °C Körperkerntemperatur als hypertherm.

Der Überlegung, dass sehr unreife kleine Frühgeborene möglicherweise von höheren ($\geq 37,5$ °C) Temperaturen profitieren, da diese für sie physiologisch sind, wird hier nicht Rechnung getragen.

Das Pflegepersonal war bezüglich der Einschätzung des Zielbereiches der Körperkerntemperatur sowie der Definition von Hypo- und Hyperthermie noch vorsichtiger als das ärztliche Personal. Da diese Berufsgruppe, wie sich auch in den Ergebnissen der Umfrage zeigt, gleichzeitig hauptverantwortlich für das thermale Management ist, ist davon auszugehen, dass der oben genannte Temperaturbereich im klinischen Alltag eher noch niedriger sein dürfte und somit auch bei sehr unreifen Frühgeborenen Körperkerntemperaturen unter 36,6 °C in Kauf genommen werden vor allem mit dem Ziel, eine Hyperthermie zu verhindern.

4.2.2 Inkubatoreinstellungen und Wärmemanagement

Die Inkubatoren werden in den Zentren lehrbuchkonform (Okken & Koch 1995, Jorch 2010) eingestellt, wobei Lufttemperatur und Feuchtigkeit entsprechend der Reife am höchsten für die jüngste Frühgeborenenengruppe (24. SSW / < 500 g) gewählt werden. Es zeigte sich hierbei ähnlich wie auch schon in einer französischen Studie aus dem Jahr 2012 (Deguines *et al.* 2012) vor allem bei der Einstellung der Feuchtigkeit eine große Streuung zwischen den befragten Zentren. Diese Streuung lässt eine fehlende evidenzbasierte verbindliche Richtlinie im thermalen Management Frühgeborener deutlich werden.

Unter der Annahme, dass Frühgeborene vergleichend zu der intrauterinen Temperatur gleichaltriger ungeborener Kinder, bei höheren Temperaturen reifen sollten, wäre eine Anpassung der Inkubatoreinstellungen indiziert. Es sollte also beispielsweise eine höhere Temperatur- oder Feuchtigkeitseinstellung gewählt werden.

Alle Zentren (100 %) nutzen zur Wärmetherapie den Inkubator anstatt eines Wärmestrahlers. In einem Cochrane Review aus dem Jahr 2003 wurde erläutert, dass der transepidermale Wasserverlust bei einem im Inkubator gepflegten Frühgeborenen niedriger ist als bei einem unter dem Wärmestrahler gepflegten Frühgeborenen. Abgesehen davon ist der Inkubator dem Wärmestrahler nicht überlegen (Flenady & Woodgate 2003). Im deutschsprachigen Raum konnte sich der Wärmestrahler in der Pflege sehr kleiner Frühgeborener jedoch, wie in der Umfrage gezeigt, nicht durchsetzen.

Obwohl die meisten Zentren sich hinsichtlich ihrer Entscheidung bezüglich des Wärmemanagements auf eine klinikeigene SOP berufen (45,7 %), überlassen fast ebenso viele (42 %) die Entscheidung über Temperaturziele und Inkubatoreinstellungen dem verantwortlichen Pflegepersonal am Krankenbett. Auch dies ist ein wichtiger Hinweis auf das Fehlen einheitlicher Standards und Richtlinien in diesem Bereich. Und auch hier ist zu vermuten, dass die tatsächlich gewählten Temperaturzielbereiche möglicherweise unter den angegebenen Bereichen liegen, die Frühgeborenen also eine Körpertemperatur aufweisen, die unter 36,5 °C liegt, immer mit dem Ziel vor Augen, eine Hyperthermie zu verhindern.

4.2.3 Temperaturmessung

In einem Drittel der befragten Zentren wird die Temperatur intermittierend rektal gemessen, obwohl diese Form der Temperaturmessung mit einer, wenn auch geringen, Perforationsgefahr einhergeht (Smiddy & Benson 1969, Frank & Brown 1978). Die axilläre Temperaturmessung, deren Vergleichbarkeit mit der rektalen Messung umstritten ist (Hissink Muller *et al.* 2008, Charafeddine *et al.* 2014), wird von keinem der Zentren angewendet.

In 16,7 % der befragten Zentren wird die Temperatur der Frühgeborenen via Gradientenmessung gemessen, was auf Grund der klinischen Erfahrung und der im Vorfeld dieser Arbeit durchgeführten Literatursichtung überraschend erscheint.

Vielmehr war der Eindruck entstanden, dass dies eine noch recht selten verwendete Messmethode darstellt (Deguines *et al.* 2012).

4.3 Vergleich mit der Literatur und Ausblick

Studien aus den letzten Jahren geben Hinweise darauf, dass 36,5 °C - 37,5 °C ein angemessener Temperaturbereich auch für die Körperkerntemperatur Frühgeborener sein könnte. Knobel und Kollegen konnten beispielsweise zeigen, dass Frühgeborene bei einer Temperatur von 36,8 °C - 37,0 °C am ehesten eine dem Alter entsprechende Herzfrequenz (25.P. und 75.P.) zeigen (Knobel *et al.* 2010). Allerdings bezog sich diese Untersuchung lediglich auf die ersten zwölf Lebensstunden.

Eine weitere 2015 von Lyu und Kollegen veröffentlichte Studie zeigt eine u-förmige Relation zwischen Körperkerntemperatur des Frühgeborenen bei Aufnahme auf die neonatologische Intensivstation und des Outcomes. Hier wurde das beste Outcome bei einer Aufnahmetemperatur von 36,5 °C - 37,0 °C erzielt (Lyu *et al.* 2015). Aber auch diese Studie bezieht sich lediglich auf einen Parameter, der wenige Minuten bis Stunden nach der Geburt, also nach der unmittelbaren Versorgung im Kreißsaal, gemessen wurde. Diese Temperatur ist in ihrer Aussagekraft vergleichbar mit dem gemessenen Nabelarterien-PH nach Geburt oder dem APGAR, sagt aber nichts über

die anzustrebende Temperatur in den Wochen und auch oft Monaten, welche die Frühgeborenen auf einer neonatologischen Intensivstation verbringen müssen, aus.

Andere Untersuchungen, wie zum Beispiel eine von Lemburg an 14 VLBW-Frühgeborenen durchgeführte Studie, widersprechen der Annahme, dass ca. 37 °C auch für Frühgeborene die optimale Temperatur darstellt. Seine Arbeitsgruppe beobachtete, dass Frühgeborene, die bei thermoneutralen Temperaturen gepflegt werden, einen erhöhten vasomotorischen Grundtonus aufweisen, was als ein Zeichen für kältebedingten Stress zu werten ist. Wenn die Körperkerntemperatur der Frühgeborenen auf 37,5 °C - 38,5 °C erhöht wird, lässt der Tonus nach und es treten subjektiv weniger Probleme bei der Pflege der Kinder auf (Lemburg 1995).

Ein Blick in die vergleichende Physiologie stützt die Hypothese, dass sich Frühgeborene gegebenenfalls bei höheren Körperzieltemperaturen besser entwickeln können. Studien an Brautenten (*Aix Sponsa*) zeigen, dass Entenküken, deren Eier bei wärmeren Temperaturen (35 °C vs. 35,9 °C und 37,5 °C) im Inkubator bebrütet wurden, mehr Fettgewebe ausbilden und größere Überlebenschancen haben als Entenküken, deren Eier bei niedrigeren Temperaturen bebrütet wurden (Hepp & Kennamer 2012). Sie entwickeln sich schneller und schlüpfen früher. Während ihrer Embryonalperiode gelingt es ihnen, mehr Energie für Stoffwechselprozesse bereitzustellen und durch die kürzere Bebrütungsdauer gleichzeitig Energiekosten einzusparen (DuRant *et al.* 2011). Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die Küken, welche bei höheren Temperaturen bebrütet werden, eine bessere Immunantwort zeigen als Küken, welche niedrigeren Temperaturen ausgesetzt waren (DuRant *et al.* 2012).

Letztlich konnte mit Hilfe der Umfrage und einer ausführliche Literaturrecherche festgestellt werden, dass solide wissenschaftliche Evidenz bezüglich der optimalen Körperkerntemperatur für Frühgeborene fehlt. Es ist unklar, ob Frühgeborene von einer Körperkerntemperatur zwischen 36,5 °C und 37,5 °C, welche für das gesunde, reife Kind bzw. sogar für einen Erwachsenen als normal und erstrebenswert angesehen wird, optimal profitieren.

Es ist hinlänglich bekannt, dass zu niedrige Körpertemperaturen zu einer entsprechenden Kältegegenregulation führen, welches letztendlich zu einem höheren

Energieverbrauch und Kapazitätenverlust führt. Sollte dieser Zielbereich also zu niedrig gewählt werden, könnte die „falsche“ Temperatur die Entwicklung des Kindes gefährden.

Ebenso schaden selbstverständlich auch zu hohe Körperkerntemperaturen dem Frühgeborenen. Allerdings beziehen sich auch hier die Studien primär auf kurzfristige Parameter wie zum Beispiel die Temperatur des Kindes bei Aufnahme auf die neonatologische Intensivstation (Lyu *et al.* 2015). Eine umfangreiche Studie aus Kanada aus dem Jahr 2018 zeigte sogar, dass im Gegensatz zur Hypothermie eine Hyperthermie nach Geburt keine Auswirkungen auf das Outcome zu haben scheint (Laptook *et al.* 2018).

Etwaige tierexperimentelle Studien beispielsweise an anderen Säugetieren, welche man im Inkubator unter unterschiedlichen Temperatureinstellungen pflegen würde, wären hier ein Ansatz um eine wissenschaftliche Grundlage zu schaffen.

Studien an Frühgeborenen, für welche man Zieltemperaturen im unteren (z. B. 36,4 °C) oder oberen (z. B. 37,3 °C) Zielbereich wählen und beispielsweise das neurologische Outcome nach einigen Jahren vergleichen würde, könnten hier ebenfalls Aufschluss geben.

Für andere neonatale Vitalparameter wie z. B. die Sauerstoffsättigung wurde im Rahmen umfangreicher Studien untersucht, ob für Frühgeborene dieselben Zielbereiche wie für reife Neugeborene gelten dürfen (Askie *et al.* 2009, Stenson *et al.* 2013, Manja *et al.* 2015), während dies für einen so grundlegenden Parameter wie die Körpertemperatur bisher nicht in Frage gestellt wurde.

5 Abstract deutsch

Einleitung: Die Wärmetherapie ist ein wichtiger Bestandteil der neonatalen Medizin und Pflege. Doch obwohl es für viele Parameter in der Neonatologie, wie beispielsweise die Sauerstoffsättigung, verbindliche Leitlinien und Handlungsanweisungen gibt, fehlen ebensolche für die anzustrebende Körperkerntemperatur sehr kleiner Frühgeborener. Ziel der Studie war es, zu ermitteln, welche Körperkerntemperatur in PNZ des Level 1 in Deutschland, Österreich und der Schweiz angestrebt werden.

Material und Methoden: Es wurde ein Online-Fragebogen an 149 PNZ versendet. Hier wurden Fragen zu angestrebten Körperkerntemperaturen, Definition einer Hypothermie und Hyperthermie sowie zur Durchführung des thermalen Managements gestellt. Um etwaige Unterschiede bezüglich Zieltemperaturen und Inkubatoreinstellungen in Abhängigkeit von GA und GG des Kindes zu zeigen, wurden die Frühgeborenen in drei Kategorien (30. SSW / 1500 g; 27. SSW / 1000 g; 24. SSW / 500 g) eingeteilt.

Ergebnisse: Es konnten 87 (58 %) Antworten in die Datenauswertung eingeschlossen werden. Es zeigte sich, dass alle befragten Zentren die Zieltemperatur bei ca. 37,0 °C unabhängig von GA und GG des Kindes definieren. Auch die Cut-Off-Bereiche für eine Hypo- sowie eine Hyperthermie werden sehr ähnlich definiert. Für das thermale Management ist in den meisten Zentren das Pflegepersonal verantwortlich. Alle Zentren nutzen den Inkubator zur Wärmetherapie.

Diskussion: Obwohl verbindliche Leitlinien fehlen, scheint es einen unausgesprochenen Konsens zu geben, dass 37,0 °C die anzustrebende Körperkerntemperatur für sehr kleine Frühgeborene ist, ähnlich wie für ältere Kinder und Erwachsene. Dies ist ein überraschendes Ergebnis, wenn man bedenkt, dass die Temperatur des ungeborenen Kindes im Mutterleib zwischen 0,5 °C und 1,0 °C höher als die maternale Temperatur liegt. Verbindliche Zieltemperaturen für Frühgeborene zu definieren und somit das thermale Management zu reevaluieren erscheint dringend nötig.

6 Abstract english

Introduction: Thermal care is an essential task of the neonatologist's daily routine. However scientific evidence, as if it is well known and studied for other parameters like oxygen saturation, on what might be the appropriate body temperature for very low birth weight neonates is lacking. The survey was designed to assess current body temperature targets and thermal management practices in high-level NICUs in Germany, Austria and Switzerland.

Material and Methods: An online survey was sent to 149 NICUs containing questions on temperature target ranges, definition of hypo- and hyperthermia and methods of thermal management. To detect differences depending on birth weight and gestational age three VLBW categories (30 WOG / 1500 g; 27 WOG / 1000 g; 24 WOG / 500 g) were chosen.

Results: The analysis includes 87 responses (58 %) showing that there is a uniform target body temperature of 36,5 °C - 37,5 °C chosen for all VLBW categories. Also the cut-off points for hypo- and hyperthermia were chosen quite similar. In the majority of centers the nursing staff at bedside manages the thermal care. All participating centers prefer the incubator as the heat therapy device.

Discussion: Despite the lack of scientific evidence there is a consensus that 37,0 °C is the right temperature for all VLBW categories, as it is for older children and even for adults. This is an unexpected finding in view of the fact that the body temperature of the fetus in utero is known to be 0,5 °C - 1,0 °C higher than that of the mother. Defining what is the right target body temperature for preterm babies and reevaluating the principles of thermal care should be something to aim for.

7 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Frage 3. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an ? S.24
- Abb. 2: Frage 4. Welche Berufsgruppe ist in Ihrer Abteilung im klinischen Alltag hauptsächlich verantwortlich für das Thermomanagement bei Frühgeborenen ? S.25
- Abb. 3.1: Frage 6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? 24 SSW / 500 g S.26
- Abb. 3.2: Frage 6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? 27 SSW / 1000 g S.26
- Abb. 3.3: Frage 6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? 30 SSW / 1500 g S.27
- Abb. 4: Hypo- und Hyperthermiedefinition in Abhängigkeit zu SSW und Gewicht S.28
- Abb. 5: Frage 10: Kontinuierliche Temperaturmessung: Bitte geben Sie die hauptsächlich verwendete Messmethode an S.30
- Abb. 6: Frage 12: Gradientenmessung: Was ist der Zielbereich für gemessene Temperatur-Gradienten von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung ? S.30
- Abb. 7: Fragen 15 und 16: Einstellung der Lufttemperatur und der Feuchte im Inkubator in Abhängigkeit zum Gestationsalter (ATC-Mode) S.31
- Abb. 8: Frage 20: Auf welcher Grundlage werden Entscheidungen bezüglich des Thermoregulationsmodus hauptsächlich getroffen ? S.33
- Abb. 9: Angestrebte Körperkerntemperatur in Abhängigkeit SSW und GA S.37

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Temperaturziele abhängig vom Gestationsalter S.29

Tabelle 2 Ergänzende wärmetherapeutische Maßnahmen S.34

9 Abkürzungsverzeichnis

ARDS	Acute Respiratoy distress Syndrom
ATP	Adenosintriphosphat
BPD	Bronchopulmonale Dysplasie
ELBW	Extremly low birthweight
GA	Gestationsalter
GG	Geburtsgewicht
HIE	Hypoxisch- ischämische Enzephalopathie
MLBW	Moderate low birthweight
NEC	Nekrotisierende Enterokolitis
PNZ	Perinatalzentrum
SOP	Standart Operating Procedure
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SSW	Vollendete Schwangerschaftswoche (wird bei Geburt angegeben)
VLBW	Very low birthweight
WHO	World Health Organisation

10 Literaturverzeichnis

1. Adamson, S. K., Jr. und M. E. Towell (1965). "Thermal Homeostasis in the Fetus and Newborn." Anesthesiology **26**: 531-548.
2. Allen, C. M. und S. A. Founds (2013). "Genetics and preterm birth." J Obstet Gynecol Neonatal Nurs **42**(6): 730-736.
3. Ananth, C. V. , D. Getahun , M. R. Peltier und J. C. Smulian (2006). "Placental abruption in term and preterm gestations: evidence for heterogeneity in clinical pathways." Obstet Gynecol **107**(4): 785-792.
4. Antonucci, R. , A. Porcella und V. Fanos (2009). "The infant incubator in the neonatal intensive care unit: unresolved issues and future developments." J Perinat Med **37**(6): 587-598.
5. Askie, L. M. , D. J. Henderson-Smart und H. Ko (2009). "Restricted versus liberal oxygen exposure for preventing morbidity and mortality in preterm or low birth weight infants." Cochrane Database Syst Rev(1): CD001077.
6. Blencowe, H. , S. Cousens , M. Z. Oestergaard , D. Chou , A. B. Moller , R. Narwal , A. Adler , C. Vera Garcia , S. Rohde , L. Say und J. E. Lawn (2012). "National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: a systematic analysis and implications." Lancet **379**(9832): 2162-2172.
7. Blondel, B. , A. Macfarlane , M. Gissler , G. Breart , J. Zeitlin und P. S. Group (2006). "Preterm birth and multiple pregnancy in European countries participating in the PERISTAT project." BJOG **113**(5): 528-535.
8. Bokslag, A. , M. van Weissenbruch , B. W. Mol und C. J. de Groot (2016). "Preeclampsia; short and long-term consequences for mother and neonate." Early Hum Dev **102**: 47-50.
9. Buetow, K. C. und S. W. Klein (1964). "Effect of Maintenance of "Normal" Skin Temperature on Survival of Infants of Low Birth Weight." Pediatrics **34**: 163-170.
10. Charafeddine, L. , H. Tamim , H. Hassouna , R. Akel und M. Nabulsi (2014). "Axillary and rectal thermometry in the newborn: do they agree?" BMC Res Notes **7**: 584.

11. Conde-Agudelo, A. und J. L. Diaz-Rossello (2016). "Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants." Cochrane Database Syst Rev(8): CD002771.
12. Davies, E. L. , J. S. Bell und S. Bhattacharya (2016). "Preeclampsia and preterm delivery: A population-based case-control study." Hypertens Pregnancy **35**(4): 510-519.
13. Davis, N. M. , G. W. Ford , P. J. Anderson , L. W. Doyle und G. Victorian Infant Collaborative Study (2007). "Developmental coordination disorder at 8 years of age in a regional cohort of extremely-low-birthweight or very preterm infants." Dev Med Child Neurol **49**(5): 325-330.
14. Deguines, C. , P. Decima , A. Pelletier , L. Degrugilliers , L. Ghyselen und P. Tourneux (2012). "Variations in incubator temperature and humidity management: a survey of current practice." Acta Paediatr **101**(3): 230-235.
15. Dollberg, S. , A. Rimon , H. D. Atherton und S. B. Hoath (2000). "Continuous measurement of core body temperature in preterm infants." Am J Perinatol **17**(5): 257-264.
16. Dudek-Shriber, L. (2004). "Parent stress in the neonatal intensive care unit and the influence of parent and infant characteristics." Am J Occup Ther **58**(5): 509-520.
17. DuRant, S. E. , W. A. Hopkins , D. M. Hawley und G. R. Hepp (2012). "Incubation temperature affects multiple measures of immunocompetence in young wood ducks (Aix Sponsa)." Biol Lett **8**(1): 108-111.
18. DuRant, S. E. , W. A. Hopkins und G. R. Hepp (2011). "Embryonic developmental patterns and energy expenditure are affected by incubation temperature in wood ducks (Aix sponsa)." Physiol Biochem Zool **84**(5): 451-457.
19. Ehrenkranz, R. A. (2010). "Early nutritional support and outcomes in ELBW infants." Early Hum Dev **86 Suppl 1**: 21-25.
20. Fantuzzi, G. , G. Aggazzotti , E. Righi , F. Facchinetti , E. Bertucci , S. Kanitz , F. Barbone , G. Sansebastiano , M. A. Battaglia , V. Leoni , L. Fabiani , M. Triassi und S. Sciacca (2007). "Preterm delivery and exposure to active and passive smoking during pregnancy: a case-control study from Italy." Paediatr Perinat Epidemiol **21**(3): 194-200.

21. Feldman, R. , A. I. Eidelman , L. Sirota und A. Weller (2002). "Comparison of skin-to-skin (kangaroo) and traditional care: parenting outcomes and preterm infant development." Pediatrics **110**(1 Pt 1): 16-26.
22. Field, D. J. , J. S. Dorling , B. N. Manktelow und E. S. Draper (2008). "Survival of extremely premature babies in a geographically defined population: prospective cohort study of 1994-9 compared with 2000-5." BMJ **336**(7655): 1221-1223.
23. Flenady, V. J. und P. G. Woodgate (2003). "Radiant warmers versus incubators for regulating body temperature in newborn infants." Cochrane Database Syst Rev(4): CD000435.
24. Frank, J. D. und S. Brown (1978). "Thermometers and rectal perforations in the neonate." Arch Dis Child **53**(10): 824-825.
25. Freed, G. L. und J. K. Fraley (1992). "Lack of agreement of tympanic membrane temperature assessments with conventional methods in a private practice setting." Pediatrics **89**(3): 384-386.
26. Gekle, M. und D. Singer (2018). Wärmehaushalt und Temperaturregulation. Physiologie. H. C. Pape, A. Kurtz and S. Silbernagel. Stuttgart, Thieme. **8**: 567-584.
27. Gibberd, A. J. , J. M. Simpson , J. Jones , R. Williams , F. Stanley und S. J. Eades (2019). "A large proportion of poor birth outcomes among Aboriginal Western Australians are attributable to smoking, alcohol and substance misuse, and assault." BMC Pregnancy Childbirth **19**(1): 110.
28. Goldenberg, R. L. , J. F. Culhane , J. D. Iams und R. Romero (2008). "Epidemiology and causes of preterm birth." Lancet **371**(9606): 75-84.
29. Goldenberg, R. L. , J. C. Hauth und W. W. Andrews (2000). "Intrauterine infection and preterm delivery." N Engl J Med **342**(20): 1500-1507.
30. Grunewaldt, K. H. , T. Fjortoft , K. J. Bjuland , A. M. Brubakk , L. Eikenes , A. K. Haberg , G. C. Lohaugen und J. Skranes (2014). "Follow-up at age 10 years in ELBW children - functional outcome, brain morphology and results from motor assessments in infancy." Early Hum Dev **90**(10): 571-578.
31. Hammarlund, K. und G. Sedin (1979). "Transepidermal water loss in newborn infants. III. Relation to gestational age." Acta Paediatr Scand **68**(6): 795-801.

32. Hepp, G. R. und R. A. Kennamer (2012). "Warm is better: incubation temperature influences apparent survival and recruitment of wood ducks (*Aix sponsa*)." PLoS One **7**(10): e47777.
33. Hey, E. N. und G. Katz (1970). "The optimum thermal environment for naked babies." Arch Dis Child **45**(241): 328-334.
34. Hissink Muller, P. C. , L. H. van Berkel und A. J. de Beaufort (2008). "Axillary and rectal temperature measurements poorly agree in newborn infants." Neonatology **94**(1): 31-34.
35. Houstek, J. , K. Vizek , S. Pavelka , J. Kopecky , E. Krejcova , J. Hermanska und M. Cermakova (1993). "Type II iodothyronine 5'-deiodinase and uncoupling protein in brown adipose tissue of human newborns." J Clin Endocrinol Metab **77**(2): 382-387.
36. Hunter, L. P. (1991). "Measurement of axillary temperatures in neonates." West J Nurs Res **13**(3): 324-333; discussion 333-325.
37. Jorch, G. (2010). Neonatologie : die Medizin des Früh- und Reifgeborenen. Stuttgart, Thieme.
38. Karlsson, V. , A. B. Heinemann , G. Sjors , K. H. Nykvist und J. Agren (2012). "Early skin-to-skin care in extremely preterm infants: thermal balance and care environment." J Pediatr **161**(3): 422-426.
39. Kidokoro, H. , P. J. Anderson , L. W. Doyle , L. J. Woodward , J. J. Neil und T. E. Inder (2014). "Brain injury and altered brain growth in preterm infants: predictors and prognosis." Pediatrics **134**(2): e444-453.
40. Knobel, R. B. , D. Holditch-Davis und T. A. Schwartz (2010). "Optimal body temperature in transitional extremely low birth weight infants using heart rate and temperature as indicators." J Obstet Gynecol Neonatal Nurs **39**(1): 3-14.
41. Knobel, R. B. , D. Holditch-Davis , T. A. Schwartz und J. E. Wimmer, Jr. (2009). "Extremely low birth weight preterm infants lack vasomotor response in relationship to cold body temperatures at birth." J Perinatol **29**(12): 814-821.
42. Knox, I. C., Jr. und J. K. Hoerner (1950). "The role of infection in premature rupture of the membranes." Am J Obstet Gynecol **59**(1): 190-194, illust.
43. Kommers, D. R. , R. Joshi , C. van Pul , L. Atallah , L. Feijs , G. Oei , S. Bambang Oetomo und P. Andriessen (2017). "Features of Heart Rate Variability Capture Regulatory Changes During Kangaroo Care in Preterm Infants." J Pediatr **182**: 92-98 e91.

44. Korvenranta, E. , L. Lehtonen , L. Rautava , U. Hakkinen , S. Andersson , M. Gissler , M. Hallman , J. Leipala , M. Peltola , O. Tammela , M. Linna und P. P. I. S. Group (2010). "Impact of very preterm birth on health care costs at five years of age." Pediatrics **125**(5): e1109-1114.
45. Laburn, H. P. , A. Faurie , K. Goelst und D. Mitchell (2002). "Effects on fetal and maternal body temperatures of exposure of pregnant ewes to heat, cold, and exercise." J Appl Physiol (1985) **92**(2): 802-808.
46. Laburn, H. P. , D. Mitchell und K. Goelst (1992). "Fetal and maternal body temperatures measured by radiotelemetry in near-term sheep during thermal stress." J Appl Physiol (1985) **72**(3): 894-900.
47. Lahana, A. , S. Delanaud , R. Erhani , A. Glusko-Charlet , E. Durand , E. Haraux , L. Ghyselen , J. P. Libert und P. Tourneux (2018). "Warming the premature infant in the delivery room: Quantification of the risk of hyperthermia." Med Eng Phys **59**: 70-74.
48. Laptook, A. R. , E. F. Bell , S. Shankaran , N. S. Boghossian , M. H. Wyckoff , S. Kandefer , M. Walsh , S. Saha , R. Higgins , Generic und N. N. R. N. Moderate Preterm Subcommittees of the (2018). "Admission Temperature and Associated Mortality and Morbidity among Moderately and Extremely Preterm Infants." J Pediatr **192**: 53-59 e52.
49. Lemburg, P. (1995). Thermal Monitoring of very Preterm Infants. Wich Temperature should be Measured? Thermoregulation of Sick and Low Birth Weight Neonates. A. Okken and J. Koch. Berlin, Springer. **1**: 63 - 68.
50. Lin, P. W. und B. J. Stoll (2006). "Necrotising enterocolitis." Lancet **368**(9543): 1271-1283.
51. Linden, M. A. , I. L. Cepeda , A. Synnes und R. E. Grunau (2015). "Stress in parents of children born very preterm is predicted by child externalising behaviour and parent coping at age 7 years." Arch Dis Child **100**(6): 554-558.
52. Lyon, A. J. und Y. Freer (2011). "Goals and options in keeping preterm babies warm." Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed **96**(1): F71-74.
53. Lyu, Y. , P. S. Shah , X. Y. Ye , R. Warre , B. Piedboeuf , A. Deshpandey , M. Dunn , S. K. Lee und N. Canadian Neonatal (2015). "Association between admission temperature and mortality and major morbidity in preterm infants born at fewer than 33 weeks' gestation." JAMA Pediatr **169**(4): e150277.

54. Manja, V. , S. Lakshminrusimha und D. J. Cook (2015). "Oxygen saturation target range for extremely preterm infants: a systematic review and meta-analysis." JAMA Pediatr **169**(4): 332-340.
55. Marlow, N. , D. Wolke , M. A. Bracewell , M. Samara und E. P. S. Group (2005). "Neurologic and developmental disability at six years of age after extremely preterm birth." N Engl J Med **352**(1): 9-19.
56. Meis, P. J. , R. L. Goldenberg , B. Mercer , A. Moawad , A. Das , D. McNellis , F. Johnson , J. D. Iams , E. Thom und W. W. Andrews (1995). "The preterm prediction study: significance of vaginal infections. National Institute of Child Health and Human Development Maternal-Fetal Medicine Units Network." Am J Obstet Gynecol **173**(4): 1231-1235.
57. Mercer, B. M. , R. L. Goldenberg , A. H. Moawad , P. J. Meis , J. D. Iams , A. F. Das , S. N. Caritis , M. Miodovnik , M. K. Menard , G. R. Thurnau , M. P. Dombrowski , J. M. Roberts und D. McNellis (1999). "The preterm prediction study: effect of gestational age and cause of preterm birth on subsequent obstetric outcome. National Institute of Child Health and Human Development Maternal-Fetal Medicine Units Network." Am J Obstet Gynecol **181**(5 Pt 1): 1216-1221.
58. Morgan, T. K. (2016). "Role of the Placenta in Preterm Birth: A Review." Am J Perinatol **33**(3): 258-266.
59. Nadeau, H. C. , A. Subramaniam und W. W. Andrews (2016). "Infection and preterm birth." Semin Fetal Neonatal Med **21**(2): 100-105.
60. O'Leary, C. M. , N. Nassar , J. J. Kurinczuk und C. Bower (2009). "The effect of maternal alcohol consumption on fetal growth and preterm birth." BJOG **116**(3): 390-400.
61. Okken, A. und J. Koch (1995). Thermoregulation of sick and low birth weight neonates : temperature control, temperature monitoring, thermal environment : with 87 figures. Berlin ; New York, Springer.
62. Platt, M. J. (2014). "Outcomes in preterm infants." Public Health **128**(5): 399-403.
63. Ramanathan, R. und S. Sardesai (2008). "Lung protective ventilatory strategies in very low birth weight infants." J Perinatol **28 Suppl 1**: S41-46.
64. Restrepo-Mendez, M. C. , D. A. Lawlor , B. L. Horta , A. Matijasevich , I. S. Santos , A. M. Menezes , F. C. Barros und C. G. Victora (2015). "The

- association of maternal age with birthweight and gestational age: a cross-cohort comparison." Paediatr Perinat Epidemiol **29**(1): 31-40.
65. Robertson-Smith, J. , F. T. McCaffrey , R. Sayers , S. Williams und B. J. Taylor (2015). "A comparison of mid-forehead and axillary temperatures in newborn intensive care." J Perinatol **35**(2): 120-122.
66. Romero, R. , J. Espinoza , J. P. Kusanovic , F. Gotsch , S. Hassan , O. Erez , T. Chaiworapongsa und M. Mazor (2006). "The preterm parturition syndrome." BJOG **113 Suppl 3**: 17-42.
67. Romero, R. , R. Quintero , E. Oyarzun , Y. K. Wu , V. Sabo , M. Mazor und J. C. Hobbins (1988). "Intraamniotic infection and the onset of labor in preterm premature rupture of the membranes." Am J Obstet Gynecol **159**(3): 661-666.
68. Romero, R. , M. Sirtori , E. Oyarzun , C. Avila , M. Mazor , R. Callahan , V. Sabo , A. P. Athanassiadis und J. C. Hobbins (1989). "Infection and labor. V. Prevalence, microbiology, and clinical significance of intraamniotic infection in women with preterm labor and intact membranes." Am J Obstet Gynecol **161**(3): 817-824.
69. Saigal, S. , L. den Ouden , D. Wolke , L. Hoult , N. Paneth , D. L. Streiner , A. Whitaker und J. Pinto-Martin (2003). "School-age outcomes in children who were extremely low birth weight from four international population-based cohorts." Pediatrics **112**(4): 943-950.
70. Sankaran, K. , B. Puckett , D. S. Lee , M. Seshia , J. Boulton , Z. Qiu , S. K. Lee und N. Canadian Neonatal (2004). "Variations in incidence of necrotizing enterocolitis in Canadian neonatal intensive care units." J Pediatr Gastroenterol Nutr **39**(4): 366-372.
71. Sauer, P. J. , H. J. Dane und H. K. Visser (1984). "New standards for neutral thermal environment of healthy very low birthweight infants in week one of life." Arch Dis Child **59**(1): 18-22.
72. Silverman, W. A. , J. W. Fertig und A. P. Berger (1958). "The influence of the thermal environment upon the survival of newly born premature infants." Pediatrics **22**(5): 876-886.
73. Smiddy, F. G. und E. A. Benson (1969). "Rectal perforation by thermometer." Lancet **2**(7624): 805-806.
74. Soll, R. F. (2008). "Heat loss prevention in neonates." J Perinatol **28 Suppl 1**: S57-59.

75. Speer, C. und M. Gahr (2013). Pädiatrie: mit 366 Tabellen. Berlin u.a., Springer.
76. Stenson, B. J. , W. O. Tarnow-Mordi , B. A. Darlow , J. Simes , E. Juszczak , L. Askie , M. Battin , U. Bowler , R. Broadbent , P. Cairns , P. G. Davis , S. Deshpande , M. Donoghoe , L. Doyle , B. W. Fleck , A. Ghadge , W. Hague , H. L. Halliday , M. Hewson , A. King , A. Kirby , N. Marlow , M. Meyer , C. Morley , K. Simmer , W. Tin , S. P. Wardle , P. Brocklehurst , B. I. U. K. C. Group , B. I. A. C. Group und B. I. N. Z. C. Group (2013). "Oxygen saturation and outcomes in preterm infants." N Engl J Med **368**(22): 2094-2104.
77. Stoelhorst, G. M. , M. Rijken , S. E. Martens , R. Brand , A. L. den Ouden , J. M. Wit , S. Veen und P. Leiden Follow-Up Project on (2005). "Changes in neonatology: comparison of two cohorts of very preterm infants (gestational age <32 weeks): the Project On Preterm and Small for Gestational Age Infants 1983 and the Leiden Follow-Up Project on Prematurity 1996-1997." Pediatrics **115**(2): 396-405.
78. Stoll, B. J. , W. P. Kanto, Jr. , R. I. Glass , A. J. Nahmias und A. W. Brann, Jr. (1980). "Epidemiology of necrotizing enterocolitis: a case control study." J Pediatr **96**(3 Pt 1): 447-451.
79. Topaloglu, N. , F. K. Binnetoglu , S. Yildirim , M. Tekin , N. Kaymaz , H. Aylanc , F. Battal , H. A. Kiraz , M. Gencer , E. Baser und V. Hanci (2016). "Effect of delivery mode on postpartum neonatal body temperatures." J Matern Fetal Neonatal Med **29**(3): 385-388.
80. UNICEF, W., World Bank Group and United Nations (2017). Levels & Trends in Child Mortality: Report 2017, Estimates Developed by the UN Inter-agency Group for Child Mortality Estimation. , UNICEF.
81. van der Spek, R. D. , R. A. van Lingen und D. van Zoeren-Grobbe (2009). "Body temperature measurement in VLBW infants by continuous skin measurement is a good or even better alternative than continuous rectal measurement." Acta Paediatr **98**(2): 282-285.
82. Waldenstrom, U. , S. Cnattingius , L. Vixner und M. Norman (2017). "Advanced maternal age increases the risk of very preterm birth, irrespective of parity: a population-based register study." BJOG **124**(8): 1235-1244.
83. WHO (1977). "Recommended definitions, terminology and format for statistical tables related to the perinatal period and use of a new certificate for cause of

perinatal deaths. Modifications recommended by FIGO as amended October 14, 1976." Acta Obstet Gynecol Scand **56**(3): 247-253.

84. WHO (1997). Thermal Protection of the Newborn: A practical Guide. Division of Reproductive Health (Technical Support). Maternal and Newborn Health / Safe Motherhood Unit.. Geneva, WHO.
85. Wilshaw, R. , R. Beckstrand , D. Waid und G. B. Schaalje (1999). "A comparison of the use of tympanic, axillary, and rectal thermometers in infants." J Pediatr Nurs **14**(2): 88-93.
86. Yetman, R. J. , D. K. Coody , M. S. West , D. Montgomery und M. Brown (1993). "Comparison of temperature measurements by an aural infrared thermometer with measurements by traditional rectal and axillary techniques." J Pediatr **122**(5 Pt 1): 769-773.

11 Fragebogen im Original

Sehr geehrte(r) Umfrage-Teilnehmer(in),

wir möchten Sie darauf aufmerksam machen, dass es für Sie zu jedem Zeitpunkt während dieser Umfrage die Möglichkeit gibt, über den Funktionsbutton "Zurück" am Unterrand jeder Seite, Ihre Antworten nochmals zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.

Viel Vergnügen bei der Beantwortung unserer Fragen und herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Allgemeines

1. Bitte geben Sie die Postleitzahl Ihrer Klinik ein:

2. Wie viele Betten hat Ihre Früh- und Neugeborenen-Intensivstation?

3. Welcher Berufsgruppe gehören Sie an?

- Pflege(fach)kraft
- Pflegerische Leitung (Stationleitung)
- Stationsarzt
- Ärztliche Leitung (Oberarzt, Chefarzt)

4. Welche Berufsgruppe ist in Ihrer Abteilung im klinischen Alltag HAUPTSÄCHLICH verantwortlich für das Thermomanagement bei Frühgeborenen?

- Pflege(fach)kraft am Patientenbett
- Stationleitung Pflege
- Stationsarzt
- Ärztliche Leitung (Oberarzt, Chefarzt)

5. Wie viele Frühgeborene mit einem Geburtsgewicht < 1500g (Very Low Birth Weight, VLBW) werden pro Jahr auf Ihrer neonatologischen Intensivstation im Durchschnitt behandelt ?

Temperatur - Ziel

6. Was ist der Zielbereich für die Körperkerntemperatur von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile zu setzen.

Beispiel: Ihr Zielbereich für die Körperkerntemperatur für Frühgeborene der 30. SSW liegt bei 36,5-37,5 °C. Dann setzen Sie bitte in die Zeile 30 SSW, 1500g einen Haken bei 36,5°C, 37°C und 37,5°C.

Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	36,0°C	36,5°C	37,0°C	37,5°C	38,0°C
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Bei wie viel °C gemessener Körperkerntemperatur definieren Sie eine Hypothermie und veranlassen eine Maßnahme zur Gegenregulation?

Hier ist jeweils eine Antwort pro Zeile zulässig.

	< 36,0°C	< 36,5°C	< 37,0°C
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Bei wie viel °C gemessener Körperkerntemperatur definieren Sie eine Hyperthermie und veranlassen eine Maßnahme zur Gegenregulation? Hier ist jeweils eine Antwort pro Zeile zulässig.

	> 37,0°C	> 37,5°C	> 38,0°C
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Temperatur - Messung

**9. Wie erfolgt auf Ihrer Abteilung die Körpertemperaturmessung der Frühgeborenen?
HAUPTSÄCHLICH...**

- kontinuierlich
- intermittierend

Kontinuierliche Temperaturmessung

10. Bitte geben Sie die HAUPTSÄCHLICH verwendete Messmethode an

- Rektalsonde
- Hautsonde zentral Abdomen
- Hautsonde zentral Rücken/Liegefläche
- Hautsonde zentral und peripher = Gradientenmessung (z.B. Abdomen und Fußsohle)
- Sonstiges (bitte angeben)

Intermittierende Temperaturmessung

11. Bitte geben Sie die HAUPTSÄCHLICH verwendete Messmethode an.

- Rektal per Digitalthermometer
- Axillär per Digitalthermometer
- Sonstiges (bitte angeben)

Gradientenmessung (z.B. Abdomen und Fußsohle)

12. Was ist der Zielbereich für gemessene Temperatur-Gradienten von Frühgeborenen auf Ihrer Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile zu setzen.

Beispiel: Sie definieren Ihren Zielbereich für den Temperatur-Gradienten bei Frühgeborenen der 30. SSW bis maximal 1,5°C. Dann setzen Sie bitte in die Zeile 30 SSW, 1500g einen Haken bei $\leq 0,5^\circ\text{C}$, $\leq 1^\circ\text{C}$ und $\leq 1,5^\circ\text{C}$.

Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	$\leq 0,5^\circ\text{C}$	$\leq 1,0^\circ\text{C}$	$\leq 1,5^\circ\text{C}$	$\leq 2,0^\circ\text{C}$
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Geräte zur Wärmetherapie

13. Welches Gerät wird auf Ihrer Abteilung zur Temperaturregulierung von Frühgeborenen HAUPTSÄCHLICH verwendet?

- Wärmestrahler
- Inkubator

Wärmetherapie mittels Inkubator - Modus

14. Welcher Temperatur-Modus am Inkubator wird auf Ihrer Abteilung HAUPTSÄCHLICH verwendet?

- Lufttemperaturregulierung (manueller Modus)
- Hauttemperaturregulierung (Servo Control Modus)

Wärmetherapie mittels Inkubator - Lufttemperaturregulierung (manueller...

15. Was ist der Zielbereich für die eingestellte Lufttemperatur im Inkubator von Frühgeborenen BEI AUFNAHME auf Ihre Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile zu setzen.

Beispiel: Ihr Zielbereich für die Lufttemperatur im Inkubator liegt bei Frühgeborenen der 30. SSW zwischen 35,0°C-37,0°C. Dann setzten Sie bitte Ihre Haken in der Zeile 30 SSW, 1500g bei 35,0°C, 36,0°C und 37,0°C. Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	32,0°C	33,0°C	34,0°C	35,0°C	36,0°C	37,0°C	38,0°C
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Was ist der Zielbereich für die eingestellte Luftfeuchtigkeit im Inkubator von Frühgeborenen BEI AUFNAHME auf Ihre Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile setzen.

Beispiel: Ihr Zielbereich für die Luftfeuchtigkeit im Inkubator liegt bei Frühgeborenen der 30. SSW zwischen 55-70%. Dann setzten Sie bitte Ihre Haken in der Zeile 30 SSW, 1500g bei 55%, 60%, 65% und 70%. Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wärmetherapie mittels Inkubator - Hauttemperaturregulierung (Servo Con...

17. Was ist der Zielbereich für die Hauttemperatur von Frühgeborenen BEI AUFNAHME auf Ihre Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile setzen.

Beispiel: Ihr Zielbereich für die Hauttemperatur bei Frühgeborenen der 30. SSW liegt zwischen 35,5°C-37,0°C. Dann setzten Sie bitte Ihre Haken in der Zeile 30 SSW, 1500g bei 35,5°C, 36,0°C, 36,5°C und 37,0°C.

Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	35,0	35,5	36,0	36,5	37,0	37,5	38,0
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. Was ist der Zielbereich für die eingestellte Luftfeuchtigkeit im Inkubator von Frühgeborenen BEI AUFNAHME auf Ihre Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile setzen.

Beispiel: Ihr Zielbereich für die Luftfeuchtigkeit im Inkubator liegt bei Frühgeborenen der 30. SSW zwischen 55-70%. Dann setzten Sie bitte Ihre Haken in der Zeile 30 SSW, 1500g bei 55%, 60%, 65% und 70%.

Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wärmetherapie mittels Wärmestrahler

19. Was ist der Zielbereich für die zentral gemessene Temperatur (z.B. Hauttemperatur, Rektaltemperatur) von Frühgeborenen BEI AUFNAHME auf Ihre Abteilung?

Erklärung: Hier ist es möglich, mehrere Haken pro Zeile setzen.

Beispiel: Ihr Zielbereich für die zentral gemessene Temperatur bei Frühgeborenen der 30. SSW liegt bei 36,5°C-37,5°C. Dann setzen Sie bitte in der Zeile 30 SSW, 1500g einen Haken bei 36,5°C, 37,0°C und 37,5°C.

Entsprechend verfahren Sie für die anderen beiden Frühgeborenen-Kategorien.

	35,0°C	35,5°C	36,0°C	36,5°C	37,0°C	37,5°C	38,0
30 SSW, 1500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 SSW, 1000g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24 SSW, 500g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Entscheidungsgrundlagen

20. Auf welcher Grundlage werden Entscheidungen bezüglich des Thermoregulationsmodus hauptsächlich getroffen?

- SOP / abteilungseigener Standard
- Empfehlung des Herstellers
- Empfehlung aus der wissenschaftlichen Literatur
- Klinische Einschätzung durch die betreuende Pflegefachkraft am Bett

Zusätzliche wärmerapeutische Maßnahmen

21. Welche zusätzlichen wärmerapeutischen Maßnahmen (in Kombination mit den hauptsächlich eingesetzten Geräten) benutzen Sie (Mehrfachantworten möglich)?

- Plastikfolie auf der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal
- Ergänzender Wärmestrahler neben der Erstversorgungseinheit im Kreißsaal
- Plastikfolie auf der offenen Einheit auf der Intensivstation
- Plastikfolie im Inkubator auf der Intensivstation
- Ergänzender Wärmestrahler bei Manipulationen im Inkubator auf der Intensivstation
- Wärmestrahler auf offener Einheit

Sonstiges (bitte angeben)

Sie haben vor dem Abschicken der Umfrage die Möglichkeit, über den Funktionsbutton "Zurück" am Unterrand jeder Seite, alle Ihre Antworten nochmals zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.

Herzlichen Dank für Ihre Beteiligung an unserer Umfrage!



12 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Singer dafür, dass er mich mit diesem Thema bedacht hat und mir während der Durchführung der Umfrage sowie dem anschließenden Schreiben der Arbeit stets zur Seite stand. Nicht nur bin ich hierdurch mit diesem äußerst interessanten Thema in Kontakt gekommen, sondern habe auch meine Leidenschaft für die Kinder- und Jugendmedizin und insbesondere für die Neonatologie entdeckt, was meinen beruflichen Werdegang entscheidend geprägt hat.

Des Weiteren möchte ich mich herzlich bei Frau Doktor Perez für ihre Unterstützungen und die Mitbetreuung der Arbeit bedanken. Herrn Doktor Vettorazzi danke ich für die Ratschläge und Hilfestellungen bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse und vor allem danke ich allen Kolleginnen und Kollegen die an meiner Umfrage teilgenommen haben, insbesondere den Kollegen der Sektion für Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin des UKE für ihre Tipps und Verbesserungsvorschläge.

Ich möchte mich bei meinem guten Freund Johannes und meiner Schwester Anna für das Lesen dieser Arbeit und die hilfreichen Korrekturvorschläge bedanken und bei meinem Bruder Jakob und meiner Schwester Lina für ihren stetigen Beistand über die letzten Jahre.

Meinem Partner Florian danke ich nicht nur für die Unterstützung beim Formatieren der Arbeit, sondern auch für die vielen wunderbaren Jahre, die er bereits an meiner Seite ist.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern Andrea und Bart bedanken, die immer hinter mir stehen und mir alles ermöglicht haben, an die ich mich jeder Zeit wenden kann und die mir von klein auf klar gemacht haben, dass ich alles erreichen kann.

13 Lebenslauf

Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Hamburg den 09.10.2019

Frauke van der Meer