

Aus der Kinderklinik und Poliklinik  
der Universität Würzburg  
Direktor: Prof. Dr. med. C. P. Speer

**Outcome von Ertrinkungsunfällen  
in Abhängigkeit von der Ursache  
und der Erstversorgung in der  
Bundesrepublik Deutschland**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu  
Würzburg

vorgelegt von  
Cornelia Thüner  
aus Oldenburg

Würzburg, Januar 2004

Referent: Prof. Dr. med. H. - B. von Stockhausen

Koreferent: Prof. Dr. med. P. Sefrin

Dekan: Prof. Dr. med. S. Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 5. November 2004

Die Promovendin ist Ärztin

Meinen Eltern gewidmet

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	1 - 3
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b>	4 - 6
2.1	Modus der Datenerfassung	4
2.2	Methoden	4 - 6
2.3	Statistik	6
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b>	7 - 45
3.1	Rücklaufquote	7
3.2	Inzidenz und Verteilung	8 - 9
3.3	Alter und Geschlecht	10 - 11
3.4	Unfallzeitpunkt	11 - 14
3.4.1	Tageszeit	11 - 12
3.4.2	Wochentag	13
3.4.3	Jahreszeit	13 - 14
3.5	Unfallort	15 - 19
3.5.1	Wassertemperatur	17 - 18
3.5.2	Wassertiefe	19
3.6	Unfallursache	19 - 21
3.7	Ersthelfer	22
3.8	Transportbegleitung zur Klinik	22 - 23
3.9	Prästationäre Massnahmen (kardiopulmonale Reanimation, Intubation)	23 - 25
3.10	Entfernung zur Klinik	26
3.11	Transportdauer	27 - 28
3.12	Aufnahmestatus in der Klinik	29 - 34
3.12.1	Körpertemperatur	29 - 31
3.12.2	Herz-Kreislaufstillstand und Ateminsuffizienz	31 - 33
3.12.3	Vitalität	33 - 34

3.13	Sekundäre Intubation	35
3.14	Hirnödem	35 - 36
3.15	Adult Respiratory Distress Syndrome (ARDS)	36 - 38
3.16	Outcome	38 - 45
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>46 - 72</b>
4.1	Klinikkollektiv	46
4.2	Inzidenz und Verteilung	47
4.3	Alter und Geschlecht	47 - 48
4.4	Unfallzeitpunkt	48 - 50
	4.4.1 Tageszeit	48 - 49
	4.4.2 Wochentag	49
	4.4.3 Jahreszeit	49 - 50
4.5	Unfallort	51 - 55
	4.5.1 Wassertemperatur	54
	4.5.2 Wassertiefe	55
4.6	Unfallursache	55 - 59
4.7	Ersthelfer	59 - 60
4.8	Transportbegleitung zur Klinik	60 - 61
4.9	Prästationäre Massnahmen (kardiopulmonale Reanimation, Intubation)	61 - 62
4.10	Entfernung zur Klinik	62
4.11	Transportdauer	62
4.12	Aufnahmestatus in der Klinik	63 - 66
	4.12.1 Körpertemperatur	63 - 64
	4.12.2 Herz-Kreislaufstillstand und Ateminsuffizienz	65
	4.12.3 Vitalität	65 - 66
4.13	Sekundäre Intubation	66
4.14	Hirnödem	66 - 67
4.15	Adult Respiratory Distress Syndrome (ARDS)	67 - 68
4.16	Outcome	68 - 72

<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	73 - 75
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	76 - 85
<b>7.</b>	<b>Anhang: Ertrinkungsunfallfragebogen</b>	86

## 1. EINLEITUNG

In Deutschland stellen Ertrinkungsunfälle bei Kindern im Alter von ein bis fünf Jahren nach Angaben des statistischen Bundesamtes (42) die häufigste nichtnatürliche Todesursache dar. Im Jahr 1995 ertranken 56 Kleinkinder und im Jahr 1996 71 Kinder bis zu fünf Jahren.

Dieser traurige erste Platz der Ertrinkungsunfälle mit tödlichem Ausgang im Kleinkindesalter findet sich auch in anderen Ländern, wie den amerikanischen Bundesstaaten Kalifornien, Arizona und Florida (10, 11, 29, 34, 37) sowie Australien (5, 6, 43) und Japan (33).

Weniger bekannt ist, dass auch bei älteren Kindern das Ertrinken eine führende Todesursache in Deutschland einnimmt. So rangiert das Ertrinken bei Kindern im Alter zwischen fünf und zehn Jahren an zweiter Stelle nach tödlichen Verkehrsunfällen (37 bzw. 41 Ertrunkene im Jahr 1995 und 1996) und im Alter von zehn bis zwanzig Jahren an dritter Stelle nach Verkehrsunfällen und Suizid (42).

In Japan und den USA wird das Ertrinken bei Kindern unter 14 Jahren als zweithäufigste Todesursache nach Verkehrsunfällen genannt (29, 33). In Spanien (15) und Großbritannien (23, 24) steht das Ertrinken bei Kindern bis zu fünf Jahren an dritter Stelle nach Tod durch Verkehrsunfälle und Verbrennungen.

Dieser Sachverhalt führt die Gefährlichkeit eines solchen Unfalls vor Augen, der stets mit einer vitalen Bedrohung verbunden ist und macht die Forderung nach Präventionsmaßnahmen deutlich.

Im folgenden sollen einige Definitionen sowie der pathophysiologische Hintergrund des Ertrinkens genannt werden.

Der Begriff primäres Ertrinken bedeutet Tod infolge einer Submersion im Wasser durch Hypoxie innerhalb von 24 Stunden, während Beinahe-Ertrinken ein Überleben für mindestens 24 Stunden nach erfolgreicher Reanimation nach Eintauchunfall definiert.

Sekundäres Ertrinken steht für Komplikationen des Unfalls und der folgenden Intensivbehandlung, die nach 24 Stunden trotz zunächst erfolgreicher Reanimation zum Tod führen. In erster Linie sind damit pulmonale Komplikationen gemeint, wie das bei Kindern in 0,4-1,1% auftretende sekundäre Atemnotsyndrom (ARDS = adult respiratory distress syndrome), das mit einem Mortalitätsrisiko von 55-85% behaftet ist (31). Dabei kommt es durch Aspiration von hypotonem Süßwasser zur Inaktivierung und Auswaschung von Surfactant. Die Folge sind Atelektasen und intrapulmonale Shunts. Bei hypertonem Salzwasser kommt es zur direkten Schädigung der alveokapillären Membran mit eiweißreichem Flüssigkeitsaustritt sowohl in das Interstitium als auch in den Alveolarraum, wobei ein Lungenödem die Folge ist. Die Schädigung der Alveolarzellen Typ 1 und 2 durch Salzwasser bedingt einen partiellen oder kompletten Kollaps der Alveolen mit konsekutivem Rechts-Links-Shunt auf pulmonaler Ebene. Letztlich führen beide Wasserarten zur Reduktion der Ventilations-Perfusions-Rate und zur Ausbildung intrapulmonaler Shunts mit konsekutivem ARDS. Klinisch zeigt sich ein Symptomenkomplex aus Hypoxämie, Hyperkapnie, diffusen Lungeninfiltraten im Röntgen Thorax sowie einer verminderten Compliance der Lunge mit intrapulmonalem Rechts-Links-Shunt (31).

Die Pathophysiologie des Beinahe-Ertrinkungsunfalls lässt sich in Abhängigkeit vom Alter des Opfers in zwei verschiedene Abläufe unterteilen.

Bei Kindern im Vorschulalter kommt es durch den Kontakt des Gesichtes mit kaltem Wasser zum sogenannten Eintauchreflex, der durch den reflektorischen Atemstillstand der Kinder mit Laryngospasmus charakterisiert ist, der bis zum Tod der Kinder erhalten bleibt. Die Kinder sind bradykard und hypoton und versterben durch trockenes Ertrinken mit nachfolgendem passivem Wassereintritt in die Lungen (39).

Bei älteren Kindern und Erwachsenen ist dieser Reflex bereits erloschen und es kommt mit dem Eindringen von Wasser in den Rachen-Kehlkopf-Bereich zum anschließenden Verschlucken und zur Aspiration des Wassers in die Atemwege (feuchtes Ertrinken).



Die Kinder ringen nach Luft und schlagen bis zur Erschöpfung um sich. Der Ertrinkungstod beruht in beiden Fällen auf einer hypoxämischen Hypoxie, die zu Herzrhythmusstörungen und letztlich zum Herzstillstand führt (14).

Ertrinkungsunfälle stellen immer eine lebensbedrohliche Situation dar, wobei das Überleben früher vor allem durch pulmonale Probleme der Patienten bedroht wurde, während heute die hypoxisch-ischämische Enzephalopathie als bestimmender Faktor zu sehen ist (14, 39).

Durch die Weiterentwicklung in der Technik der Beatmungsformen kann die pulmonale Situation besser beherrscht und die Mortalitätsrate insgesamt gesenkt werden. Allerdings bleibt die Morbiditätsrate sehr hoch. Diese Entwicklung hat zwar zu weniger Todesopfern geführt, auf der anderen Seite aber auch zu mehr neurologisch geschädigten Patienten, im schlimmsten Fall Apallikern, die für die Familien eine schwere emotionale und finanzielle Belastung darstellen.

Das Ziel dieser Studie war, Ursachen und Folgen von Ertrinkungsunfällen im Kindes- und Jugendalter zu analysieren und Präventionsstrategien zu erarbeiten. Auch sollte untersucht werden, welche Faktoren Einfluss auf den weiteren Behandlungserfolg (Outcome) nehmen.

Da Beinahe-Ertrinkungsunfälle in der Bundesrepublik nicht registriert werden, konnten mit dieser Studie erstmalig epidemiologisch aussagekräftige Daten zu Ertrinkungsunfällen gesammelt werden.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Modus der Datenerfassung

Für die Datenerhebung der vorliegenden epidemiologischen Studie wurde ein standardisierter Fragebogen (Anlage 1) an 311 Kinderkliniken der Bundesrepublik Deutschland verschickt. Mit Hilfe dieses Fragebogens sollten retrospektiv alle Ertrinkungsunfälle im Kindes- und Jugendalter der Jahre 1995 und 1996 erfaßt werden, die zur Behandlung in Kinderkliniken aufgenommen worden waren.

### 2.2 Methoden

Folgende Daten wurden mit Hilfe des Fragebogens ausgewertet:

- **Anzahl der Ertrinkungsunfälle** in den Jahren 1995 und 1996
- **Alter** in Jahren und Monaten und **Geschlecht** des Kindes
- **Datum** (Tag/ Monat/ Jahr) **und Uhrzeit** (Stunden/ Minuten) des Badeunfalls
- **Unfallort**
- **Unfallhergang**
- **Erstversorgung bzw. Bergung** der (Beinah-) Ertrunkenen durch Laienhelfer, medizinisch Vorgebildete (Bademeister, Sanitäter, Rettungs-

schwimmer oder Krankenpfleger/ ~innen) oder Ärzte am Unfallort.

- **Weitere Versorgung und Transportbegleitung** des Verunfallten durch Laien, Sanitäter oder Notärzte am Unfallort nach der Bergung und auf dem Weg zur Klinik.
- **prästationäre Reanimation** durch den Notarzt am Unfallort. dokumentiert wurde die Notwendigkeit einer kompletten kardiopulmonalen Reanimation (CPR) mit Intubation oder eine notwendig gewordene Intubation und Beatmung des Ertrunkenen ohne kardiale Herzmassage.
- **Entfernung zur Klinik** in Kilometern (km)
- **Aufnahmezeitpunkt** in der weiterversorgenden Klinik in Stunden und Minuten
- **Körpertemperatur des Patienten** in Grad Celsius (°C) bei Aufnahme in der Klinik
- **Zustand bei Aufnahme** in der Klinik: Es wurde gefragt, ob der Patient noch unter Reanimationsmaßnahmen stand, intubiert und beatmet oder beeinträchtigt, aber primär nicht beatmet war.
- **Weiterer Verlauf:** Erfasst wurden Komplikationen im stationären Verlauf, wie die sekundär notwendig gewordene Intubation und Beatmung sowie die Entstehung eines ARDS und/ oder eines Hirnödems.
- **Outcome:** Das Outcome bezeichnet den Entlassungszustand des Patienten nach erlittenem Ertrinkungsunfall, welches in fünf unterschiedliche Zustandsbilder unterteilt wurde:
  - weitgehend unauffälliges Erscheinungsbild,
  - neurologische Defizite,

- apallisches Syndrom,
- Exitus letalis innerhalb von 24 Stunden nach dem Ertrinkungsunfall,
- sekundäres Ertrinken (Exitus letalis über 24 Stunden nach dem Ertrinkungsunfall).

### 2.3 Statistik

Zur statistischen Beschreibung der Ergebnisse wurden folgende Tests verwendet:

1. Der **Chi-Quadrat-Test** wurde für zwei klassifizierte qualitative Variable ohne natürliche Reihenfolge durchgeführt.
2. Für quantitative Variable ohne wesentliche Rangbindungen wurde die **Rangkorrelation nach Spearman** errechnet. Hierbei liegt der Korrelationskoeffizient  $\rho$  zwischen +1 für idealen Zusammenhang und -1 für gegensinnige Abhängigkeit;  $\rho = 0$  bedeutet keine Abhängigkeit.
3. Der **U-Test nach Mann und Whitney** beschreibt den Unterschied einer quantitativen Variable zwischen zwei Gruppen von Patienten.
4. Der **Kruskal-Wallis-Test** ist eine Erweiterung des U-Tests nach Mann und Whitney auf mehrere Gruppen von Patienten.

Da keine Normalverteilung angenommen werden konnte, wurden durchgehend nicht parametrische Tests benutzt. Zur vergleichbaren Quantifizierung der Ergebnisse werden p – Werte berechnet. P – Werte unter 0,05 werden als „signifikant“ bezeichnet und als wesentlich interpretiert.

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1 Rücklaufquote

Von den 311 angeschriebenen Kinderkliniken der Bundesrepublik Deutschland antworteten 228 Kliniken (Rücklaufquote 73,3%). 49 Kliniken (21,5%) gaben an, weder 1995 noch 1996 einen Ertrinkungsunfall im Kindes- und Jugendalter betreut zu haben. Die übrigen 179 Kliniken (78,5%) meldeten insgesamt 734 Ertrinkungsunfälle, von denen sich 370 Unfälle (50,4%) im Jahr 1995 und 364 (49,6%) im Jahr 1996 ereigneten.

Die Fallzahl pro Klinik lag zwischen einem und 18, im Durchschnitt traten 1,6 Beinahe-Ertrinkungsunfälle pro Klinik und Jahr auf (Abb. 1).

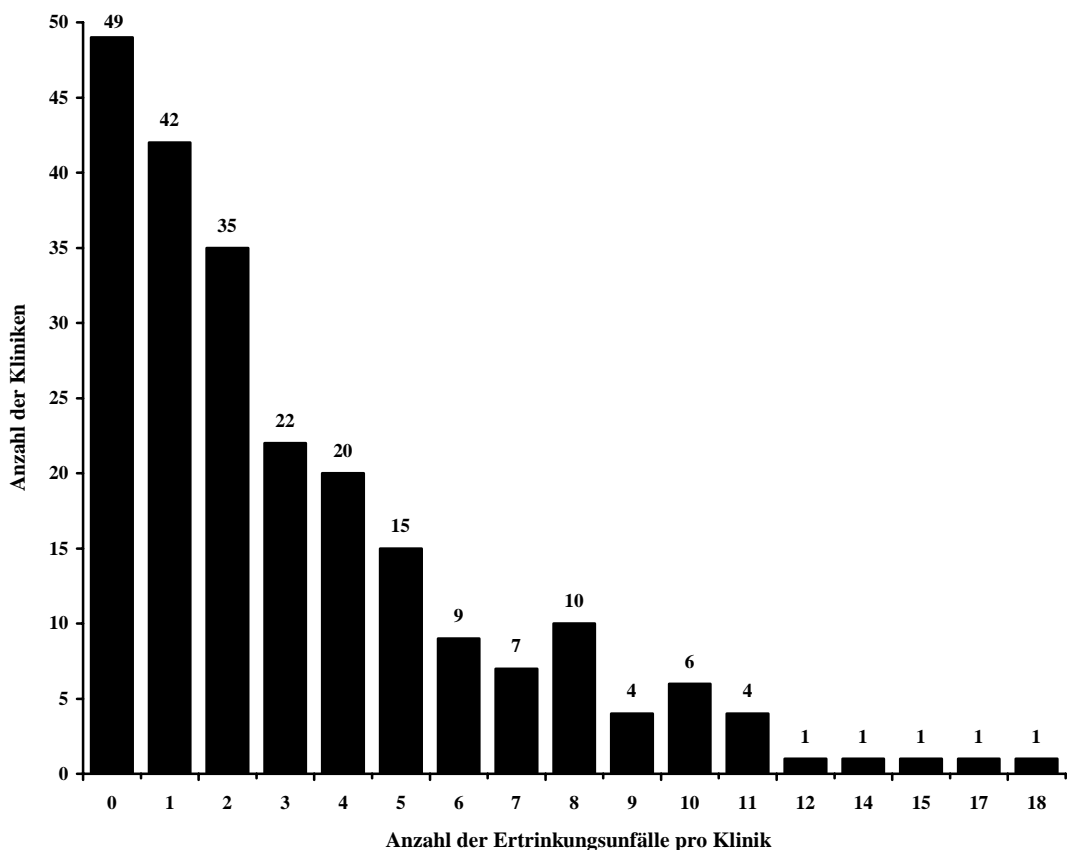


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der gemeldeten Ertrinkungsunfälle von 228 Kliniken in den Jahren 1995 und 1996

### 3.2 Inzidenz und Verteilung

Die höchsten Fallzahlen erhielten wir aus den Bundesländern Nordrhein-Westfalen mit 19,4% (142/734) und Bayern mit 17,6% (129/734), während in den fünf neuen Bundesländern, den Stadtstaaten und dem Saarland relativ wenig Ertrinkungsunfälle stationär behandelt wurden (Abb. 2).

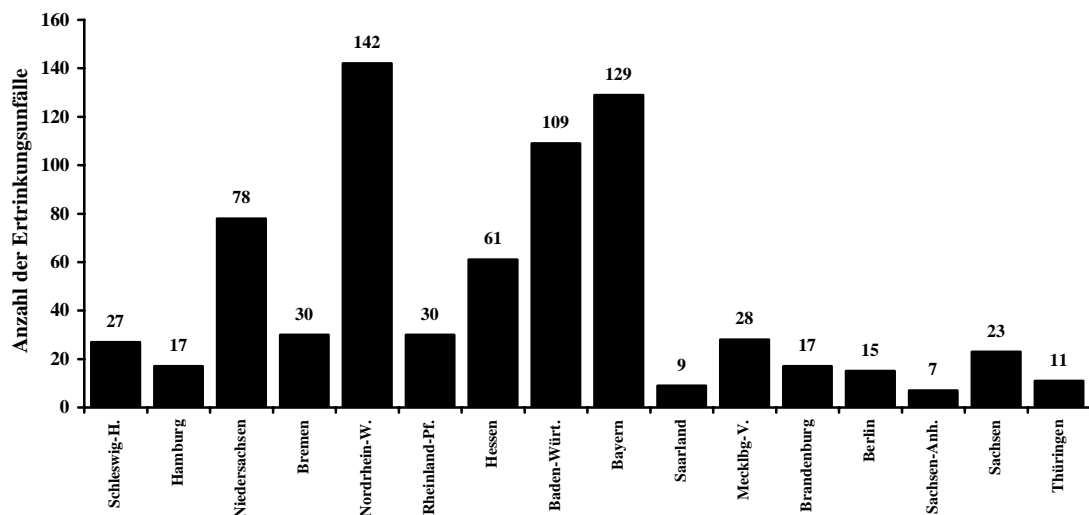


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung von 734 Ertrinkungsunfällen in den Bundesländern Deutschlands

Nach bevölkerungsstatistischen Angaben lebten in Deutschland 1995 15.902.505 und 1996 15.921.151 Kinder unter 18 Jahre. Daraus ergibt sich bei einer Fallzahl von 370 Ertrinkungsunfällen im Jahr 1995 und 364 Ertrinkungsunfällen im Jahr 1996 eine Inzidenz von 2,3/100.000 in beiden Jahren.

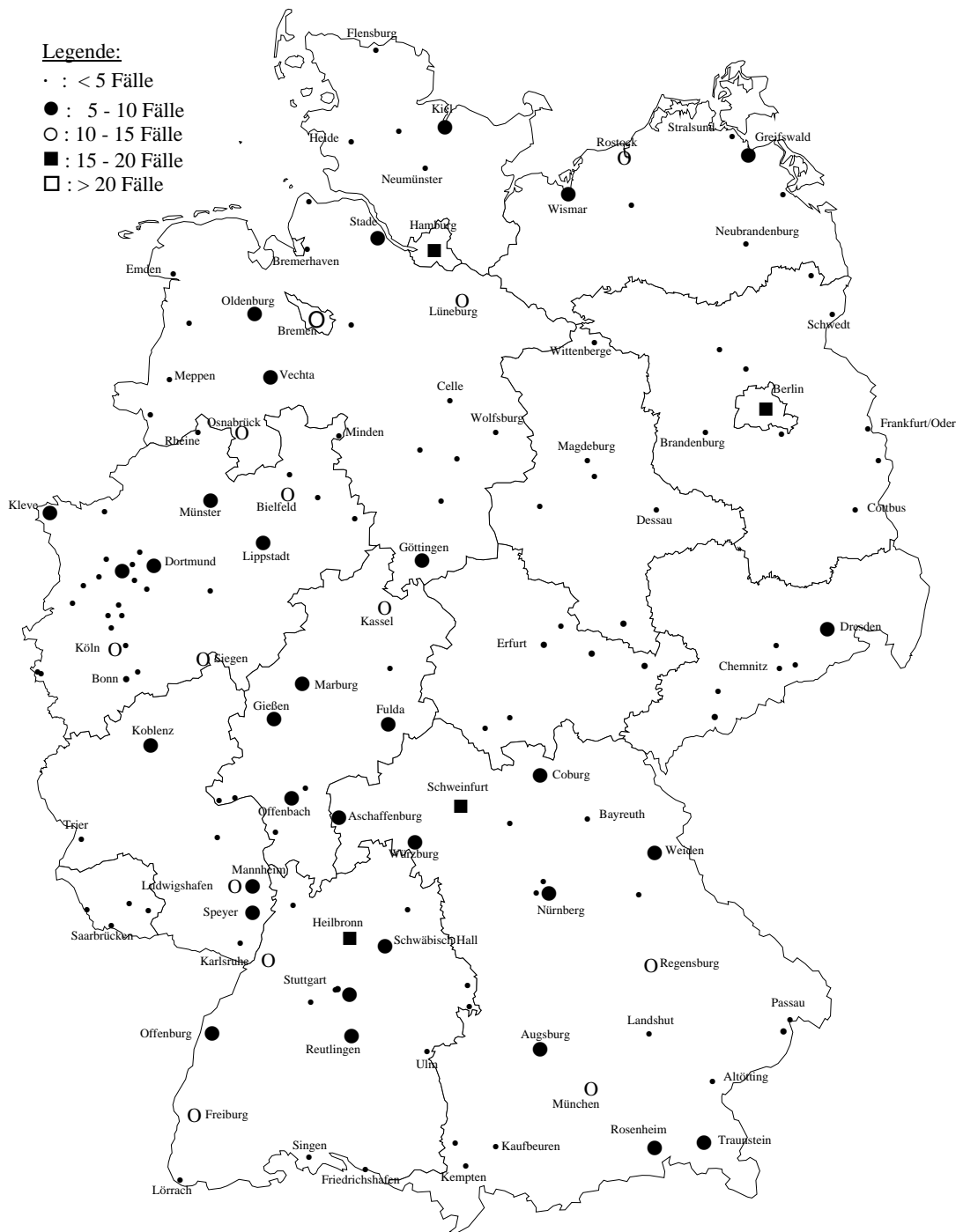


Abb. 3: Verteilung von 734 Ertrinkungsunfällen auf 228 Kliniken in der Bundesrepublik Deutschland

### 3.3 Alter und Geschlecht

Die Auswertung der Ertrinkungsunfälle ergab ein Durchschnittsalter von 4 ½ Jahren. Das jüngste Kind war vier Wochen alt, das Älteste 17 Jahre.

Die meisten der (beinahe) ertrunkenen Kinder (21,6%) waren ein bis zwei Jahre alt (158/734), gefolgt von 137 Kindern im Alter von zwei bis drei Jahren (18,8%). Mit Ausnahme der Zwölfjährigen nahm die Häufigkeit von Ertrinkungsunfällen bezogen auf das Alter ab dem 2. Lebensjahr kontinuierlich ab (Abb. 4).

Im Folgenden wird zur besseren Vergleichbarkeit das Alter der Kinder in die klassischen Altersgruppen eingeteilt: Säuglinge (0 – 1 Jahr), Kleinkinder (1 – 3 Jahre), Vorschulalter (3 – 6 Jahre), Grundschulalter (6 – 10 Jahre) sowie Jugendliche von 10 – 18 Jahren.

Sieht man von den Säuglingen mit einem Anteil von 3,1% (23/734) ab, waren Kleinkinder im zweiten und dritten Lebensjahr mit 40,2% (295/734) weitaus am häufigsten von Ertrinkungsunfällen betroffen, gefolgt von Kindern im Vorschulalter von drei bis sechs Jahren mit 31,4% (230/734). Kinder im Grundschulalter von sechs bis zehn Jahren hatten einen Anteil von 16,8% (123/734), während Kinder im Alter von zehn bis 17 Jahren mit 8,5% (62/734) nur noch einen geringen Anteil an der Gesamtzahl der erfassten Badeunfälle hatten.

Das Verhältnis zwischen Jungen und Mädchen verhielt sich wie 1,8 : 1. Bei den Säuglingen war das Geschlechtsverhältnis mit 1,3 : 1 weniger stark knabenwendig, ebenso bei den 10 bis 17-jährigen mit 1,5 : 1 ( $p = 0,64$ ). In drei Fällen fehlt eine Angabe zum Geschlecht (0,4%).



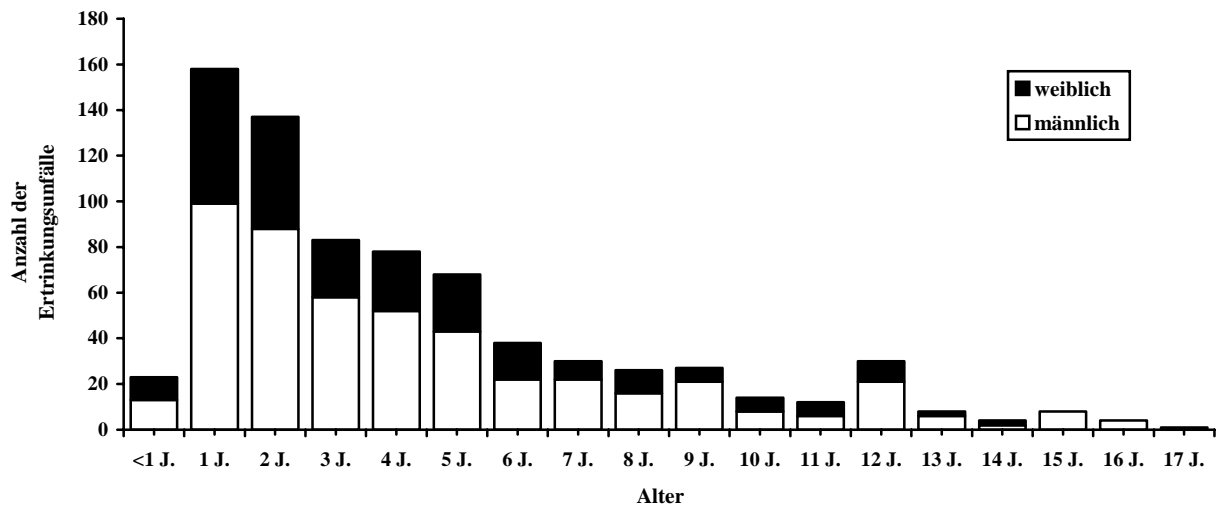


Abb. 4: Alters- und Geschlechtsverteilung von 734 Ertrinkungsunfällen

### 3.4 Unfallzeitpunkt

Die Ertrinkungsunfälle im Kindesalter zeigten eine tageszeitliche, wochentägliche und jahreszeitliche Abhängigkeit.

#### 3.4.1 Tageszeit

In 146 Fällen (19,9%) war die Unfalluhrzeit nicht bekannt. Über die Hälfte der Ertrinkungsunfälle im Kindesalter (51,2%) ereigneten sich in den Nachmittagstunden von 14 bis 18 Uhr (301/588). Am zweithäufigsten mit 18,5% (109/588) geschahen Badeunfälle in den Abendstunden von 18 bis einschließlich 22 Uhr. Am Vormittag in der Zeit von 8.15 bis 12 Uhr ertranken 106 Kinder (18,2%); in der Mittagszeit bestand die geringste Ertrinkungsunfallzahl mit 12,2% (72/588). Nachts zwischen 22.01 Uhr und 8.15 Uhr wurden keine Ertrinkungsunfälle registriert.

Zwischen dem Tageszeitpunkt des Ertrinkungsunfalls und der Altersstruktur des Kindes bestand eine wesentliche Beziehung ( $p < 0.0001$ ).

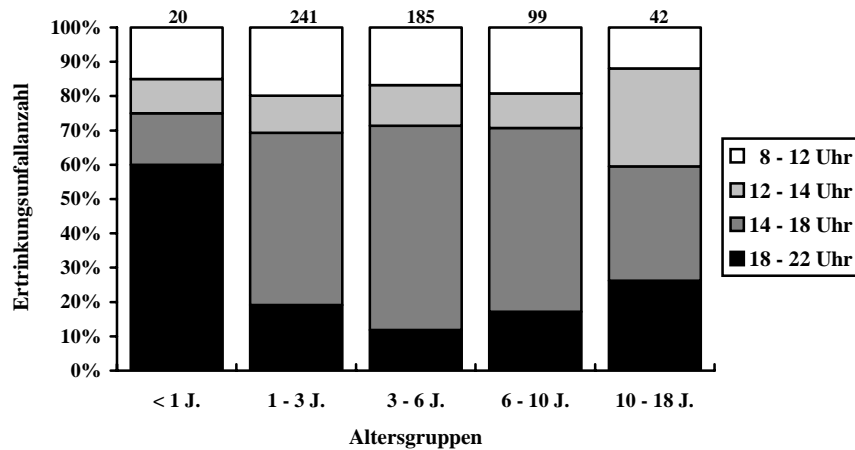


Abb. 5: Altersverteilung der Ertrinkungsunfälle in Relation zur Tageszeit

Es zeigt sich, dass Säuglinge, im Gegensatz zu allen anderen Altersgruppen, in der überwiegenden Zahl der Fälle mit 60% (12/20) abends einen Badeunfall erlitten. Mit einem Alter von ein bis zu zehn Jahren bestand dagegen eine deutliche Häufung der Ertrinkungsunfälle in den Nachmittagsstunden mit über 50%. Bei den „Teenagern“ über zehn Jahre verteilten sich die Ertrinkungsunfälle relativ gleichmäßig über den ganzen Tag (Abb. 5, Tab.1).

Tageszeit	Altersgruppe										Unfälle gesamt
	bis 1 Jahr		1 – 3 Jahre		3 – 6 Jahre		6 – 10 J.		10-18 J.		
	Anz	%	Anz	%	Anz	%	Anz	%	Anz	%	
8 – 12 Uhr	3	15	48	19,9	31	16,8	19	19,2	5	11,9	106
12 – 14 Uhr	2	10	26	10,8	22	11,9	10	10,1	12	28,6	72
14 – 18 Uhr	3	15	121	50,2	110	59,5	53	53,5	14	33,3	301
18 – 22 Uhr	12	60	46	19,1	22	11,9	17	17,2	11	26,2	108
Summe	20	100	241	100	185	100	99	100	42	100	587

Tab. 1: Tageszeitliche Abhängigkeit von Ertrinkungsunfällen bei Kindern in Relation zum Alter

### 3.4.2 Wochentag

Die registrierten Ertrinkungsunfälle traten an einem Werktag von Montag bis Freitag mit durchschnittlich 92,4 Ertrinkungsunfällen pro Tag deutlich seltener auf als an einem Wochenend- oder Feiertag mit durchschnittlich 135,5 Ertrinkungsunfällen pro Tag (Abb. 6). In einem Fall wurde der Wochentag nicht angegeben (0,1%).

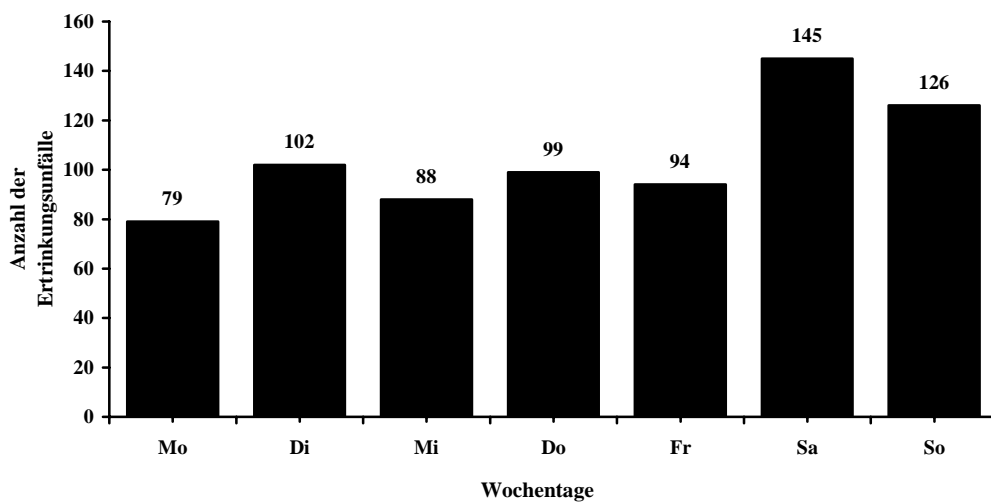


Abb. 6: Häufigkeit von 734 Ertrinkungsunfällen im Kindesalter in Abhängigkeit vom Wochentag

Alter und Geschlecht des Kindes hatten keinen Einfluss auf die Häufigkeit von Ertrinkungsunfällen an den einzelnen Wochentagen ( $p = 0,29$  bzw.  $0,44$ ).

### 3.4.3 Jahreszeit

Am häufigsten mit 43,1% (316/733) ereigneten sich Ertrinkungsunfälle während der Sommermonate von Juni bis August, dicht gefolgt von den Frühjahrsmonaten März bis Mai mit 36,3% (266/733). Um ein Drittel bis ein Viertel geringer waren die Ertrinkungsunfallzahlen im Herbst von September bis November mit 10,9% (80/733) sowie mit 9,7% (71/733) in den Wintermonaten von Dezember bis Februar (Abb. 7). In einem Fall wurde die Jahreszeit nicht angegeben (0,1%).

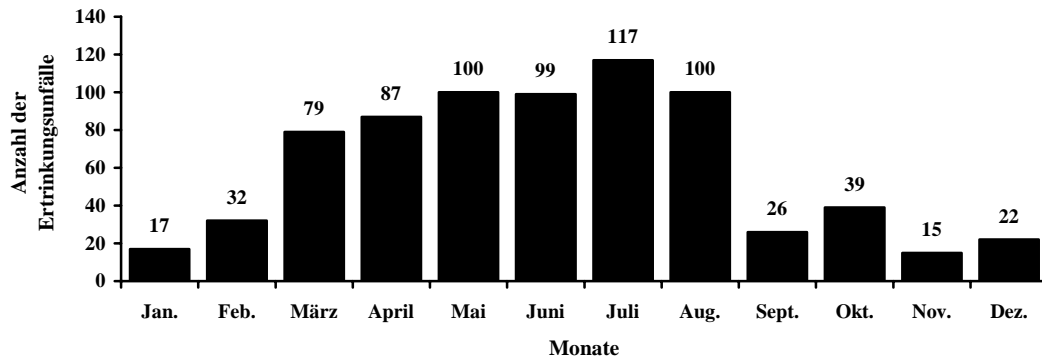


Abb. 7: Jahreszeitliche Verteilung von 734 Ertrinkungsunfällen

Zwischen der Jahreszeit und dem Alter der Kinder bestand ein deutlich positiver Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,001$ ).

Auffällig war, dass die meisten Kleinkinder (43,9%) im Frühjahr ertranken (129/294), während Ertrinkungsunfälle in den übrigen Altersklassen mit über 47% am häufigsten in den Sommermonaten auftraten. In den Wintermonaten waren die 6 bis 10jährigen mit 16,3% (20/123) im Vergleich zu den anderen Altersgruppen doppelt so häufig vertreten (Abb. 8).

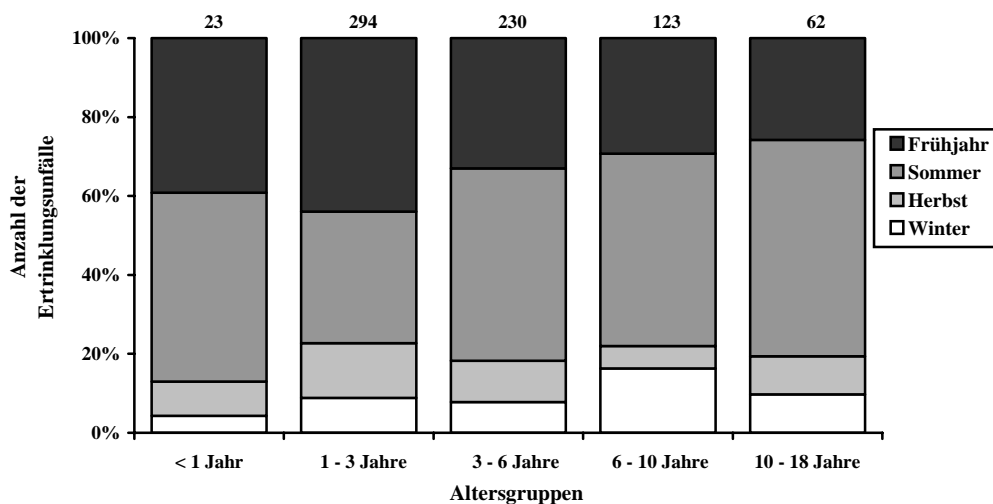


Abb. 8: Jahreszeitliche Abhängigkeit von 734 Ertrinkungsunfällen von der Altersstruktur

### 3.5 Unfallort

Bei der Auswertung der erhaltenen Fragebögen ließen sich 19 verschiedene Unfallorte unterscheiden (Tabelle 2). In zwei Fällen war der Ort des Ertrinkungsunfalls unbekannt (0,3%).

Unfallort	Anz.	%	Alter MW	Geschlecht			
				männlich		weiblich	
				Anz.	%	Anz.	%
Hallenbad	166	22,7	6 4/12	105	64,4	58	35,6
Freibad	127	17,3	6 4/12	80	63	47	37
Eigener Garten-/Zierteich	113	15,4	2	77	68,1	36	31,9
Fremder Garten-/Zierteich	51	7	2 3/12	35	68,6	16	31,4
See, Talsperre	61	8,3	5 8/12	37	60,1	24	39,3
Öffentlicher Teich	42	5,7	3 6/12	23	54,8	19	45,2
Privater Swimmingpool	38	5,2	3 2/12	26	68,4	12	31,6
Fluss, Kanal	34	4,6	4 7/12	22	64,7	12	35,3
Bach, Burg-/Mühlengraben	30	4,1	4 1 /12	24	80	6	20
Badewanne	29	4	2 7/12	13	44,8	16	55,2
Regen-, Wassertonne	11	1,5	2 5/12	9	81,8	2	18,2
Meer	7	1	8 11/12	5	71,4	2	28,6
Planschbecken	6	0,8	1 6/12	2	33,3	4	66,7
Baggerloch, Baugrube	5	0,7	5	3	60	2	40
Brunnen	4	0,5	1 10/12	3	75	1	25
Jauchegrube	4	0,5	3 3/12	3	75	1	25
Eimer, Wanne	2	0,3	2 10/12	1	50	1	50
Kuhtränke	1	0,1	1 6/12	1	100	0	0
Wasserfall	1	0,1	13 2/12	1	100	0	0

Tab. 2: Unfallorte von 734 Ertrinkungsunfällen bezüglich Alter und Geschlecht

40% der Ertrinkungsunfälle (293/734) ereigneten sich in öffentlichen Bädern, gefolgt von 164 Unfällen (22,4%) in privaten Gartenteichen. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die verschiedenen Unfallorte zu drei übergeordneten Gruppen zusammengefasst:

Gruppe 1 („öffentliches Bad“) enthält alle in Frei- und Hallenbädern registrierten Ertrinkungsunfälle, die insgesamt einen Anteil von 40% ausmachen (293/734).

Gruppe 2 („privates Gelände“) beinhaltet alle Ertrinkungsunfälle in Gartenteichen, privaten Swimmingpools, Regen- und Wassertonnen, Kuhtränken, Brunnen, Jauchegruben, Badewannen, Eimern und Wannen sowie Planschbecken. Hierauf entfielen 35,4 % aller Ertrinkungsunfälle (259/734).

Gruppe 3 („öffentliche Gewässer“) fasst Ertrinkungsunfälle in Seen, Talsperren, Flüssen, Kanälen, Bächen, Burg- und Mühlengraben, Baggerlöchern und Baugruben,

Wasserfällen und im Meer zusammen. In dieser Gruppe wurden 180 Ertrinkungsunfälle (24,6%) registriert.

Säuglinge und Kleinkinder bis zu drei Jahren erlitten weit überwiegend einen Ertrinkungsunfall in häuslichem Umfeld, während ab dem 4. Lebensjahr öffentliche Bäder und Gewässer als Unfallort überwogen (Tabelle 2, Abb. 9).

Insgesamt bestand zwischen dem Unfallort und dem Alter des Kindes ein signifikanter Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,00001$ ).

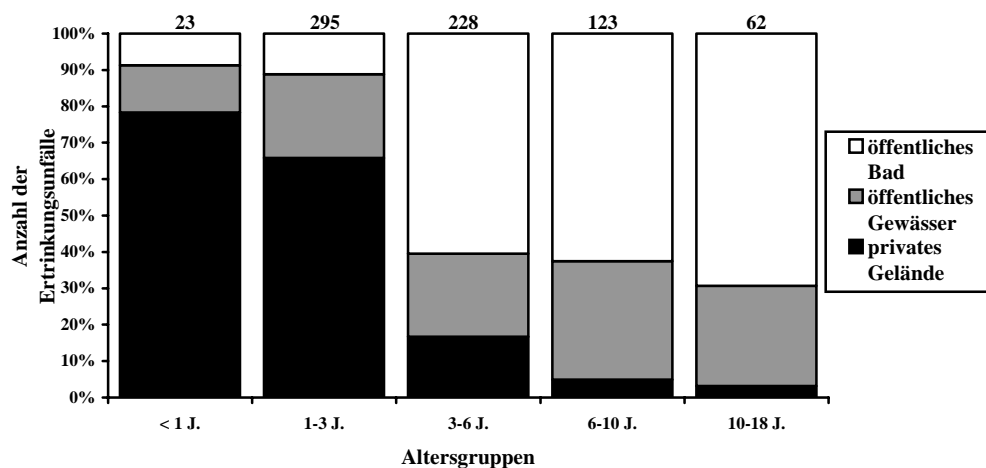


Abb. 9: Unfallorte von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Altersstruktur

In der genaueren Aufschlüsselung der Ertrinkungsunfälle auf privatem Gelände zeigt sich, dass sich die meisten Badewannenunfälle mit 37,9% (11/29) im Säuglingsalter bis zu einem Jahr ereigneten. 34,5% (10/29) der Badewannenunfälle geschahen im Kleinkindalter. Somit fallen insgesamt 72,4% aller Badewannenunfälle (21/29) auf Kinder bis zu einem Alter von drei Jahren.

Das Geschlecht der Kinder hatte keinen Einfluß auf den Unfallort ( $p = 0,89$ ), mit Ausnahme der Badewannenunfälle (55,2% Mädchen) und den Ertrinkungsunfällen im Planschbecken (66,7% Mädchen).

Es fiel auf, dass über die Hälfte aller Badewannenunfälle (57,7%) abends zwischen 18 und 22 Uhr geschahen (15/26). Im Übrigen bestand aber keine signifikante Beziehung ( $p = 0,08$ ).

Ertrinkungsunfälle geschahen sowohl in öffentlichen Bädern mit 65,2% (191/293) als auch und auf privatem Gelände mit 66,4% (172/259) häufiger werktags als an einem Wochenend- oder Feiertag. Umgekehrt verhielt es sich dagegen bei den Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Gewässern, die mit 45,8% (82/179) häufiger an einem Wochenend- oder Feiertag auftraten, wobei an Seen über die Hälfte aller Badeunfälle (57,4%) auf einen Wochenend- oder Feiertag fielen (35/61). Dieser Zusammenhang war signifikant ( $p < 0,05$ ).

Im Gegensatz zu Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Bädern und Gewässern, die überwiegend der allgemeinen jahreszeitlichen Verteilung von Badeunfällen folgten, fanden Ertrinkungsunfälle auf privatem Gelände mit 46,7% vorwiegend im Frühjahr statt (121/259). Gartenteichunfälle geschahen sogar in über 50% (89/164) während der Frühjahrsmonate. Diese jahreszeitliche Abhängigkeit des Unfallortes war hochsignifikant ( $p < 0,0001$ ).

### **3.5.1 Wassertemperatur**

Aus den Angaben zum Unfallort ließen sich Schätzwerte zur Wassertemperatur ableiten. Diese wurden in drei Wasserqualitäten eingeteilt, nämlich in „kaltes“, „warmes“ und „Eiswasser“.

Dabei geschah die überwiegende Mehrzahl der Ertrinkungsunfälle mit 88,5% (648/732) in kaltem Wasser. 7,9% Ertrinkungsunfälle (58/732) ereigneten sich in warmem Wasser. Submersionen in Eiswasser geschahen in 26 Fällen (3,5%). In zwei Fällen konnte die Wassertemperatur nicht ermittelt werden (0,3%).

Zwischen dem Alter der Kinder und der Wassertemperatur zeigte sich eine schwache Signifikanz ( $p < 0,05$ ). So ertranken jüngere Kinder in wärmerem Wasser als ältere (Tabelle 3). Über die Hälfte der Säuglinge (52,2%) ertrank in warmem Wasser (12/23); ein Eiswasserunfall kam in diesem Alter nicht vor. 77,6% aller Warmwasserunfälle geschahen in einem Alter bis zu 6 Jahren (45/58). Bei den Eiswasserunfällen gab es eine zweigipflige Verteilung, wobei je 42,3% im Alter von 1 bis 3 (11/295) und 6 bis 10 Jahren vorkamen (11/123).

Wassertemperatur	Anz.	%	Alter MW	Geschlecht			
				männlich		weiblich	
				Anz.	%	Anz.	%
kalt	648	88,5	4 7/12	429	66,4	217	33,6
warm	58	7,9	4 1/12	24	42,1	33	57,9
eisig	26	3,5	4 10/12	17	65,4	9	34,6
<b>Summe</b>	<b>732</b>	<b>100</b>	<b>4 6/12</b>	<b>470</b>	<b>64,5</b>	<b>259</b>	<b>35,5</b>

Tab. 3: Alter und Geschlecht von 732 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Wassertemperatur

Über die Hälfte der Warmwasserertrinkungsunfälle (57,9%) betrafen das weibliche Geschlecht (33/58). Bei den Kalt- und Eiswasserertrinkungsunfällen zeigte sich dagegen ein Überwiegen der Jungen mit 66,4% (429/470) bzw. 65,4% (17/26) gegenüber den Mädchen mit 33,6% (217/259) bzw. 34,6% (9/26; Tabelle 3, Abb. 10). Die statistische Berechnung im Chi-Quadrat-Test war signifikant ( $p < 0,005$ ).

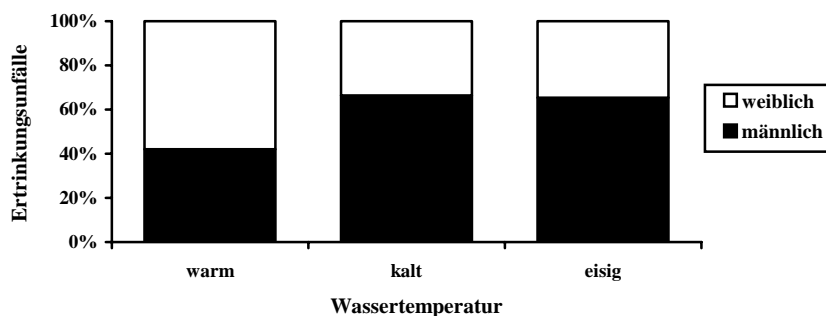


Abb. 10: Geschlecht von 734 Ertrinkungsunfallopfern in Abhängigkeit von der Wassertemperatur

Nahezu alle Eiswasserunfälle (94,7%) geschahen in öffentlichen Gewässern (18/19), während die Hälfte aller Warmwasserunfälle in der Badewanne stattfand (29/58). Dieser Zusammenhang war hochsignifikant ( $p < 0,0001$ ).



### 3.5.2 Wassertiefe

Aus den Angaben zum Unfallort konnten in 597 Fällen Schätzwerte für die Wassertiefe abgeleitet werden, in 157 Fällen (18,7%) war dies nicht möglich.

Die meisten Ertrinkungsunfälle (354/597) wurden in einer Wassertiefe von 0,31 bis 1,5 m registriert (59,3%). 26 Ertrinkungsunfälle ereigneten sich in flachem Wasser von 3 bis 30 cm (4,4%). 217 Ertrinkungsunfälle passierten in einer Wassertiefe von 1,5 bis zu 3,5 m (36,3%).

Zwischen dem Alter des ertrunkenen Kindes und der Wassertiefe des Unfallortes zeigte sich nach Spearman eine signifikant positive Korrelation, d. h. mit steigendem Lebensalter der Ertrunkenen nahm die Wassertiefe des Unfallortes zu ( $p < 0,00001$ ). Allerdings geschahen Ertrinkungsunfälle in flachem Wasser bis maximal 30 cm noch bis zu einem Alter von 5 10/12 Jahren.

Zwischen der Wassertiefe und dem Geschlecht der Ertrinkungsunfallopfer ergab sich kein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,66$ ).

### 3.6 Unfallursache

Die von den Kliniken beschriebenen Abläufe, die zu einem Ertrinkungsunfall führten, werden durch vier Hauptursachen klassifiziert und in Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1 („mangelnde Aufsicht“) enthält 409 von 734 Ertrinkungsunfällen (56,2%), die unbeobachtet geschahen, so dass kein klarer Unfallhergang geschildert werden konnte.

Gruppe 2 („Sturz“) umfasst 170 Ertrinkungsunfälle (23,3%), die durch Fallen, Ausrutschen (auch Ausrutschen der Mutter mit Kind) und (Kraftfahrzeug-)

unfall passierten.

Gruppe 3 („Spielunfall“) fasst 87 Ertrinkungsunfälle (11,9%) zusammen, die sich beim Spielen in und an Gewässern ereigneten. Darunter finden sich auch Ertrinkungsunfälle durch Rutschen auf einer Wasserrutsche sowie durch gegenseitiges Untertauchen oder Schubsen in spielerischer Absicht.

Gruppe 4 („Schwimmunfall“) beschreibt alle Ertrinkungsunfälle, die sich beim Schwimmen oder Tauchen (ohne Gerät) durch Kräfteverlust oder Wellengang ereigneten. In dieser Gruppe befinden sich 59 Ertrinkungsunfälle (8,1%).

Gruppe 5 („Krampf“) umfasst sechs Ertrinkungsunfälle, die durch Konvulsionen während des Badens entstanden (1,2%).

Ein wesentlicher Zusammenhang bestand zwischen dem Unfallhergang und dem Alter der Kinder ( $p < 0,00001$ ).

Bei den unbeobachteten Ertrinkungsunfällen handelte es sich in der überwiegenden Mehrzahl um Kleinkinder zwischen ein und drei Jahren (51,5%). Das mittlere Alter betrug hier  $3 \frac{4}{12}$  Jahre.

In der Gruppe der durch Stürze verursachten Ertrinkungsunfälle waren 64,7% der Kinder zwischen ein und sechs Jahre alt. In dieser Gruppe lag das mittlere Alter bei  $4 \frac{8}{12}$  Jahren.

Ähnlich war die Altersverteilung bei den durch Spiel entstandenen Ertrinkungsunfällen. Das mittlere Alter betrug hier  $5 \frac{10}{12}$  Jahre; 59,7% der Kinder, die beim Spiel einen Ertrinkungsunfall erlitten, waren zwischen ein und sechs Jahre alt.

Bei den Schwimmunfällen waren 81,4% der Kinder über sechs Jahre alt. Das mittlere Alter betrug hier  $9 \frac{3}{12}$  Jahre.

66,7% der durch zerebrale Krampfanfälle ausgelösten Ertrinkungsunfälle betrafen Schulkinder über zehn Jahren. Das mittlere Alter betrug  $11 \frac{8}{12}$  Jahre (Abb. 11).

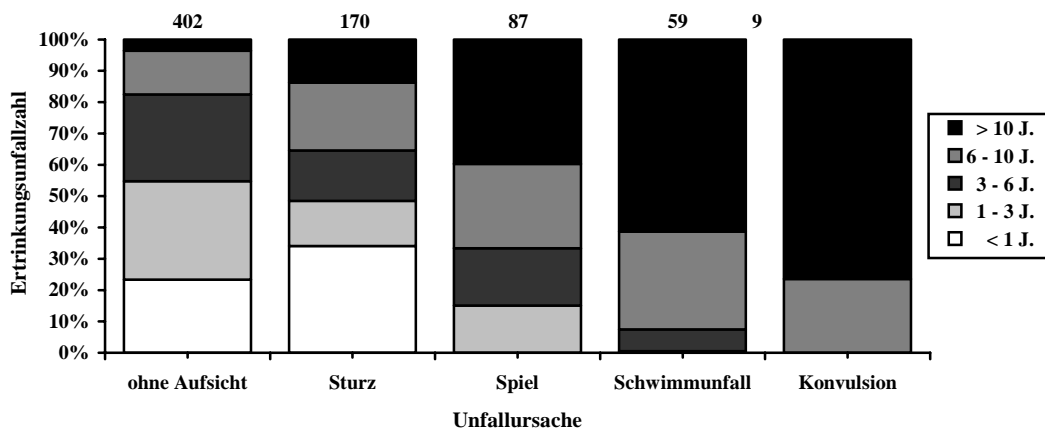


Abb. 11: Unfallhergang in Abhängigkeit vom Alter bei 734 Ertrinkungsunfällen

Zwischen der Unfallursache und dem Geschlecht der Kinder ergab sich kein Zusammenhang ( $p = 0,54$ ).

Zwischen dem Unfallort und dem Unfallhergang bestand dagegen eine wesentliche Beziehung ( $p < 0,00001$ ).

So ereigneten sich Ertrinkungsunfälle durch mangelnde Aufsicht überwiegend auf privatem Gelände (45,4%). Schwimmunfälle geschahen in 72,9% in öffentlichen Bädern (43/59) und in 25,4% in öffentlichen Gewässern (15/59). Ertrinkungsunfälle durch Stürze ereigneten sich in der Mehrzahl mit 38,8% (66/170) in offenen Gewässern. Durch Spiele verursachte Ertrinkungsunfälle fanden in 44,2% (38/86) in öffentlichen Bädern statt, ebenso 60% (6/10) der Badeunfälle durch Krampfanfälle (Abb. 12).

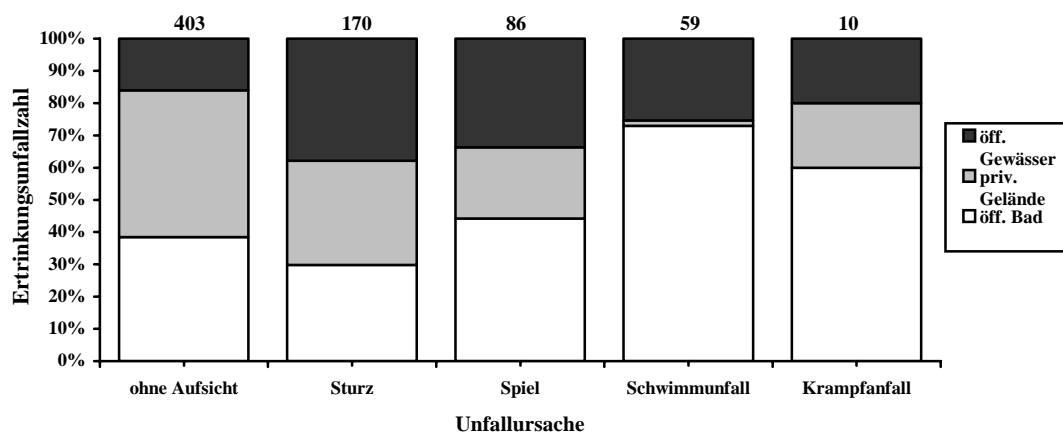


Abb. 12: Unfallursache in Abhängigkeit vom Unfallort bei 734 Ertrinkungsunfällen

### 3.7 Ersthelfer

Am häufigsten leisteten mit 69,3% der Fälle (496/716) Laien erste Hilfe bei kindlichen Ertrinkungsunfällen. In 186 Fällen (26%) waren medizinisch vorgebildete Personen wie Sanitäter oder Bademeister als Ersthelfer tätig und in nur 34 Fällen (4,7%) fanden sich Ärzte als Ersthelfer. In 18 Fällen (2,4%) wurde der Ersthelfer nicht angegeben.

Zwischen dem Alter des Ertrunkenen und der medizinischen Vorbildung des Ersthelfers fand sich ein hochsignifikanter Zusammenhang (Varianzanalyse:  $p < 0,001$ ).

Das Durchschnittsalter der Kinder bei Erstversorgung durch Laien betrug nur  $3 \frac{9}{12}$  Jahre, bei Sanitätern und Bademeistern als Ersthelfern jedoch  $6 \frac{1}{2}$  Jahre und bei Ärzten  $5 \frac{3}{12}$  Jahre.

Es bestand eine wesentliche Beziehung zwischen Unfallort und Ersthelfer (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,00001$ ).

Bei Unfällen in häuslichem Milieu leisteten mit 48,8% Laien erste Hilfe, während in öffentlichen Bädern in 84,9% medizinisch geschulte Hilfe zur Verfügung stand (Tabelle 4).

### 3.8 Transportbegleitung zur Klinik

In der überwiegenden Zahl der Fälle (85,6%) wurde die weitere Versorgung und Transportbegleitung des Ertrunkenen durch einen Arzt durchgeführt (617/721). 8,2% der Kinder nach Ertrinkungsunfall (59/721) wurden durch Laien und 6,2% (45/721) durch Sanitäter in eine Klinik transportiert. In 13 Fällen fehlte eine Angabe zur Transportbegleitung (1,8%).

Es zeigte sich, dass Laien deutlich jüngere Ertrinkungsunfallopfer zur Klinik transportierten als Sanitäter oder Ärzte ( $3 \frac{3}{12}$  Jahre gegenüber  $4 \frac{8}{12}$  Jahre bzw.

4 1/12 Jahre durchschnittlich). Diese Beziehung war im Chi-Quadrat-Test signifikant ( $p < 0,005$ ).

Hochsignifikant war der Zusammenhang zwischen Unfallort und Transportbegleitung ( $p < 0,0005$ ).

Laientransporte erfolgten vorwiegend bei Ertrinkungsunfällen im häuslichen Bereich (55,9%). Im Gegensatz zu Transporten durch Sanitäter und Ärzte (> 42%) führen Laien Ertrinkungsunfallopfer aus öffentlichen Bädern selten zur Klinik (9/59; Tabelle 4).

Ersthelfer	Unfallort						Summe
	öff. Bad		öff. Gewässer		priv. Gelände		
	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	
Laie	109	21,9	145	29,2	242	48,8	496
med. Vorgebildeter	157	84,9	24	13	4	2,2	185
Arzt	20	58,8	5	14,7	9	26,5	34
Transport							
Laie	9	15,2	17	28,8	33	55,9	59
Sanitäter	259	42,1	149	24,2	207	33,7	615
Arzt	21	46,7	11	24,4	13	28,9	45

Tab. 4: Ersthelfer und Transportbegleitung in Abhängigkeit vom Unfallort

### 3.9 Prästationäre Maßnahmen

#### (Kardiopulmonale Reanimation, Intubation)

Insgesamt musste in 31,6% aller registrierten Ertrinkungsunfälle reanimiert werden (228/721) bei 13 fehlenden Angaben (1,8%) und in 29,8% fanden Intubationen statt (214/719) bei 15 fehlenden Angaben (2%).

In 41 Fällen (19,6%) fand eine prästationäre Intubation statt, ohne dass kardiopulmonal reanimiert werden musste und in 50 Fällen (10%) musste am Unfallort reanimiert werden, ohne dass eine Beatmung notwendig wurde.

Die Notwendigkeit einer kardiopulmonalen Reanimation am Unfallort war signifikant abhängig vom Alter (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,01$ ).

Nahezu die Hälfte aller Reanimationen (109/228) wurde bei Ertrinkungsunfällen des Kleinkindalters durchgeführt (Tabelle 5).

Altersgruppen	CPR	
	Anzahl	%
< 1 Jahr	3	1,3
1 – 3 Jahre	109	47,8
3 – 6 Jahre	62	27,2
6 – 10 Jahre	30	13,2
10 – 18 Jahre	24	10,5
<b>Summe</b>	<b>228</b>	<b>100</b>

Tab. 5: Häufigkeit der kardiopulmonalen Reanimation in Abhängigkeit von der Altersstruktur bei 734 Ertrinkungsunfällen

Bezüglich der prästationären Intubationsrate ergab sich im Chi-Quadrat-Test eine geringe Beziehung zum Alter der Kinder, aber keine Signifikanz ( $p=0,054$ ). Auch hier war die Zahl der Kleinkinder, die nach Ertrinkungsunfall intubiert werden musste, mit 43% (92/214) am höchsten.

Zwischen dem Geschlecht des Kindes und einer prästationären Maßnahme ergab sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p= 0,4$  bzw.  $0,98$ ).

Im Hinblick auf den Unfallort ergab sich im Chi-Quadrat-Test eine schwache Beziehung zur Erstversorgung ( $p < 0,05$ ).

In über 1/3 der Fälle musste bei Ertrinkungsunfällen im häuslichen Umfeld kardiopulmonal reanimiert bzw. intubiert werden. Die genauen Zahlen sind Tabelle 6 zu entnehmen.

Unfallort	CPR		Intubation		Summe	%
	Anz.	%	Anz.	%		
Öff. Bad	74	25,9	67	23,4	286	100
Öff. Gewässer	62	34,8	60	33,7	178	100
Priv. Gelände	90	35,3	85	33,3	255	100
<b>Summe</b>	<b>226</b>		<b>212</b>		<b>719</b>	

Tab. 6: Häufigkeit der Erstmaßnahmen in Abhängigkeit vom Unfallort bei 734 Ertrinkungsunfällen

Die Wassertemperatur hatte keinen Einfluß auf die Häufigkeit der prästationären CPR bzw. Intubation ( $p = 0,26/0,2$ ).

Ertrinkungsunfälle als Folge von Krampfanfällen wurden in nahezu der Hälfte der Fälle (4/9) gefolgt von Reanimationsbedürftigkeit und in 2/3 der Fälle (6/9) von Beatmungspflicht (Tabelle 7). Am zweithäufigsten ergab sich die Notwendigkeit von Reanimation und /oder Beatmung bei Ertrinkungsunfällen nach Schwimmunfällen. Die Beziehung zwischen der Unfallursache und den prästationären Massnahmen war signifikant ( $p < 0,05$ ).

Unfallhergang	Summe	%	CPR		Intubation	
			Anz.	%	Anz.	%
unbeobachtet	395	55,2	142	35,9	122	30,9
Sturz	168	23,5	40	23,8	46	27,4
Spiel	85	11,9	17	20	18	21,2
Schwimmunfall	58	8,1	21	36,2	18	31
Krampfanfall	9	1,3	4	44,4	6	66,7
<b>Summe</b>	<b>715</b>	<b>100</b>	<b>224</b>		<b>210</b>	

Tab. 7: Häufigkeit der Erstmaßnahmen in Abhängigkeit vom Unfallhergang bei 734 Ertrinkungsunfällen

Es fällt auf, dass in über 60% der Fälle eine kardiopulmonale Reanimation oder Intubation notwendig war, wenn bereits die Erstversorgung von Ärzten durchgeführt wurde. Dagegen war eine anschließende CPR und Beatmung nach einer ersten Hilfe durch Laien (26,5%) und durch medizinisch Vorgebildete (38,8%) weit seltener erforderlich. Der Zusammenhang war im Chi-Quadrat-Test hochsignifikant ( $p < 0,0001$ ; Tabelle 8).

Ersthelfer	Summe	%	prästat. CPR		prästat. Intubation	
			Anz.	%	Anz.	%
Lai	487	69,3	130	26,5	122	25
Med. vorgebildet	183	26	71	38,8	66	36,1
Arzt	33	4,7	20	60,6	20	60,6
<b>Summe</b>	<b>703</b>	<b>100</b>	<b>221</b>		<b>208</b>	

Tab. 8: Häufigkeit der Erstmaßnahmen in Abhängigkeit vom Ersthelfer bei 734 Ertrinkungsunfällen

### 3.10 Entfernung zur Klinik

In 93 Fällen wurde die Entfernung zur Klinik nicht angegeben (12,7%).

Sie lag zwischen 100 m und 120 km, der Mittelwert betrug 17,9 km (Streuung: 16,48).

Nur in 13,4% lag der Unfallort weniger als 3 km von der nächsten Klinik entfernt (86/641). 31,5% der Kinder mussten nach einem Ertrinkungsunfall drei bis 10 km (202/641), 26,7% 10 bis 20 km (171/641) und 28,4% über 20 km (182/641) weit transportiert werden.

Die durchschnittliche Entfernung zwischen Unfallort und Kinderklinik betrug bei Ertrinkungsunfällen in häuslichem Bereich 20,6 km (Streuung: 18), bei Unfällen an öffentlichen Gewässern 17,3 km (Streuung: 16,9) und in öffentlichen Bädern 15,9 km (Streuung: 14,25). Die Wegstrecke beim häuslichen Unfall war insgesamt signifikant die längste (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0,005$ ). Die genauen Zahlen der einzelnen Unfallorte sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Es bestand eine signifikante Beziehung zwischen der weiteren Versorgung und Transportbegleitung und der Entfernung zur Klinik (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0,005$ ).

Es zeigte sich, dass Laien bei kürzeren Entfernungen (Mittelwert: 11,5 km, Streuung: 11,14) den Transport übernahmen. Bei der weiteren Versorgung und Transportbegleitung durch medizinisch Vorgebildete sowie Ärzte lagen die Entfernungszahlen vom Unfallort zur Klinik deutlich höher: 18,9 km bei medizinisch Vorgebildeten (Streuung: 17,09) und 14,6 km bei Transportbegleitung durch Ärzte (Streuung: 12,33).

Je weiter der Unfallort von der Klinik entfernt lag, desto häufiger wurden präklinische Maßnahmen wie Intubation und kardiopulmonale Reanimation durchgeführt (U-Test nach Mann und Whitney:  $p < 0,00001$  bzw.  $p < 0,0005$ ).

Die genauen Zahlen sind Tabelle 10 zu entnehmen.



### 3.11 Transportdauer

In 173 Fällen war die Transportdauer nicht bekannt (23,6%). Bei den übrigen Fällen lag sie zwischen 5 bis 400 Minuten.

Zwei Fälle, bei denen die Zeit zwischen dem Ertrinkungsunfall und der Klinikaufnahme 24 bzw. 48 Stunden betrug, wurden nicht in die statistischen Berechnungen mit einbezogen. Das erste 1 4/12 jährige Kind wurde, nach dem es von einer Luftmatratze in einen Baggersee gefallen war, zunächst zuhause vom Hausarzt behandelt, bevor es in die Klinik eingewiesen wurde. Der letztere Fall war ein 1 7/12 jähriges Kind, das erst zwei Tage nach dem Ertrinkungsunfall im häuslichem Gartenteich wegen Husten und Fieber in der Klinik vorgestellt wurde und dort wegen einer Pneumonie behandelt wurde.

Die durchschnittliche Transportdauer lag bei 70,9 Minuten. In 94 Fällen (16,8%) dauerte der Transport zur Klinik weniger als 30 Minuten.

Die Transportzeit von Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Bädern zur Klinik war mit 67,5 Minuten im Durchschnitt zwar kürzer als bei Ertrinkungsunfällen in häuslichem Umfeld (Mittelwert: 72,2 Minuten) sowie in öffentlichen Gewässern (Mittelwert: 74,4 Minuten), die Beziehung war jedoch nicht signifikant ( $p = 0,21$ , Tabelle 9).

Unfallort	Transportdauer (Min.)		Entfernung (km)	
	Mittelwert	Anz.	Mittelwert	Anz.
Bach, Graben	85,5	18	17	27
Eimer, Wanne	85	2	24	2
Planschbecken	83,7	4	11,4	5
Fremder Gartenteich	79,5	41	22,8	41
See	77,6	46	11,4	5
Jauchegrube	76,7	3	15	3
Swimmingpool	75,8	33	23,3	34
Fluss, Kanal	72,4	25	16,4	28
Eigener Gartenteich	71,8	89	21,4	98
öff. Teich	69,8	33	15,9	148
Hallenbad	67,7	129	18,6	36
Freibad	67,2	89	15,9	106
Badewanne	65,3	26	13	29
Regentonne	59,7	9	24,3	11
Meer	57	5	10,3	7
Kuhtränke	55	1	-	-
Baggerloch	53,3	3	25	4
Brunnen	25	3	10	3
<b>Summe</b>	<b>70,9</b>	<b>561</b>	<b>17,8</b>	<b>638</b>

Tab. 9: Entfernung und Transportdauer in Abhängigkeit vom Unfallort bei 734 Ertrinkungsunfällen

Insgesamt dauerte der Transport zur Klinik signifikant länger, wenn das Ertrinkungsunfallopfer intubiert und/oder kardiopulmonal reanimiert wurde (U-Test nach Mann und Whitney:  $p < 0,00001$ ). Die genauen Zahlen werden in Tabelle 10 angegeben.

Transportleitung	Transportdauer (Min.)		Entfernung (km)	
	Mittelwert	p	Mittelwert	p
Laie	100,6	0,58 (nicht signifikant)	11,5	0,0011
Sanitäter	69,9		18,9	
Arzt	68,5		14,6	
<b>präklin. CPR</b>				
ja	82,7	<0,00001	22,1	<0,0005
nein	66,3		16,2	
<b>präklin. Intubat.</b>				
ja	89,6	<0,00001	24,4	<0,0001
nein	64,2		15,1	

Tab. 10: Entfernung und Transportdauer in Abhängigkeit von Transportleitung und präklinischen Maßnahmen bei 734 Ertrinkungsunfällen

### 3.12 Aufnahmezustand in der Klinik

#### 3.12.1 Körpertemperatur

Die bei Aufnahme in der Klinik gemessene Körpertemperatur betrug 19,3 bis 40 °C bei 60 fehlenden Angaben (8,2%).

40,8% der Kinder hatten nach dem Ertrinkungsunfall bei Aufnahme in der Klinik eine normale Körpertemperatur von 36 bis 37,4 °C. 228 Kinder (33,8%) hatten eine leichte Hypothermie bis minimal 33 °C. Bei 8,9% der (beinahe) ertrunkenen Kinder lag eine mittelschwere Hypothermie bis 30 °C vor (60/674). 66 Kinder waren nach erlittenem Ertrinkungsunfall mit < 30 °C schwer hypotherm (9,8%). Subfebrile Temperaturen bis mäßiges Fieber (37,5 – 38,5 °C) lagen bei 35 Kindern vor (5,2%). Fieber über 38,5 °C wurde bei zehn Kindern gemessen (1,5%).

Zwischen Häufigkeit und Ausmaß einer Hypothermie und dem Alter der Kinder nach Ertrinkungsunfall bestand eine signifikante Beziehung (Rangkorrelation nach Spearman:  $p < 0,0001$ ). Je jünger die Kinder waren, desto häufiger lag eine Hypothermie vor (Tabelle 10).

Zwischen dem Geschlecht der Kinder und der Körpertemperatur ergab sich keine signifikante Abhängigkeit ( $p = 0,14$ ).

Temperatur ( °C)	Anz.	%	Alter	männlich		weiblich	
			Mittelwert	Anz.	%	Anz.	%
19.3 - 27.9	29	4,3	2 11/12	21	72,4	8	27,6
28 - 29.9	37	5,5	3 6/12	30	81,1	7	18,9
30 - 32.9	60	8,9	3 2/12	37	62,7	22	37,3
33 - 35.9	228	33,8	4 4/12	147	64,8	80	35,2
36 - 37.4	275	40,8	5	178	64,7	97	35,3
37.5 - 38.4	35	5,2	4 10/12	17	48,6	18	51,4
38.5 - 40	10	1,5	4 8/12	6	60	4	40
<b>Summe</b>	<b>674</b>	<b>100</b>	<b>4 5/12</b>	<b>436</b>	<b>64,9</b>	<b>236</b>	<b>35,1</b>

Tab. 10: Körpertemperatur von 734 Ertrinkungsunfallopfern in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht

Offensichtlich hatte der Unfallort einen signifikanten Einfluss auf den Grad einer Hypothermie ( $p < 0,00001$ ). So betrug die durchschnittliche Aufnahmetemperatur in der Klinik nach einem Ertrinkungsunfall in öffentlichen Gewässern und in privatem Umfeld 33,7 bzw. 34 °C, während der Mittelwert nach Unfall in Schwimmbädern bei 36,1 °C lag (Abb. 14).

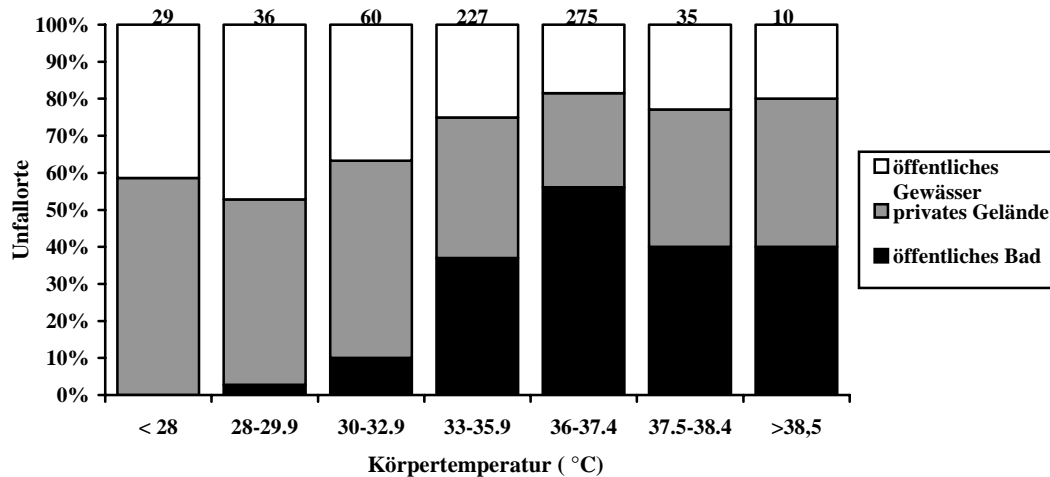


Abb. 14: Körpertemperatur von 734 Ertrinkungsunfallopfern in Abhängigkeit vom Unfallort

Zwischen Wasser- und Körpertemperatur bei Klinikaufnahme bestand eine signifikante Beziehung ( $p = 0,00006$ ). Je kälter die Wassertemperatur, desto ausgekühlter war das Ertrinkungsunfallopfer (Tabelle 11).

Auch zwischen Wassertiefe und Körpertemperatur bestand ein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,002$ ). Je flacher das Wasser des Unfallortes war, desto wärmer war die Körpertemperatur des Patienten bei Aufnahme (Tabelle 11).

Wassertemperatur	Körpertemperatur (°C)		
	Mittelwert	Streuung	Summe
eisig	31,7	4,7	26
kalt	34,8	3,0	593
warm	35,7	2,2	53
Wassertiefe			
0 – 30 cm	35,9	1,8	26
30 – 150 cm	34,2	3,3	330
150 – 350 cm	35,2	2,7	199

Tab. 11: Körpertemperatur von 734 Ertrinkungsunfallopfern in Abhängigkeit von der Wassertemperatur und -tiefe

Die präklinischen Reanimationsmaßnahmen waren in hohem Maße ( $p < 0,00001$ ) abhängig von der Körpertemperatur. Je hypothermer das Kind war, desto häufiger musste es reanimiert und intubiert werden (Abb. 15).

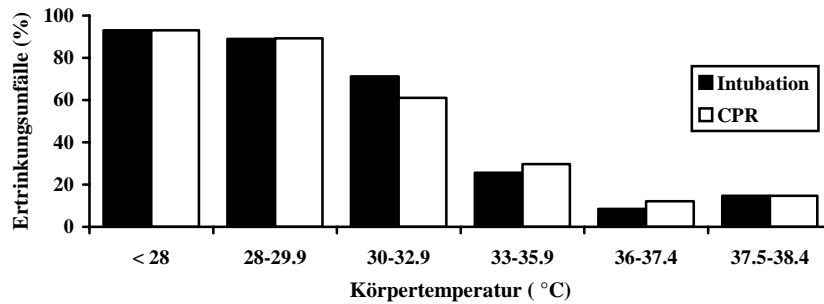


Abb. 15: Häufigkeit der präklinischen Maßnahmen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur bei 734 Ertrinkungsunfällen

### 3.12.2 Herz-Kreislaufstillstand und Ateminsuffizienz

Von den 734 stationär aufgenommenen Ertrinkungsunfällen waren bei 95 Kindern noch kardiopulmonale Reanimationsmaßnahmen in der Klinik nötig (13,2%). In zwölf Fällen fehlt eine Angabe (1,6%).

215 beinahe ertrunkene Kinder waren bei Klinikaufnahme intubiert und beatmet (29,5%) bei sechs Kindern fehlen die Angaben (0,8%).

Die Häufigkeit des Herz-Kreislauf-Stillstandes bei Aufnahme war signifikant abhängig vom Alter der Kinder ( $p < 0,05$ ).

Kinder, die nach Ertrinkungsunfall noch in der Klinik reanimiert werden mussten, waren im Mittel 3 9/12 Jahre alt (95/721), gegenüber 626 kreislaufstabilen Kindern, die im Durchschnitt 4 8/12 Jahre alt waren. Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang zwischen Herz-Kreislaufstillstand und dem Alter, wobei die Altersgruppe der Kleinkinder (50/95) mit 52,6% den größten Anteil reanimationspflichtiger Kinder ausmacht.

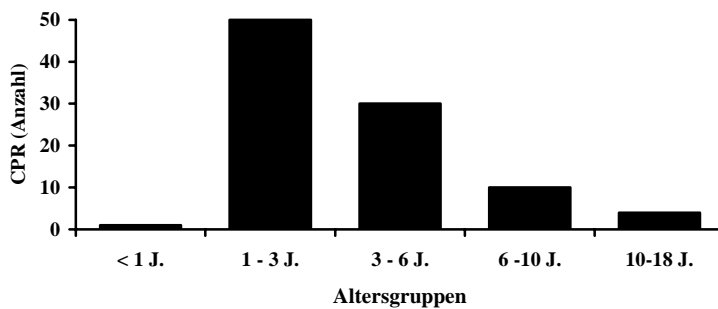


Abb. 16: Häufigkeit des Herz-Kreislaufstillstandes in der Klinik in Abhängigkeit vom Alter

Obwohl die Altersgruppe der Kleinkinder mit 43,7% (94/215) am häufigsten bei Klinikaufnahme beatmet werden musste, bestand zwischen dem Alter der Patienten und der Notwendigkeit einer Beatmung kein signifikanter Zusammenhang ( $p= 0,13$ ).

Das Geschlecht des Kindes hatte keinen Einfluß auf die Notwendigkeit einer weiteren kardiopulmonalen Reanimation und/ oder Beatmung in der Klinik ( $p= 0,92$  bzw.  $0,98$ ).

Zwischen den prästationären Maßnahmen am Unfallort und der weiteren Notwendigkeit einer kardiopulmonalen Reanimation und/ oder Beatmung bestand ein hochsignifikanter Zusammenhang gefunden ( $p < 0,00001$ ).

Über die Hälfte der Kinder (56,3%), die am Unfallort kardiopulmonal reanimiert werden mussten, waren bei Aufnahme ins Krankenhaus wieder kreislaufstabil (121/215), immerhin 52 der 222 am Unfallort reanimierten Kinder hatten bei Aufnahme in die Klinik eine suffiziente Atmung (23,4%). Alle 210 Kinder, die am Unfallort intubiert werden mussten, wurden bei Aufnahme in die Klinik weiterhin beatmet. Ein Kind, das von den Eltern in einem Bach liegend geborgen und ohne Wiederbelebungsmaßnahmen in die Klinik gebracht wurde, konnte erst dort reanimiert und beatmet werden, starb aber am sekundären Ertrinken.

Es wurden längere Transportzeiten (84,6 Minuten durchschnittlich) bei Kindern mit weiterbestehendem Herz-Kreislaufstillstand bei Aufnahme gegenüber 77,5 Transportminuten bei kreislaufstabilen Kindern beobachtet ( $p < 0,00001$ ). Ebenso war die Transportdauer bei intubierten und beatmeten Kindern mit durchschnittlich 89,1

Minute deutlich länger als bei atemsuffizienten Kindern mit durchschnittlich 75,8 Minuten ( $p < 0,00001$ ).

Die Körpertemperatur bei Aufnahme hatte einen Einfluß auf die Notwendigkeit einer weiteren Beatmung und/ oder CPR (U-Test nach Mann und Whitney:  $p < 0,00001$ ). Je hypothermer das Kind war, desto häufiger musste weiterhin kardiopulmonal reanimiert bzw. beatmet werden (Abb. 17).

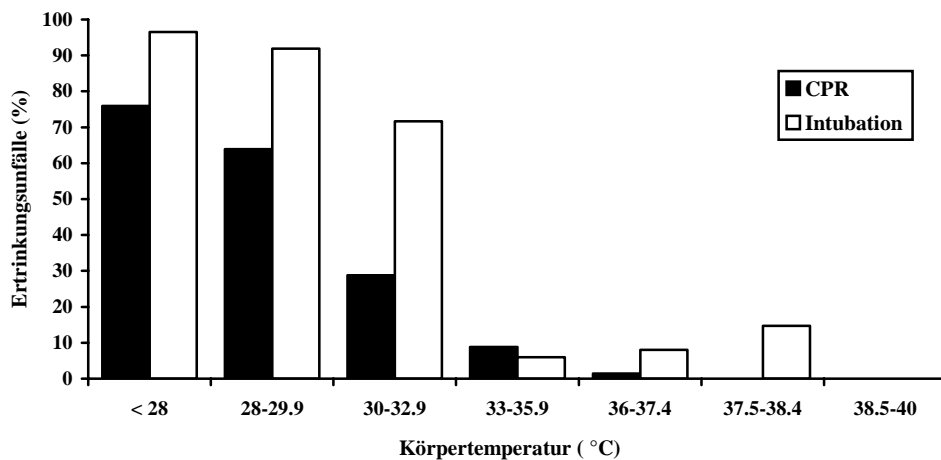


Abb. 17: Häufigkeit der kardiopulmonalen Reanimation in Abhängigkeit von der Körpertemperatur

### 3.12.3 Vitalität

Die Mehrzahl der Kinder (60,3%) war nach erlittenem Beinahe-Ertrinkungsunfall beeinträchtigt, aber primär nicht beatmet (439/728). 289 Kinder (39,7%) waren wenig beeinträchtigt bzw. wirkten klinisch unauffällig. Bei sechs Fällen fehlen die Angaben (0,8%).

Zwischen dem Alter des Kindes und seinem klinischen Zustand bei Aufnahme in die Klinik ergab sich eine schwache Signifikanz ( $p < 0,05$ ).

Durch den Ertrinkungsunfall beeinträchtigte, aber primär nicht beatmete Kinder waren durchschnittlich 4 8/12 Jahre alt, die wenig beeinträchtigten Kinder waren im Mittel mit 4 4/12 Jahre etwas jünger (Abb.19).

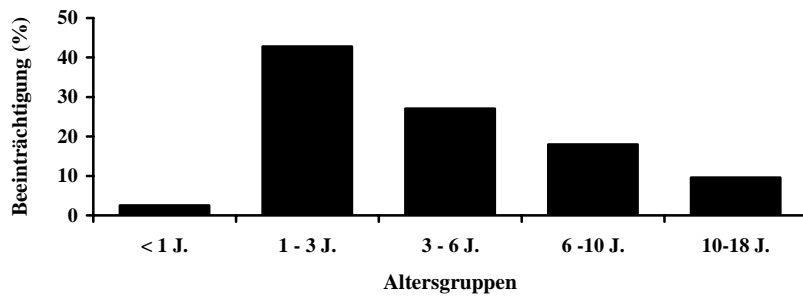


Abb. 19: Häufigkeit der Beeinträchtigung in Abhängigkeit vom Alter

Zwischen dem Geschlecht der Kinder und dem Grad der Beeinträchtigung ergab sich keine Abhängigkeit ( $p = 0,18$ ).

69,2% der Eiswasserunfälle (18/26) sowie 60,3% der Warmwasserunfälle (35/58) waren häufiger gefolgt von einer Beeinträchtigung der Patienten als Kaltwasserunfälle mit 59,8% (384/642). Dieser Zusammenhang war nicht signifikant ( $p = 0,62$ ).

Eine wesentlicher Zusammenhang bestand zwischen der Körpertemperatur bei Aufnahme und dem Grad der Beeinträchtigung (U-Test nach Mann und Whitney:  $p < 0,00001$ ).

Je hypothermer das Kind desto beeinträchtigt war es. Aber auch bei (sub-) febrilen und Körpertemperaturen nahm der Grad der Beeinträchtigung wieder etwas zu (Abb.20).

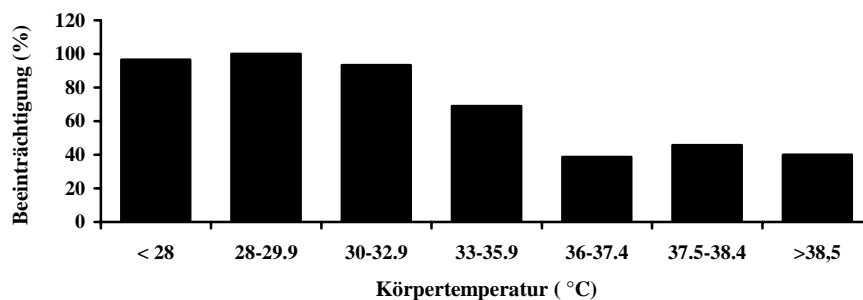


Abb. 20: Häufigkeit der Beeinträchtigung in Abhängigkeit von der Körpertemperatur



### 3.13 Sekundäre Intubation

20 von 734 Kinder wurden nach Eintauchunfall sekundär intubations- und beatmungspflichtig (2,7%). Die Angabe fehlte in acht Fällen (1,1%).

Im Hinblick auf Alter und Geschlecht der Ertrinkungsunfallopfer ergab sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zur Notwendigkeit einer sekundären Intubation (Chi-Quadrat-Test:  $p = 0,6$ ).

Alle 20 Kinder, die im weiteren stationären Verlauf beatmungspflichtig wurden, waren bei Aufnahme als beeinträchtigt eingestuft worden (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,00001$ ).

### 3.14 Hirnödem

Bei 117 Kindern entstand nach erlittenem Beinahe-Ertrinkungsunfall ein Hirnödem (16,9%). In 43 Fällen fehlt die Angabe zum Hirnödem (5,9%).

Im Hinblick auf das Alter ergab sich kein statistischer Zusammenhang zur Hirnödementwicklung ( $p = 0,16$ ). Kinder, bei denen sich ein Hirnödem bildete, waren mit  $4 \frac{2}{12}$  Jahren im Mittel etwas jünger als die übrigen Ertrinkungsunfallopfer, die durchschnittlich  $4 \frac{7}{12}$  Jahre alt waren.

Über die Hälfte der Kinder, die am Unfallort kardiopulmonal reanimiert und/ oder beatmet wurden, entwickelte ein Hirnödem (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,00001$ ). Allerdings wurde bei 2,3% der Kinder, die am Unfallort kardiopulmonal stabil waren (11/482), im weiteren Verlauf ein Hirnödem diagnostiziert.

Besonders häufig entwickelte sich ein Hirnödem bei den Kindern, die auch nach Klinikaufnahme noch reanimiert (58/72) und beatmet werden mussten (107/186). Dieser Zusammenhang war im Chi-Quadrat-Test hochsignifikant ( $p < 0,00001$ ; Tabelle 12).

	Hirnödem		ø Hirnödem		Summe
	Anz.	%	Anz.	%	
<b>prästat. CPR</b>					
ja	105	53,6	91	46,4	196
nein	11	2,3	471	97,7	482
<b>prästat. Intubat.</b>					
ja	103	56,3	80	43,7	183
nein	10	2	486	98	496
<b>stationäre CPR</b>					
ja	58	80,6	14	19,4	72
nein	53	8,7	558	91,3	611
<b>stat. Beatm.</b>					
ja	107	57,5	79	42,5	186
nein	10	2	492	98	502
<b>Summe</b>	117	17	571	83	

Tab. 12: Hirnödementwicklung in Abhängigkeit von der Kreislaufsituation und Atemfunktion

Die Ausbildung eines Hirnödems war signifikant abhängig von der Körpertemperatur bei Aufnahme (U-Test nach Mann und Whitney:  $p < 0,00001$ ); je hypothermer das Kind, desto eher entstand ein Hirnödem (Abb. 21).

### 3.15 ARDS (acute respiratory distress syndrome)

Ein ARDS entstand in 11,3% aller Ertrinkungsunfälle (77/681) bei 53 fehlenden Angaben (7,2%).

Zwischen dem Alter der Patienten und der Entstehung eines ARDS ergab sich kein statistischer Zusammenhang ( $p = 0,27$ ). Kinder, bei denen sich nach dem Ertrinkungsunfall ein ARDS bildete, waren im Mittel mit 4 5/12 Jahren geringgradig jünger als die übrigen Ertrinkungsunfallopfer, die durchschnittlich 4 1/2 Jahre alt waren.

Ein Drittel der Kinder, die am Unfallort kardiopulmonal reanimiert und/ oder beatmet wurden, entwickelte ein ARDS (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,00001$ ). Bei 2,4% der Kinder, die am Unfallort nicht intubiert wurden, entstand im weiteren Verlauf ein ARDS (12/491).

Noch häufiger entwickelte sich ein ARDS bei den Kindern, die auch nach Klinikaufnahme noch reanimiert (29/68) und beatmet werden mussten (65/181). Dieser Zusammenhang war im Chi-Quadrat-Test hochsignifikant ( $p < 0,00001$ ; Tabelle 13).

	ARDS		ø ARDS		Summe
	Anz.	%	Anz.	%	
<b>prästat. CPR</b>					
ja	62	32,8	127	67,2	189
nein	15	3,1	464	96,9	479
<b>prästat. Intubat.</b>					
ja	63	35,6	114	64,4	177
nein	12	2,4	479	97,6	491
<b>stationäre CPR</b>					
ja	29	42,6	39	57,3	68
nein	44	7,2	564	92,8	608
<b>stat. Beatm.</b>					
ja	65	35,9	116	64,1	181
nein	11	2,2	487	97,8	498
<b>Summe</b>	<b>77</b>	<b>11,5</b>	<b>604</b>	<b>88,5</b>	

Tab. 13: ARDS - Entwicklung in Abhängigkeit von der Kreislaufsituation und Atemfunktion

Die Entstehung eines ARDS war abhängig von der Körpertemperatur bei Aufnahme (U-Test nach Mann und Whitney:  $p < 0,00001$ ); je hypothermer das Kind desto eher entwickelte sich ein ARDS (Abb. 21).

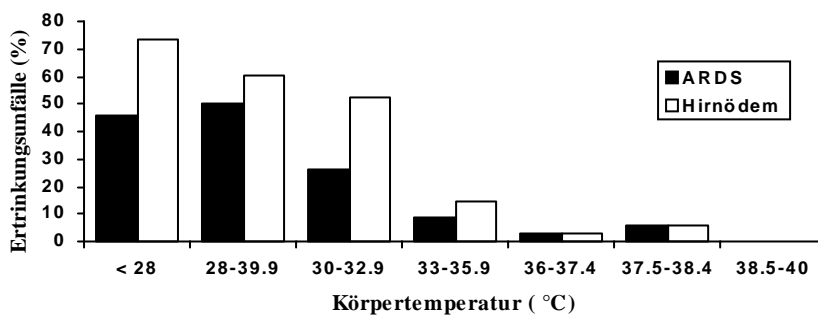


Abb. 21: ARDS- und Hirnödementstehung in Abhängigkeit von der Körpertemperatur von 734 Ertrinkungsunfallopfern

9,7% der Kinder (64/658), die primär beatmet werden mussten, entwickelten ein ARDS (Chi-Quadrat-Test:  $p < 0,00001$ ).

Bei den sekundär Intubierten entwickelte sich dagegen in der Hälfte der Fälle ein ARDS (9/18).

Kein Kind, das bei Aufnahme wenig beeinträchtigt wirkte, entwickelte im weiteren Verlauf ein ARDS.

### 3.16 Outcome

In der Mehrzahl der Fälle (79,1%) konnten die Kinder nach Ertrinkungsunfall gesund bzw. klinisch unauffällig entlassen werden (579/734). 40 Kinder hatten nach dem Ertrinkungsunfall neurologische Defizite (5,5%), 29 Kinder waren apallisch (4%). Zu primärem Ertrinken innerhalb von 24 Stunden kam es bei 46 Kindern (6,3%). 38 Kinder verstarben sekundär durch den Ertrinkungsunfall nach 24 Stunden (5,2%). In 2 Fällen fehlt die Angabe zum Outcome (0,3%).

Insgesamt waren 579 Kinder nach Eintauchunfall gesund (79,1%), 20,9% der Kinder hatten ein schlechtes Outcome (153/734).

Nach Angaben des statistischen Bundesamtes starben 1995 und 1996 292 Kinder unter 20 Jahre an Ertrinken. Dabei sind auch die Kinder eingeschlossen, die bereits tot geborgen wurden und nicht mehr in eine Klinik gebracht wurden. In unserer Studie wurden 84 ertrunkene Kinder unter 18 Jahre registriert und somit 1/3 aller ertrunkenen Kinder in dem 2-Jahreszeitraum erfasst. Die Sterberate lag, nach Angaben des statistischen Bundesamtes, 1995 bei 1/100.000 und 1996 bei 0,8/100.000 Kindern.

Zwischen den Parametern Outcome und Alter ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,03$ ).

Dabei zeigt sich, dass Kleinkinder und Schulkinder ab 10 Jahren das schlechteste Outcome hatten. So waren Mortalität und Zahl der Apalliker bei den Kleinkindern mit 13,3% (39/294) bzw. 4,8% (14/294) am höchsten, während Schulkinder über 10 Jahre am häufigsten einen neurologischen Schaden mit 11,3% (7/62) zurückbehielten. Bei den

Säuglingen blieben erfreulicherweise alle bis auf ein apallisches Kind nach dem Ertrinkungsunfall gesund (Abb. 22).

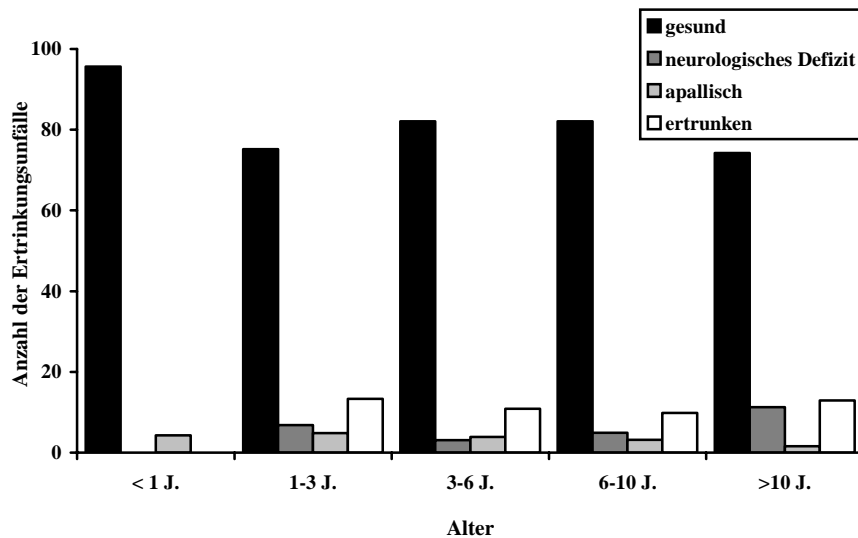


Abb. 22: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit vom Alter

Im Vergleich hatten Mädchen mit 21,6% (56/259) gegenüber 20,4% (96/470) bei den Jungen ein minimal schlechteres Outcome, wobei dieser Unterschied im Chi-Quadrat-Test aber natürlich nicht signifikant war ( $p = 0,7$ ).

Das Outcome war signifikant abhängig vom Unfallort ( $p < 0,001$ ).

Die höchste Prozentzahl an gesunden Kindern nach erlittenem Ertrinkungsunfall fand sich mit 86% (252/293) im öffentlichen Bad. Am niedrigsten war die Anzahl gesunder Kinder mit 73,9% (133/180) nach Ertrinkungsunfall in öffentlichen Gewässern, die Mortalitätsrate lag hier bei 17,8% (32/180). Bei Ertrinkungsunfällen auf privatem Gelände blieben 75,2% der Kinder (194/258) gesund. Die Rate der Kinder mit apallischem Syndrom nach Ertrinkungsunfall lag hier im Vergleich zu anderen Unfallorten mit 5,8% (15/258) am höchsten.

Nahezu die Hälfte aller Ertrinkungsunfälle mit schlechtem Ausgang (42,1%) ereigneten sich in Gewässern auf privatem Gelände (Abb. 23).

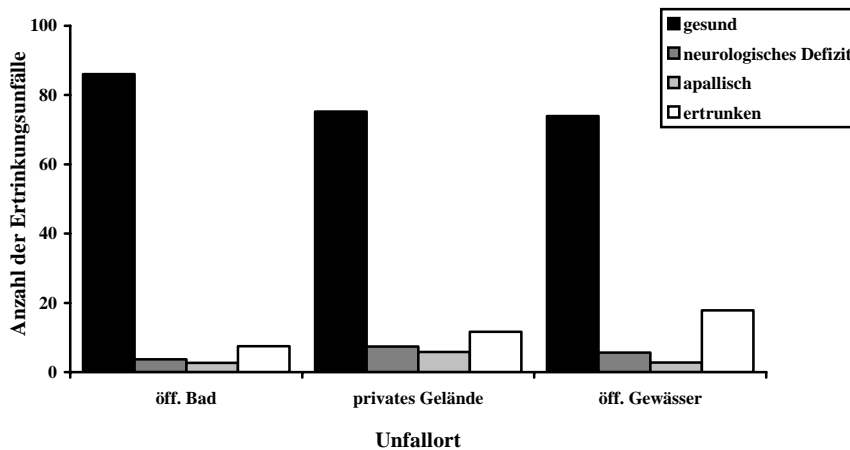


Abb. 23: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit vom Unfallort

Kinder, die im warmen Wasser einen Beinahe-Ertrinkungsunfall erlitten hatten, hatten am häufigsten mit 22,4% (13/58) ein schlechtes Outcome, gefolgt von Eiswasserunfällen mit 19,2% (5/26). Statistisch war dieser Zusammenhang im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant ( $p = 0,94$ ).

Das Outcome war signifikant abhängig von der Unfallursache ( $p < 0,01$ ).

Nach Ertrinkungsunfall durch Krampfanfall wurde mit 33,3% (3/9) am häufigsten ein schlechtes Outcome beobachtet. Das beste Outcome mit 89,7% Gesunden (78/87) fand sich bei Ertrinkungsunfällen durch Spielen an Gewässern. Die genaue Verteilung der Unfallursachen in Bezug auf das Outcome verdeutlicht Tabelle 14.

Unfallursache	Outcome				Summe
	gesund		schlecht		
	Anzahl	%	Anzahl	%	
unbeobachtet	307	76,2	96	23,8	403
Sturz	143	84,6	26	15,4	169
Spielunfall	78	89,7	9	10,3	87
Schwimmunfall	43	72,9	16	27,1	59
Krampfanfall	6	66,7	3	33,3	9
<b>Summe</b>	<b>577</b>	<b>79,4</b>	<b>150</b>	<b>20,6</b>	

Tab. 14: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Unfallursache

Zwischen der Art der Erstversorgung und dem Outcome gab es einen hochsignifikanten Zusammenhang ( $p < 0,001$ ).

Laien führten die Erstversorgung häufiger bei weniger bedrohlichen Ertrinkungsunfällen durch. Umgekehrt leisteten medizinisch Vorgebildete und Ärzte häufiger bei schwer beeinträchtigten Kindern erste Hilfe, bei denen die Opfer apallisch blieben oder verstarben. Abbildung 24 veranschaulicht diesen Zusammenhang.

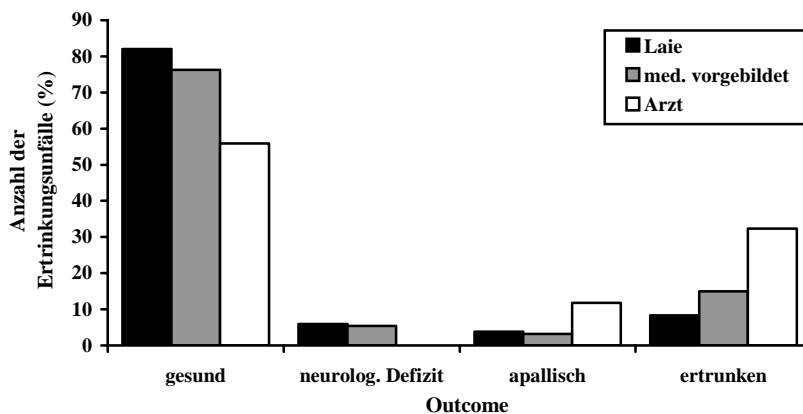


Abb. 24: Outcome von 734 Ertrinkungsunfälle in Abhängigkeit vom Ersthelfer

Ebenso ließ sich zwischen dem Outcome und der weiteren Versorgung und Transportbegleitung ein hochsignifikanter Zusammenhang errechnen ( $p < 0,00001$ ). Der Transport bei schwerst beeinträchtigten Kindern, die mit negativem Outcome überlebten oder verstarben, erfolgte nahezu ausschließlich durch Notärzte (149/616). In 2 Fällen (1,3%) wurden Kinder nach erlittenem Ertrinkungsunfall von Laien transportiert, von denen ein Kind nach Behandlung mit neurologischen Defiziten entlassen wurde und ein Kind sekundär ertrank.

Eine wesentliche Beziehung bestand zwischen den präklinischen Maßnahmen und dem Outcome ( $p < 0,00001$ ).

Die Mehrzahl der Kinder, die nach Ertrinkungsunfall kreislaufstabil und atemsuffizient war, blieb gesund (483/492 bzw. 497/504). Zwei der Kinder, die primär nicht reanimiert oder intubiert wurden, ertranken sekundär. Bei den Kindern, die am Unfallort

kardiopulmonal reanimiert werden mussten (84/227) bzw. intubiert wurden (72/213), konnte über ein Drittel nach Behandlung gesund aus der Klinik entlassen werden. Etwa gleich viele (83/227 bzw. 78/213) verstarben (Tabelle 15).

Outcome	präklin. CPR				präklin. Intubation			
	ja		nein		ja		nein	
	n	%	n	%	n	%	n	%
gesund	84	37	483	98,2	72	33,8	497	98,6
neur. defizitär	31	13,7	8	1,6	34	16	5	1
apallisch	29	12,8	0	0	29	13,6	0	0
Exitus < 24 Std.	46	20,3	0	0	45	21,1	0	0
Exitus > 24 Std.	37	16,3	2	0,2	33	15,5	2	0,4
<b>Summe</b>	<b>227</b>	<b>31,6</b>	<b>492</b>	<b>68,4</b>	<b>213</b>	<b>29,7</b>	<b>504</b>	<b>70,3</b>

Tab. 15: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Erstversorgung

Je weiter der Unfallort von der Klinik entfernt lag und je länger der Transport dauerte, desto schlechter war das Outcome des beinahe ertrunkenen Kindes ( $p < 0,0001$ ; Tab. 16).

Outcome	Transportdauer (Min.)		Entfernung (km)	
	Mittelwert	Anzahl	Mittelwert	Anzahl
gesund	66	456	16,2	509
schlecht	92,2	105	24,8	131
<b>Summe</b>	<b>70,9</b>	<b>561</b>	<b>17,9</b>	<b>640</b>

Tab. 16: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von Transportdauer und Entfernung

Zwischen Körpertemperatur und Outcome bestand ein hochsignifikanter Zusammenhang (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0,00001$ ).

Je hypothermer das Kind, desto schlechter war das Outcome.

Im Mittel wurde bei den Kindern, die nach erlittenem Ertrinkungsunfall gesund aus der Klinik entlassen werden konnten, eine Körpertemperatur von 35,6 °C gemessen. Bei Kindern, die nach Ertrinkungsunfall neurologische Defizite zurückbehielten, lag eine durchschnittliche Hypothermie von 32,3 °C vor. Ein apallisches Syndrom nach Ertrinkungsunfall entwickelte sich bei einer im Mittel gemessenen Hypothermie von



31 °C. Die niedrigste mittlere Körpertemperatur mit 30,5 °C lag bei Kindern vor, die primär oder sekundär ertranken ( $p < 0,00001$ ; Abb. 27).

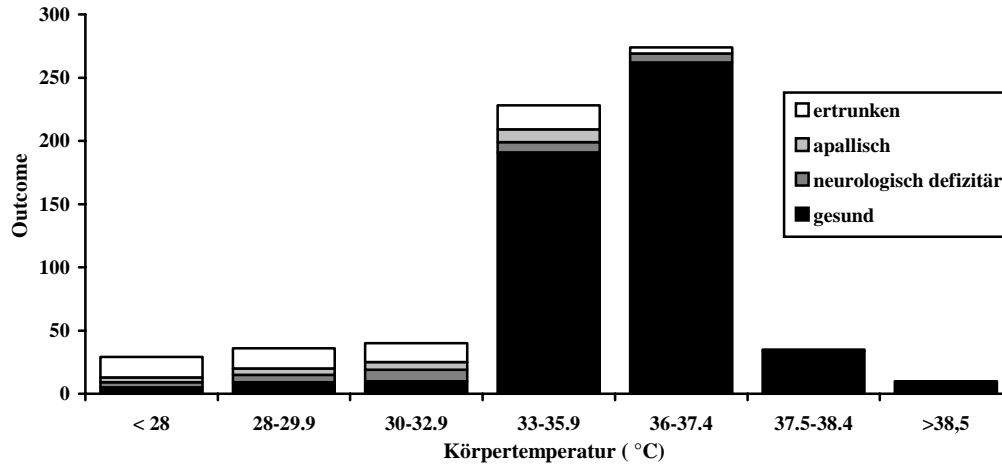


Abb. 27: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Körpertemperatur

Die Beziehung zwischen der Häufigkeit der weiteren kardiopulmonalen Reanimation und/oder Beatmung in der Klinik und dem Outcome war hochsignifikant ( $p < 0,00001$ ). Nur neun der 95 Kinder (9,5%), die nach erlittenem Ertrinkungsunfall in der Klinik noch reanimiert werden mussten, konnten nach Behandlung gesund entlassen werden. Zwei Drittel der Kinder starb nach erfolgloser kardiopulmonaler Reanimation in der Klinik (57/95). Über ein Drittel der Kinder, die nach Ertrinkungsunfall bei Klinikaufnahme noch intubiert waren, konnte nach Behandlung gesund entlassen werden (71/214). Etwa gleich viele dieser Kinder starben (79/214). Die genauen Zahlen sind Tabelle 17 zu entnehmen.

Outcome	CPR		Beatmung	
	Anz.	%	Anz.	%
gesund	9	9,5	71	33,1
neurologisch defizitär	13	13,7	35	16,4
apallisch	16	16,8	29	13,5
Exitus < 24 Std.	38	40	42	19,6
Exitus > 24 Std.	19	20	37	17,3
<b>Summe</b>	<b>95</b>		<b>214</b>	

Tab. 17: Outcome von 214 Kindern nach Ertrinkungsunfall, die auch nach Klinikaufnahme noch reanimiert und beatmet werden mußten

Es konnte keine signifikante Abhängigkeit zwischen den Parametern Outcome und sekundär notwendiger Intubation in der Klinik nachgewiesen werden. Eine sekundär notwendig gewordene Intubation führte in 2 Fällen zu neurologischen Defiziten (10,5%), in den übrigen 17 Fällen blieben die Kinder gesund (89,5%).

Zwischen dem Outcome und der Beeinträchtigung der Kinder bei Aufnahme in die Klinik ließ sich ein statistisch hochsignifikanter Zusammenhang ausmachen ( $p < 0,00001$ ).

Alle Kinder, die nach Ertrinkungsunfall bei Aufnahme in die Klinik wenig beeinträchtigt waren, wurden gesund nach Hause entlassen (295/728). Etwa Gleich viele (284/728) waren nach durchlittenem Ertrinkungsunfall bei Klinikaufnahme zwar beeinträchtigt, konnten nach Behandlung aber gesund nach Hause entlassen werden. Die übrigen Zahlen können Tabelle 18 entnommen werden.

Outcome	Beeinträchtigung	
	Anzahl	%
gesund	284	49
neur. defizitär	40	9,2
apallisch	29	6,7
Exitus < 24 Std.	42	9,7
Exitus > 24 Std.	38	8,8
<b>Summe</b>	<b>433</b>	<b>59,5</b>

Tab. 18: Outcome von 734 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Beeinträchtigung

Eine wesentliche Beziehung bestand zwischen Outcome und Hirnödementstehung ( $p < 0,00001$ ).

Fast die Hälfte der Kinder (57/117), die ein Hirnödem nach Ertrinkungsunfall entwickelten, verstarb. 18,8% (22/117) blieben nach Hirnödem apallisch. Bei 15,4% (18/117) der Kinder mit Hirnödem blieben neurologische Defizite zurück. 17,1% der Kinder mit initialem Hirnödem (20/117) konnten gesund entlassen werden (Abb. 28).

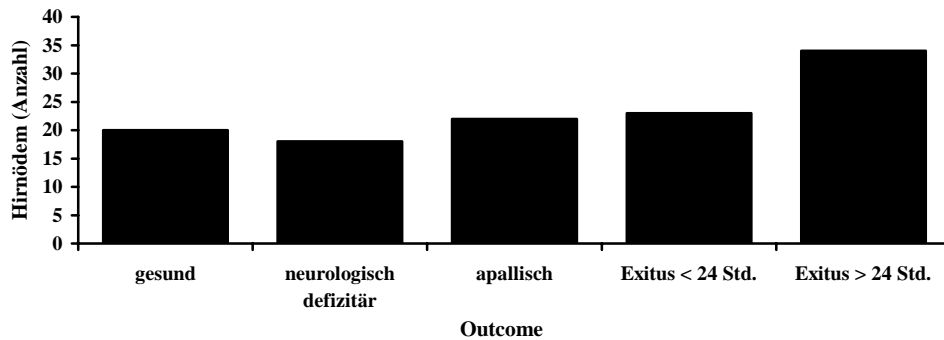


Abb. 28: Outcome von 117 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Entwicklung eines Hirnödems

Auch die Faktoren Outcome und ARDS zeigten einen statistisch hoch-signifikanten Zusammenhang ( $p < 0,00001$ ).

Über ein Drittel der Kinder mit ARDS nach Ertrinkungsunfall (24/76) konnten gesund entlassen werden. Etwa gleich viele Kinder mit ARDS (28/76) verstarben. Bei 15 Kindern (19,7%), die ein ARDS entwickelten, blieben neurologische Defizite zurück. Neun Kinder (11,8%), bei denen es zu einem ARDS kam, waren apallisch (Abb. 29).

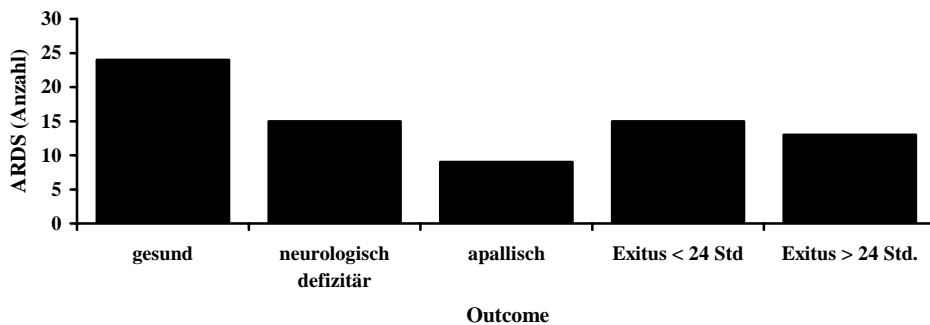


Abb. 29: Outcome von 74 Ertrinkungsunfällen in Abhängigkeit von der Entwicklung eines ARDS

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Klinikkollektiv

Für die Studie wurde bewusst nur ein 2-Jahreszeitraum gewählt und auch ein relativ einfach gehaltener Fragebogen verwendet, um möglichst viele Antworten zurück zu erhalten. Detailliertere Fragen könnten sicherlich mehr Informationen liefern, auch hätten sich über einen längeren Zeitraum noch größere Ertrinkungsunfallzahlen sammeln lassen, allerdings würden wahrscheinlich mehr Fragebögen durch den höheren zeitlichen Arbeitsaufwand unbeantwortet bleiben.

Insofern ist unsere Studie mit der Rücklaufquote von 73,3% als großer Erfolg zu werten. Sie liefert mit insgesamt 734 Ertrinkungsunfällen im Vergleich zu bisherigen Arbeiten die höchste Zahl an Patienten und kann somit auf eine große Aussagekraft in der statistischen Auswertung verweisen.

Die japanische Studie von Mizuta et al. (33) wertet immerhin 604 kindliche Ertrinkungsunfälle aus, allerdings stammen die Daten aus einem Zeitraum von 8 Jahren. Kemp et al. (23) kommen in ihrer Arbeit in Großbritannien aus einem 2-Jahreszeitraum mit 330 Ertrinkungsunfällen auf eine um die Hälfte geringere Patientenzahl im Vergleich zu unserer Studie.

Durchschnittlich trat in den meisten Kliniken im Bundesgebiet ein Beinahe-Ertrinkungsunfall pro Jahr auf, wobei die wirkliche Zahl wahrscheinlich deutlich höher liegt, da ein Teil der verunfallten Kinder in fachfremde Abteilungen (internistisch, chirurgisch) gebracht wurde und so in unserer Studie nicht registriert werden konnte. Dazu kommen Kinder, die ambulant oder gar nicht behandelt wurden.

## 4.2 Inzidenz und Verteilung

Auffallend ist die geringe Anzahl an Ertrinkungsunfällen in den ostdeutschen Gebieten. Gründe hierfür, könnten die weniger starke Verbreitung von privaten Gartenteichen, aber auch die geringere Anzahl an Schwimmbädern sein. Die geringen Ertrinkungsunfallzahlen in den Stadtstaaten und dem Saarland im Gegensatz zu den hohen Zahlen in Nordrhein-Westfalen korrelieren mit der dortigen Bevölkerungszahl.

Erstmalig kann in unserer Studie eine Inzidenzrate an Beinahe-Ertrinkungsunfällen in Deutschland angegeben werden, auch wenn diese, aufgrund der unvollständigen Registrierung, nur eine ungefähre und zu niedrige Zahl darstellt.

Im Vergleich zu den USA, wo 10-14/100.000 Beinahe-Ertrinkungsunfälle pro Jahr auftreten (37) ist die in unserer Studie errechnete Inzidenzrate an Beinahe-Ertrinkungsunfällen mit 2,3/100.000 Kinder in Deutschland deutlich niedriger.

In einer englischen Studie wird eine jährliche Inzidenz an Ertrinkungsunfällen bei Kindern von 1,5/100000 in England und Wales angegeben (24).

## 4.3 Alter und Geschlecht

Die Häufigkeitsverteilung der Ertrinkungsunfälle in den einzelnen Altersstufen unseres Patientenkollektivs bestätigt Angaben aus der Literatur. Es zeigt sich ein deutliches Überwiegen der Ertrinkungsunfälle in der Gruppe der Kleinkinder bis zu drei Jahren mit 40,2%.

Dahinter steckt die hinzugewonnene Bewegungsfreiheit mit Beginn des Laufenlernens in dieser Altersklasse und andererseits der geringe Erfahrungsschatz gegenüber Gefahrenquellen, der diese Gruppe dem größten Risiko aussetzt, einen Ertrinkungsunfall zu erleiden. Hinzu kommt die große Anziehungskraft des Elementes Wasser und die natürliche Entdeckungslust der Kleinkinder (34).

Innerhalb dieser Gruppe sind die Ein- bis Zweijährigen mit 21,6% in unserer Studie am häufigsten von einem Ertrinkungsunfall betroffen.

Eine noch etwas höhere Zahl fanden Mizuta et al. (33) in ihrer retrospektiven Studie mit 25,2%. Auffallend war in dieser Studie die hohe Zahl der Säuglinge (9,3%) gegenüber 3,1% in unserer Studie.

Den in amerikanischen Studien beschriebenen zweiten Gipfel der Ertrinkungsunfallrate im Alter von 16 bis 18 Jahren können wir in unserer Studie nicht bestätigen (8, 36, 37).

Die Knabenwendigkeit bei Ertrinkungsunfällen und Unfällen insgesamt wird in vielen Studien beschrieben. Für diesen Unterschied werden geschlechtsspezifische Rollenmuster verantwortlich gemacht, die während der frühen Kindheit erlernt werden (1). So zeigen Jungen eine höhere Entdeckerlust und Abenteuerbereitschaft, die dem eher zurückhaltenden Wesen der Mädchen entgegensteht (6). Dabei wird den Jungen eine größere Freiheit beim Erkunden ihrer Umwelt zugestanden (34).

In einer japanischen und einer englischen Studie wird dieser geschlechtsspezifische Unterschied besonders deutlich. Hier waren Knaben dreimal häufiger von einem Ertrinkungsunfall betroffen als Mädchen (24, 33).

Unsere Daten zeigen eine weniger deutliche Verteilung mit einem Verhältnis von 1,8:1 (Knaben : Mädchen), ähnlich wie in einer anderen deutschen Studie über 49 kindliche Ertrinkungsunfällen aus 14 Jahren mit einem dort beschriebenen Geschlechtsverhältnis von 1,5:1 (46).

## **4.4 Unfallzeitpunkt**

### **4.4.1 Tageszeit**

Die Tatsache, dass sich über die Hälfte der Ertrinkungsunfälle unseres Patientengutes (51,2%) in den Nachmittagsstunden ereigneten, war zu erwarten, da in dieser Zeit die meisten Freizeitaktivitäten der Kinder stattfinden.

Eine Ausnahme bildet die Gruppe der Säuglinge, bei der sich 60 % der Ertrinkungsunfälle in den Abendstunden zwischen 18 und 22 Uhr ereigneten. Grund dafür könnte sein, dass sich für viele Mütter diese Tageszeit zum Baden ihrer Säuglinge anbietet.

In Japan ereigneten sich die meisten Ertrinkungsunfälle in der Mittagszeit von 12-15 Uhr (27,4%), erst an zweiter Stelle stehen hier die Nachmittagsstunden von 15-18 Uhr (23,3%). Begründet wird dies mit der mangelnden Aufsicht durch die Mutter während der Essensvorbereitungen, wodurch es besonders bei Kleinkindern zu Ertrinkungsunfällen komme (33).

#### **4.4.2 Wochentag**

Ertrinkungsunfälle geschahen nach Auswertung unserer Daten deutlich häufiger an einem Wochenend- oder Feiertag als an einem Werktag.

Hierfür könnte die größere Freizeitaktivität an Wochenenden verantwortlich sein (1). O'Flaherty et al. (37) berichten ebenfalls über hohe Ertrinkungsunfallzahlen am Wochenende bei Kindern bis 19 Jahren in den USA und sehen bei den Jugendlichen einen Zusammenhang mit den höheren Mengen an Alkohol in diesen Tagen sowie hoher Aktivität an Bootsfahrten.

#### **4.4.3 Jahreszeit**

Wie bereits in vorherigen Studien beschrieben, zeigten unsere Ergebnisse eine jahreszeitliche Häufung mit einem deutlichen Überwiegen der Ertrinkungsunfälle in den Sommermonaten von Juni bis August (43,1%), gefolgt von den Frühjahrsmonaten von März bis Mai mit 36,3%.

Die jahreszeitliche Einteilung wird in der Literatur nicht einheitlich durchgeführt. Nicht immer richtet sich die angegebene Jahreszeit nach dem Kalender, sondern wird monatsweise zusammengefasst.

Bei der Studie von Jensen et al. (20) über einen 5-Jahreszeitraum fanden 48% der 119 Ertrinkungsunfälle im Sommer statt. Fretschner et al. (14) beschreiben in ihrer Studie mit 115 Patienten im Kindes- und Erwachsenenalter zwei Gipfel der Ertrinkungsunfallanzahlen in den von ihnen bezeichneten Sommermonaten von Mai bis August mit 53% und in den Monaten Februar/ März mit 20%. Wilken et al. (46) fassen in ihrer retrospektiven Studie mit 46 kindlichen Ertrinkungsunfällen bis zum Alter von 16 Jahren die Monate April bis Juni (39,1%) und die Monate Juli bis September (32,6%) zusammen. In der japanischen Studie von Mizuta et al. (33) mit 604 kindlichen Ertrinkungsunfällen bis zu 14 Jahren findet man wieder eine andere Einteilung mit einer Häufigkeitsverteilung von 50,9% in den Sommermonaten Juni bis August und 20,1% in den Monaten März bis Mai.

Die Häufung von Ertrinkungsunfällen im Sommer könnte mit dem wärmeren Klima in diesen Monaten und der damit verbundenen höheren Freizeitaktivität an und im Wasser zusammenhängen sowie mit den Sommerferien der Kinder korrelieren (37).

In Japan wird über eine weniger starke jahreszeitliche Verteilung von Ertrinkungsunfällen bei Kindern unter 4 Jahren berichtet, die mit dem Hauptunfallort in diesem Alter, der Badewanne, in Verbindung gebracht wird (33), was sich in unserer Studie allerdings nicht bestätigen lässt.

Ertrinkungsunfälle im Kleinkindesalter traten im Gegensatz zu allen anderen Altersklassen vorwiegend im Frühjahr auf, wenn mit steigenden Außentemperaturen nach dem Winter die unerfahrenen Kleinkinder vermehrt hinaus dürfen und ihr Bewegungsdrang und ihre Neugierde besonders überschießend zu sein scheint. Aber auch in unwirtlichen, naßkalten Wintermonaten geschahen Ertrinkungsunfälle in nicht unbeträchtlich hoher Zahl. Der Grund hierfür mag das fehlende Verständnis der Kinder für Gefahren und die große Anziehungskraft jeder Wasserstelle für Kinder sein (34).



## 4.5 Unfallort

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen die Vielzahl möglicher Gefahrenstellen für einen Ertrinkungsunfall im Kindes- und Jugendalter auf.

Dabei ereigneten sich die Mehrzahl der Badeunfälle (40%) in den für Kinder so beliebten Freizeitanlagen der öffentlichen Hallen- und Freibäder.

Am zweithäufigsten war es der private Gartenteich (22,4%), der in den meisten Fällen eine ungesicherte Wasserstelle darstellt und zusätzlich zu 1/3 der Fälle auf fremdem (Nachbar-) Grundstück liegt und somit für Kinder eine neue, unbekannte Attraktion bedeutet.

Diese Aussage findet sich auch in amerikanischen Studien, wobei sich die Zahlen auf die dort so häufigen Swimmingpoolunfälle beziehen (13, 37). Auch in einer englischen Studie über 306 kindliche Ertrinkungsunfälle stellt der Gartenteich mit 19,3% den zweithäufigsten Unfallort dar, wobei sich über die Hälfte aller Gartenteichunfälle auf dem Nachbargrundstück ereigneten (24).

Der häusliche Bereich ist in unserer Studie für 78,3% der Ertrinkungsunfälle im Säuglingsalter und 65,8% der Eintauchunfälle im Kleinkindalter verantwortlich. Dabei kommt jede Art von Wasserreservoir als Gefahrenstelle in Betracht, selbst Kleinstbehältnisse wie der Wassereimer oder scheinbar schwer zugängliche Behältnisse wie die Regentonne.

Kleinkinder fallen durch ihren hohen Körperschwerpunkt und wegen des verhältnismäßig schweren Kopfes kopfüber in solche Wasserbehälter, ohne sie umzukippen und können selbst in geringen Wassermengen ertrinken (8).

Eltern sollte dieser Zusammenhang bewusst gemacht werden, um so auch unscheinbare Wasserstellen zu sichern und Schutzvorrichtungen anzubringen.

Aufklärungskampagnen könnten zur Prävention von Ertrinkungsunfällen gerade in dieser Altersklasse beitragen.

Bei den Säuglingen fanden in unserer Studie nahezu die Hälfte der Ertrinkungsunfälle in der Badewanne statt (47,8%). Somit muß dieser Ort als größte Gefahr für diese Altersklasse gesehen werden und bedarf noch größerer Aufmerksamkeit. Säuglinge können sich, wenn sie frei sitzen können, noch nicht selbstständig wieder hochziehen,

wenn sie untergetaucht sind. Ein mit in der Wanne sitzendes älteres Geschwisterkind ersetzt in keinem Fall die Aufsichtspflicht durch einen Erwachsenen.

Insgesamt wurden in unserer Studie 29 Badewannenunfälle registriert, was einen Anteil von 4 % aller Ertrinkungsunfälle ergibt.

In einer Studie aus Utah von Lloyd et al. (30) war die Prozentzahl der Badewannenunfälle im Säuglingsalter im Vergleich zu den Daten unserer Studie deutlich höher (79%), ebenso in der japanischen Studie von Mizuta et al. (33), die auf 82,1% Badewannenunfälle bei den Säuglingen kamen.

Allerdings hat das Bad in Japan eine besondere Tradition. So wird das Badewasser häufig einen Tag lang aufbewahrt und von mehreren Personen im Wechsel genutzt oder Wasser mit Eimern aus der Badewanne zum Waschen geschöpft (33). Auf diese Weise wird die wassergefüllte Badewanne mit einer Höhe von 30 bis 40 cm zu einer großen Gefahr für Kleinkinder.

Auffällig ist bei den Badewannenunfällen und Ertrinkungsunfällen im Planschbecken die Mädchenwendigkeit von über 50%, die im Gegensatz zu der bisher statuierten Knabenwendigkeit bei Unfällen jeder Art steht. Dieser Zusammenhang ist neu. In der Literatur wurde bisher nur über ein relativ ausgewogenes Geschlechterverhältnis von 8 : 7 (Knaben : Mädchen) in einer Studie über 44 Badewannenunfälle in Großbritannien berichtet (26). Eine Ursache könnte sein, dass Mädchen aufgrund ihrer vermeintlichen Reife in Badewannen weniger gut beaufsichtigt werden.

Meerwasserunfälle spielten in unserer Studie mit nur 1% eine untergeordnete Rolle, im Gegensatz zu den in Japan angegebenen 13,3%, womit Salzwasserunfälle dort an zweithäufigster Stelle stehen (33). In der Studie von Wilken et al. (46) über 46 kindliche Ertrinkungsunfälle im Einzugsgebiet der Lübecker Bucht und der Insel Fehmarn gab es entsprechend unserer Studie auch nur vier Ertrinkungsunfälle in Salzwasser, die übrigen (91,3%) waren Süßwasserertrinkungsunfälle. Auch De Nicola et al. (8) bestätigen in ihrer Arbeit, ein über 90 prozentiges Vorkommen von Süßwasserertrinkungsunfällen, selbst in Küstenstaaten wie Florida, Hawaii und Australien, wobei als Grund die gut funktionierenden Überwachungsmöglichkeiten an den Stränden gesehen wird.

Das Meer stellt in den Augen der Eltern eine offensichtliche Gefahrenquelle dar, so dass dort eine ausgesprochen gute Betreuung und Aufsicht stattfindet.

Im Kleinkindalter geht die größte Gefahr, einen Ertrinkungsunfall zu erleiden, von privaten Gartenteichen mit 48,5% sowie öffentlichen Gewässern (27,8%) aus.

Lloyd et al. (30) beschreiben eine ähnliche Verteilung bei den Ein- bis Vierjährigen mit 36% Ertrinkungsunfällen im privaten Gartenteich und 26% in öffentlichen Gewässern.

Grundsätzlich sollte Familien vom Anlegen eines Zierteiches abgeraten werden (24).

Leider gibt es in Deutschland für die Anlage eines Gartenteichs keine Auflagen. Erst ab einer Größe von 100 m<sup>3</sup> Beckeninhalte sind Abgrabungen und Wasserbecken im Außenbereich als Nebenanlage eines höchstens 50 m entfernt liegenden Gebäudes mit Aufenthaltsräumen genehmigungspflichtig, wobei jedes Bundesland eigene Vorschriften hat und sich die genannten Angaben auf die niedersächsische Bauordnung beziehen.

Wenn jeder Gartenteich oder jeder private Swimmingpool unabhängig von ihrer Größe genehmigungs- und auflagepflichtig wäre, könnten durch die Behörde anhand von Sicherheitsvorschriften für die Bauherren Gefahren eingedämmt werden.

Abdeckung oder Umzäunung von Gartenteichen, die in anderen Staaten bereits gesetzlich vorgeschrieben sind, sollten auch in Deutschland zur Gefahrenbegrenzung gefordert werden. O'Flaherty et al. (37) machen darauf aufmerksam, dass eine Ertrinkungsunfallprävention in 60-90% durch vollständige Umzäunung möglich sei. Dabei sollte auf eine kindersichere Umzäunung (Mindesthöhe 1,5 m) mit selbstschließenden und – sperrenden Toren geachtet werden (24). Auch sollte auf Löcher in den Zäunen geachtet werden und bei Abdeckungen die Festigkeit beim Betreten des Materials überprüft werden.

Liller et al. (29) weisen daraufhin, die Umzäunung dennoch nur als Ergänzung zur Aufsichtspflicht zu sehen, um kein falsches Sicherheitsgefühl aufkommen zu lassen.

Ab einem Alter von drei Jahren spielen Ertrinkungsunfälle in öffentlichen Bädern die größte Rolle (> 60%), so dass hier nicht nur an das Aufsichtsverhalten der Eltern oder anderer Betreuungspersonen, sondern auch das der Bademeister appelliert werden muss.

Ertrinkungsunfälle in öffentlichen Gewässern, besonders aber an Seen (57,4%), geschahen hauptsächlich an den Wochenenden der Sommermonate, da hier die Freizeitaktivität besonders hoch ist.

Umgekehrt verhielt es sich mit den Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Bädern, die sich vorwiegend werktags z. B. während des Schulschwimmens ereigneten. Aber auch die Unfallrate im häuslichen Bereich zeigte eine zeitliche Häufung an den Werktagen des Frühjahrs, vor allem bei den Gartenteichunfällen.

Diese Aussage steht im Gegensatz zu früheren Studien, in denen keine zeitlichen Abhängigkeiten der Ertrinkungsunfallrate auf privatem Gelände beobachtet wurden (1). Eine Erklärungsmöglichkeit für die in unserer Studie gefundene Häufung von Gartenteichunfällen im Frühjahr könnten die ansteigenden Temperaturen der Frühjahrsmonate sein, die die Kinder nach draußen zieht sowie das durch erste anfallende Gartenarbeiten getriebene Aufsichtsverhalten der Eltern, wodurch die Unfallgefahr entsprechend hoch ist.

#### **4.5.1 Wassertemperatur**

Die Wassertemperatur wurde aus dem Unfallort und der Jahreszeit abgeleitet und somit eine pauschale Einteilung in Kalt-, Warm- und Eiswasserunfälle gewählt, wobei Kaltwasserunfälle in 88,5% aller Ertrinkungsunfälle gegenüber 7,9% Warmwasser- und 3,5% Eiswasserunfällen überwogen.

Dieses Ergebnis erklärt sich durch die kühle Wassertemperatur der häufigsten Unfallorte sowie die jahreszeitliche Unfallhäufigkeit (im Winter ereigneten sich nur 9,7% aller Ertrinkungsunfälle).

Unsere Daten ergaben erstaunlicherweise eine Mädchenwendigkeit bei Warmwasserunfällen mit 57,9% gegenüber Kalt- und Eiswasserunfällen, bei denen mit 66,4% bzw. 65,4% das männliche Geschlecht überwog. Dieser Zusammenhang wurde bisher in der Literatur nicht beschrieben. Grund könnten die bereits beschriebenen häufigeren Badewannenunfälle der Mädchen sein.

#### 4.5.2 Wassertiefe

In unserer Studie hatte die Wassertiefe eine Spannweite von minimal 3 cm bis maximal 3,5 m, wobei 2/3 der Ertrinkungsunfälle in einer Tiefe von 0,31 bis 1,5 m geschahen. Zur Wassertiefe finden sich in den bisherigen Studien keine oder nur wenig Angaben. Eine amerikanische Studie berichtet, dass 90% aller tödlichen Ertrinkungsunfälle in einer Wassertiefe bis zu 10 m geschehen (7).

In Bezug auf das Alter der verunglückten Kinder zeigen unsere Ergebnisse, dass die Wassertiefe proportional zum Alter des Kindes zunimmt.

Im Säuglingsalter geschahen alle Ertrinkungsunfälle in 3 bis 30 cm tiefem Wasser. Ein Ertrinkungsunfall in dieser Wassertiefe war aber noch bis zu einem Alter von fast sechs Jahren möglich (5 10/12 Jahre). Dieser Sachverhalt erinnert daran, auch flache Wasserstellen als Gefahrenquelle ernst zu nehmen und diese abzusichern. Entscheidend ist nicht die Tiefe der Wasserstelle, sondern ihre Zugänglichkeit.

#### 4.6 Unfallursache

Die Auswertung der Unfallursache bestätigt die Aussage vorheriger Studien, dass die meisten Ertrinkungsunfälle im Kindesalter unbeobachtet geschehen, wobei mangelnde Aufsicht als Ursache gesehen wird (24).

Im Vergleich zu unserer Studie, in der 56,2% unbeaufsichtigte Ertrinkungsunfälle gefunden wurden, wurden in einer englischen Studie noch höhere Prozentzahlen mit 87% angegeben (24) und in einer amerikanischen Studie sogar 89% (38). Dabei waren in unserer Studie am häufigsten Kleinkinder von einem Ertrinkungsunfall durch mangelnde Aufsicht betroffen (70,4%), aber auch bei Säuglingen fand sich in nahezu der Hälfte aller Fälle ein unbeobachteter Moment, der letztlich zum Ertrinken führte (47,8%).

Dieser Umstand verdeutlicht, welche schwerwiegenden Konsequenzen selbst kurze Erledigungen wie ein Telefonat oder der Gang zur Tür haben können (1).

Die Geschwindigkeit, mit der sich Kleinkinder fortbewegen können, wird häufig unterschätzt und so können schon kurze unbeobachtete Momente ausreichen, um gefährliche Situationen entstehen zu lassen.

Erstaunlich war das Ergebnis einer von Liller et al. (29) in Florida gestarteten Umfrage in 700 Haushalten, bei der nur die Hälfte aller Befragten (50,1%) wusste, dass die beste Methode zur Vermeidung von Ertrinkungsunfällen das Beaufsichtigen der Kinder ist. Dieses Ergebnis führt die Wichtigkeit der Aufklärung von Eltern zur Verhütung von Ertrinkungsunfällen vor Augen.

Eine mögliche Art der Durchführung wäre das Ankoppeln der Aufklärungsarbeit zur Prävention von Ertrinkungsunfällen mit altersspezifischen Unfallverhütungsmaßnahmen an das bestehende Vorsorgeprogramm (Vorsorgeuntersuchungen U1 bis U9) durch die Kinderärzte, wodurch eine flächendeckende präventive Maßnahme erreicht werden könnte. Die Vorsorgeuntersuchungen werden von der überwiegenden Mehrheit der Eltern wahrgenommen, so dass hier besonders viele Eltern erreicht werden könnten. Eine Möglichkeit wäre, neben der mündlichen Aufklärung durch die Kinderärzte, den Eltern nach der Untersuchung der Kinder eine Broschüre mit den wichtigsten Gefahrenquellen mit an die Hand zu geben, so dass kein größerer Zeitaufwand für die niedergelassenen Kinderärzte erforderlich ist und die Eltern die Informationen zum Nachlesen mit nach Hause bekommen.

In Bezug auf den Unfallort wird deutlich, dass die Aufsichtspflichtverletzung v. a. im häuslichen Bereich häufig Ursache eines Ertrinkungsunfalls ist (45,4%).

Kleinkinder und Säuglinge sollten niemals unbeaufsichtigt mit einem wassergefüllten Eimer oder in einem Planschbecken spielen. Schwimmhilfen wie Schwimmflügel, Schwimmreifen, aufblasbare Luftmatratzen usw. dürfen nicht mit Schwimmbefähigung gleichgesetzt werden. Solange Kinder nicht sicher schwimmen können, bedürfen sie einer ständigen Aufsicht.

Besonderes Augenmerk gilt im häuslichen Bereich den Badewannenunfällen, die in 56% durch mangelnde Aufsicht und im Alter unter drei Jahren entstehen. Auch in unserer Studie sind 21,4% der Badewannenunfälle dadurch entstanden, dass ein älteres

Geschwisterkind zur Aufsicht des Jüngeren mit in der Wanne saß und somit die Kompetenz der älteren Kinder weit überschätzt wurde.

Badewannenunfälle bei Kindern unter fünf Jahren werden zudem in 38% angeschuldigt, mutwillig entstanden zu sein (16). Gillenwater et al. (16) beschreiben in ihrer Studie in Washington über 205 Ertrinkungsunfälle 8% vorsätzliche Ertrinkungsunfälle, von denen 56% in der Badewanne auftraten. Quan et al. (38) berichten über 19% Mißbrauchsfälle bei den in ihrer Studie aufgeführten Badewannenunfällen.

Lavelle et al. (28) finden in ihrer amerikanischen Studie über die Häufigkeit der Misshandlung bzw. Vernachlässigung bei Badewannenunfällen sogar in 29% der Fälle dokumentierte physische Zeichen eines Missbrauchs und in 38% Hinweise auf schwere Vernachlässigung. Auf diesem Hintergrund sollten bei Badewannenunfällen Anamnese und Untersuchung mit besonderem Gespür durchgeführt werden, so dass rechtzeitig eventuelle Interventionen eingeleitet und weitere Verletzungen verhindert werden können.

Verdächtig sind, nach Aring (2), unschlüssige Berichte der Angehörigen, andere Verletzungszeichen am Kind, offensichtliche Zeichen von Mißbrauch oder Vernachlässigung, eine psychiatrische Anamnese der betreuenden Person, familienanamnestische Daten und frühere Mißbrauchsvorfälle.

In unserer Studie wurden keine Untersuchungen bezüglich Misshandlungshinweisen angestellt, so dass hierüber keine Aussagen möglich sind.

Als zweithäufigste Ursache für einen Ertrinkungsunfall ergaben sich unbeabsichtigte Stürze (23,3%), z. B. durch Ausrutschen beim Laufen in Schwimmbädern. Dort könnten geeignete rutschfeste Böden präventiv eingesetzt werden (32). Wichtig ist in Schwimmbädern auch, dass Bodenkanten und Stufen z. B. durch das Verlegen von farblich unterschiedlichen Fliesen optisch hervorgehoben und Kanten abgerundet ausgeführt werden, um die Sturzgefahr zu senken (32). Eine weitere Gefahrenquelle, die baulich beachtet werden sollte, waren Ansaugöffnungen für Massagestrahleinrichtungen in Warmwasserbädern, in denen sich Kinder mit langen Haaren verfangen und so qualvoll ertranken.

Spielunfälle (11,9%) wurden häufig durch das Rutschen auf einer Wasserrutsche ausgelöst, die einer Studie von Mayr et al. (32) in 39,1% Folge eines Aufpralls mit einem anderen Kind im Eintauchbereich sind. Die Autoren favorisieren daher Unterwasserströme, die die Kinder nach dem Eintauchen ins Wasser sofort zur Seite oder in Bewegungsrichtung des Kindes von der Rutsche weg driften lassen. Aber auch die Reduktion der Eintauchgeschwindigkeit, ausreichender Freiraum sowie ausreichende Wassertiefe können zur Vermeidung solcher Unfälle beitragen.

Schwimmunfälle waren in 8,1% der Fälle Ursache eines Ertrinkungsunfalls, wobei sie in 81,4% eindeutig ein Ereignis bei älteren Kindern über sechs Jahren sind. Diese Altersgruppe ist einer Schulung im Schwimmen zur Prävention von Ertrinkungsunfällen zugänglich. Daher sollte die Schwimmschulung der Kinder und Jugendlichen z.B. im Rahmen des Schulsports nicht zu Gunsten anderer Sportarten oder aus Mangel an Schwimmstätten unterbleiben.

Aber auch die jüngeren Kinder, die in unseren Ergebnissen in 18,6% einen Schwimmunfall erleiden, könnten durch frühen Schwimmunterricht präventiv geschult werden, zunächst durch Wassergewöhnungskurse und ab vier bis fünf Jahren durch Schwimmkurse. Allerdings ist auch bei guten Schwimmkenntnissen eine Aufsichtsperson unerlässlich.

Insgesamt ist eine generell größere Fitness der Kinder anzustreben, die aufgrund der neu aufkommenden Medien der letzten Jahre wie dem Computer sowie dem Fernsehen immer mehr in den Hintergrund rückt und zu konditionellen und koordinativen Einbußen der Kinder führt.

Bestätigen konnten wir, dass Krampfanfälle als Ursache für einen Ertrinkungsunfall nur einen geringen Anteil ausmachen (1,2%).

Cass et al. (6) berichten in der australischen Studie mit 132 kindliche Ertrinkungsunfälle über 3% durch Krampfanfall ausgelöste Submersionen, die sich alle in der Badewanne ereigneten, während in unserer Studie 2/3 dieser Ertrinkungsunfälle in öffentlichen Bädern und 1/5 in der Badewanne stattfanden. In der britischen Studie von Kemp et al. (25) wurden 4% der 306 Ertrinkungsunfälle im Kindesalter durch Konvulsionen ausgelöst. Dabei stellten sie fest, dass sich das Geschlechtsverhältnis Jungen : Mädchen



wie 2:3 im Gegensatz zum Gesamtverhältnis der Ertrinkungsunfälle von 3:1 verhielt. Die Ergebnisse unserer Studie konnten diese Aussage bestätigen, wobei das Verhältnis Jungen : Mädchen der durch Krampfanfälle ausgelösten Ertrinkungsunfälle 2 : 2,5 betrug.

Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu dem bekannten höheren Epilepsierisiko (8) bei Jungen mit 7,3 ‰ gegenüber 5,1 ‰ bei den Mädchen.

In unserer Auswertung kamen Krampfanfälle als Ursache für einen Ertrinkungsunfall nur bei Kindern ab einem Alter von sechs Jahren und älter vor. Grund hierfür könnte sein, dass ein Krampfanfall bei jüngeren Kindern nicht immer als Ursache für einen Ertrinkungsunfall gesehen wurde, da das Ereignis ohne Aufsicht geschah.

Generell sollten Kinder mit bekannter Epilepsie bevorzugt duschen oder unter Aufsicht baden sowie in öffentlichen Bädern nie alleine schwimmen (25). Das Baden in offenen Gewässern sollte vermieden werden. Offenbar kann die Hyperventilation beim Schwimmen anfallsauslösend sein.

Über den Faktor des Alkoholkonsums, der in den USA mit 40 –50% bei den Jugendlichen zu Ertrinkungsunfällen beitragen soll (34, 37), konnte in unserer Studie keine Aussage gemacht werden, da keine derartigen Hinweise in den Fragebögen gefunden und auch keine routinemäßigen Blutalkoholkontrollen bei den Patienten durchgeführt wurden.

#### **4.7 Ersthelfer**

Unsere Ergebnisse zeigten, dass ganz überwiegend Laien (69,3%) als Ersthelfer bei kindlichen Ertrinkungsunfällen gegenüber 4,7% ärztlichen Ersthelfern tätig werden. Von De Nicola et al. (8) wird demgegenüber eine mit 42% deutlich geringere Zahl an Laienersthelfern angegeben.

Da gerade die Erstmaßnahmen von entscheidender Bedeutung für den Behandlungserfolg sind, fordert unser Ergebnis deutlich, dass Laien verstärkt in Erste-Hilfe-Maßnahmen unterrichtet werden sollten, um suffizient am Unglücksort helfen zu

können. Noch eindrücklicher wird diese Forderung, wenn man bedenkt, dass Laien vor allem bei den jüngeren Kindern (in unserer Studie mit einem Durchschnittsalter von 3 9/12 Jahren) als Ersthelfer tätig werden.

Eine telefonische Umfrage in 700 Haushalten im Bundesstaat Florida von Liller et al. (29) ergab, dass 53,3% der Befragten sich nicht in der Lage sahen, Wiederbelebungsmaßnahmen bei Kindern durchzuführen. Aus diesem Grund kommt es häufig dazu, dass Erste-Hilfe-Maßnahmen nicht durchgeführt werden, sondern auf die Ankunft von medizinischem Personal gewartet wird und sich so die Reanimation zum Nachteil des Ertrinkungsopfers stark verzögert oder im schlimmsten Fall gar nicht mehr durchgeführt wird (27).

Liller et al. fordern daher für jeden Swimmingpoolbesitzer einen Nachweis über das Beherrschen von Wiederbelebungsmaßnahmen (29).

Kyriacou et al. (27) zeigen in ihrer Studie über Ertrinkungsunfälle bei 166 Kindern unter 16 Jahren, dass jede Art der Ersthilfe zu einer Verbesserung des Behandlungserfolgs führt. So hatten gesunde Kinder oder solche mit leichten neurologischen Defiziten 4,75 mal häufiger eine Ersthilfe erhalten, als apallische oder ertrunkene Kinder.

Die Verbesserung von Laienhilfemaßnahmen sowie die Unfallverhütung ist somit der entscheidende Faktor für den Behandlungserfolg, noch vor jeder intensivmedizinischen Bemühung (14).

In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass nur in öffentlichen Bädern medizinisch geschultes Personal mit 84,9% oder sogar Ärzte mit 58,8% als Ersthelfer zur Verfügung standen, während bei Ertrinkungsunfällen in häuslichem Milieu in 48,8% Laien zur Stelle waren.

#### **4.8 Transportbegleitung zur Klinik**

Erfreulicherweise fand die weitere Versorgung und Transportbegleitung überwiegend durch Ärzte statt (85,6%).

Allerdings gab es in immerhin 8,2% aller Ertrinkungsunfälle unseres Patientengutes Laientransporte, die in über der Hälfte der Fälle (55,9%) bei Ertrinkungsunfällen auf privatem Gelände stattfanden. Ein Transport zur Klinik durch medizinisch ungeschulte Personen geschah in 96,6% der Fälle dann, wenn auch die erste Hilfe von Laien erfolgt war. Die Ausnahme bildeten zwei 4 3/12 Jahre alte Kinder, die nach Beinahe-Ertrinkungsunfall im Hallenbad vom Bademeister gerettet wurden und nach Stunden durch Erbrechen und Schläfrigkeit auffällig wurden, woraufhin sie durch die Eltern in die Klinik gebracht wurden.

#### **4.9 Prästationäre Maßnahmen (Kardiopulmonale Reanimation, Intubation)**

Ertrinkungsunfälle sind schwer beeinträchtigende Ereignisse, die in einem Drittel der Fälle zu kardiopulmonaler Reanimation mit Herz-Druck-Massage (31,6%) und Beatmung (29,8%) führen (im weiteren Text wird die Abkürzung „CPR“ verwendet). Am schwersten betroffen sind Kleinkinder, die in nahezu der Hälfte der Fälle reanimationspflichtig wurden.

In der britischen Studie von Kemp et al. (23) wird eine etwas höhere Reanimationsrate von 37,9% bei insgesamt 330 Ertrinkungsunfallopfern gefunden.

Als größte Gefahrenzone für einen schweren Ertrinkungsunfall und damit einer notwendigen kardiopulmonalen Reanimation und/oder Beatmung, die in unserer Studie ausschließlich von Ärzten ausgeführt wurde, entpuppten sich Gewässer auf privatem Gelände sowie öffentliche Gewässer (1/3 der Fälle).

In öffentlichen Bädern wird ein Ertrinkungsunfall schneller bemerkt, so dass die Untertauchzeit nicht so lang ist und eine komplette CPR häufig nicht erforderlich wird. Dadurch erklärt sich die niedrigere CPR- bzw. Intubationsrate von 25,9% bzw. 23,4%.

Bei den neun durch Krampfanfall ausgelösten Ertrinkungsunfällen musste in nahezu der Hälfte der Fälle kardiopulmonal reanimiert und 2/3 der Fälle beatmet werden, wobei die

Zahlen aufgrund der geringen Fallzahl (1,3%) nur eingeschränkt aussagekräftig sind. Dennoch scheint ein solches Ereignis meistens zu schwerer Beeinträchtigung zu führen.

#### **4.10 Entfernung zur Klinik**

Die kürzeste Entfernung vom Unfallort zur Klinik betrug 100 m, es handelte sich dabei um einen Ertrinkungsunfall in einem Teich auf dem Krankenhausgelände. Die weiteste Strecke betrug 120 km, wobei es sich hier um eine Verlegung aus einem peripheren Krankenhaus in eine Universitätsklinik handelte.

Auffallend war, dass Ertrinkungsunfälle auf privatem Gelände im Vergleich zu allen anderen Unfallorten am weitesten von der Klinik entfernt lagen. Dieses Ergebnis wird auch von Lloyd et al. (30) beschrieben, ohne dass genaue Entfernungen genannt werden.

Die Überbrückung von weiten Entfernungen und damit langen Transportwegen stellt ein zusätzliches Risiko für das Ertrinkungsunfallopfer dar und somit muß an einem gut funktionierenden länderübergreifenden Versorgungsnetz gearbeitet werden, um eine rasche intensivmedizinische Versorgung der Kinder zu gewährleisten.

#### **4.11 Transportdauer**

Die kürzeste Transportdauer vom Unfallort zur Klinik betrug 5, die längste 400 Minuten. Die durchschnittliche Transportzeit betrug 70,9 Minuten.

Suominen et al. (45) kommen in ihrer finnischen Studie über 63 Ertrinkungsunfälle bei Kindern unter 15 Jahren auf durchschnittlich 89,1 Minuten.

Die Länge des Transportes korreliert mit der Entfernung der Unfallorte von der Klinik, aber auch mit dem Schweregrad des Unfalls und der Dauer der notwendigen Versorgung am Unfallort, um eine Stabilisierung und Transportfähigkeit des Opfers zu erzielen.

## 4.12 Aufnahmezustand in der Klinik

### 4.12.1 Körpertemperatur

Die Körpertemperatur der Ertrinkungsunfallopfer wurde nicht am Unfallort, sondern erst bei Aufnahme in der Klinik rektal gemessen. Insofern ist die dann gemessene Temperatur ein indirekter Hinweis auf die Dauer der Submersion sowie die Qualität der Erstversorgung im Anschluß an den Unfall.

Die Vermeidung einer weiteren Auskühlung durch das Entfernen nasser Kleidung, Schutz vor Wind und Kälte sollte unbedingt eingehalten werden.

Die meisten Kinder unseres Patientengutes (40,8%) waren bei Aufnahme in die Klinik normotherm. Bei einem Drittel der Kinder wurde eine leichte Hypothermie bis minimal 33 °C festgestellt (33,8%).

In diesem sogenannten Erregungsstadium (18) zeigen sich klinisch eine ausgeprägte periphere Vasokonstriktion und Kältezittern, die zu Konservierung von Wärme führen soll, wobei der Sauerstoffverbrauch erhöht ist.

Im Erschöpfungsstadium (mittelschwere Hypothermie von 33 – 30 °C) kommt es zu Bewusstseinstäubung, wovon in unserer Studie 60 Kinder betroffen waren, und ab 30 °C Körpertemperatur treten Bewusstseinsverlust, Bradyarrhythmie, Rigor und zunehmende Immundefizienz ein (66 von 674 Kinder).

Der Sauerstoffverbrauch sinkt um 7% pro 1 °C (2), der Stoffwechsel wird bei 30 °C Körpertemperatur auf 50% reduziert (44).

Im Lähmungsstadium (schwere Hypothermie) unter 30 °C Körpertemperatur sind kardiale Arrhythmien therapierefraktär (2).

Unterhalb von 28 °C liegt eine extreme Bradykardie vor und es besteht die Gefahr von Kammerflimmern, das medikamentös oder durch elektrische Kardioversion nicht zu beherrschen ist. Unter 22 °C tritt schließlich eine Asystolie ein (44). Ein Atemstillstand tritt unterhalb einer Körpertemperatur von 25 °C ein. Zwischen 20 und 22 °C Körpertemperatur erscheint infolge des Erlöschens der Hirnaktivität eine isoelektrische Linie im EEG (12).

Unsere Daten zeigen, dass jüngere Kinder niedrigere Körpertemperaturen aufweisen als ältere, was sich durch die größere Oberfläche im Vergleich zur Körpergröße und damit der schnelleren Auskühlung im Wasser sowie der schlechteren Fettisolierung erklären lässt. So waren 75,9% der Kinder, die bei Aufnahme mit einer Körpertemperatur von unter 28 °C schwerst hypotherm waren, Kleinkinder.

In Bezug auf den Unfallort fanden sich nach Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Gewässern die gravierendsten Unterkühlungen (Mittelwert: 33,7 °C). Die Körpertemperatur in der Klinik war dagegen nach Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Bädern im Durchschnitt normal (36,1 °C).

Grund hierfür, könnte das späte Auffinden der Ertrinkungsunfallopfer in offenen Gewässern sein sowie die Schwierigkeit, medizinische Hilfe rasch herbeiholen zu können (Telefonmöglichkeiten sind meist weit entfernt) wie es auch von Lloyd et al. (30) beschrieben wird.

Unabhängig davon, ob Kinder in warmem, kaltem oder eisigem Wasser einen Eintauchunfall erleiden, kommt es in jedem Fall zur Hypothermie (3), da die Auskühlung im Wasser 20 – 30 mal schneller erfolgt als in ruhiger Luft (18). Auch trägt das Verschlucken und Aspirieren von Wasser zu weiterer Abkühlung bei (44). Diese Aussage konnte durch unsere Ergebnisse bestätigt werden. Allerdings fand eine weitaus stärkere Abkühlung in Eiswasser gegenüber Kalt- und Warmwasserunfällen statt (durchschnittliche Körpertemperatur 31,7 °C gegenüber 34,8 bzw. 35,7 °C).

Die Korrelation der Hypothermie mit einer hohen Rate an Herz-Kreislaufstillstand sowie Ateminsuffizienz begründet sich aus den bereits beschriebenen pathophysiologischen Vorgängen, da unter einer Körpertemperatur von 32 °C eine kardiale Wiederbelebung durch medikamentöse oder elektrische Therapie nicht möglich ist. Aus diesem Grund sollte jede Reanimation bis zur Wiedererwärmung des Patienten (Körperkerntemperatur über 35 °C) fortgeführt werden (14). Nach Southwick und Dalgligh gilt: „Nobody is dead until warm and dead.“ (8, 16).

#### **4.13.2 Herz-Kreislaufstillstand und Ateminsuffizienz**

Die Zahl der Kinder, die noch in der Klinik kardiopulmonal reanimiert werden mussten, war im Vergleich zu einer Studie von Kyriacou et al. (27) über 166 Ertrinkungsunfälle mit 13,2% gegenüber 15,8% sehr ähnlich.

Bei den Kleinkindern war der Anteil der kreislaufinsuffizienten Beinahe-Ertrunkenen etwas höher, die CPR-Rate in der Klinik lag hier bei 17,2% (50/291).

Dieser Sachverhalt stellt die Lebensbedrohlichkeit eines Ertrinkungsunfalls v. a. für Kleinkinder dar.

Nahezu ein Drittel der beinahe ertrunkenen Kinder waren bei Aufnahme in die Klinik intubiert und beatmet (29,5%), wobei nur in einem Fall die Intubation erst im Krankenhaus stattfand und die übrigen Kinder bereits am Unfallort intubiert worden waren.

#### **4.12.3 Vitalität**

Zwei Drittel der Kinder (60,3%) unseres Patientengutes war bei Aufnahme in die Klinik beeinträchtigt, jedoch nicht beatmungspflichtig. Bei den Säuglingen lag dieser Faktor glücklicherweise deutlich niedriger (43,5% beeinträchtigte Säuglinge bei Aufnahme), während die Prozentzahl bei den über Zehnjährigen (68,8%) etwas über dem Durchschnitt lag. Möglicherweise waren die Ertrinkungsunfälle im Säuglingsalter weniger gravierend als bei Schulkindern.

Kinder nach Ertrinkungsunfall während der Frühjahrs- und Herbstmonate waren beeinträchtigt als im Winter und Sommer, auch war der Allgemeinzustand der Patienten nach Ertrinkungsunfällen im häuslichen Milieu und in öffentlichen Gewässern deutlich schlechter als nach Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Bädern.

Hinsichtlich der Beeinträchtigung bei Aufnahme scheinen manche Angaben eher fragwürdig zu sein, da schwerst hypotherme Patienten wohl nicht als klinisch

unauffällig bezeichnet werden können. Bei Kindern mit normaler Aufnahmetemperatur wirkten immerhin noch 38,2% beeinträchtigt.

Auch wenn in unserer Studie keines der bei Aufnahme unbeeinträchtigt wirkenden Kinder beatmungspflichtig wurde, sollten dennoch alle Kinder ausreichend lange beobachtet werden, da in anderen Studien Fälle beschrieben wurden, bei denen es zu dramatischen Verschlechterungen, gerade der pulmonalen Situation, kam (36).

#### **4.13 Sekundäre Intubation**

Im weiteren Verlauf der Behandlung kann sich eine Verschlechterung der pulmonalen Situation ergeben, bei der eine Beatmung des Ertrinkungsopfers notwendig wird. Dieses Phänomen erklärt sich aus einem weiterbestehenden Surfactantverlust aufgrund von chemischer Zerstörung durch z. B. Chlorwasser oder andere Schmutzpartikel sowie osmotische und entzündliche Veränderungen der Pneumozyten (40).

Bei Rowin et al. (40) wird angenommen, dass diese Situation wahrscheinlich in weniger als 5% der Beinahe-Ertrunkenen auftritt.

In unserer Studie wurde in 2,6% eine sekundäre Intubation notwendig. Dabei waren alle diese Kinder bei Aufnahme beeinträchtigt gewesen, die Hälfte entwickelte ein ARDS. Von später auftretenden Symptomen berichten auch Noonan et al. (36) in ihrer Studie, bei der in 40% der initial unbeeinträchtigten Kinder nach 4 bis 8 Stunden Krankheitssymptome auftraten. Die Autoren proklamieren daher eine Überwachung aller Ertrinkungsunfallopfer für mindestens 6 bis 8 Stunden.

#### **4.14 Hirnödem**

Die gefürchtetste Komplikation eines Ertrinkungsunfalles ist das durch die Hypoxie entstehende Hirnödem, das sich in unserer Studie in 16,8% der ausgewerteten Ertrinkungsunfälle entwickelte. Die Korrelation der Hirnödementwicklung zur Schwere



der Hypoxie durch die Submersionsdauer kann indirekt durch die Körpertemperatur des Kindes gemessen werden.

Bei dem Vorliegen einer schwersten Hypothermie unter 28 °C kam es in 78,1% zur Ausbildung eines Hirnödems. Bei hypothermen Temperaturen von unter 33 °C kam es in über 50% der Fälle zu einem Hirnödem. Leichte Hypothermien über 33 °C Körpertemperatur führten dagegen nur in 14,3% zur Hirnödemausbildung. Bei normaler Körpertemperatur ist die Prozentzahl mit 2,6% am geringsten.

Möglicherweise begünstigt eine zu schnelle Erwärmung der Ertrinkungsunfallopfer die Hirnödementstehung. Der vor der Entwicklung eines Hirnödems schützende Effekt der Hypothermie, der z. B. bei Herzoperationen genutzt wird, kann in unserer Studie nicht dargestellt werden, da die bei Aufnahme gemessene Hypothermie Ergebnis einer langen Submersion und damit Hypoxie ist. Der entscheidende Faktor für die Ausbildung eines Hirnödems ist die Reperfusion des Gehirns nach Hypothermie, wobei sich die Prognose durch eine zu schnelle Aufwärmung verschlechtert. Die Hirnödementstehung ist wiederum entscheidend für das Outcome der Patienten.

#### **4.15 ARDS**

Die pulmonale Bedrohung nach Ertrinkungsunfall ist das ARDS, das in unserer Studie in 11,6% aller Unfälle auftrat.

Wilken et al. (46) finden in ihrer Studie vergleichbare Prozentzahlen mit 13% (6/46).

Die Abhängigkeit von der Körpertemperatur bzw. dem Grad der Hypoxie erscheint weniger ausgeprägt.

Im Vergleich zu der Gefährlichkeit eines Hirnödems ist das ARDS mit einer günstigeren Prognose behaftet, denn immerhin können 31,1% der Kinder diese schwere pulmonale Beeinträchtigung überleben.

Das in der Einleitung erwähnte Mortalitätsrisiko des ARDS von 55 – 85% wird in unserer Studie glücklicherweise nicht erreicht, wobei sich die Zahlen nicht auf eine besondere Todesart, sondern auf die Bevölkerung insgesamt beziehen.

Es fanden sich in unserer Studie in 37,8% letale Verläufe, was sich möglicherweise durch verbesserte Beatmungstechniken erklären läßt.

#### 4.16 Outcome

Mit Hilfe des Fragebogens wurden 82 ertrunkene Kinder im Bundesgebiet ermittelt, d. h. es konnten mit dieser Methode ca. 30% der durch das statistische Bundesamt registrierten tödlichen Ertrinkungsunfälle erfasst werden (42).

Sicherlich wurde ein Teil der ertrunkenen Kinder, die tot aus dem Wasser geborgen wurde, nicht mehr in eine Klinik gebracht, sondern z. B. der Rechtsmedizin zugeführt, so dass diese Daten unserer Studie nicht zugänglich werden konnten. Ein anderer Teil der beinahe ertrunkenen Kinder ist wahrscheinlich in (kinder-) chirurgische oder internistische Abteilungen eingeliefert worden.

Die Sterberate von 1 bzw. 0,8/100.000 Kindern pro Jahr ist im Vergleich zu den USA mit 2,9/100.000 im Jahr deutlich niedriger (22). In Dänemark wird eine jährliche Sterberate durch Ertrinken von 1,1/100.000 Kindern unter 15 Jahren angegeben (43), in Großbritannien lag die Letalität bei 0,7/100000 Kindern unter 15 Jahren (24).

79,1% der Kinder unseres Patientengutes überstanden den Ertrinkungsunfall gesund, 11,5% ertranken. Kemp et al.(23) berichten in ihrer englischen Studie über 330 Ertrinkungsunfälle sogar von 86% als gesund entlassenen Kindern. Weniger günstig war das Outcome bei Graf et al.(17) in einer Studie über 194 Ertrinkungsunfälle aus Seattle, bei der 67,5% der Kinder gesund überlebten und 19,5% ertranken. Bei Rowin et al. (40) wird sogar eine Sterblichkeit von 25 – 35% angegeben sowie eine Überlebensrate von 50 – 80%.

Die Zahl der Kinder mit neurologischen Defiziten war bei Graf et al. (17) mit 5,1% und Kemp et al. (23) mit 5,3% ähnlich hoch wie bei den Ergebnissen unserer Studie (5,5%). Im Vergleich zu den Ergebnissen von Kemp et al. (23) gab es in unserer Studie mit 6,3% deutlich weniger primär Ertrunkene als den dort beschriebenen 43%.

Der Anteil der sekundär ertrunkenen Kinder war mit 5,2% mit den Ergebnissen von Kemp et al. (23) von 4,8% vergleichbar. Insgesamt macht die Morbidität nach Ertrinkungsunfall durch neurologische Schäden in unserer Studie einen Anteil von 9,4%

aus, was sich mit den Angaben einer amerikanischen Studien deckt, die eine Rate von 5 bis zu 20% an neurologisch geschädigten Kindern nach Ertrinkungsunfall angibt (30).

Das schlechteste Outcome fand sich bei Ertrinkungsunfällen im Kleinkindesalter mit 6,8% neurologisch Geschädigten, 4,8% Apallikern und 13,3% Verstorbenen.

Bezüglich des Geschlechts konnten wir die Vermutung nicht bestätigen, dass Jungen gegenüber den Mädchen ein schlechteres Outcome haben, wie es Graf et al. (17) in ihrer Studie bei 74 komatösen Kindern nach Ertrinkungsunfall statuieren. Die Autoren fanden in dieser Studie 52,8% Jungen gegenüber 19,4% der Mädchen, die entweder ertranken oder ein apallisches Syndrom erlitten. Als Ursache werden schwerere Verletzungen, eine größere Anfälligkeit der Jungen gegenüber Hypoxie oder ein schlechteres Ansprechen auf die Therapie verantwortlich gemacht (17). In unserer Studie fand sich im Gegensatz dazu eher ein leichtes Überwiegen des schlechteren Outcomes bei den Mädchen, wobei dieser Zusammenhang aber nicht signifikant war.

Eine hohe Sterblichkeit fand sich v. a. bei Ertrinkungsunfällen in öffentlichen Gewässern mit 17,8%, wo die Bergung durch Trübung des Wassers, Wassertiefe, Unbeobachtetsein und schlechte Zugänglichkeit des Geländes erschwert war (13). Überraschend war, dass zwischen der Wassertemperatur und dem Behandlungserfolg keine statistische Abhängigkeit gefunden werden konnte. Vermutet wurde, dass die rasche Auskühlung im Eiswasser, die besonders bei Kindern durch die große Körperoberfläche im Verhältnis zum Körpergewicht verstärkt wird, einen protektiven Effekt auf das zentrale Nervensystem und andere Organe hat. Ein zusätzliches Eindämmen der cerebralen Schädigung wird dem in jungem Lebensalter erhaltenen „Tauchreflex“ zugeschrieben, der durch Einwirken von kaltem Wasser auf Gesicht und Rachen zur Auslösung einer Vasokonstriktion aller Gefäßabschnitte mit Ausnahme der Koronarien und der Hirnarterien sowie Glottisverschluß führt (39). Der Schutz vor zellulärer Hypoxie wird durch die unter kontrollierten Bedingungen erzeugte Hypothermie, wie bereits oben beschrieben, z. B. im Operationssaal genutzt (45). Bei den Eis- bzw. Kaltwasserunfällen wird der initiale protektive Effekt durch lange Untertauchzeiten, verzögerte Reanimation und zu rasche Aufwärmung jedoch wieder getrübt. Sicherlich sind Warmwasserunfälle für das Ertrinkungsunfallopfer weitaus gefährlicher, da hier die Hypothermie immer mit einer längeren Untertauchzeit und fehlender Perfusion korreliert (8). Allerdings führen die in der Literatur berichteten

Einzelfälle über schwer hypotherme Kinder, die nach Untertauchzeiten von bis zu 2 Stunden eine Erholung und Gesundung durchliefen, zu einer unrealistischen Erwartungshaltung bei dem Behandlungserfolg eines Beinahe-Ertrinkungsunfalls in Kaltwasser.

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass die Kinder, die nach Ertrinkungsunfall eine erhaltene Kreislauffunktion hatten, eine ausgezeichnete Prognose haben (98,2% blieben gesund), wobei diese Aussage in der Literatur bestätigt wird (14).

Umgekehrt stellt eine kardiopulmonale Reanimation ein prognostisch schlechtes Zeichen dar. In unserer Studie hatten 63% der am Unfallort reanimierten Kinder ein schlechtes Outcome, wobei über ein Drittel der Kinder verstarb und 12,8% apallisch wurden. Noch deutlicher war dieser Zusammenhang bei den noch in der Klinik reanimationspflichtigen Kindern. Hier hatten 90,5% der Kinder ein schlechtes Outcome, 16,8% blieben apallisch und 60% verstarben.

Ähnliche Zahlen findet man bei Kyriacou et al. (27) mit 24,2% Apallikern und 63,7% verstorbenen Kindern bei in der Klinik fortgeführter Reanimation.

Bezüglich der Entfernung zur Klinik und der Transportzeit zeigte sich erwartungsgemäß, dass je weiter der Unfallort entfernt lag und je länger der Transport dauerte, das Outcome umso schlechter war.

In unseren Ergebnissen hatten Kinder, die nach erlittenem Ertrinkungsunfall gesund überlebten, bei Aufnahme eine Körpertemperatur von durchschnittlich 35,6 °C.

Dieses Ergebnis stimmt mit dem Ergebnis einer taiwanesischen Studie über 47 Ertrinkungsunfälle bei Kindern unter 15 Jahren überein, bei der alle Kinder, die gesund überlebten, eine Körperkerntemperatur über 35 °C hatten (35). Je ausgeprägter die Hypothermie war, desto schlechter war das Outcome der Kinder. Die bei Aufnahme gemessene Körpertemperatur ist das Ergebnis aus der Wassertemperatur, der Untertauchzeit, nasser Kleidung, den klimatischen Verhältnissen und dem Transport zur Klinik (45). Somit ist die Hypothermie mit schweren und prolongierten Unfallereignissen gekoppelt.

Immerhin konnten fünf der Kinder unserer Studie mit schwerster Hypothermie unter 28 °C nach Behandlung gesund entlassen werden (17,2%). Kemp et al. (23) berichten in

ihrer britischen Studie mit 330 kindlichen Ertrinkungsunfällen über drei Patienten, die nach schwerster Hypothermie gesund überlebten.

Alle Kinder, die bei Aufnahme als klinisch wenig beeinträchtigt eingestuft wurden, konnten gesund entlassen werden, so dass bei initial wenig gestörtem Allgemeinzustand die Entstehung neurologischer Schäden negiert und ein positiver Verlauf erwartet werden kann. In einer Studie von Noonan et al. (36) entwickelten vier von zehn der initial unbeeinträchtigten Kinder noch bis zu sieben Stunden nach dem Ertrinkungsunfall Symptome, so dass die Autoren bei jedem Ertrinkungsunfall eine stationäre Überwachung für mindestens acht Stunden empfehlen.

Die Hirnödementwicklung stellt sich als prognostisch sehr ungünstiger Faktor heraus. In unserer Studie verstarben die Hälfte aller Kinder mit Hirnödem und 1/5 waren apallisch. Insgesamt wurden nur 17,1% dieser Kinder wieder völlig gesund.

Insgesamt ist der Behandlungserfolg durch den Grad der Hypoxie und den nachfolgenden Untergang von Hirnzellen bestimmt, so dass das rasche und suffiziente Einleiten von Erstmaßnahmen am Patienten der entscheidende Faktor ist.

Aufklärungskampagnen zur Prävention von Ertrinkungsunfällen sollten ähnlich wie in den USA und Australien auch in Deutschland stattfinden, um Erziehungsberechtigte auf leicht zu übersehende Gefahren von Wasserstellen aufmerksam zu machen und diese aus dem Aktionsradius der Kinder entfernen zu können. Eine Möglichkeit der flächendeckenden Aufklärung wäre die Ankopplung von Informationen für die Eltern an die bestehenden Vorsorgeuntersuchungen U1 bis U9 durch die Kinderärzte. Kinder sollten früh Schwimmunterricht erhalten und insgesamt zu mehr Fitneß und koordinativen Fähigkeiten erzogen werden.

Einer Schließung von Schwimmbädern sollte unbedingt entgegen gewirkt werden, da sie zu mehr unbeobachteten Ertrinkungsunfällen an Seen, Flüssen etc. führt.

Gartenteiche sind in Deutschland sehr beliebt und in biologischer Hinsicht zusätzliche Feuchtbiotope. Allerdings sollte eine entsprechende Sicherung durch Umzäunung oder Abdeckung zur Vermeidung von kindlichen Ertrinkungsunfällen bauamtlich vorgeschrieben werden.

Erste - Hilfe – Maßnahmen bei Kindern sollten der Bevölkerung nahe gebracht werden, um eine Verzögerung bei der Rettung zu vermeiden.

Zur Stabilisierung des Kindes sollte im Zweifelsfall frühzeitig am Unfallort intubiert werden. In der Klinik kann eine Beatmung gegebenenfalls rasch beendet werden.

Die stationäre Überwachung nach Beinahe-Ertrinkungsunfall sollte ausreichend lange (mindestens 8 Stunden) durchgeführt werden, da selbst bei unbeeinträchtigt wirkenden Kindern sich eine Verschlechterung ergeben kann.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Ertrinkungsunfälle sind nicht nur in den USA und Australien, sondern auch in Deutschland ein häufiges Unfallgeschehen, vor allem im Kleinkindesalter. Im Alter von ein bis fünf Jahren stellt der Ertrinkungsunfall in Deutschland sogar die häufigste nichtnatürliche Todesursache dar.

Durch die Verbesserung der intensivmedizinischen Maßnahmen, insbesondere der Beatmungstechnik sind die Überlebenschancen gestiegen, leider aber auf Kosten der Morbidität mit neurologisch geschädigten Patienten und im schlimmsten Fall dem apallischen Syndrom.

Ziel dieser Studie war, mit epidemiologisch aussagekräftigen Zahlen Ursachen und Folgen von Ertrinkungsunfällen zu untersuchen, um Präventionsstrategien zu erarbeiten. Dazu wurden in einem 2 – Jahreszeitraum Daten von 734 Ertrinkungsunfällen in Deutschland mittels Fragebögen gesammelt und erstmalig ein derart hohes Patientengut mit Hilfe statistischer Tests ausgewertet.

40,2% der Kinder waren zum Zeitpunkt des Ertrinkungsunfalls zwischen ein und drei Jahre alt.

Abgesehen von den Warmwasserunfällen in Badewanne und Planschbecken erlitten Knaben weitaus häufiger einen Ertrinkungsunfall.

Beinahe – Ertrinkungsunfälle traten in jeder Jahreszeit auf, allerdings mit einem deutlichen Gipfel in den Sommermonaten. Bevorzugt ereigneten sie sich an einem Wochenend- oder Feiertag und in über 50% in den Nachmittagsstunden, abgesehen von den Ertrinkungsunfällen im Säuglingsalter, die in 60% abends ab 18 Uhr geschahen.

Als risikoreichstes Gebiet mußten öffentliche Bäder sowie der häusliche Bereich gesehen werden, wobei hier der private Gartenteich mit 22,4% an oberster Stelle rangierte, in denen vorwiegend Kleinkinder mit 48,5% vor allem in den Frühjahrsmonaten ertranken.

Ertrinkungsunfälle fanden in jeder denkbaren Wasserstelle statt, selbst bei einer Wassertiefe von minimal 3 cm.

Salzwasserunfälle spielten mit 1% eine untergeordnete Rolle.

Häufigste Ursache eines Ertrinkungsunfalls war in 56,2% mangelnde Aufsicht. Krampfanfälle waren in nur 1,2% für einen Ertrinkungsunfall verantwortlich, führten aber häufig zu schwerer Beeinträchtigung (100% ateminsuffiziente und 2/3 kreislaufinstabile Kinder) und betrafen mehr Mädchen als Jungen.

In 69,3% wurden die Erstmaßnahmen am Unfallort von Laien ausgeführt, in nur 4,7% von Ärzten, die allerdings in 85,6% den Transport zur Klinik leiteten.

Eine kardiopulmonale Reanimation mußte in 31,5% aller Ertrinkungsunfälle am Unfallort durchgeführt werden, wobei in 47,8% Kleinkinder betroffen waren. In 13,2% war eine weitere kardiopulmonale Reanimation in der Klinik notwendig. 29,5% der Kinder wurden am Unfallort intubiert und gelangten beatmet in die Klinik.

Unabhängig von der Wassertemperatur führten Ertrinkungsunfälle zu Unterkühlung, wobei 75,9% der Kinder mit schwerster Hypothermie unter 28 °C Kleinkinder waren. In 2,7% trat im weiteren stationären Verlauf eine derartige Verschlechterung der pulmonalen Situation auf, dass eine Beatmung notwendig wurde, wobei der Hälfte der Fälle ein ARDS zugrunde lag.

Insgesamt entstand ein ARDS in 11,3% und führte in 36,8% zum Tod, konnte andererseits aber auch in 31,5% gesund überlebt werden.

Ein Hirnödem entwickelte sich in 16,9%, wovon 48,7% der Verläufe letal waren und 17,1% der Fälle zu einer völligen Genesung führten.

Insgesamt führte ein Ertrinkungsunfall in 11,5% zum Tod, in 4% zum apallischen Syndrom und in 5,5% zu neurologischen Defiziten. 79,1% der Kinder überlebten den Beinahe – Ertrinkungsunfall gesund. Erschreckend ist die hohe Mortalität im Kleinkindesalter von 13,3%.



Prognostisch günstige Faktoren waren stabile Kreislaufparameter und erhaltene Atmung am Unfallort (> 98% gesund Kinder) sowie Normothermie bis leichte Hypothermie bis minimal 33 °C (88,9% gesunde Kinder).

Insgesamt sollten Maßnahmen zur Vermeidung von Ertrinkungsunfällen in Deutschland verstärkt werden, in dem die Sorgeberechtigten hinsichtlich Gefahrenstellen, vor allem im häuslichen Bereich sowie der Notwendigkeit der ständigen Beaufsichtigung kleiner Kinder aufgeklärt und in Erste – Hilfe – Maßnahmen eingewiesen werden.

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Albermann K:

Ertrinkungsunfälle im Kindesalter  
Hautnah Pädiatrie 1997; 3: 235-237

- 2 Aring C:

Beinahe-Ertrinken  
Monatsschr Kinderheilkd 2001; 149: 476-478

- 3 Beyda D H :

Pathophysiology of near-drowning and treatment of the child with a  
submersion incident  
Crit Care Nurs Clin North America 1991; 3; 2: 273-280

- 4 Beyda D H:

Prehospital care of the child with a submersion incident  
Crit Care Nurs Clin North America 1991; 3; 2: 281-285

- 5 Blum C, Shield J :

Toddler drowning in domestic swimming pools  
Inj Prev 2000; 4; 6: 288-290

- 6 Cass D T, Ross F, Lam L T:

Childhood drowning in New South Wales 1990-1995: a population-based study

MJA 1996; 165; 11-12: 610-612

- 7 Christensen D W, Jansen P, Perkin R M:

Outcome and acute care hospital costs after warm water near drowning in children

Pediatrics 1997; 99; 5: 715-721

- 8 De Nicola L K, Falk J L, Swanson M E, Gayle M O, Kissoon N:

Submersion injuries in children and adults

Crit Care Clin 1997; 13; 3: 477-502

- 9 Doose, H:

Epilepsien im Kindesalter

Desitin Arzneimittel GmbH; 10. Aufl. 1995; 1-2

- 10 Ellis A A, Trent R B:

Hospitalizations for near drowning in California: incidence and costs  
J Public Health 1995; 85; 8: 1115-1118

- 11 Ellis A A, Trent R B:

Swimming pool drownings and near-drownings among california  
preschoolers  
Public Health Rep 1997; 112; 1: 73-77

- 12 Elixson E M:

Hypothermia. Cold-water drowning  
Crit Care Nurs Clin North Am 1991; 3; 2: 287-292

- 13 Fields A I:

Near-drowning in the pediatric population  
Progress Ped Crit Care 1992; 8; 1: 113-129

- 14 Fretschner R, Klöss T, Borowczak C, Berkel H:

Erstversorgung und Prognose nach Ertrinkungsunfällen  
Anästhesiol Intensivmed Schmerzther 1993; 28; 6: 363-368

- 15 Gamero J, Romero J L, Arufe M I, Vizcaya M A, Balanza E:

A study among the population of Sevilla of death due to submersion  
Am J Forensic Med Pathol 1997; 18; 1: 70-74

- 16 Gillenwater J M, Quan L, Feldmann K W:

Inflicted submersion in childhood  
Arch Pediatr Adolesc Med 1996; 150: 298-303

- 17 Graf W D, Cummings P, Quan L, Brutocao D:

Predicting outcome in pediatric submersion victims  
Ann Emerg Med 1995; 26; 3: 312-319

- 18 Hirsch W D:

Diagnostik und präklinische Therapie beim Kältetrauma  
Notfallmedizin 1988; 14: 101-108

- 19 Jarvis S, Towner E, Walsh S:

Accidents  
Health Child, Decennial supplement 1995; 11: 95-112

- 20 Jensen L R, Williams S D, Thurman D J, Keller P A:

Submersion injuries in children younger than 5 years in urban Utah  
West J Med 1992; 157; 6: 641-644

- 21 Jørgensen I M:

Fatal unintentional child injuries in Denmark  
Dan Med Bull 1996; 43; 1: 92-96

- 22 Kallas, H J, O'Rourke P P:

Drowning and immersion injuries in children  
Current Opinion Pediatrics 1993; 5: 295-302

- 23 Kemp A M, Sibert J R:

Outcome in children who nearly drown: a British Isles study  
BMJ 1991; 302; 6782: 931-933

- 24 Kemp A, Sibert J R:

Drowning and near drowning in children in the United Kingdom: lessons  
for prevention  
BMJ 1992; 304; 6835: 1143-1146

- 25 Kemp A M, Sibert J R:

Epilepsy in children and the risk of drowning  
Arch Dis Child 1993; 68; 5: 684-685

- 26 Kemp A M, Mott A M, Sibert J R:

Accidents and child abuse in bathtub submersions  
Arch Dis Child 1994; 70: 435-438

- 27 Kyriacou D N, Arcinue E L, Peek C, Kraus J F:

Effect of immediate resuscitation on children with submersion injury  
Pediatrics 1994; 94; 2:137-142

- 28 Lavelle J M, Shaw K N, Seidl T, Ludwig S:

Ten-year review of pediatric bathtub near-drownings: evaluation for child  
abuse and neglect  
Ann Emerg Med 1995; 25; 3: 344-348

- 29 Liller K D, Kent E B, Arcari C, McDermott R J:

Risk factors for drowning and near-drowning among children in  
Hillsborough County, Florida  
Public Health Rep 1993; 108; 3: 346-353

- 30 Lloyd R J, Williams S D, Thurman D J, Keller P A:  
  
Submersion injuries in children younger than 5 years in urban Utah  
West J Med 1992; 157; 6: 641-644
- 31 Marx M, Golej J, Fürst G, Hermon M, Trittenwein G:  
  
Akute respiratorische Insuffizienz (ARDS) bei einem Kleinkind nach  
Ertrinkungsunfall: Therapie mit exogenem Surfactant und Hochfrequenz-  
Oszillationsbeatmung  
Wien Klin Wochenschr 1995; 107/4: 146-148
- 32 Mayr J M, Spitzer P:  
  
Schwimmbadunfälle: Riskante Wasserrutschen und Sprünge vom  
Beckenrand  
Monatsschr Kinderheilkd 1999; 147: 356-359
- 33 Mizuta R, Fujita H, Osamura T, Kidowaki T, Kiyosawa N:  
  
Childhood drownings and near – drownings in Japan  
Acta Paediatr Jpn 1993; 35; 3: 186-192
- 34 Nieves J A, Fuller L:  
  
Childhood drowning: review of the literature and clinical implications  
Pediatr Nurs 1996; 22; 3: 206-210



- 35 Niu Y W, Lin M T, Tsao L Y:

An analysis of prognostic factors for submersion accidents in children  
Acta Paed Sin 1992; 33; 2: 81-87

- 36 Noonan L, Howrey R, Ginsburg C M:

Freshwater submersion injuries in children: a retrospective review of  
seventyfive hospitalised patients  
Pediatrics 1996; 98; 3: 368-371

- 37 O'Flaherty J E, Pirie P L:

Prevention of pediatric drowning and near-drowning: a survey of members  
of the American Academy of Pediatrics  
Pediatrics 1997; 99; 2: 169-174

- 38 Quan L, Gore E J, Wentz K, Allen J, Novack A H:

Ten-year study of pediatric drownings and near-drownings in King  
County, Washington: lessons in injury prevention  
Pediatrics 1989; 83; 6: 1035-1040

- 39 Rossi R, Ahnefeld F W:

Außerklinische Erstbehandlung von Beinahe-Ertrunkenen  
Dtsch Med Wschr 1987;112: 600-602

- 40 Rowin M E, Christensen D, Allen E M:

Pediatric drowning and near-drowning  
Textbook Pediatr Intens Care 199 ; 875-892

- 41 Scholer S J, Mitchel E F, Ray W A:

Predictors of injury mortality in early childhood  
Pediatrics 1997; 100; 3: 342-347

- 42 Statistisches Bundesamt, Gruppe :

Alle Todesursachen nach Geschlecht und Alter 1995  
und 1996

- 43 Steensberg J:

Epidemiology of accidental drowning in Denmark 1989 – 1993  
Accid Anal Prev 1998; 30; 6: 755-762

- 44 Stockhausen H B von, Kirschstein M:

Ertrinkungsunfälle  
Alete Wissenschaftlicher Dienst; Zusammenfassender Bericht der  
35.Tagung der Nordwestdeutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde  
1986; 42-48

- 45 Suominen P K, Korpela R E, Silvast T G O, Olkkola K T:

Does water temperature affect outcome of nearly drowned children  
Resuscitation 1997; 35; 2: 111-115

- 46 Wilken B, Kirschstein M, Gortner L:

Ertrinkungsunfälle im Kindesalter  
Monatsschr Kinderheilkd 1994; 142: 692-698

## 7. Anhang: Ertrinkungsunfallfragebogen

### Ertrinkungsunfälle in der Bundesrepublik

Betreute Ertrinkungsunfälle der Klinik ..... 1995 ..... 1996 .....

---

Fall Nr.

**Alter** (Jahre, Monate) ..... **männlich**  **weiblich**

**Datum des Unfalls** ..... **Uhrzeit** (wenn möglich) .....

**Ort des Unfalls** (bitte genaue Angaben, z. B. öffentliches Schwimmbad, Thermalbad, privater Swimmingpool, Gartenteich, See, Baggerloch, Meer, Bach, Fluß, Badewanne, Eimer, Eisfläche, Wassertonne usw.)

.....

**Unfallhergang** (wenn möglich, kurz beschreiben) .....

.....

**Ersthelfer** (Angehörige, Passanten, Bademeister, Sanitäter, Arzt) .....

**Weitere Versorgung** und Transportbegleitung durch? .....

**Präklinische Maßnahmen:**

Komplette CPR ja  nein  Intubation ja  nein

**Entfernung zur Klinik** (ca. km) ..... **Aufnahmezeitpunkt** .....

**Körpertemperatur** .....

**Zustand bei Aufnahme:** wenig beeinträchtigt

beeinträchtigt, aber primär nicht beatmet  intubiert und beatmet ja

noch unter CPR-Maßnahmen ja  nein

sekundär notwendige Intubation ja  nein

Hirnödem ja  nein  **ARDS** ja  nein

**Outcome bei Entlassung:** klinisch weitgehend unauffällig

Neurologische Defizite  apallisches Syndrom

Exitus letalis < 24 Stunden nach dem Unfall

Exitus > 24 Stunden nach Unfall

## Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. B. von Stockhausen für die Überlassung des Themas, die gute Betreuung und die geduldige Unterstützung bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Weiterhin bedanke ich mich bei Frau Dr. I. Haubitz für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Michael Erdmann für die vielen Anregungen und Hinweise.

## Lebenslauf

Name	Cornelia Thüner
Geburtsdatum	30. September 1969 in Lübbecke
Eltern	Dr. med. Hans-Jürgen Thüner, Arzt für Innere Medizin Dr. med. Hildburg Thüner, Allgemeinärztin
Geschwister	Dr. med. Stephanie Thüner, Ärztin für Innere Medizin Barbara Thüner, Gymnasiallehrerin Alexander Thüner, Arzt im Praktikum
Familienstand	ledig
Konfession	evangelisch-lutherisch

## Schulbildung

1976 – 1980	Grundschule Gehlenbeck, Kreis Minden – Lübbecke
1980 – 1989	Wittekind - Gymnasium Lübbecke
5/1989	Abitur, Note 1,7 Prüfungsfächer: Französisch, Biologie, Pädagogik, Sport

## Studium

1989 – 1997	Humanmedizin an der Universität Würzburg
1993 – 1994	Humanmedizin an der Universität Wien
6/1997	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung Note: „gut“ Gesamtnote: „befriedigend“

## **Praktisches Jahr**

### **Innere**

- 4 – 6/1996            Lepra- und Tuberkulosezentrum in Buluba, Uganda  
6 – 8/1996            Medizinische Poliklinik der Universität Würzburg

### **Chirurgie**

- 8 –12/1996            Missionsärztliche Klinik der Universität Würzburg  
12/1996 – 1/1997    Kinderchirurgie im Kinderspital Zürich

### **Pädiatrie**

- 8 –10/1996            General Hospital in Cavan, Irland  
2 –3/1997            Kinderklinik der Universität Würzburg

## **Weiterbildung zur Fachärztin für Kinder- und Jugendmedizin**

- 12/1997 – 5/1999    Ärztin im Praktikum in der Kinderabteilung des  
                                  Marienkrankenhauses Papenburg  
6/1999                Erteilung der Approbation als Ärztin  
7/1999 – 6/2001    Assistenzärztin in der Friesenhörn – Nordsee – Klinik  
                                  Horumersiel (1 Jahr Allergologie, ½ Jahr Naturheilverfahren, ½  
                                  Jahr Pädiatrie)  
7/2001 – 2/2002    Assistenzärztin in der Kinderklinik Oldenburg (½ Jahr  
                                  Allergologie)  
seit 6/2002            Assistenzärztin im Marienhospital Osnabrück

## **Freizeitaktivitäten**

Klassische Musik (Chorsingen, Klavier)

Sport (Volleyball, Inline-Skating, Skifahren)

Cornelia Thüner