

4 Diskussion

4.1 Einsätze und primärer Reanimationserfolg

In den Jahren 1995 bis 1998 wurden vom NAW Berlin-Friedrichshain 785 Reanimations-Einsätze durchgeführt, wobei 96,2 % (n=755) dieser Einsätze Personen über 18 Jahre betrafen. Die Zahl der Reanimationen war im Verlauf des Untersuchungszeitraumes rückläufig, von 227 Behandlungen im Jahr 1995 auf 159 Fälle im Jahr 1998.

Der Rückgang der Zahl der Reanimationen über den Untersuchungszeitraum muss vorsichtig interpretiert werden. Die Grundgesamtheit der versorgten Personen wurde auf 300.000 geschätzt. Angesichts der Innenstadtlage des untersuchten Bezirks Friedrichshain muss mit einem großen Anteil an tagsüber im Bezirk zusätzlich anwesenden Personen gerechnet werden. Im Rahmen der Veränderungen in Berlin nach 1990 kann es zu erheblichen Änderungen innerhalb des Untersuchungszeitraumes gekommen sein, sowohl im Anteil der tagsüber anwesenden Personen als auch in den soziodemografischen Daten der ansässigen Bevölkerung. Möglicherweise hat sich auch das Verhalten der Bevölkerung hinsichtlich der Alarmierung der Rettungsdienste geändert. Auch im Großraum Berlin ging die Zahl der Notarzt-Alarmierungen nach den veröffentlichten Jahresberichten der Feuerwehr von 46.703 im Jahr 1995 auf 44.556 im Jahr 1998 zurück.

Weltweit wird über einen Rückgang der Anzahl von Patienten mit Reanimationen insbesondere nach Kammerflimmern berichtet (ATWOOD et al. 2005, BUNCH und WHITE 2005, COBB et al. 2002, HERLITZ et al. 2005, HERLITZ et al 2004, KUISMA et al. 2001). Dieser Rückgang wird im Zusammenhang mit Erfolgen bei der Diagnostik und Therapie der koronaren Herzkrankheit gesehen. Neue Erkenntnisse über die Auslösung kardialer Ereignisse auch durch arterielle Plaques ohne eine relevante Einschränkung des koronaren Blutflusses und zur prognostischen Abschätzung bei Patienten mit stabiler Angina pectoris haben die Identifikation von Risikopatienten vorangebracht (DALY et al. 2006, MULLER et al. 2006). In der Primär- und Sekundärprävention kardialer Ereignisse ist durch die Entwicklung von Leitlinien ein Fortschritt erreicht worden (ARNTZ 2004). Auch

die Behandlung der akuten Ereignisse bei KHK ist sehr viel effizienter und invasiver geworden. Dabei hat insbesondere die Zahl der Ballondilatationen zugenommen, während der Anteil der Patienten mit Bypassoperation weitgehend konstant war (AWAIDA et al. 2006). Bei Patienten mit Herzinsuffizienz konnte die medikamentöse Therapie optimiert werden. In der Prävention des plötzlichen Herztodes ist bei diesen Patienten außerdem die Implantation von Zweikammer-Schrittmachern und automatischen implantierbaren Defibrillatoren von besonderer Bedeutung (CESARIO und DEC 2006).

307 der 755 erwachsenen Patienten wurden primär erfolgreich reanimiert (40,7 %). Davon verstarben auf dem Transport 33 Patienten, bei 57 Patienten konnte der Verbleib nicht geklärt werden. 217 Patienten wurden lebend an ein Krankenhaus übergeben, davon 90 an fremde Krankenhäuser. 37 Patienten wurden nach Hause entlassen. Bezogen auf alle reanimierten erwachsenen Patienten (n=755) überlebten bis zur Krankenhausentlassung 4,9%, von allen primär erfolgreich reanimierten erwachsenen Patienten (n=307) 12,1% und von allen lebend an ein Krankenhaus übergebenen Patienten (n=217) 17,1 %.

In der Voruntersuchung des Zeitraums 1990-1994 (HENNIG 1999) lag die primäre Erfolgsrate bei 37,2 %, der Anstieg war allerdings nicht signifikant. Auch der Anstieg des Anteils der bis zur Entlassung/Verlegung aus dem Krankenhaus Überlebenden von 15,0 % auf 17,1 % war nicht signifikant nachweisbar.

Die Rate primär erfolgreicher Reanimationen ist für den NAW Friedrichshain im Vergleich mit der Literatur höher. Unter vergleichbaren Bedingungen zeigten DAVID et al. (1995) aus Bochum für den Zeitraum 1989 bis 1990 eine primäre Erfolgsrate von 33,8 % und eine Überlebensrate bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus von 10,4 %. In den Niederlanden fanden DE VREEDE-SWAGEMAKERS et al. (1998) in den Jahren 1991-1995 einen Anteil von 16 % Überlebender bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus, WAALEWIJN et al. (1998) für die Jahre 1995-1997 dagegen einen Anteil von 9 % (nur Reanimationen, die nicht vom Rettungsteam beobachtet wurden).

Die Spannweite der primär erfolgreichen Reanimationen ist allerdings stark von den Gegebenheiten des Rettungssystems abhängig. WUERZ et al. (1995) erreichten

in den Jahren 1987-1991 in einem ländlichen Gebiet der USA lediglich bei 91 von 532 Patienten (17,1 %) über 30 Jahren mit bekanntem initialen Herzrhythmus einen primären Erfolg. Andere Autoren berichten von 18 % bis 43 % primär erfolgreichen kardiopulmonalen Reanimationen, der Anteil bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus Überlebender liegt dabei zwischen 5 % und 25 % (ARAUJO et al. 1997, CRONE 1995, HOLMBERG et al. 1998, 1999, LAZAR 1995, LAYON et al. 2003, SCHNEIDER et al. 1994, STRATTON und NIEMANN 1998). Nach Reanimationen im Krankenhaus konnten 7 % bis 38 % der Patienten aus der Klinik entlassen werden (ARAUJO et al. 1997, BRINDLEY et al. 2002, HERLITZ et al. 2001, PEBERDY et al. 2003, SMITH et al. 1995, WARNER und SHARMA 1994). Die Resultate waren um so besser, je höher der Anteil von Patienten mit beobachtetem Kollaps oder Kammerflimmern war. Unter den besonderen Bedingungen des Herz-Kreislauf-Stillstandes während des postoperativen Aufenthaltes auf einer Intensivstation nach herzchirurgischen Eingriffen, mit notfalls offener Herzdruckmassage, wird die Rate der primär erfolgreichen kardiopulmonalen Reanimationen mit 93 % angegeben (ANTHI et al. 1998, n=29).

Die Daten der vorliegenden Untersuchung legen es nahe, dass durch die Umsetzung der Fortschritte in der Notfallmedizin die Rate der Überlebenden nach kardiopulmonaler Reanimation außerhalb des Krankenhauses verbessert werden kann. Zu der gegenüber dem von HENNIG (1999) untersuchten vorangegangenen Jahrfünft höheren Rate Überlebender könnten u.a. klarere Anweisungen in den jeweiligen Anleitungen zur Reanimation sowie eine bessere Ausbildung des Rettungsdienstpersonals beigetragen haben. In den folgenden Abschnitten wird unter anderem die Häufigkeit der einzelnen Maßnahmen der Reanimation in beiden Untersuchungszeiträumen gegenübergestellt.

Ob auch der Anteil der längerfristig überlebenden Patienten erhöht werden konnte, ist aus den Daten nicht abzulesen. Die Notarztprotokolle stellten den Untersuchungsgegenstand dar. Die Reanimationsereignisse lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung zwei bis fünf Jahre zurück. Auf eine Einbestellung eventuell noch lebender Personen war aufgrund logistischer Probleme verzichtet worden, obwohl eine Aussage zum neurologischen Outcome zweifelsohne von großem Interesse gewesen wäre. Hier wären langfristige Untersuchungen notwendig.

ENGDAHL et al. (2003c) fanden in einer Studie in Schweden für die Überlebenden nach kardiopulmonaler Reanimation außerhalb des Krankenhauses von 1980 bis 1998 trotz der Fortschritte in der Therapie der Herzkrankheiten eine nahezu unveränderte 5-Jahres-Überlebensrate von 53 % für die erste Hälfte und 52 % für die zweite Hälfte des untersuchten Zeitraumes. Das langfristige Überleben nach kardiopulmonaler Reanimation wurde in dieser Arbeit vom Alter, einem Herzinfarkt in der Anamnese, Rauchen und schlechtem neurologischen Status bei der Krankenhausentlassung nach Reanimation negativ sowie von der Einnahme eines Betablockers positiv beeinflusst. Die Lebensqualität langfristig Überlebender nach kardiopulmonaler Reanimation wurde von VOS DE (1997) als gut bezeichnet. SANER et al. (2002) sahen in der Schweiz im Mittel 30 Monate nach kardiopulmonaler Reanimation bei 50 Überlebenden gegenüber Kontrollen zwar eine etwas geringere Mobilität und Energie, psychologische Tests und alltägliche Verrichtungen waren aber nicht messbar eingeschränkt.

4.2 Zusammenhang zwischen Reanimationsergebnis und Patientendaten

4.2.1 *Geschlecht und Alter*

Von den 755 erwachsenen Patienten waren 498 (66,0 %) Männer und 257 (34,0 %) Frauen. Das Geschlechtsverhältnis war gegenüber der Datenerhebung des gleichen Berliner Bezirks aus dem Zeitraum von 1990 - 1994 nicht verändert (Frauenanteil 35 %, HENNIG 1999). Ein Unterschied in der Rate erfolgreicher Reanimationen ergab sich bei Männern und Frauen nicht.

Der Anteil der Frauen bei kardiopulmonalen Reanimationen hat nach den Untersuchungen von DE VREEDE-SWAGEMAKERS et al. (1998) und HERLITZ et al. (2000) in den letzten 20 Jahren um etwa ein Drittel zugenommen. In den bereits erwähnten Studien berücksichtigten DAVID et al. (1995), LAZAR (1995), SMITH et al. (1995), WAALEWIJN et al. (1998) und WARNER und SHARMA (1994) den Einfluss des Geschlechts auf den Reanimationserfolg und fanden–

gemessen am primären Reanimationserfolg – keine Unterschiede. In der Studie von ARAUJO et al. (1997) waren die Reanimationen bei Frauen seltener erfolgreich als bei Männern. HERLITZ et al. (2001) fanden bei Reanimationen im Krankenhaus in Schweden, KIM et al. (2001) bei Reanimationen außerhalb des Krankenhauses in den USA bei Frauen eine geringere Häufigkeit von Kammerflimmern und eine höhere Rate elektromotorischer Dissoziationen. Nach Berücksichtigung dieser Unterschiede machten die Autoren einen geringen Überlebensvorteil für Frauen aus. ZWEMER et al. (1997) stellten allerdings im Tiermodell bei Hunden nach Reanimation trotz gleicher Erfolgsrate bei weiblichen Tieren stärker ausgeprägte histologisch nachweisbare ischämische Schäden an Herz und Nieren fest.

Die Altersspanne der reanimierten erwachsenen Patienten reichte im untersuchten Zeitraum von 18 bis 94 Jahre. Im Mittel waren die Patienten $63,7 \pm 16,7$ Jahre alt (Mittelwert \pm Standardabweichung). Bei vergleichbaren Erhebungen betrug das mittlere Alter der Patienten mit kardiopulmonaler Reanimation zwischen 60 und 70 Jahre (CRONE 1995, FISCHER et al. 1995, HEINRICH und SEFRIN 1992, HERLITZ et al. 1994a, HOLMBERG et al. 1998, KLÖSS 1985, LAZAR 1995, SCHOENENBERGER 1995, SEFRIN 1982).

Im Zeitraum 1990 - 1994 hatte das mittlere Alter bei 60 ± 18 Jahren gelegen (HENNIG 1999). Die Patienten der vorliegenden Erhebung waren somit älter. Auch die Untersuchung von HERLITZ et al. (2000), die die Reanimationen der Jahre 1981 - 1997 im Raum Göteborg umfasst, ergab eine Zunahme des Alters von im Median 68 Jahren auf 73 Jahre im Zeitverlauf.

In den Daten der vorliegenden Untersuchung ließ sich, wie auch schon bei HENNIG (1999), kein Einfluss des Alters auf die primäre Erfolgsrate der Reanimation feststellen. In einer ähnlich konzipierten retrograden 5-Jahres-Auswertung konnten WUERZ et al. (1995) bei erwachsenen (> 30 Jahre) Patienten mit kardiopulmonaler Reanimation bei bekanntem initialen Herzrhythmus im Alter bis oder über 65 Jahre keine Unterschiede in der primären Reanimationserfolgsrate finden, weder in der Gesamtgruppe noch in den Subgruppen mit gleichem initialen Herzrhythmus. Der primäre Reanimationserfolg lag bei Patienten über 65 Jahre bei 18 %, bei Patienten bis 65 Jahren bei 16 %. Ähnlich ermittelten BONNIN et al. (1993) bei 367 Patienten im Alter ≥ 70 Jahre einen primären Reanimationserfolg

von 22,1 %. TRESCH et al. (1993) beobachteten bei Reanimationen in Altersheimen einen primären Reanimationserfolg von 19 % und eine Überlebensrate bis Entlassung aus dem Krankenhaus von 5 %. Allerdings überlebten in diesem Kollektiv 27 % der Patienten mit Kammerflimmern bis zur Entlassung aus dem Hospital. Diese Rate konnte von KIM et al. (2000) bestätigt werden, die bei über 80-jährigen nach kardiopulmonaler Reanimation eine Rate von 9,4 % Überlebenden bis zur Entlassung aus der Klinik feststellten (über 90-jährige: 4,4 %). Bei Kammerflimmern lag dieser Anteil dagegen bei 24 % (über 90-jährige: 17 %). BRYMER et al. (1995) beschrieben bei 264 auf einer Intensivstation reanimierten Patienten unter bzw. über 70 Jahre keinen Unterschied im primärem Reanimationserfolg.

Andererseits wiesen HERLITZ et al. (2003a) in einer Analyse, die die umfangreichen Daten des schwedischen Registers kardiopulmonaler Reanimationen (n=23.461) einschließt, einen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Überleben nach kardiopulmonaler Reanimation nach. Dieser Zusammenhang ließ sich auch nach Korrektur für die mit dem Alter verknüpften Einflüsse, wie Vorerkrankungen, initialer Herzrhythmus, Beginn der Reanimation zeitnah zum Kollaps durch Laien, noch verifizieren.

Es muss ein Einfluss des Alters auf den Reanimationserfolg angenommen werden, offenbar lässt er sich jedoch nur in sehr großen Kollektiven signifikant nachweisen. Die Entscheidung zur kardiopulmonalen Reanimation sollte nicht vom Alter des Patienten abhängig gemacht werden, zumal auch das langfristige Ergebnis bei betagten Patienten nicht schlechter als das bei jüngeren ist. ROGOVE et al. (1995) ermittelten bei Patienten über 80 Jahre nach primär erfolgreicher Reanimation zwar eine höhere Letalität als bei jüngeren, psychische oder neurologische Defizite waren bei den älteren Überlebenden aber nicht häufiger als bei den jüngeren.

4.2.2 Vorerkrankungen

Bei 450 Patienten konnten die Vorerkrankungen fremdanamnestisch identifiziert werden. Nur 4,4 % der Patienten wiesen keine, jeweils ca. ein Drittel der Patienten eine bzw. zwei und ein Viertel der Patienten mehr als zwei Vorerkrankungen auf. Patienten, bei denen eine Fremdanamnese erhoben werden konnte, hatten eine höhere primäre Erfolgsrate bei der Reanimation (48,7 %) als solche ohne fremdanamnestische Angaben (28,9 %, $p < 0,0001$). Am häufigsten wurden Herzerkrankungen (42,0 %) angegeben, gefolgt von Diabetes mellitus (8,6 %) und Alkohol- bzw. Drogenabusus einschließlich Leberzirrhose (7,6 %). Die übrigen Gruppen (arterieller Hypertonus, Atemwegs- und Lungenerkrankungen, Nierenerkrankungen, Malignom, neurologische Erkrankungen) wurden in weniger als jeweils 7 % der Fälle genannt. Ein deutlich höherer Anteil erfolgreicher Reanimationen war bei Patienten mit arterieller Hypertonie (71,9 %; $p = 0,0017$) und mit Diabetes mellitus (70,3 %, $p = 0,0005$) zu verzeichnen. Wesentlich schlechtere Reanimationsergebnisse gegenüber dem Durchschnitt traten dagegen bei Patienten mit Malignomen (21,7 %; $p = 0,0012$) sowie Alkohol- und Drogenabusus bzw. Leberzirrhose (35,1 %; $p = 0,028$) auf. In der multivariaten Analyse erwiesen sich die Erhebbarkeit einer Anamnese (adjustierte Odds Ratio 1,64) sowie das Bestehen von arteriellem Hypertonus (adjustierte Odds Ratio 2,38) oder Diabetes mellitus (adjustierte Odds Ratio 2,17) als positive Einflussfaktoren auf den primären Reanimationserfolg.

In der Auswertung der kardiopulmonalen Reanimationen des gleichen Einsatzbereiches für die Jahre 1990 - 1994 lag der Anteil der Herzerkrankungen bei 56 % (HENNIG 1999). Herzerkrankungen stellen in allen Untersuchungen an Patienten mit kardiopulmonaler Reanimation die häufigste Vorerkrankung dar. Dabei wurden in anderen Studien teilweise noch größere Häufigkeiten gefunden: ELLINGER et al. (1994) 90 %, LAZAR (1995) 83 %, PELL et al. (2003) 82 %, KLÖSS et al. (1985) 74 %, FREDRIKSSON et al. (2003b) 73 % und DE VREEDE-SWAGEMAKERS et al. (1998) 51 %. Der Vergleich solcher Angaben wird allerdings durch Unterschiede der Kohorten (z.B. Stadt/ländlicher Raum, mittleres Alter im Einzugsgebiet, Einschlusskriterien) erschwert.

Die Bedeutung der Anamnese und der Vorerkrankungen auf den primäre Reanimationserfolg war in der eigenen Auswertung deutlich. HOFGARTNER et al. (1995) fanden bei einer deutschen Patientengruppe, dass das langfristige Ergebnis kardiopulmonaler Reanimationen in einer 5-Jahres-Verlaufsbeobachtung stärker von den Vorerkrankungen der Patienten abhing als von den Bedingungen der Reanimation. Auch andere Autoren haben sich trotz der Unsicherheiten der Anamneseerhebung in der Notfallsituation bemüht, die Vorerkrankungen zur prognostischen Abschätzung bei kardiopulmonaler Reanimation heranzuziehen. Sie kamen dabei zu folgenden Ergebnissen. HALLSTROM et al. (1996) entwickelten für Patienten mit Kammerflimmern einen Komorbiditätsindex, in den Vorerkrankungen und kurzfristig aufgetretene Symptome eingehen. Jedoch ließ sich bei ihrer Untersuchung an 282 Patienten nur ein Viertel der Varianz des Reanimationserfolges durch diesen Score erklären. MULLNER et al. (1998) überprüften in Österreich den Einfluss der Vorerkrankungen auf das Überleben und den neurologischen Status nach primär erfolgreicher Reanimation und erkannten besonders für Patienten mit vorbestehender Herzerkrankung einen ungünstigen Einfluss. Allerdings beurteilten sie den Einfluss vorbestehender Erkrankungen auf das langfristige Ergebnis kardiopulmonaler Reanimationen als vergleichsweise klein und schlossen daraus, dass Vorerkrankungen nicht in die Entscheidung über den Beginn oder das Ausbleiben einer kardiopulmonalen Reanimation einbezogen werden sollten.

4.2.3 Notarztdiagnosen

Die häufigste Notarztdiagnose war in 326 Fällen (31,2 %) der akute Myokardinfarkt, gefolgt von Herzrhythmusstörungen in 196 Fällen (18,8 %) und dem Linksherzversagen in 94 Fällen (9,0 %). Alle anderen Diagnosen waren in jeweils weniger als 5 % angegeben.

Patienten mit Herzrhythmusstörungen (61,2 %) konnten häufiger primär erfolgreich reanimiert werden, ebenso Patienten mit Lungenarterienembolie (60,0 %), Vergiftungen (54,8 %), Ventilationsstörungen (53,2 %), Lungenödem (50,0 %) und akutem Myokardinfarkt (48,8 %). Aufgrund der Stichprobengröße waren nur die besseren Reanimationsergebnisse für Herzrhythmusstörungen ($p < 0,0001$) und für

akuten Myokardinfarkt ($p < 0,0001$) gegenüber der Gesamtgruppe signifikant nachweisbar. Seltener waren Reanimationen bei Patienten mit Blutungen (12,5 %, $p = 0,036$) und Traumata (32,1 %, $p > 0,05$) erfolgreich. In der multivariaten Analyse zeigte die Notarztdiagnose Myokardinfarkt keinen unabhängigen Einfluss auf den primären Reanimationserfolg.

In der Voruntersuchung von HENNIG (1999) war der Myokardinfarkt etwas weniger oft angegeben worden (25,7 %), ebenso die Herzrhythmusstörungen (15,1 %). Kardiale Ursachen dominieren in allen Reanimationsstatistiken. Die Angaben schwanken zwischen 55 % und 88 %, allerdings sind die Kollektive, wie oben ausgeführt, auch hier nur bedingt vergleichbar (ARNTZ et al. 1996, BREMBILLA-PERROT et al. 2003, ENGDAHL et al. 2003a, SCHOENENBERGER et al. 1995, SCHÜTTLER et al. 1990, WESTAL et al. 1996).

Die Notarztdiagnosen müssen unter dem Druck der Notfallsituation gestellt werden. ARNTZ et al. (1996) untersuchten in einem deutschen Kollektiv retrospektiv die Zuverlässigkeit der Notarztdiagnosen bei 2254 erfolgreich kardiopulmonal reanimierten Patienten anhand der Krankenhausberichte. Sie fanden bei 3 % der Patienten gravierende Irrtümer: Verkennen lebensbedrohlicher Störungen, unangemessene Therapie oder eine falsche Transportentscheidung. Bei weiteren 4 % der Patienten traten weniger gravierende Fehler auf, die aufgetretenen Fehler blieben ohne Konsequenzen für die Prognose der Patienten. Bei 3 % der Patienten wurden unnötige Therapien angewendet. Insgesamt waren Diagnosen, Maßnahmen, Transportmodus und Transportziel vom Notarzt bei 90 % der Reanimierten korrekt entschieden worden. Diese Ergebnisse überzeugen besonders vor dem Hintergrund einer Studie über die Entscheidungen von Rettungssanitätern (ARNTZ et al. 1995). Von 338 Nachalarmierungen des Notarztes durch Rettungssanitäter wurden 32 % vom Notarzt als fraglich oder nicht indiziert bewertet. Die Güte der Notarztdiagnosen ist bei kardiopulmonalen Reanimationen besser als bei der Versorgung schwer traumatisierter Patienten. Hier fanden REGEL et al. (1998) bei einem ebenfalls deutschen Kollektiv aus den Jahren 1985 - 1996 bei 28 % der Patienten Fehler bereits während der Triage und im Zusammenhang mit der Transportentscheidung.

4.2.4 EKG-Diagnosen

Die häufigste EKG-Diagnose war mit 61,2 % eine Asystolie, gefolgt von Kammerflimmern (32,2 %) und elektromechanischer Dissoziation (6,1 %). Bei Kammerflimmern war die primäre Erfolgsrate mit 61,8 % signifikant ($p < 0,0001$) höher als bei den übrigen Diagnosen, bei Asystolie dagegen mit 27,9 % signifikant schlechter ($p < 0,0001$). Der bessere Reanimationserfolg bei Kammerflimmern ließ sich auch in der multivariaten Analysen nachweisen (adjustierte Odds Ratio 1,98). In der Voruntersuchung des Zeitraums 1990 - 1994 (HENNIG 1999) war bei 51,5 % der Patienten eine Asystolie festgestellt worden, bei 32,6 % ein Kammerflimmern. Auch hier war die Reanimation nach Kammerflimmern häufiger primär erfolgreich (51,8 %).

Die Inzidenz des Kammerflimmerns ist mit den in anderen Studien angegebenen Werten vergleichbar. In einer sehr großen Untersuchung von 10.992 Reanimationen, die wegen kardialer Ursache eingeleitet wurden, fanden APPLETON et al. (1995) ein Kammerflimmern bei 38,6 % der Patienten. In der Altersgruppe 0-8 Jahre trat Kammerflimmern bei 3 % der Patienten, in der Altersgruppe 8-30 Jahre bei 17 % und in der Altersgruppe über 30 Jahre in 42 % der Fälle auf.

Der Anteil des Kammerflimmerns hat im Laufe der Zeit abgenommen. In Schweden wiesen HERLITZ et al. (2000) einen Rückgang von 39 % im Jahre 1981 auf 32 % für das Jahr 1997 und schließlich 28 % für das Jahr 2001 (HERLITZ et al. 2004) nach. KUISMA et al. (2001) machten in Finnland im Zeitraum 1994 - 1999 einen Rückgang um 48 % aus. In den USA wiesen COBB et al. (2002) von 1979 bis 2000 einen Rückgang um 56 % nach. BUNCH und WHITE (2005) fanden in Minnesota, USA, 1991-1994 noch eine Inzidenz des Kammerflimmerns von 18,2/100.000 Einwohner, 2000-2004 lag sie bei 8,7/100.000 Einwohner. Die Gründe für den Rückgang des Kammerflimmerns sind nicht ohne Weiteres ersichtlich, COBB et al. (2002) sehen einen Zusammenhang mit der im gleichen Zeitraum gesunkenen Mortalität durch koronare Herzerkrankung.

Der spontane Übergang des Kammerflimmerns in andere Rhythmen erfolgt nur langsam. HOLMBERG et al. (2000) fanden im schwedischen Register in den Jahren 1990-1995 bei Eintreffen des Rettungsteams 43 % aller Patienten im

Kammerflimmern, bei Eintreffen 30 Minuten nach dem Kollaps wiesen noch 40 % der Patienten ein Kammerflimmern auf.

Wie in dieser Arbeit wiesen die Patienten mit Kammerflimmern auch in anderen Studien eine höhere Überlebensrate auf. ARNTZ et al. (1993a) gaben für den Zeitraum 1988 - 1990 in Berlin bei Patienten mit Kammerflimmern eine primäre Erfolgsrate von 61,5 % an. BONNIN et al. (1993) beobachteten in einer Kohorte älterer Patienten (≥ 70 Jahre, $n=367$) bei Kammerflimmern doppelt so häufig einen primären Reanimationserfolg wie bei anderen initialen Herzrhythmen (40,3 % gegenüber 22,1 %). Auch DE VREEDE-SWAGEMAKERS et al. (1998) zeigten eine Odds ratio von 5,7 für das Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus bei Patienten mit Kammerflimmern.

4.3 Zusammenhang zwischen Reanimationsergebnis und Logistik

4.3.1 Zirkadiane Variabilität

Es erfolgten durchschnittlich 31,3 Alarmierungen pro Stunde. Ein deutliches Maximum bestand zwischen 9 und 11 Uhr am Vormittag, ein deutliches Minimum zwischen 1 Uhr und 7 Uhr. Tagsüber wurde eine primär erfolgreiche Reanimation bei etwa 45 % der Fälle, in den Abend- und Nachtstunden bei etwa 36 % der Fälle erreicht. Am häufigsten waren Reanimationen an Montagen und Samstagen, im Wochenverlauf sank die Anzahl ab und erreichte am Freitag ein Minimum. In den Monaten Dezember, Januar, März und Mai waren Reanimationen überdurchschnittlich häufig.

Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit den Ergebnissen der Voruntersuchung überein (HENNIG 1999), die zirkadianen und zirkaannulären Schwankungen blieben im Zeitverlauf unverändert. Auch andere Untersucher fanden eine ähnliche Verteilung der Reanimationshäufigkeit und auch der malignen ventrikulären Herzrhythmusstörungen (MARTENS et al. 1995, STIEFELHAGEN 1996, ZEHENDER et al. 1992a und b). ARNTZ et al. (1994a) sahen einen

Häufigkeitsgipfel für Reanimationen, akute thorakale Schmerzen oder Atemnot bei Patienten im Alter über 65 Jahre lediglich am Morgen. Bei den Patienten bis 65 Jahre zeigte sich dagegen ein zweiter, deutlicherer Häufigkeitsgipfel in den Nachmittagsstunden. Der unterschiedliche zirkadiane Verlauf bei jüngeren und älteren Patienten konnte von HERLITZ et al. (2002a) für Schweden bestätigt werden. In der schwedischen Kohorte ergab sich ebenfalls eine Häufung von Reanimationen an Montagen sowie in den Monaten Dezember und Januar. Ein Einfluss von Alter und Geschlecht auf die zirkadiane Häufigkeitsverteilung kardiopulmonaler Reanimationen ließ sich in einer Studie von THAKUR et al. (1996) an 2.250 Reanimationen aus kardialer Ursache nicht nachweisen.

SOO et al. (2000) konnten im Bereich Nottinghamshire in den Jahren 1991 - 1994 für 1196 Patienten mit Reanimation aus kardialer Ursache ohne Kammerflimmern und für 339 Patienten mit Reanimation aus nicht kardialer Ursache einen ähnlichen zirkadianen Häufigkeitsverlauf nachweisen. Dagegen trat Kammerflimmern mit einem anderen zirkadianen Verlauf häufiger tagsüber auf. Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen hinsichtlich der zirkadianen Variabilität in der vorliegenden Untersuchung überein und kann zur Erklärung der tagsüber höheren Erfolgsrate der Reanimationen beitragen.

4.3.2 Reanimationsort

67,6 % aller Reanimationen ereigneten sich in der Wohnung des Patienten, 26,3 % an einem öffentlich zugänglichen Ort. NAW bzw. RTW, Arztpraxis, sonstiges Kfz und sonstige Orte wurden nur vereinzelt angegeben. Wiederbelebungsmaßnahmen in Arztpraxen (85,7 %, $p = 0,020$) sowie im NAW / RTW (73,9 %, $p = 0,0012$) waren besonders häufig primär erfolgreich. In der multivariaten Analyse zeigten beide Reanimationsorte allerdings keinen unabhängigen Einfluss auf den primären Reanimationserfolg. Dieses Ergebnis war insofern zu erwarten, als weniger der Ort der Reanimation als vielmehr die mit dem Ort verbundenen sonstigen Umstände zum häufigeren primären Gelingen der Reanimation beitragen. In Arztpraxen, RTW und NAW ist eine Notfallausrüstung greifbar, so dass die Reanimationsbemühungen sofort über die Maßnahmen der Laienreanimation

hinausgehen können. Daneben ist in NAW und Arztpraxen ein Arzt anwesend, der die Reanimation leiten und erweiterte Therapiemöglichkeiten einsetzen kann.

Das in der vorgelegten Arbeit gefundene primäre Reanimationsergebnis in den Praxen ist besonders erfreulich, da nach einer Studie von BECKER et al. (2001) in kardiologischen, internistischen, hausärztlichen und notfallmedizinischen Praxen Reanimationsereignisse nur mit einer Inzidenz von 0,01 pro Jahr auftreten. Damit kann keine Routine angenommen werden. Trotzdem waren die Reanimationen in 85,6 % der Fälle primär erfolgreich.

Auch HERLITZ et al. (2002b) analysierten das Reanimationsergebnis je nach dem Ort des Ereignisses anhand des schwedischen Registers für die Jahre 1990 - 1999. Hier ereignete sich der Kollaps ebenfalls weit überwiegend (65,5 %) zu Hause. Patienten, die in der eigenen Wohnung kollabierten, waren überwiegend älter, das Ereignis war seltener beobachtet worden, die Laienreanimation blieb häufiger aus und die Zeitintervalle bis zum Beginn der kardiopulmonalen Reanimation waren länger. Diese Unterschiede führten zu einer deutlich reduzierten 28-Tages-Überlebensrate von unter 2 %. Bei SWOR et al. (2003a) betrug der Anteil des Kollapses in der häuslichen Umgebung in den USA sogar 80 %, mit ähnlichen Unterschieden zu Patienten, welche an anderen Plätzen kollabierten. Die Autoren fordern als Konsequenz andere Strategien der kardiopulmonalen Reanimation. So sollten insbesondere ältere Menschen für die kardiopulmonale Laienreanimation ausgebildet werden. SWOR et al. (2003b), die sich ebenfalls mit der Ausbildung älterer Menschen in kardiopulmonaler Reanimation befassten, bevorzugten für diese Altersgruppe einen Verzicht auf die Mund-zu-Mund-Beatmung, weil sie von einer besseren Akzeptanz der kardiopulmonalen Reanimation ohne Mund-zu-Mund-Beatmung ausgehen.

4.3.3 Ersthelfer

Die Reanimation wurde überwiegend durch die Besatzung des RTW (78,2 %) begonnen, in 9,2 % durch den Notarzt, in 6,2 % durch einen medizinischen Laien und in 5,7 % durch medizinisch geschultes Personal. Der höchste Anteil primär

erfolgreicher Reanimationen wurde erreicht, wenn Laien bereits mit der Reanimation begonnen hatten (71,2 %), gefolgt von der Reanimation durch den Notarzt (63,8 %) und der Reanimation durch medizinisch geschultes Personal (58,1 %). Reanimationen bei von Dritten beobachtetem Kollaps waren nicht erfolgreicher als Reanimationen bei nicht beobachtetem Kollaps. Auch in der multivariaten Analyse war der Beginn der Reanimation durch die Besetzung des RTW mit einem signifikant schlechteren primären Reanimationserfolg verbunden (adjustierte Odds Ratio 0,35).

Die Rate von 6,2 % bei der durch Laien begonnenen Behandlung ist im internationalen Vergleich eher gering. HERLITZ et al. (1994b) fanden für den Zeitraum von 1980 bis 1992 in Schweden eine Rate von 18 %, diese hatte bis 1997 auf 28 % zugenommen (HERLITZ et al. 2000). Zugleich stieg in der Gruppe der Patienten mit beobachtetem Kollaps auch der Anteil der primär erfolgreichen Reanimationen. Laien begannen nach einer Studie von CASPER et al. (2003) häufiger dann mit einer Reanimation, wenn Fremde einen Kollaps erlitten.

WIK et al. (1994) bestätigen den guten Erfolg von Reanimationen, die von Laien direkt nach dem Ereignis begonnen wurden. Die Autoren klassifizieren die Qualität der kardiopulmonalen Reanimation der Laien bei Eintreffen des NAW und beurteilen sie in 47,0 % der Fälle als gut. Die primäre Erfolgsrate war höher, wenn die Laienreanimation als gut bewertet werden konnte. Bei schlechterer Reanimationstechnik war gegenüber dem Warten auf den NAW kein positiver Effekt, aber auch kein Nachteil, zu verzeichnen. Neben der Qualität ist besonders der unmittelbare Beginn der kardialen Reanimation von Bedeutung. Viele Autoren haben den positiven Einfluss einer durch Laien unmittelbar begonnenen Reanimation auf die primäre Erfolgsrate und das langfristige Überleben bereits nachgewiesen (BROWN et al. 1996, DOWIE et al. 2003, HERLITZ et al. 2003b, HOLMBERG et al. 1999, MARTENS et al. 1993, NICHOL et al. 1996, VALENZUELA et al. 1997). Allerdings bestehen in der Bevölkerung, so auch bei den Patienten selbst, noch immer Wissensdefizite über die Dringlichkeit unmittelbarer ärztlicher Versorgung bei Symptomen eines Herzinfarktes und die Notwendigkeit eines unmittelbaren Beginns der Reanimation bei beobachtetem

Kollaps, wie OTTESEN et al. (2003) für Patienten in Norwegen feststellen konnten.

In der vorliegenden Studie war der Unterschied des primären Reanimationserfolges bei Reanimationen, die durch medizinisch geschultes Personal oder durch den Notarzt begonnen wurden, gering. Ein Grund könnte das rasche Eintreffen des nachalarmierten Notarztes in den Fällen sein, in denen die Reanimation durch medizinisch geschultes Personal begonnen wurde. Andererseits ist es auch möglich, dass die Reanimationsleistung des geschulten Personals, häufig in Arztpraxen unter Mitwirkung der dort arbeitenden Ärzte, an die der Notärzte heranreicht.

Reanimationen, die durch die Besetzung des RTW eingeleitet wurden, waren seltener primär erfolgreich als Reanimationen, die durch den Notarzt des NAW begonnen wurden. In beiden Fällen bestanden vor Eintreffen der Helfer keine Reanimationsbemühungen. Dieses Ergebnis, dass auch in der multivariaten Analyse signifikant nachweisbar blieb, bekräftigt die Vorteile der Reanimation durch geschulte Notärzte.

Auch andere Studien fanden für die Reanimation ausschließlich durch medizinisch geschulte Rettungssanitäter eine geringere primäre Erfolgsrate. WUERZ et al. (1995) beschrieben die kardiopulmonalen Reanimationen in den Jahren 1987 - 1991 für ein ländliches Gebiet. Hier war das Einsatzfahrzeug durch medizinisches Hilfspersonal besetzt, das Protokoll umfasste allerdings auch die Defibrillation, endotracheale Intubation und intravenöse Medikation. Bei Bedarf war telefonisch ein Arzt erreichbar. Unter diesen Voraussetzungen wurde nur bei 91 von 532 Patienten (17,1 %) über 30 Jahren mit bekanntem initialem Herzrhythmus ein primärer Reanimationserfolg erzielt.

In einer aktuellen Studie verglichen FISCHER et al. (2003) die Rettungsdienstsyste me in Großbritannien (Birmingham) und Deutschland (Bonn). In Großbritannien wird der Rettungsdienst ausschließlich durch Rettungssanitäter geleistet. Bei allen Einsätzen (nicht beschränkt auf kardiopulmonale Reanimationen) wurde das Befinden der deutschen Patienten vor Eintreffen im Krankenhaus stärker verbessert. Nach kardiopulmonaler Reanimation erreichte man hier eine höhere Entlassungsrate aus dem Krankenhaus (15 % gegenüber 4 %).

Außerdem errechneten die Autoren, dass pro Einwohner für jeden nach kardiopulmonaler Reanimation aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten in Großbritannien 0,70€, in Bonn dagegen nur 0,17€ jährlich aufgebracht werden mussten. In anderen Studien aus Großbritannien und den USA (GRUBB et al. 1995, PERSSE et al. 2003, SOO et al. 1999a und b) konnte nachgewiesen werden, dass die primäre Erfolgsrate kardiopulmonaler Reanimationen und das weitere Überleben unter den Bedingungen des britischen Rettungssystems weniger von der Erfahrung der Rettungssanitäter, dagegen stärker von deren Ausbildung beeinflusst ist.

Diese Studien stützen die Einschätzung, dass der gute Reanimationserfolg des medizinischen Assistenzpersonals in dieser Arbeit wesentlich auch durch das frühere Eintreffen des Notarztes bedingt ist. Die hohe Effektivität des deutschen Rettungssystems insgesamt beruht nach ADAMS et al. (2003) neben dem Einsatz des Notarztes vor Ort auch auf dem Engagement von Rettungsmedizinern auf allen Planungs- und Leitungsebenen.

4.3.4 Modus und Zeitpunkt der Alarmierung

Bei zwei Dritteln der Fälle war der gemeinsame Einsatz von RTW und NAW veranlasst worden, in einem Drittel wurde der NAW nach Eintreffen des RTW am Ort der Reanimation nachalarmiert. Statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich des primären Erfolges der Reanimation waren zwischen den verschiedenen Einsatzmodi in der multivariaten Analyse nicht feststellbar. Die Eintreffzeit am Ort der Reanimation reichte von weniger als 1 Minute bis zu 39 Minuten ($8,6 \pm 4,4$ Minuten). Der NAW war in 20,9 % der Fälle innerhalb von 5 Minuten und nur in 5,6 % der Fälle nach mehr als 15 Minuten am Ort der Reanimation. Bis zu einer Eintreffzeit von 15 Minuten lag die Rate primär erfolgreicher Reanimationen annähernd konstant bei 35 % und fiel bei längeren Eintreffzeiten dann auf 29,2 % (bis 20 Minuten) bzw. 18,1 % (über 20 Minuten).

In vielen Untersuchungen ist für unterschiedliche Patientenkollektive die Dauer zwischen dem Kollaps und dem Beginn einer effektiven kardiopulmonalen

Reanimation als der wesentliche Einflussfaktor auf die primäre Erfolgsrate der Reanimation und das weitere Überleben hervorgehoben worden (GRUBB et al. 1995, SO et al. 1994, TRESCH et al. 1993, VALENZUELA et al. 1993, 1997, DE VREEDE-SWAGEMAKERS et al. 1998). Dabei wurden unterschiedliche Trennpunkte gewählt. ARNTZ et al. wiesen 1992 eine Verschlechterung des primären Reanimationserfolgs bei Patienten mit Kammerflimmern im Einklang mit einer verlängerten Eintreffzeit nach (68 % bei einer Eintreffzeit \leq 14 min, 42 % bei einer Eintreffzeit $>$ 14 min). Aktuell wird ein Intervall zwischen Kollaps und Defibrillation von 8 Minuten angestrebt, obwohl auch dieses Intervall angesichts des steilen Abfalls der Erfolgsrate der Defibrillation in den ersten 5 Minuten nach Kollaps noch zu lang erscheint (HOLMBERG et al. 1999, DE MAIO et al. 2003).

Für Deutschland fanden SCHNEIDER et al. (1994) in einer großen Multizenterstudie zur kardiopulmonalen Reanimation in Hamburg bei 80 % der Einsätze eine Eintreffzeit des RTW bis maximal 5 Minuten und des NAW bis 12 Minuten. In Bonn war der Notarzt dagegen in 90 % der Einsätze in maximal 6 Minuten vor Ort. Zu den Eintreffzeiten müssen ca. 2 Minuten für die Meldezeit des Notfalls und eventuelle Wegezeiten des Rettungsteams vom Fahrzeug zum Patienten hinzugerechnet werden (WENZEL et al. 1997).

Während des untersuchten Zeitraumes erfolgte die Alarmierung des NAW über sogenannte Ausrückebereiche. Inzwischen wird der Einsatz der NAW computergesteuert über Satellitenortungssysteme optimiert. Die NAW werden nach der kürzest möglichen Eintreffzeit ausgewählt und alarmiert. Da die Eintreffzeiten der Rettungsdienste nur mit einem hohen Aufwand weiter zu verkürzen sind, sprachen sich BANG et al. (2003) nach einer Analyse der Gespräche zwischen Notrufmeldern und Notrufzentralen für eine standardisierte Anweisung zur kardiopulmonalen Reanimation für den Notrufmelder bereits bei Schnappatmung aus.

Allerdings sind auch bei einer Eintreffzeit von 0 Minuten, also bei vom Rettungsteam beobachtetem Kollaps, ähnliche Überlebensraten beschrieben worden wie die in dieser Untersuchung. KUISMA et al. (1998) sahen in Finnland in den Jahren 1994 - 1995 nach vom Rettungsteam beobachtetem Kollaps und kardiopulmonaler Reanimationen keine besseren Überlebensraten als dann, wenn der Kollaps noch vor Eintreffen des Rettungsteams eingetreten war (16,0 %

Überlebende bis zur Krankenhausentlassung). Die Autoren konnten den neurologischen Status bei Krankenhausentlassung erheben, dabei ergaben sich gegenüber Überlebenden nach nicht beobachtetem Kollaps etwas bessere Resultate. DE MAIO et al. (2000) untersuchten 610 vom Rettungsteam beobachtete Reanimationen der Jahre 1991 bis 1996 in Kanada, die Überlebensrate bis zur Krankenhausentlassung betrug 12,6 %. Dem widersprechen allerdings andere Studien. FINN et al. (2001) fanden in Australien 28-Tage-Überlebensraten von 7 % bei von Laien beobachtetem, aber 33 % bei vom Rettungsteam beobachtetem Kollaps. In Göteborg ermittelten FREDRIKSSON et al. (2003b) einen Anteil von Überlebenden bis zur Klinikentlassung von 2 % bei unbeobachtetem Kollaps, 13 % nach beobachtetem Kollaps und 22 % nach Kollaps in Gegenwart des Rettungsteams.

4.4 Zusammenhang zwischen Reanimationsergebnis und Maßnahmen am Unfallort

4.4.1 *Beatmung*

In 83,9 % der Fälle wurde eine endotracheale Intubation vorgenommen und in 0,3 % eine Trachealkanüle verwendet. Bei 15,7 % der Patienten war eine Intubation nicht dokumentiert. Die Beatmung der Patienten erfolgte in 25,2 % manuell. Patienten mit maschineller Beatmung erreichten häufiger einen primären Reanimationserfolg, allerdings war der Unterschied in der multivariaten Analyse gerade eben nicht mehr signifikant nachweisbar. Dieses Ergebnis muss vor dem Hintergrund gesehen werden, dass bei sich abzeichnendem primärem Reanimationserfolg eher von der manuellen auf die maschinelle Beatmung umgestellt wird, während bei weitgehend erfolglosen Reanimationsbemühungen andere Maßnahmen im Vordergrund stehen.

In der Voruntersuchung des Zeitraums 1990 - 1994 (1999) war die endotracheale Intubation für 90,1 % dokumentiert. Da es sich bei der endotrachealen Intubation nach den Empfehlungen des ILCOR 1997 (CHAMBERLAIN und CUMMINS 1997, WENZEL et al. 1997) um eine Klasse-I-Maßnahme handelt, die für

professionelle Helfer in jedem Fall indiziert ist, ist die seltenere Angabe möglicherweise auf eine mangelnde Dokumentation zurückzuführen. Andererseits analysierten HOLMBERG et al. (2002) aus den Daten des schwedischen Registers für die Jahre 1990 bis 1995 lediglich eine Intubationsrate von 47,5 %, ohne dass zwischen intubierten und nicht intubierten Patienten ein Unterschied im Verlauf nachgewiesen werden konnte.

Seit der Einführung der neuen Richtlinien für die kardiopulmonale Reanimation (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2000) wird der Herzdruckmassage eine höhere Priorität eingeräumt als der Beatmung (GABRIELLI et al. 2002, WOOLLARD et al. 2003). Diese Diskussion zeichnete sich im untersuchten Zeitraum bereits ab. Verschiedene Autoren vertraten die Meinung, dass die Sauerstoffversorgung bei guter Durchführung der Herzdruckmassage ausreichend sein kann (BAUBIN et al. 1995, BERG et al. 1993, 1995). Andere Autoren sehen keinen Vorteil darin, die Beatmung aus der Ausbildung der Laienhelfer herauszunehmen (MARKSTALLER et al., 2004, GOEDECKE VON und WENZEL, 2004).

4.4.2 Defibrillation

Von den 241 reanimationspflichtigen Patienten mit Kammerflimmern ist für 97,5 % eine Defibrillation dokumentiert. Die Anzahl der Schocks lag zwischen 1 und 20 ($4,3 \pm 3,2$). 19,6 % der Patienten erhielten nur einen Schock, 51,5 % der Patienten erhielten maximal 3 Schocks. Die maximale Energie der Schocks betrug im Mittel 318 ± 63 Joule (200 bis 360 Joule). 62,6% der Patienten wurden mit 360 Joule defibrilliert. Unterschiede in der maximalen Defibrillationsenergie bestanden zwischen Patienten mit primär erfolgreicher und nicht erfolgreicher Reanimation keine.

Die Defibrillation ist in den letzten Jahren heftig diskutiert worden. Seit den 80er Jahren wurde die Energie auf 200 – 200 - (300) - 360 J reduziert (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2000, ANDERSON und SUELZER 1976). Entscheidend für den Defibrillationserfolg am flimmernden Herzen ist, dass der Stromfluss durch eine kritische Myokardmasse fließt, die etwa 70 - 90 % des gesamten Myokards beträgt (LISCHKE et al. 2004). Die Wirksamkeit monophasischer und biphasischer

Impulsformen ist zur Zeit Gegenstand der Diskussion (ALEM VAN et al. 2003a, GLINER et al. 1998, MARTENS et al. 2001, POOLE et al. 1997, SCHNEIDER et al. 2000, WHITE et al. 2001, ZHANG et al. 2001). Es zeichnet sich hinsichtlich des primären Defibrillationserfolges ein Vorteil biphasischer Impulse ab, welcher inzwischen auch in einer prospektiven Studie bestätigt werden konnte (ALEM VAN et al. 2003a). Die experimentelle Klärung dieser Frage wird dadurch erschwert, dass eine aussagefähige Studie mit dem Zielpunkt des langfristigen Überlebens bei den zu erwartenden geringen Unterschieden fast 1000 Patienten einschließen müsste (KERBER et al. 1997).

In großen Studien wurde für den Patienten mit Kammerflimmern neben der Dauer bis zum Beginn einer effektiven kardiopulmonalen Reanimation besonders die Zeitspanne bis zur Defibrillation als Einflussfaktor auf den primären Reanimationserfolg und das langfristige Überleben nachgewiesen (ARNTZ und OEFF 1992, BARTON und MANNING 1995, MAUER et al. 1994, VALENZUELA et al. 1997, WHITE 2001). Bei länger bestehendem Kammerflimmern reduziert sich die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Defibrillation pro Minute Verzögerung um etwa 10 %, wobei der Rückgang in den ersten 5 Minuten stärker ausgeprägt ist als in der Folgezeit (HOLMBERG et al. 2000, DE MAIO et al. 2003). Ab 4 Minuten nach dem Kollaps ist die Defibrillation dann erfolgreicher, wenn zunächst über eine Thoraxkompression und Beatmung die myokardiale Perfusion wiederhergestellt wurde (CHAMBERLAIN et al. 2003, COBB et al. 1999, CRUZ und NIEMANN 2000, FRENNEAUX 2003, NIEMANN et al. 2000, STEEN et al. 2003, STOTZ et al. 2003, WIK 2003, WIK et al. 2003).

Hieraus ergab sich die Forderung, zunächst nicht-ärztliches medizinisches Rettungspersonal und später auch Laien eine Defibrillation durchführen zu lassen (ARNTZ 1996, ARNTZ et al. 1993b, 1994b, DIEHL et al. 1989, 1994, KLINGENHEBEN 2004, MACDONALD et al. 2001, MARENCO et al. 2001, SCHNEIDER et al. 1997, WEISFELDT et al. 1995). Es wurden Defibrillatoren entwickelt, die die EKG-Analyse und die Defibrillation automatisch vornehmen (KERBER et al. 1997). Die von Laien vorgenommene elektrische Defibrillation war aufgrund der möglichen Schäden durch einen unnötigen Schock lange Zeit nicht unumstritten (CATERINE et al. 1996, DAHL et al. 1997, KOSTER 2002,

SEFRIN 2002). Außerdem wurde bei Laien die kardiopulmonale Reanimation durch die Defibrillation möglicherweise länger als zumutbar unterbrochen (ALEM VAN et al. 2003b). Diesen Bedenken ist in der aktuellen Version der Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation Rechnung getragen worden. Nach Abgabe eines Schocks soll unmittelbar mit der kardiopulmonalen Reanimation fortgeföhren werden, erst nach zwei Minuten werden Rhythmus bzw. Puls erneut geprüft (ARNTZ et al. 2006). In einer aktuellen Studie haben KUISMA et al. (2003) in Finnland die Kosten der Laiendefibrillation ausgewertet. Nach der Ausstattung aller öffentlichen Einrichtungen mit mindestens einer kardiopulmonalen Reanimation pro Jahr mit Defibrillatoren und der entsprechenden Fortbildung der Ersthelfer liefen für jeden frühzeitig durch Laienersthelfer defibrillierten Patienten Aufwendungen in Höhe von € 110270 auf. Die neuen Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation empfehlen die Installation öffentlich zugänglicher automatischer Defibrillatoren dort, wo ein beobachteter Kreislaufstillstand häufiger als einmal in zwei Jahren zu erwarten ist (ARNTZ et al. 2006). Deutschland ist im Gegensatz zu den USA und anderen Staaten noch weit davon entfernt, dieser Vorgabe zu entsprechen (TRAPPE 2005).

4.4.3 Venöse Zugangswege

Während 3,4 % der Reanimationen war das Legen eines intravenösen Zuganges nicht möglich. Venöse Zugänge wurden überwiegend peripher (46,7 %), seltener über die V. jugularis externa (21,9 %) oder die V. subclavia (18,4 %) eingebracht. Bei 53,4 % der Patienten war, teilweise zusammen mit einem peripheren Zugang, auch ein zentraler Venenkatheter eingeschwenmt worden. 60,9 % der Patienten mit Adrenalinmedikation erhielten die Substanz auch endobronchial. Bei Patienten mit ausschließlich peripher-venösem Zugang war der Anteil der primär erfolgreichen Reanimationen mit 54,1 % signifikant ($p = 0,010$) höher als bei den Patienten mit einem zentralen Zugang (43,7 %), der Zusammenhang mit dem primären Reanimationserfolg war in der multivariaten Analyse allerdings nicht mehr signifikant nachweisbar.

Die Häufigkeit zentraler Zugänge war in der Voruntersuchung (HENNIG 1999) der Jahre 1990 - 1994 identisch. Einige Autoren betonen die Vorteile des peripheren venösen Zuganges: Schnelle, technisch einfache Anlage (DARIUS und MEYER 1992, LINDNER und AHNEFELD 1992, TEBBE und CARLSSON 1998). Allerdings sollte bei peripherer Medikation eine größere Flüssigkeitsmenge zusätzlich gegeben werden, damit die Medikamente an den Wirkort gelangen (GADDIS 1995, KRISTENSEN 1995).

Möglicherweise ist der schlechtere primäre Reanimationserfolg bei Patienten mit zentralvenösem Zugang dadurch erklärt, dass im Verlauf zunächst erfolgloser Reanimationen häufiger ein zentralvenöser Zugang gelegt wird, um eine Insuffizienz der peripheren Medikamentenapplikation auszuschließen. Es ist auch denkbar, dass sich die Medikamentengabe verzögerte, weil ein zentralvenöser Zugang eventuell erst nach mehreren vergeblichen Punktionsversuchen einer peripheren Vene eingebracht werden konnte.

Im Vorzeitraum wurde Adrenalin nur bei 18,8 % der Patienten endotracheal verabreicht (HENNIG 1999). Die endotracheale Applikation wurde von den meisten Autoren als eine sichere Form der Verabreichung angesehen. Gegenüber der intravenösen Gabe liegt der Vorteil überwiegend in der schnelleren Applikation (MCCRIRICK und MONK 1994, MIELKE et al. 1994, NEUMANN et al. 1991, TEBBE und CARLSSON 1998). Andererseits weisen NIEMANN et al. (2002) in einer Studie in den USA auf einen signifikant schlechteren Verlauf bei Patienten mit ausschließlich endotrachealer Medikamentengabe hin. Keiner dieser Studienteilnehmer überlebte bis zur Krankenhausentlassung. Es ist bei der retrospektiven Datenanalyse allerdings möglich, dass die endotracheale Medikation bei Patienten in besonders schlechtem Zustand oder von weniger geübten Sanitätern häufiger angewendet wurde. In den neuen Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation wird dem venösen Zugang die Priorität eingeräumt. Kann ein venöser Zugang nicht in kurzer Zeit gelegt werden, so ist auch bei Erwachsenen die intraossäre der endotrachealen Applikation vorzuziehen, da Medikamente, die in schlecht perfundierten Lungenarealen eventuell unzureichend resorbiert werden, nach Wiederherstellung des Spontankreislaufs ausgeprägte Arrhythmien hervorrufen können (ARNTZ et al. 2006).

4.4.4 Medikation

4.4.4.1 Adrenalin

Für 79,9 % der Patienten waren Angaben zur Gabe von Medikamenten am Notfallort dokumentiert. Adrenalin wurde 75,5 % der Patienten appliziert. 60,9 % dieser Patienten erhielten das Medikament endotracheal. Bei primär erfolgreich reanimierten Patienten wurde mit $3,7 \pm 3,1$ mg im Mittel signifikant weniger Adrenalin verabreicht als bei primär nicht erfolgreich reanimierten Patienten ($3,9 \pm 2,4$ mg, $p = 0,017$). Bei 45,5 % der Patienten mit einer Adrenalindosis < 5 mg, aber nur 34,2 % der Patienten mit einer Adrenalindosis ≥ 5 mg war die Reanimation primär erfolgreich. Der Einfluss der Adrenalindosis auf den primären Reanimationserfolg blieb auch in der multivariaten Analyse statistisch signifikant (adjustierte Odds Ratio 0,53). Der Anteil der Patienten, die Adrenalin erhielten, war gegenüber dem Zeitraum von 1990 - 1994 gleich geblieben (74,3 %, HENNIG 1999).

Da Adrenalin in wiederholten Dosen bis zum Erfolg oder Abbruch der Reanimationsbemühungen verabreicht wird, ergab sich eine höhere Adrenalindosierung bei erfolglosen Reanimationen. Die hohen Adrenalindosen waren hier vermutlich Folge, nicht Ursache des Scheiterns der Reanimation. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in anderen Studien (HOLMBERG et al. 2002). Hohe Dosierungen von Adrenalin führen zu einer Erhöhung des koronaren Perfusionsdruckes (CHASE et al. 1993, PARADIS et al. 1991). Die Komplikationsrate war gegenüber der Gabe niedrigerer Dosen Adrenalin in einigen Studien nicht erhöht (CALLAHAM et al. 1991, FISCHER et al. 1995, WORDSMAN et al. 1993). Andere Arbeiten zeigten Komplikationen wie akutes Nierenversagen, verminderten Herzindex oder eine verschlechterte Lungenperfusion (ANGELOS und BEHNKE DE 1995, BEHRINGER et al. 1998, IDRIS 1994, MATTANA und SINGHAL 1993, RIVERS et al. 1994). Ein Vorteil initial hoher Adrenalindosen konnte nicht belegt werden (BERG et al. 1996, BROWN et al. 1992, HIMMELSEHER und PFENNIGER 1994, PRENGEL et al. 1994; STIELL et al. 1992). Von der ILCOR (CHAMBERLAIN und CUMMINS 1997) wurde eine Adrenalindosis bis 0,1 mg/kg empfohlen, die notfalls alle drei bis

fünf Minuten wiederholt werden kann. In den Guidelines 2000 (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2000) werden eskalierende oder hoch dosierte Adrenalingaben nicht mehr befürwortet. Als Dosierung werden 1 mg alle 3-5 Minuten bis maximal 3 mg bzw. 0,04 mg/kg angegeben. Diese Dosierung wird auch in den aktuellen Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation weiter empfohlen (ARNTZ et al. 2006). Das Dosisintervall kann möglicherweise noch verlängert werden, da Tierversuche für eine längere Wirkdauer von Adrenalin sprechen (BAR-JOSEPH et al. 2000).

Bei Kammerflimmern wird alternativ die Gabe von Vasopressin (40 U) initial und einmalig empfohlen (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2000, LINDNER et al. 1997). In Tierversuchen zeigte sich nach dem Einsatz von verschiedenen Kombinationstherapien mit Vasopressin, Adrenalin und Nitroglyzerin eine Erhöhung der Organdurchblutung (BIONDI-ZOCCAI et al. 2003, KLOUCHE et al. 2003, KORNBERGER et al. 2000, LURIE et al. 2002, VOELCKEL et al. 2000, 2002, WENZEL et al. 1999). STIELL et al. (2001) fanden dagegen in einer randomisierten Studie bei Reanimationen im Krankenhaus keinen Vorteil für Vasopressin gegenüber Adrenalin. In einer randomisierten europäischen Studie an 1219 Patienten mit außerklinischem Herzkreislaufstillstand zeigte sich nach Gabe von Vasopressin im Gegensatz zu Adrenalin eine signifikant höhere Überlebensrate (für das Überleben bis Krankenhausaufnahme und das Überleben bis Krankenhausentlassung) bei Patienten, die primär eine Asystolie aufwiesen. Nach der zweiten Gabe des Studienmedikamentes erfolgte ggf. eine weiterhin notwendige Medikation mit Adrenalin. In der Untergruppe der Patienten mit mindestens dreimaliger Medikation wiesen die Patienten eine höhere Überlebensrate auf, die nach zweimaliger Verabreichung von Vasopressin weitere Gaben von Adrenalin erhalten hatten (WENZEL et al. 2004). Vasopressin hatte im untersuchten Zeitraum in Deutschland keine Zulassung für diese Indikation und stand daher für den NAW nicht zur Verfügung.

4.4.4.2 Andere adrenerge Substanzen und Parasympatholytika

Die Verabreichung von Dopamin war bei 15,6 %, die von Dobutamin bei 2,3 % der erwachsenen Patienten mit dokumentierter Medikation verzeichnet. Die Rate primär erfolgreicher Reanimationen war bei Patienten mit und ohne Gabe von Dopamin oder Dobutamin nicht statistisch signifikant unterschiedlich. Atropin wurde nur in 16,3 % der Fälle eingesetzt, Orciprenalin in 1,8 %. Auch hier war die primäre Erfolgsrate bei Patienten mit und ohne Medikation vergleichbar.

Gegenüber dem Vorzeitraum (HENNIG 1999) hat die Häufigkeit der Verabreichung von Dopamin (12 %) und Dobutamin (0 %) zugenommen. Diese Substanzen werden überwiegend nach Erreichen des ROSC zur Aufrechterhaltung des Kreislaufs gegeben.

GONCALVES et al. (1998) sahen bei 406 Patienten mit längerdauernder Gabe von adrenergen Substanzen keinen Einfluss der Medikation auf das Entstehen eines Multiorganversagens. Die bei Patienten mit längerfristiger Katecholamintherapie beobachteten Organschäden konnten die Autoren auf die größeren Vorschäden in dieser Gruppe zurückführen. Inotropika sollten allerdings nicht als Ersatz für eine ausreichende Volumensubstitution gegeben werden, was besonders auch AZAR et al. (1996) betonen.

Atropin wurde im von HENNIG (1999) untersuchten Zeitraum von 1990 – 1994 9,5 % der Patienten verabreicht. Die Gabe von Atropin wird bei Asystolie, Sinusbradykardie und AV-Blockierung empfohlen (PRENGEL et al. 1994, TEBBE und CARLSSON 1998). Allerdings ist die Wirksamkeit von Atropin in Studien nicht gut belegt (BEHNKE DE et al. 1995, HERLITZ et al. 1995b). Aminophyllin könnte erfolgversprechender sein. MADER et al. (2003) erreichten bei kardiopulmonalen Reanimationen an 111 Patienten mit atropinresistenter Asystole durch Aminophyllin in 23 % ein ROSC, ohne Aminophyllin in 16 %.

4.4.4.3 Antiarrhythmika

Die Gabe von Antiarrhythmika (Amiodaron 5,3 %, Lidocain 6,4 %, beide Substanzen 1,1 %) war in nur wenigen Fällen dokumentiert. Die Applikation von

Verapamil und Ajmalin war lediglich drei- bzw. einmal vermerkt. Bei Kammerflimmern lag der Anteil der primär erfolgreichen Reanimationen bei Patienten nach Antiarrhythmika-Gabe mit 72,9 % signifikant höher als bei Patienten ohne eine solche Medikation (54,5 %, $p = 0,0045$).

Lidocain wurde gegenüber der Voruntersuchung (21 %, HENNIG 1999) seltener gegeben, Amiodaron hingegen häufiger eingesetzt. Auch insgesamt war die Gabe von Antiarrhythmika gegenüber dem Vorzeitraum seltener (13,2 %). Für den untersuchten Zeitraum 1995 - 1998 gilt, dass die Gabe von Amiodaron als Alternative zu Lidocain vorgeschlagen war (MANZ et al. 1992), einige Autoren gaben Lidocain weiterhin den Vorzug (BERTINI et al. 1993, DARIUS und MEYER 1992, HAUSMANN UND DREXLER 1998, JUNG und LÜDERITZ 1998). Die Auswertung zeigt, dass die aktuellen Richtlinien bei der Arbeit vor Ort umgesetzt wurden.

Amiodaron wird in den aktuellen Leitlinien (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2000) als Alternative zu Lidocain nach Defibrillation und Vasopressor-Gabe empfohlen, da die Wirksamkeit von Amiodaron durch Studien besser abgesichert ist (WAYNE et al. 2002). Diese Empfehlung wird in einigen Rettungssystemen nicht umgesetzt, da der Ersatz von Lidocain durch Amiodaron mit höheren Kosten verbunden ist (PAZDRAL et al. 2002).

4.4.4.4 Natriumbikarbonat

Die Gabe von Natriumbikarbonat zum Ausgleich einer vermuteten Azidose war für 38,8 % der Patienten dokumentiert worden. In der Gruppe der Patienten, die Natriumbikarbonat erhielten, war die primäre Erfolgsrate der Reanimation mit 50,0 % tendenziell höher als in der Gruppe ohne Natriumbikarbonat-Gabe (42,0 %, $p = 0,065$). Die Gabe von Natriumbikarbonat erwies sich in der multivariaten Analyse als unabhängiger Einfluss auf den primären Reanimationserfolg (adjustierte Odds Ratio 1,65).

Die Applikation von Natriumbikarbonat war gegenüber dem Vorzeitraum 1990 - 1994 (33,5 %, HENNIG 1999) etwas häufiger dokumentiert. BAR-JOSEPH et al. (2002) analysierten die Daten einer Studie zum Vergleich zwischen hohen

und niedrigen Dosen Adrenalin retrospektiv und fanden die freigestellte Gabe von Natriumbikarbonat bei 54,5 % der Patienten. Natriumbikarbonat wurde im Mittel 29 Minuten nach Kollaps, 19 Minuten nach Beginn der Reanimation und 11 Minuten nach Gabe von Adrenalin verabreicht.

Bei der kardiopulmonalen Reanimation wurde die Blindpufferung mit 0,5 – 1 mmol/kg Körpergewicht in zehninütigem Abstand 1992 und 1997 bei bestehender metabolischer Azidose, bei Intoxikationen mit Antidepressiva oder Barbituraten und bei Hyperkaliämie empfohlen (AMERICAN HEART ASSOCIATION 1992, CHAMBERLAIN and CUMMINS 1997). Zum generellen Einsatz wurde nicht geraten, da in Studien keine Verbesserung der Überlebensrate und keine Wirkungssteigerung anderer Maßnahmen, wie Defibrillation oder Katecholamingabe, nachgewiesen werden konnte (BLESKE et al. 1995, DYBVIK et al. 1995, HERLITZ et al. 1995b). Eine neuere Studie wies einen Überlebensvorteil für die Gabe von Natriumbikarbonat lediglich für Patienten mit einem Herzstillstand von mehr als 15 Minuten nach (Vukmir und Katz 2006).

4.4.5 Reanimation bei Kindern und Jugendlichen

Im Untersuchungszeitraum wurden 30 Kinder und Jugendliche reanimiert. Betroffen waren 25 Jungen (83,3 %) und 5 Mädchen (16,7 %) im Alter von 0 bis 17 Jahren ($3,3 \pm 5,2$ Jahre). 60,0 % der Reanimationen entfielen auf Säuglinge. In 17 Fällen verlief die Reanimation primär erfolglos, 13-mal war sie primär erfolgreich. Sieben der primär erfolgreich reanimierten Patienten verstarben auf dem Transport bzw. auf der Intensivstation, 2 wurden in andere Krankenhäuser eingeliefert und ein Patient konnte aus dem Krankenhaus nach Hause entlassen werden. Für 3 Kinder und Jugendliche ließ sich das weitere Schicksal nicht ermitteln.

Als Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes wurde bei 8 Kindern ein plötzlicher Kindstod, in 7 Fällen eine Ventilationsstörung, in 5 Fällen ein Trauma angegeben. Andere Ursachen waren nur vereinzelt genannt.

Die Kinder wurden zu 80 % in der häuslichen Wohnung reanimiert, ein Zusammenhang zwischen Reanimationsort und Erfolg der Reanimation war nicht

nachweisbar. Die Ausbildung der Ersthelfer entsprach bei den Kindern und Jugendlichen den Verhältnissen bei den Erwachsenen. Die Eintreffzeit betrug im Mittel $8,5 \pm 5,9$ Minuten und reichte von 3 bis 25 Minuten.

In 89,7 % der Fälle wurde eine orotracheale Intubation durchgeführt, in 10,3 % auf eine Intubation verzichtet. Die Beatmung dieser Patienten erfolgte in 10 der 29 Fälle maschinell und in 19 Fällen manuell. Primär erfolgreich waren 80 % der Reanimationen mit maschineller Beatmung und 21,1 % der Reanimationen mit manueller Beatmung ($p = 0,0045$). Defibrillationen wurden bei den Kindern und Jugendlichen nicht vorgenommen. Es war in 23 Fällen (76,7 %) die Gabe von Adrenalin, in 12 Fällen (40,0 %) die Gabe von Natriumbikarbonat und in 5 Fällen (16,7 %) die Gabe von Atropin dokumentiert.

Bei Säuglingen und Kindern ist eine kardiale Erkrankung wesentlich seltener als bei Erwachsenen Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes, es dominieren respiratorische Ursachen (DUNCAN et al. 1998, GERSON und ORLIAGUET 2003, Becker und PEPE 1993). Dementsprechend gelten für Kinder andere Richtlinien hinsichtlich des Vorgehens bei der Reanimation (KATTWINKEL et al. 2001, NIERMEYER et al. 2000, PHILLIPS et al. 2001, TORMO CALANDIN und MANRIQUE MARTINEZ 2002), Ergebnisse von Studien bezüglich kardiopulmonaler Reanimationsmaßnahmen bei Erwachsenen müssen für Kinder erneut überprüft werden (BERG et al. 1996, CECCHIN et al. 2001, CLARK et al. 2001, MANN et al. 2002, VOELCKEL et al. 2000). Bei Kindern müssen im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation in über der Hälfte der Fälle kleinere Verletzungen in Kauf genommen werden, schwerwiegende Verletzungen sind dagegen extrem selten (RYAN et al. 2003).

Bei Neugeborenen wird in einem besonders hohen Prozentsatz ein primärer Reanimationserfolg erreicht. CASALAZ et al. (1998) beschreiben für 45 Neugeborene mit einem unerwarteten APGAR-Score von 0 in der ersten Minute einen primären Reanimationserfolg von 93,3 %, JAIN et al. (1991) fanden bei einer vergleichbaren Kohorte von 93 Neugeborenen einen primären Reanimationserfolg von 66,6 %.

Bei Kindern jenseits der Neugeborenenperiode ist die Rate der bis zur Krankenhausentlassung Überlebenden geringer als bei Erwachsenen. Auch hier

sind die Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung des Patientengutes schlecht vergleichbar. 1990 fanden SCHÜTTLER et al. in Deutschland eine Rate von 8 % lebend aus dem Krankenhaus entlassener Kinder. Für alle im Rettungssystem registrierten Reanimationen von Kindern beschrieben KUISMA et al. 1995 in Finnland einen Anteil von 14,7 % lebend aus dem Krankenhaus Entlassenen, allerdings überlebte keines der Kinder mit Herzstillstand aus kardialer Ursache. In Schweden ermittelten ENGDAHL et al. (2003b) eine Quote von 5 %. Überlebenden bis zur Krankenhauserkrankung. Nach PITETTI et al. (2002) überleben in den USA nur 2,6 % außerklinisch reanimierter Kinder nach Aufnahme in das Krankenhaus bis zur Entlassung.