



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bedarfsplanung im Rettungsdienst

Vergleich ausgewählter Methoden zur Kalkulation einer
bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung

Michael Günther

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences

Bedarfsplanung im Rettungsdienst
Vergleich ausgewählter Methoden zur Kalkulation einer
bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung

Bachelorarbeit
im Studiengang
Rettungsingenieurwesen/Rescue Engineering

vorgelegt von:

Michael Günther
aus Hamburg

Gutachter:

Prof. Dr. Bernd Kellner
(HAW Hamburg)

und

Dr. Emil Betzler
(Forplan Dr. Schmiedel GmbH)

Hamburg, 26.08.2011

Danksagung

An erster Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Bernd Kellner und Herrn Dr. Emil Betzler für das Interesse an dem Thema und die Begutachtung dieser Arbeit danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt auch dem Unternehmen Forplan Dr. Schmiedel GmbH, das mir die Bearbeitung dieses Themas ermöglichte.

Für die kritischen und fachlichen Anmerkung möchte ich insbesondere Herrn Dr. Holger Behrendt danken, der mir mit seiner langjährigen und praktischen Erfahrung als Gutachter für den Bereich Rettungsdienst zur Seite stand.

Für die Unterstützung, Bereitstellung und Einweisung in Programme und für die vielen Hilfestellungen bei der Auswertung der Daten möchte ich mich bei Herrn Kai Borgolte und Herrn Bruno Walter ganz herzlich bedanken.

Von ganz entscheidender Bedeutung für diese Arbeit war auch die Zusammenarbeit mit dem ausgewählten hessischen Rettungsdienstbereich, der mir freundlicherweise die Einsatzdaten der Rettungswachenversorgungsbereiche zur Verfügung gestellt hat.

Michael Günther
im August 2011

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis.....	XIV
1. Einleitung.....	1
1.1. Bedeutung des Themas	1
1.2. Fragestellung der Arbeit.....	3
1.3. Gliederung und Aufbau der Arbeit	6
2. Gegenstand der Planung rettungsdienstlicher Infrastrukturen in Deutschland.....	8
2.1. Rettungsdienst in Deutschland – Planungsgrundlagen und Definitionen.....	8
2.1.1. Rechtliche Rahmenbedingungen des Rettungsdienstes aus planerischer Sicht	8
2.1.2. Begriffsbestimmungen und Abgrenzungen.....	12
2.1.2.1. Notfallrettung und Krankentransport.....	12
2.1.2.2. Abgrenzung der Systemkomponenten im Rettungsdienst.....	15
2.1.2.3. Hilfsfrist und das Sicherheitsniveau.....	18
2.1.3. Rettungsmitteltypen und gängige Fahrzeugsysteme	22
2.2. Rettungsdienstliche Bedarfsplanung: Systemkomponente Fahrzeugvorhaltung	27
2.2.1. Planungsgrundlagen zur Berechnung der rettungsdienstlichen Fahrzeugvorhaltung	27
2.2.2. Kurzdarstellung der Berechnungsmethoden	35
2.2.2.1. Risiko- und frequenzabhängige Berechnung	35
2.2.2.2. Realzeitanalyse.....	44
3. Kalkulation einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung auf Basis empirischer Daten ...	51
3.1. Methodisches Vorgehen.....	51
3.1.1. Vorbemerkungen und grundlegende Festlegungen.....	51
3.1.2. Das Untersuchungsgebiet.....	56
3.1.3. Datenbasis	61
3.1.3.1. Datenbereinigung	63
3.1.3.2. Bewertungskriterien für die Datenqualität und Plausibilitätsprüfung.....	68
3.2. Anwendung der Berechnungsmethoden.....	77
3.2.1. Risiko- und frequenzabhängige Berechnung	77
3.2.2. Realzeitanalyse.....	90
3.3. Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse.....	97

4. Methodenvergleich	102
4.1. Allgemeines	102
4.2. Kritische Anmerkungen zur risikoabhängigen Berechnungsmethode nach <i>Poisson</i>	104
4.3. Kritische Anmerkungen zur Realzeitanalyse	108
4.4. Schlussbetrachtung und Fazit.....	112
5. Zusammenfassung	115
Literaturverzeichnis	118
Gesetze und Verordnungen.....	125
Anahng 1	128
Anhang 2.....	129
Anhang 3	153
Eidesstattliche Erklärung	154

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.2.-1:	Vorhaltestunden je Einsatz in Abhängigkeit von der Einwohnerdichte.....	4
Abb. 2.1.2.3-1:	Teilzeiten im rettungsdienstlichen Einsatz.....	19
Abb. 2.2.1.-1:	Spektrogramm nach Parzen über das bundesweite Notfalleinsatzaufkommen 1994/95 und 2008/09.....	30
Abb. 2.2.1.-2:	Spektrogramm nach Parzen über das bundesweite Krankentransporteinsatzaufkommen 1994/95 und 2008/09.....	31
Abb. 2.2.1.-3:	Auftreten zeitgleicher Notfalleinsätze.....	33
Abb. 2.2.2.1.-1:	Wiederkehrzeit des Risikofalls und rechnerische Dispositionszeit.....	128
Abb. 2.2.2.1.-2:	Faustformel zur Berechnung der Krankentransportvorhaltung.....	41
Abb. 2.2.2.1.-3:	Ermittlung einer bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung.....	43
Abb. 2.2.2.2.-1:	Beispiel – Mittleres stündliches Krankentransportaufkommen als Meldepegel, differenziert nach Tageskategorien.....	45
Abb. 2.2.2.2.-2:	Beispiel – tabellarische Ganglinie des retrospektiv ermittelten Einsatzfahrtaufkommens, differenziert nach Anzahl der sich im Einsatz befindenden Rettungsmittel über einen Zeitraum von 167 Werktagen hinweg.....	47
Abb. 2.2.2.2.-3:	Beispiel – Eintrittshäufigkeit von einer und zwei Einsatzfahrt(en) (Rettungsmitteln) in einem Rettungswachenversorgungsbereich X von 0:00 bis 05:00 Uhr in 30-Minuten-Schritten innerhalb eines Jahres.....	47

Abb. 2.2.2.2.-4:	Beispiel – relative Eintrittshäufigkeit von 1,2,3, ..., 12 Einsatzfahrten (Rettungsmitteln) in einem Rettungswachensversorgungsbereich X von 7:00 bis 15:00 Uhr in 15-Minutenschritten innerhalb eines Jahres.....	49
Abb. 3.1.1.-1:	Laufende Raumb Beobachtung – Raumabgrenzungen und Siedlungsstrukturelle Gebietstypen.....	129
Abb. 3.1.2.-1:	Untersuchungsgebiet – Bevölkerungsdichte der Städte und Gemeinden zum 30.06.2010.....	57
Abb. 3.1.2.-2:	Abgrenzung der Rettungswachensversorgungsbereiche mit Angabe der Rettungswachenstandorte.....	59
Abb. 3.1.2.-3:	Verteilung der Einsatzfahrten im gesamten Rettungsdienstbereich für das Jahr 2009.....	130
Abb. 3.1.3.-1:	Beispieldatensätze von Einsatzfahrten des Rettungsdienstes im betrachteten Rettungsdienstbereich.....	61
Abb. 3.1.3.1.-1:	Ausschlüsse – Vom Rohdatensatz zum Grunddatenbestand.....	131
Abb. 3.1.3.2.-1:	Spektrogramm nach Parzen über das Notfalleinsatzaufkommen 2009 im Rettungswachensversorgungsbereich 100.....	75
Abb. 3.1.3.2.-2:	Spektrogramm nach Parzen über das Krankentransportaufkommen 2009 im Rettungswachensversorgungsbereich 100.....	76
Abb. 3.1.3.2.-3:	Spektrogramm nach Parzen über das Notfalleinsatzaufkommen und Krankentransportaufkommen 2009 im Rettungswachensversorgungsbereich 14.....	135
Abb. 3.2.1.-1:	Rettungsmittelvorhalteplan für den RWVB 14 an Freitagen.....	89
Abb. 3.2.1.-2:	Rettungsmittelvorhalteplan für den RWVB 100 an Freitagen.....	142

Abb. 3.3.-1:	Diagramme zur Darstellung und zum Vergleich der kalkulierten Rettungsmittelvorhaltung der einzelnen Methoden.....	100
--------------	--	-----

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1.2.3.-1:	Hilfsfristen und Eintreffzeiten des Rettungsdienstes in den Bundesländern.....	21
Tab. 3.1.2.-1:	Anzahl der Einsatzfahrten geteilt nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten.....	58
Tab. 3.1.2.-2:	Anzahl der Einsatzfahrten geteilt nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten verteilt auf die Versorgungsbereiche des Rettungsdienstbereichs.....	60
Tab. 3.1.3.1.-1:	Ausschluss doppelt vorhandener Datensätze.....	63
Tab. 3.1.3.1.-2:	Ausschluss von bestimmten Rettungsmitteln.....	64
Tab. 3.1.3.1.-3:	Ausschluss von bestimmten Einsatzorten.....	65
Tab. 3.1.3.1.-4:	Ausschluss von Datensätzen außerhalb des Erfassungszeitraums.....	66
Tab. 3.1.3.1.-5:	Ausschluss von Datensätzen mit fehlerhafter Zeitdokumentation und sehr kurze Einsatzfahrten.....	67
Tab. 3.1.3.1.-6:	Ausschluss von bestimmten Einsatzstichwörtern.....	68
Tab. 3.1.3.2.-1:	Anfahrtszeiten, Dauer der Fahrzeugbelegung und Zeit zwischen zwei Belegungen.....	132
Tab. 3.1.3.2.-2:	Einsatzrate gesamt, Notfallrate und Krankentransportrate in der Bundesrepublik Deutschland 2008/2009.....	71
Tab. 3.1.3.2.-3:	Notfallraten (mit und ohne Sonderrechte), Krankentransportraten und Einsatzraten der RWVBs im betrachteten Rettungsdienstbereich.....	72

Tab. 3.1.3.2.-4:	Mittlere Einsatzzeiten des RWVB 100 und 14.....	74
Tab. 3.2.1.-1:	Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 100 vor Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen.....	78
Tab. 3.2.1.-2	Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 14 vor Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen.....	137
Tab. 3.2.1.-3:	Mittlere Einsatzzeiten im RWVB 100 und 14 in Minuten.....	138
Tab. 3.2.1.-4:	Relevantes Notfallaufkommen und mittlere Notfalleinsatzzeit in den drei Schichten.....	79
Tab. 3.2.1.-5:	Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung.....	80
Tab. 3.2.1.-6:	Berechnung der Fahrzeugvorhaltung für die Notfallrettung des RWVB 100 an Freitagen von 07 - 15 Uhr.....	81
Tab. 3.2.1.-7:	Zuteilungsschema der "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und Krankentransporte nah/fern zum Notfallaufkommen mit Sonder- und Wegerecht der Rettungswacherversorgungsbereiche 100 und 14 an Freitagen.....	84
Tab. 3.2.1.-8:	Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 100 nach Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen.....	139

Tab. 3.2.1.-9:	Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 14 nach Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen.....	140
Tab. 3.2.1.-10:	Relevantes Einsatzfahrtaufkommen und mittlere Notfalleinsatzzeit in den drei Schichten nach Zuteilung.....	85
Tab. 3.2.1.-11:	Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung nach Zuteilung.....	86
Tab. 3.2.1.-12:	Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung in der Zeit von 9:00 – 13:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 14.....	87
Tab. 3.2.1.-13:	Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung in der Zeit von 7:00 – 7:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Nahfahrten.....	88
Tab. 3.2.1.-14:	Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung in der Zeit von 9:00 – 17:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Fernfahrten.....	88
Tab. 3.2.1.-15:	Mittlere Alarmierungshäufigkeit nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 100 vor Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen.....	141
Tab. 3.2.2.-1:	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100.....	91
Tab. 3.2.2.-1a	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100.....	143

Tab. 3.2.2.-2:	Anzahl der Rettungsmittel im Einsatz und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100.....	92
Tab. 3.2.2.-2a:	Anzahl der Rettungsmittel im Einsatz und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100.....	144
Tab. 3.2.2.-3:	Beispielberechnung der relativen Häufigkeiten für den RWVB 100 an Freitagen zwischen 7:00 und 7:15 Uhr.....	93
Tab.: 3.2.2.-4:	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 14.....	145
Tab.: 3.2.2.-5:	Anzahl der Rettungsmittel im Einsatz und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 14.....	146
Tab. 3.2.2.-6:	Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung im Rahmen der Realzeitanalyse in der Zeit von 7:00 – 7:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Nahfahrten.....	147
Tab. 3.2.2.-7:	Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung im Rahmen der Realzeitanalyse in der Zeit von 9:00 – 17:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Fernfahrten.....	147
Tab. 3.2.2.-8:	Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung im Rahmen der Realzeitanalyse in der Zeit von 7:00 – 7:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 14 für Nahfahrten.....	148
Tab. 3.2.2.-9:	Rettungsmittelvorhaltung im RWVB 14 an Freitagen auf Basis der Realzeitanalyse und der frequenzabhängigen Berechnung.....	96
Tab. 3.2.2.-10:	Rettungsmittelvorhaltung im RWVB 100 an Freitagen auf Basis der Realzeitanalyse und der frequenzabhängigen Berechnung.....	96

Tab. 3.2.2.-11a:	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100 über alle Einsatzklassen.....	149
Tab. 3.2.2.-12a:	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100 über alle Einsatzklassen.....	150
Tab. 3.2.2.-13a:	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100 über alle Einsatzklassen.....	151
Tab. 3.2.2.-14a:	Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 14 über alle Einsatzklassen.....	152
Tab. 3.3.-1:	Ergebnisse der Rettungsmittel-Vorhaltung im Vergleich.....	98
Tab. 4.2.-1:	Beobachtete und erwartete Häufigkeiten von zeitgleichen Notfallfahrten in einem Rettungswachenversorgungsbereich gemessen in Minuten.....	105
Tab. 4.2.-2:	Ergebnis der Fourieranalyse: Summe signifikanter Erklärung.....	108
Tab. 4.2.-3:	Fourieranalyse: "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" im RWVB 100.....	CD
Tab. 4.2.-4:	Fourieranalyse: "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" im RWVB 100.....	CD
Tab. 4.2.-5:	Fourieranalyse: Krankentransport im RWVB 100.....	CD

Tab. 4.2.-6:	Fourieranalyse: "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" im RWVB 14.....	CD
Tab. 4.2.-7:	Fourieranalyse: "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" im RWVB 14.....	CD
Tab. 4.2.-8:	Fourieranalyse: Krankentransport im RWVB 14.....	CD
Tab. 4.3.-1:	Vergleich der beiden Streuungsmaße mit dem Variationskoeffizienten.....	112
Tab. 4.3.-2:	Tatsächliche auf die Tageskategorie "Freitag" normierte zeitgleiche Inanspruchnahme der Notfallvorhaltung ("Notfalleinsätze mit Sonderrechten") bei der Realzeitanalyse im RWVB 100.....	CD
Tab. 4.3.-3:	Mittlere Einsatzzeit und Standardabweichung im RWVB 100 an Freitagen.....	CD

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	-	Abbildung
Abs.	-	Absatz
BAB	-	Bundesautobahn
BAST	-	Bundesanstalt für Straßenwesen
BB	-	Brandenburg
BE	-	Berlin
BW	-	Baden-Württemberg
BY	-	Bayern
ca.	-	circa
DIN	-	Deutsches Institut für Normung
DVO-RDG	-	Landesverordnung zur Durchführung des Rettungsdienstgesetzes SH
EN	-	Europäische Norm
FMS	-	Funkmeldesystem
Fr	-	Freitag
GG	-	Grundgesetz
ggf.	-	gegebenenfalls
HB	-	Hansestadt Bremen
HE	-	Hessen
HH	-	Hansestadt Hamburg
HKHG	-	Hessisches Krankenhausgesetz
HRDG	-	Hessisches Rettungsdienstgesetz
i. d. R.	-	in der Regel
ITH	-	Intensiv-Transport-Hubschrauber
ITW	-	Intensivtransportwagen
KKW	-	Krankenkraftwagen
K-S-Test	-	Kolmogoroff-Smirnoff-Test
KT	-	Krankentransport
KTP	-	Krankentransport
KTW	-	Krankentransportwagen
lt.	-	laut
MPBetreibV	-	Medizin-Betreiber-Verordnung
MPG	-	Medizinproduktegesetz
MV	-	Mecklenburg-Vorpommern

MZF	-	Mehrzweckfahrzeug
NAW	-	Notarztwagen
NEF	-	Notarzteinsatzfahrzeug
NF	-	Notfall
NW	-	Nordrhein-Westfalen
RDG	-	Rettungsdienstgesetz
RM	-	Rettungsmittel
RP	-	Rheinland-Pfalz
RTH	-	Rettungstransporthubschrauber
RTW	-	Rettungstransportwagen
RW	-	Rettungswache
s.	-	siehe
SGB	-	Sozialgesetzbuch
SH	-	Schleswig-Holstein
SN	-	Sachsen
sog.	-	sogenannt
ST	-	Sachsen-Anhalt
StVO	-	Straßenverkehrsordnung
Tab.	-	Tabelle
TH	-	Thüringen
u. a.	-	unter anderem
z. B.	-	zum Beispiel

1. Einleitung

1.1. Bedeutung des Themas

Es ist selbstverständlich, dass ein Hilfesuchender bei der Wahl der Notrufnummer in Deutschland adäquate Hilfe erwarten kann. Der deutsche Rettungsdienst gilt vielfach als der "Beste der Welt". Er blickt auf Jahrzehnte dynamischen Wachstums zurück. Als ehrenamtliche mit karikativem Charakter versehene Transportaufgabe in den 1950er und 60er Jahren entstanden, ist der Rettungsdienst heute eine kollektiv finanzierte professionelle Dienstleistung im Gesundheitssektor. Ob aber bei aktueller Finanzlage im Gesundheitssektor der Hilfesuchende auch in Zukunft auf schnelle Hilfe durch den Rettungsdienst zählen kann oder er gerade in sehr ländlich geprägten Gebieten demnächst länger "warten" muss, bleibt dahingestellt. Zweifelsohne ist die Forderung nach Wirtschaftlichkeit im Rettungsdienst ein immer stärker werdender Faktor.¹

Mit dem Begriff Rettungsdienst wird eine öffentliche Aufgabe der Gefahrenabwehr und der Gesundheitsvorsorge beschrieben. Notfallrettung und Krankentransport sind die wesentlichen Bestandteile des Rettungsdienstes und werden grundsätzlich durch den bodengebundenen Rettungsdienst sichergestellt. Die Luftrettung hat ergänzenden Charakter.² Zweifelsohne hat der Rettungsdienst in Deutschland in den letzten Jahrzehnten einen hohen Standard und eine hohe Effektivität erreicht. Dies spiegelt sich besonders in den gestiegenen Überlebensquoten der Notfallpatienten wieder.³

Um diesen Standard gewährleisten zu können, bedarf es einer umfassenden rettungsdienstlichen Infrastruktur.⁴ In den Rettungsdienstgesetzen der Länder wird die Pflicht zu einer flächendeckenden, bedarfs- und fachgerechten Versorgung der Bevölkerung mit notfallmedizinischen Leistungen festgelegt. Der gesetzliche Rahmen ist unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit⁵ umzusetzen.

Um die wirtschaftliche Leistung bewerten zu können, teilt man den Rettungsdienst regelmäßig in die Primär- und Sekundärleistung auf. Unter der *Primärleistung* versteht man u. a. die Leistung, die mit den oben genannten Überlebensquoten sichtbar wird: die Leis-

¹ vgl. Brinkmann 2002, S. 1ff.

² vgl. Ahnefeld et. al. 1998, S. 69

³ vgl. Sefrin 2003, S. 8

⁴ Zur Planung der Infrastruktur gab es bereits 1981 im Rahmen des Simulationsmodells "Rettungswesen" der BAST Untersuchungen, wie sich spezielle Änderungen der Rahmenbedingungen in der Organisation des Rettungsdienstes auswirken. vgl. Schmiedel/ Siegener 1981

⁵ **Maximumprinzip:** mit gegebenen Mitteln einen maximalen Ertrag erreichen – und **Minimumprinzip:** einen vorgegeben Ertrag mit minimalem Mitteleinsatz erreichen. vgl. Schmiedel/ Betzler 1999, S. 36

tung, die erbracht wird, um einen Gesundheitszustand ins Positive zu verändern. Häufig wird die Qualität einer solchen Leistung über das *Outcome* gemessen. Trotzdem ist es sehr schwierig, das Leistungsergebnis quantifizierbar und bewertbar zu machen. Dafür sind die Einflussfaktoren, die auf den Gesundheitszustand von Patienten einwirken können, zu heterogen. Daher wird die betriebswirtschaftliche Sekundärleistung herangezogen. Sie beschreibt den Mitteleinsatz, der zur Erreichung der Primärleistung erforderlich ist. Die Sekundärleistung wird in die Kommunikationsleistung⁶, die Vorhalteleistung und die Einsatzleistung⁷ untergliedert.⁸

Für diese Arbeit ist, wie sich noch zeigen wird, besonders die Frage nach der optimalen Vorhalteleistung von Rettungsmitteln⁹ relevant. Unter der Vorhaltung wird die Anzahl an notwendigen dienstplanmäßig zu besetzenden Rettungsmitteln zur Bedienung des Einsatzaufkommens innerhalb eines Rettungswachenversorgungsbereichs verstanden. Vor allem unter dem Gesichtspunkt, dass die Sekundärleistung als Indikator für die Wirtschaftlichkeit des Rettungsdienstes "herhalten" muss, kommt der Vorhalteleistung eine enorme Beachtung zu. Infolge bundesweit stetig steigender Einsatzzahlen im Bereich des Rettungsdienstes ist die Vorhaltung als sehr dynamisch zu betrachten und bedarf daher einer regelmäßigen Anpassung.¹⁰ Dies wirkt sich folgerichtig auf die Finanzierungs- und Kostenstruktur aus. Dabei verwundert es nicht, dass die Kostenträger einen reproduzierbaren und ausreichend begründeten Nachweis über die Kosten- und Einsatzstruktur fordern. Hier setzt diese Arbeit an. Es sollen zwei bekannte Methoden zur Berechnung der Fahrzeugvorhaltung im Rettungsdienst vorgestellt und anhand einer empirischen Untersuchung einander gegenübergestellt werden. Ein Methodenvergleich soll die beiden Methoden kritisch anhand der Ergebnisse beleuchten. Ausgewählt wurde die risiko- und frequenzabhängige Fahrzeugbemessung¹¹, die aufgrund der in Deutschland überwiegend anzutreffenden Einheit von Notfallrettung und Krankentransport als eine Methode vorgestellt wird. Dem gegenüber wird die Realzeitanalyse auf Basis von real beobachteten Überschreitungsfällen erläutert.

⁶ Die Kommunikationsleistung wird als Einsatzlenkungseinheit von der Rettungsleitstelle erbracht.

⁷ Die Einsatzleistung kann noch mal in die Verkehrsleistung und in die medizinische Leistung geteilt werden. Die Verkehrsleistung umfasst den kompletten Transport von Personal, Patienten und Medizinprodukten. Die medizinische Leistung ist die Leistung, die das Rettungspersonal vor Ort durchführt. vgl. Schmiedel/Betzler 1999, S. 37

⁸ vgl. weiterführend Schmiedel/Betzler 1999, S. 37 und Herdt/Karbstein 2009, S. 3 f.

⁹ in der Arbeit werden mehrere Begrifflichkeiten verwendet, die aber die selbe Bedeutung haben. So ist unter Rettungsmittel auch der Krankenkraftwagen oder die Rettungsdienstfahrzeuge zu verstehen.

¹⁰ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 19 ff.

¹¹ Der Begriff Bemessung ist in diesem Zusammenhang nicht als Messung von Maßgrößen (cm, m ...) zu verstehen, sondern als Ermittlung der Anzahl an Rettungsmitteln (Größenordnung).

1.2. Fragestellung der Arbeit

Dass der Staat für die innere Sicherheit und eine gerechte soziale Gesellschaftsgestaltung einzutreten hat, ist nach allgemeinem Verständnis seine selbstverständliche Pflicht. Die Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes ist ein Teil der Daseinsvor-, Daseinsfürsorge und der Gefahrenabwehr. Aus dem Grundgesetz wird die Pflicht des Staates abgeleitet, für eine ausreichende medizinische Versorgung der Bevölkerung zu sorgen. Dies betrifft auch die Funktion des Rettungsdienstes.¹² Die Gesetzgebungsgewalt über den Rettungsdienst liegt bei den Bundesländern. Aus den Landesrettungsdienstgesetzen lässt sich ein Qualitätsanspruch ableiten, der einen flächendeckenden, bedarfs- und fachgerechten Rettungsdienst vorschreibt. Auch das SGB V fordert verbindlich in den §§ 133, 135-139 für alle medizinischen Bereiche Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Darüber hinaus fordert der § 12 SGB V "Wirtschaftlichkeitsgebot", dass die Leistungen "(...) *ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich (...)*"¹³ sein müssen. Sie "(...) *dürfen das Maß des Notwendigen nicht überschreiten. Leistungen, die nicht notwendig oder unwirtschaftlich sind, können Versicherte nicht beanspruchen, dürfen die Leistungserbringer nicht bewirken und die Krankenkassen nicht bewilligen.*"¹⁴

Vor dem Hintergrund der immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen im Gesundheitswesen waren die politisch Verantwortlichen veranlasst zum Handeln. Spätestens seitdem das Gesundheitsstrukturgesetz (GStrukG)¹⁵ im Dezember 1992 verabschiedet wurde, gilt auch für den Rettungsdienst die Forderung nach mehr Transparenz von Leistungen und Kosten, Kostenabgrenzungen und insbesondere nach einem funktionierenden Qualitätsmanagement.¹⁶ Dennerlein/Schneider (1995) haben in ihrem Gutachten für den Bundesminister für Gesundheit erhebliche Wirtschaftlichkeitsreserven im deutschen Rettungsdienst ermittelt.¹⁷ Leider ist die Betrachtung der Leistungsfähigkeit im Wesentlichen *nur* auf die Sekundärleistung des Rettungsdienstes beschränkt worden, ohne analytische Rückkopplungen an seine Primärleistung. Die Kostensituation und vor allem die Leistungsfähigkeit des deutschen Rettungsdienstes im Rahmen der Fahrzeugvorhaltung ist auch besonders vor dem Hintergrund stetig steigender Einsatzzahlen infolge des demographischen Wandels zu sehen.

¹² vgl. Hennes/Reinhardt 2006, S. 5

¹³ § 12 Abs. 1 SGB V, Wirtschaftlichkeitsgebot

¹⁴ § 12 Abs. 1 SGB V, Wirtschaftlichkeitsgebot

¹⁵ Gesundheitsstrukturgesetz (GStrukG) – Gesetz zur Sicherung und Strukturverbesserung der gesetzlichen Krankenversicherung vom 21.12.1992, letzte Änderung am 28.11.2003

¹⁶ vgl. Schmiedel/Betzler 1999, S. 35 und Büch/Koch 2000, S. 101

¹⁷ vgl. Dennerlein/Schneider 1995, S. 5 ff. und Herdt/Karbstein 2009, S. 3 f.

Im Rahmen der oben genannten Forderungen nach einer flächendeckenden, bedarfs- und fachgerechten Ausgestaltung des Rettungsdienstes wird eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche Planung unterstellt. Es kann von den Trägern des Rettungsdienstes erwartet werden, dass in Zeiten "knapper werdender Kassen" zumindest aufgezeigt und nachgewiesen werden kann, dass mit den zur Verfügung gestellten Mitteln wirtschaftlich und zweckmäßig umgegangen wurde.¹⁸ Dies geschieht u. a. mit Leistungs- und Kostenachweisen.¹⁹

Die Fahrzeugvorhaltung als Teil der rettungsdienstlichen Bedarfsplanung unterliegt somit dem Wirtschaftlichkeitsgebot des § 12 SGB V und befindet sich damit im Spannungsfeld zwischen Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit.²⁰

Das zeigt sich besonders, wenn man berücksichtigt, dass die eigentliche Leistung Notfallrettung zu einem großen Teil in der Vorhaltung von Leistungen (u. a. Fahrzeuge, Personal) besteht, um die Bediensicherheit²¹ bei Notfalleinsätzen gewährleisten zu können. Der Krankentransport ist hingegen deutlicher durch Einsatzhäufigkeiten gekennzeichnet. Je nach Bevölkerungsdichte kommen die Stunden, die die Rettungsmittel für eine mögliche Bedienung von Notfalleinsätzen vorgehalten werden müssen, aus Sicht der Kosten, unterschiedlich zum Tragen (s. Abb. 1.2.-1).

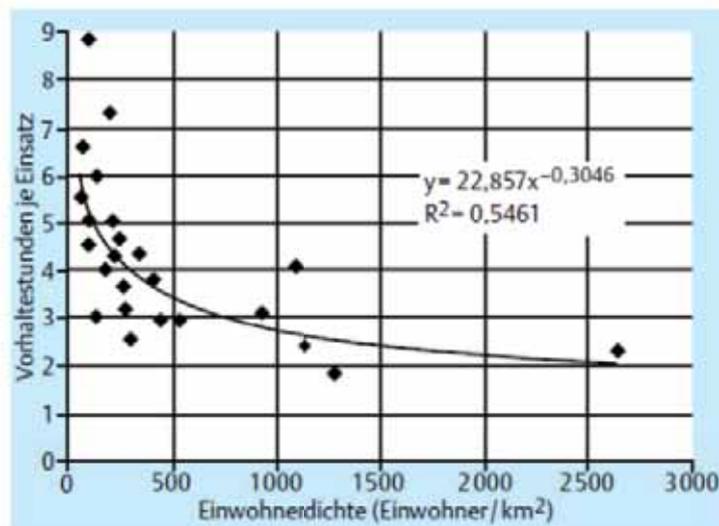


Abb. 1.2.-1: Vorhaltestunden je Einsatz in Abhängigkeit von der Einwohnerdichte;
Quelle: Büch/Koch 2000, S. 103

¹⁸ vgl. Hennes/Reinhardt 2006, S. 16

¹⁹ vgl. Büch/Koch 2000, S. 103

²⁰ vgl. Behrendt/Schmiedel 2003, S. 1

²¹ darunter versteht man die Garantie, dass in der Regel immer Rettungsmittel für die Bedienung von Notfällen zur Verfügung stehen.

Büch/Koch (2000) zeigen in ihrer Studie zur Wirtschaftlichkeit im Rettungsdienst, dass in Ballungsgebieten mit 1000/2000 Einwohnern/km² ein Notfall-Rettungsmittel im Schnitt weniger als drei Stunden vorgehalten werden muss, um einen Notfall bedienen zu können (Notfallrate höher). In ländlichen Gebieten mit weniger als 500 Einwohnern/km² wird ein Notfallrettungsmittel häufig mehr als 8 Stunden vorgehalten, bis ein Notfalleinsatz bedient werden muss (Notfallrate geringer).²²

Ziel sollte eine Kostenminimierung sein, die durch eine Minimierung der Vorhaltestunden von Rettungsmitteln bei gegebener Bediensicherheit erreicht werden könnte.²³ Das heißt, dass die nötigen Rettungsmittel immer so zu planen sind, dass keine Überkapazitäten vorgehalten und Leerzeiten minimiert werden. Die Standzeiten auf der Rettungswache sind möglichst niedrig zu halten.²⁴

Die Einhaltung der Forderungen des Wirtschaftlichkeitsgebots in voller Gänze setzt Berechnungsmethoden voraus, die den Bedarf an Rettungsmitteln und Vorhaltestunden/Dienstzeiten objektiv und reproduzierbar belegen.²⁵ Je exakter dies machbar ist, umso genauer sind Fahrzeugkapazitäten zu begründen und zu rechtfertigen.

Allerdings sollte bei steigender Abstraktheit nicht vergessen werden, dass Fahrzeugkapazitäten nur im "Ganzen" einsetzbar sind. Eine Erhöhung der Vorhaltung impliziert immer die Stationierung eines weiteren Fahrzeugs inklusive des festen Personals (Team). Halbe oder 3/4 Kapazitäten können nicht existieren.²⁶

Die **Fragestellung der Arbeit** ist nun: Welche Ergebnisse liefern die oben genannten Berechnungsmethoden, wie exakt sind diese und wie ist ihre Anwendbarkeit für die Praxis vor dem Hintergrund des beschriebenen Spannungsverhältnisses zu sehen?²⁷

²² vgl. Büch/ Koch 2000, S. 103

²³ vgl. Büch/ Koch 2000, S. 101

²⁴ Hierzu sei nochmal auf die Optimierungsstufe der risiko- und frequenzabhängigen Berechnungsmethode verwiesen.

²⁵ vgl. Behrendt/ Schmiedel 2003, S. 1

²⁶ vgl. Brinkmann 2002, S. 73 f.

²⁷ Auf die Darstellung der Kosten pro Vorhaltestunde wird hier bewusst verzichtet, da die Kosten pro Vorhaltestunden pro Rettungsdienstbereich unterschiedlich sein können. Eine Angabe wäre daher nicht aussagekräftig.

1.3. Gliederung und Aufbau der Arbeit

Im ersten Teil der Arbeit sollen allgemein die Grundlagen zur Planung der rettungsdienstlichen Infrastruktur erläutert werden (Kapitel 2). Hierzu gehören auch die Klärung bestimmter für die Planung und den Rettungsdienst wichtiger Begriffsbestimmungen bzw. Definitionen. Im Allgemeinen wird die Infrastrukturplanung auch mit dem Begriff der Bedarfsplanung umschrieben.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen des Rettungsdienstes spielen bei der Bedarfsplanung eine entscheidende Rolle. Aus ihnen lassen sich die Pflichten zur Planung der rettungsdienstlichen Strukturen ableiten. Die rechtlichen Rahmenbedingungen werden in Kapitel 2.1.1. erörtert. Der Fokus liegt hier mehr auf den planerischen Anforderungen.

Wichtige Begriffe, die den Rettungsdienst im Allgemeinen, aber auch aus bedarfsplanerischer Sicht betreffen, sollen im Kapitel 2.1.2. erläutert und beschrieben werden. Rettungsdienst ist die Einheit von Notfallrettung und Krankentransport. Beide Leistungen unterscheiden sich bezüglich des Schweregrads und damit in ihrer zeitlichen Dringlichkeit sowie in ihren Anforderungen an die Ausstattung der Rettungsmittel und der personellen Besetzung (Mindestqualifikationen). Folgerichtig ergeben sich auch unmittelbar Folgen für die Höhe der Kosten. Für die Bemessung der Fahrzeugvorhaltung ist es daher relevant zu unterscheiden, ob Fahrzeuge für die Notfallrettung oder den Krankentransport vorgehalten werden müssen (Kapitel 2.1.2.1.). Die Bedarfsplanung umfasst nicht nur die Fahrzeugvorhaltung als einzigen Planungsparameter, sondern auch weitere Komponenten. Um die sog. Systemkomponenten im Rettungsdienst unterscheiden zu können, werden diese ebenfalls kurz beschrieben (Kapitel 2.1.2.2.).

Die Hilfsfrist ist eine Größe, die mehrere dieser Systemkomponenten tangiert und daher eine erhebliche Bedeutung für die Planung hat insbesondere für die Wahl der richtigen Standorte für Rettungswachen (Kapitel 2.1.2.3.). Darüber hinaus sind Aussagen über die einzusetzenden Krankenkraftwagen in Anlehnung an die EN 1789 und die Anwendung eines bestimmten Fahrzeugsystems und der Dispositionsstrategie der Leitstelle zu treffen. Eine Abgrenzung dieser Themenkomplexe erfolgt in Kapitel 2.1.3.

Eine ausführliche Erläuterung der Berechnungsmethoden wird in Kapitel 2.2. gegeben. Als Grundlage wird die Systemkomponente "Fahrzeugvorhaltung" beschrieben (Kap. 2.2.1), um dann mit den Methoden zur risiko- und frequenzabhängigen Bemessung sowie der Realzeitanalyse fortfahren zu können (Kapitel 2.2.2.1. und 2.2.2.2.).

Im Folgenden (Kapitel 3) wird dann für den empirischen Teil die Methodik erläutert. Hier werden anhand empirischer Daten die vorgestellten Methoden Schritt für Schritt erörtert. Neben der Abgrenzung der Grundlagen anhand des Rettungsdienstplans des Landes Hessen (Kapitel 3.1.1.) und der Vorstellung des Untersuchungsgebiets (Kapitel 3.1.2.) wird die vorliegende Datenbasis aus der Dokumentation der Leitstelle einer Datenbereinigung und einer eingehenden Plausibilitätsprüfung unterzogen (Kapitel 3.1.3.). Anschließend erfolgt in Kapitel 3.2. die Anwendung der beiden vorgestellten Berechnungsmethoden.

Nachdem in Kapitel 3.3. die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt wurden, wird im Kapitel 4 abschließend zu dieser Arbeit ein Vergleich der beiden Methoden durchgeführt. Grundlage dafür sind die Erkenntnisse aus den Berechnungen der Untersuchung, aber auch vorangegangene Studien und Erfahrungen (Kapitel 4.1. bis 4.4.).

2. Gegenstand der Planung rettungsdienstlicher Infrastrukturen in Deutschland

2.1. Rettungsdienst in Deutschland – Planungsgrundlagen und Definitionen

Die flächendeckende, fach- und bedarfsgerechte Planung rettungsdienstlicher Infrastrukturen ist gesetzlich verankert und im Rahmen der sog. Bedarfsplanung abschließend zu regeln und regelmäßig zu überprüfen.²⁸ Bereits seit Mitte der 1970er Jahre engagiert sich die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)²⁹ im Rahmen ihrer Veröffentlichungen für die Strukturentwicklung im Rettungsdienst. Mit dem Simulationsmodell "Rettungsdienst" unter dem Titel "Entscheidungsstrategien für die Notfallrettung" wurde Anfang der 80er Jahre die Analyse der rettungsdienstlichen Infrastruktur ermöglicht. Mit dem Simulationsmodell können auf Basis digitalisierter Straßennetze und einem simuliert beobachteten Einsatzaufkommen über einen längeren Zeitraum hinweg geplante Änderungen bzw. Maßnahmen der Infrastruktur analysiert werden. Wirkungen, die sich hinsichtlich der Leistungsfähigkeit oder der Kostenstruktur ergeben, können durch die Simulation schon im Vorfeld der tatsächlichen Maßnahme sichtbar gemacht werden.³⁰

Um Strukturen, allgemeine Parameter und rechtliche Rahmenbedingungen für die Planung der rettungsdienstlichen Leistung (Notfallrettung und Krankentransport) besser einordnen zu können, wird im Folgenden auf die wesentlichen Grundlagen und Systemkomponenten des Rettungsdienstes eingegangen. Dabei wird der Rettungsdienst kompakt aus planerischer Sicht erläutert, ohne nochmals auf die detaillierten historischen und rechtlichen Verhältnisse einzugehen.

2.1.1. Rechtliche Rahmenbedingungen des Rettungsdienstes aus planerischer Sicht

Deutschland ist ein föderaler Staat. Die sechzehn Länder der Bundesrepublik Deutschland sind im Grundsatz als selbständig zu betrachten. Wie im Grundgesetz Art. 70 ff. geregelt,

²⁸ siehe u. a. die Pflicht zur Aufstellung und Fortschreibung der Rettungsdienstbedarfspläne (oder Bereichspläne) in den Landesrettungsdienstgesetzen. U. a. § 15 Abs. 4 HRDG

²⁹ "Die BASt ist ein technisch-wissenschaftliches Institut des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Sie gibt dem Ministerium in technischen und verkehrspolitischen Fragen wissenschaftlich gestützte Entscheidungshilfen und wirkt maßgeblich bei der Ausarbeitung von Vorschriften und Normen mit." BASt 2011; in: http://www.bast.de/cln_030/mn_42254/DE/BASt/bast__node.html?__nnn=true (01.08.2011)

³⁰ vgl. Schmiedel/Berhrendt/Betzler 2004, S. 7 ff.

besteht eine duale Struktur, die die rechtlichen Kompetenzen und Zuständigkeiten für die Länderebene und die Bundesebene regelt. Generell obliegt den Ländern das Recht zur Gesetzgebung, wenn das Grundgesetz nicht dem Bund besondere Befugnisse erteilt. Die Regelungskompetenzen der polizeilichen und nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr liegen dabei ausschließlich auf Länderebene.³¹ Der Bereich der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr besteht im Wesentlichen aus Feuerwehr, Rettungsdienst und Katastrophenschutz. Aus dieser Regelung heraus existieren sechszehn verschiedene Rettungsdienst-, Feuerwehr- und Katastrophenschutzgesetze, die sich teilweise auch in grundsätzlichen Regelungen unterscheiden.³²

Mit Wirkung auf den Rettungsdienst obliegt dem Bund jedoch der Berufsschutz des "Rettungsassistenten" (Rettungsassistentengesetz – RettAssG) sowie die Sozialgesetzgebung (insbesondere das Sozialgesetzbuch V) auf Grundlage des Art. 74 Abs. 1 Nr. 7 Grundgesetz.³³

Die Bundesländer haben den Rettungsdienst in ihrem Zuständigkeitsbereich zu regeln. Die Durchführungsaufgabe (Notfallrettung und Krankentransport) wird überwiegend von den Ländern an die Kreise und kreisfreien Städte bzw. an Zusammenschlüsse u. a. im Saarland und Sachsen in Form von Zweckverbänden als Pflichtaufgabe übertragen. Die Kreise und kreisfreien Städte werden damit in der Regel die Träger des Rettungsdienstes. In Baden-Württemberg sind abweichend zu allen anderen Bundesländern die Rettungsdienstorganisationen Aufgabenträger.

Die Aufgabenträger können sich in der Regel wiederum zur Durchführung der Notfallrettung und des Krankentransportes Dritter³⁴ bedienen oder den Rettungsdienst in Eigenregie u. a. mit eigenen Angestellten, einer Berufsfeuerwehr oder einem kommunalen Betrieb durchführen.³⁵ Die durch den Träger ermächtigten Durchführer haben dann die festgeschriebenen Leistungen gem. geltendem Landesrettungsdienstgesetz zu erbringen.³⁶

Aus allen Landesrettungsdienstgesetzen lässt sich ein Sicherstellungsauftrag für den Rettungsdienst ableiten.³⁷ Vom Träger wird im Ergebnis eine Funktionsgarantie des Rettungs-

³¹ Im Bereich des Zivilschutzes hat der Bund über Art. 73 Abs. 1 Nr. 1 GG Regelungsbefugnisse, die mit dem Zivilschutz- und Katastrophenschutzhilfegesetz umgesetzt wurden.

³² vgl. Bens 2010, S. 101

³³ vgl. Ahnefeld et. al. 1998, S. 69 und Bers 2010, S. 101

³⁴ Überwiegend Hilfsorganisationen oder private Rettungsdienstunternehmen.

³⁵ vgl. Bens 2010, S. 101 und Ufer 2001, S. S49

³⁶ vgl. Ahnefeld et. al. 1998, S. 69

³⁷ vgl. Schmiedel/Moocke/Behrendt 2002, S. 29

dienstes in den jeweiligen Rettungsdienstgebieten verlangt. Mängel in der Organisation können Amtshaftungsansprüche des Patienten oder seiner Angehörigen nach sich ziehen.³⁸ Die rechtlich geforderte Funktionsgarantie des Rettungsdienstes kann im Wesentlichen durch eine flächendeckende, fach- und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen der Notfallrettung und des Krankentransportes umschrieben werden. Die Elemente dieser Beschreibung sind überwiegend Teil des Systembegriffs "Rettungsdienst".³⁹ Unter einer im Rahmen der Planung rettungsdienstlicher Infrastrukturen flächendeckenden, fach- und bedarfsgerechten Versorgung der Bevölkerung gem. Landesrettungsdienstgesetzen können folgende Ausführungen verstanden werden:

(1) Als **flächendeckende** Versorgung kann die Bereitstellung von Notfallrettung und Krankentransport an jedem Punkt eines Trägergebiets (Rettungsdienstbereich) angesehen werden. Versorgungsfreie Gebiete sind nicht zugelassen. Darüber hinaus ist eine dauerhafte Versorgung mit Leistungen des Rettungsdienstes zu gewährleisten. Es darf keine zeitlichen Unterbrechungen oder Begrenzungen der Leistungserbringung geben. Die Trennung der funktionalen Einheit "Notfallrettung und Krankentransport" ist in der Mehrzahl der Rettungsdienstgesetze unzulässig.⁴⁰ Auf weitergehende Ausführungen zur jahrzehntelang geführten Diskussion, ob auch der Krankentransport der Sicherstellungspflicht unterliegen soll und eine Trennung der funktionalen Einheit sinnvoll ist, wird verzichtet.⁴¹

(2) Eine **fachgerechte** Versorgung mit Leistungen des Rettungsdienstes muss dem Stand der notfallmedizinischer Erkenntnisse entsprechen und den aktuellen medizinischen Fortschritt berücksichtigen. So schreibt es § 2 Abs. 1 Satz 3 SGB V für die Versorgung der gesetzlich Krankenversicherten vor.⁴² Dazu gehört u. a. auch die Beachtung der in den Rettungsdienstgesetzen geforderten Mindestqualifikationen für Personal zur Besetzung der verschiedenen Rettungsmittel. So heißt es beispielsweise im Hessischen Rettungsdienstgesetz (HRDG)⁴³, dass die Notfallversorgung/Notfallrettung mit speziell ausgestatteten Rettungsmitteln und entsprechend besonders qualifiziertem Personal durchzuführen ist. Dasselbe gilt analog für Krankentransporte.⁴⁴

³⁸ vgl. Ufer 2001, S. S49

³⁹ vgl. BW: §§ 1, 2 RDG; BY: Art. 1, 4, 5 BayRDG; BE: § 2 RDG; BB: §§ 2, 3 BbgRettG; HB: § 3 BremRettDG; HH: § 6 HmbRDG; HE: §§ 1, 3 HRDG; MV: §§ 1, 6 RDG M-V; NI: §§ 2, 4 NRettDG; NW: § 6 RettG NRW; RP: § 2 RettDG; SL: § 2 SRettG; ST: § 2 Sächs-RettDG; LSA: § 2 RettDG-LSA; SH: §§ 6, 7 RDG; TH: § 1 ThürRettG)

⁴⁰ vgl. Ufer 2001, S. S49

⁴¹ dazu vgl. ausführlich Ausschuss "Rettungswesen", S. 16 ff.

⁴² vgl. Ufer 2001, S. S49

⁴³ Aufgrund des für diese Arbeit ausgewählten hessischen Rettungsdienstbereichs in Kapitel 4 wird im Folgenden zur Vereinfachung bereits das Hessische Rettungsdienstgesetz für Beispiele herangezogen.

⁴⁴ vgl. § 3 Abs. 2 und Abs. 3 HRDG

Zudem ist je nach Art und Schwere der Notfallsituation in Deutschland der Einsatz eines Notarztes gefordert, um die fachgerechte Versorgung bereits präklinisch zu gewährleisten.⁴⁵

(3) Unter der Prämisse einer **bedarfsgerechten** Versorgung mit Leistungen des Rettungsdienstes sind die Notfallrettung und der Krankentransport so zu planen, dass die flächendeckende, dauerhafte und fachgerechte rettungsdienstliche Versorgung ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich ausgestaltet ist. Dies entspricht dem "Wirtschaftlichkeitsgebot" des § 12 SGB V.

Eine ausreichende Versorgung der Bevölkerung kann angenommen werden, wenn die gesetzlich festgeschriebenen Aufgaben des Rettungsdienstes innerhalb einer angemessenen Zeitspanne fachgerecht erfüllt werden können und der gesamte zu schützende Personenkreis erreichbar ist (zur Hilfsfrist siehe Kapitel 2.1.2.3). Ein ausreichend ausgestalteter und organisierter Rettungsdienst liegt regelmäßig dann vor, wenn er den Organisations-, Besetzungs- und Ausstattungsvorgaben des Bundes- und jeweiligen Landesrechts genügt.

Die zweckmäßige Gestaltung des Rettungsdienstes muss sich an den Zielen einer effizienten und den Qualitätsanforderungen entsprechenden Aufgabenerfüllung orientieren.⁴⁶ Gemäß dem Wirtschaftlichkeitsgebot in § 12 SGB V ist das Maß des Notwendigen nicht zu überschreiten. Kosten, die für Leistungen über das Notwendige hinaus entstehen, dürfen nicht durch die Krankenkassen übernommen und durch die Leistungserbringer bewirkt werden.⁴⁷ Weitergehend wird in § 70 SGB V eine gleichmäßige und humane Versorgung der Bevölkerung mit notfallmedizinischen Leistungen gefordert. Gleichmäßig ist die Versorgung dann, wenn die geeigneten Leistungen des Rettungsdienstes überall im ausreichenden Maße bereitgestellt werden.⁴⁸

Eine wirtschaftliche Versorgung liegt dann vor, wenn das günstigste Verhältnis zwischen Aufwand und Wirkung erreicht wird. Die Kosten-Nutzen-Analyse kann zur Überprüfung des Verhältnisses dienen, indem auf der Nutzenseite die Art, Dauer und Nachhaltigkeit des Erfolgs (z. B. der notfallmedizinischen Versorgung) berücksichtigt werden. Beachtung sollte in jedem Fall eine Gesamtbetrachtung erhalten.⁴⁹ Aus Gründen der vitalen Bedrohung von Menschen ist bei der Planung einer wirtschaftlichen Notfallrettung darauf zu

⁴⁵ U. a. § 4 Abs. 1 Satz 1 RDG M-V; § 10 Abs. 1 Satz 1 SächsRettDG, vgl. Ufer 2001, S. S49

⁴⁶ vgl. Ufer 2001, S. S49 f.

⁴⁷ vgl. § 12 SGB V

⁴⁸ vgl. Ufer 2001, S. S49 f.

⁴⁹ vgl. Ufer 2001, S. S49 f.

achten, dass den "(...) akut bedrohten Rechtsgütern Leben und Gesundheit überragender Verfassungsrang nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG zukommt." ⁵⁰

Als **Zwischenfazit** können die Ausführungen des Ausschusses "Rettungswesen" Arbeitsgruppe "Strukturfragen" (1996) herangezogen werden. Demnach umfasst der Sicherstellungsauftrag die Pflicht zur Planung und Ermittlung des Bedarfs an Einrichtungen (Rettungswachen) und Rettungsmitteln sowie die Durchführungspflicht der oben genannten Leistungen einschließlich der Kontrollpflichten. Zur Durchführung kann oder muss sich der Träger Dritter bedienen.⁵¹ Die oben beschriebene umfassende infrastrukturelle Planung kann auch als Bedarfsplanung im Rettungsdienst bezeichnet werden.⁵²

2.1.2. Begriffsbestimmungen und Abgrenzungen

Der Rettungsdienst ist geprägt von einer interdisziplinär geprägten Begriffslage. Für die Planung rettungsdienstlicher Infrastrukturen und der in dieser Arbeit folgenden empirischen Ausarbeitung zur Planung der Systemkomponente Fahrzeugvorhaltung ist es daher sinnvoll, eine eindeutige Anwendung der Terminologie, nebst Abgrenzungen der zur rettungsdienstlichen Erfüllung existierenden Systemkomponenten, zu schaffen. Nachdem bereits oben der Begriff Rettungsdienst erläutert wurde, sollen nun im Folgenden die Notfallrettung und der Krankentransport definiert und voneinander unterschieden (2.1.1.1.) werden. Darauf aufbauend werden die zur Erfüllung der Leistungen des Rettungsdienstes erforderlichen infrastrukturellen Systemkomponenten erläutert, um eine nötige Abgrenzung zu erhalten (2.1.1.2.). Abschließend soll die Hilfsfrist als entscheidende Größe für die Infrastruktur Rettungsdienst erläutert werden (2.1.1.3.).

2.1.2.1. Notfallrettung und Krankentransport

Der Rettungsdienst besteht aus Notfallrettung und Krankentransport. Die organisatorische Trennung von Notfallrettung und Krankentransport wird in einzelnen Ländern favorisiert, wenn dies unter Einbeziehung aller gesetzlichen Vorgaben und fachlich sowie wirtschaft-

⁵⁰ Ufer 2001, S. S. 50

⁵¹ vgl. Ausschuss "Rettungswesen" 1996, S. 18

⁵² hierzu siehe allgemein Schmiedel/ Behrendt/ Betzler 2004

lich angezeigt ist. Der Rettungsdienst kann i. d. R. aber als (medizinisch-)organisatorische Einheit von Notfallrettung und Krankentransport aufgefasst werden.⁵³

Die Entscheidung, ob ein Notfalleinsatz oder ein Krankentransport vorliegt, trifft regelmäßig die Rettungsleitstelle aufgrund der inhaltlichen Informationen der Meldungseingänge (Notrufe)⁵⁴ und der Einschätzungen der anrufenden Hilfesuchenden. Ob der Meldungseingang einen Notfalleinsatz begründet, richtet sich nach der medizinischen Notwendigkeit im Einzelfall.⁵⁵ Die Entscheidungen der Leitstellenmitarbeiter haben somit eine rechtliche Bedeutung, da die Versorgung, die Betreuung und der Transport von Notfallpatienten zeitlich Vorrang gegenüber Krankentransporten haben.⁵⁶ Das Notfallereignis ist somit als zeitkritisch einzustufen und fordert im rettungsdienstlichen Sinne unverzügliche Maßnahmen der Notfallrettung.⁵⁷

Was Gegenstand der **Notfallversorgung/Notfallrettung** ist, wird in den Rettungsdienstgesetzen der Länder beschrieben. Im Hessischen Rettungsdienstgesetz (HRDG) heißt es, dass die Notfallversorgung die *"medizinische Versorgung von Notfallpatientinnen und Notfallpatienten durch dafür besonders qualifiziertes Personal und die Beförderung in dafür besonders ausgestatteten Rettungsmitteln unter notfallmedizinischen Bedingungen (...)"*⁵⁸ umfasst. Notfallpatienten im Sinne des HRDG *"(...) sind Personen, die sich infolge einer Erkrankung, Verletzung, Vergiftung oder aus sonstigen Gründen in unmittelbarer Lebensgefahr befinden oder bei denen diese zu erwarten ist oder bei denen schwere gesundheitliche Schäden zu befürchten sind, wenn keine schnellstmögliche notfallmedizinische Versorgung oder Überwachung und gegebenenfalls eine Beförderung zu weiteren diagnostischen oder therapeutischen Einrichtungen (...)"*⁵⁹ erfolgen.

Zur Notfallversorgung gehört seit jüngster Festlegung einzelner Länder auch der sog. Sekundärtransport, d. h. die Beförderung von Notfallpatienten zwischen Behandlungseinrichtungen unter intensivmedizinischen Bedingungen, wenn es sich um zeitkritische und nicht verschiebbare Verlegungen handelt.⁶⁰

Aus bedarfsplanerischer Sicht sind Einsatzfahrten, bei denen die Rettungsleitstelle eine erhöhte Eile (Notfälle) für geboten hält, immer Fahrten mit "Sonder- und Wegerecht" gem.

⁵³ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 13; vgl. weiterführend Krafft, T./Garcia-Castrillo Riesco 1996, S. 33 ff. und Esch 2005, S. 53 ff.

⁵⁴ Ist *"die Summe aller Informationen zum Notfall, die einem Leitstellenmitarbeiter für seine Einsatzentscheidung zur Verfügung stehen"*; Schmiedel/ Behrendt 2002, S. 589

⁵⁵ gem. § 60 Abs. 1 Satz 2 SGB V

⁵⁶ vgl. Schmiedel/Behrendt 2002, S. 588

⁵⁷ vgl. DIN 13050, S. 6

⁵⁸ § 3 Abs. 2 HRDG in der Fassung vom 01.01.2011

⁵⁹ vgl. § 3 Abs. 4 HRDG in der Fassung vom 01.01.2011

⁶⁰ vgl. Esch 2005, S. 41 f. und Schmiedel/Behrendt 2002, S. 589

§§ 35, 38 StVO. In § 35 Abs. 5a heißt es, dass Fahrzeuge des Rettungsdienstes Sonderrechte in Anspruch nehmen dürfen, *"wenn höchste Eile geboten ist, um Menschenleben zu retten oder schwere gesundheitliche Schäden abzuwenden."*⁶¹ Blaues Blinklicht in Verbindung mit einem Martinshorn ordnet an: *"Alle übrigen Verkehrsteilnehmer haben sofort freie Bahn zu schaffen."*⁶² Die Missachtung des Sonder- und Wegerechts durch andere Verkehrsteilnehmer stellt eine Ordnungswidrigkeit i. S. des § 49 Abs. 3 Nr. 3 StVO dar. Somit führt die Inanspruchnahme des Sonder- und Wegerechts für die Anfahrt zu einem Notfall zu einer Rechtsbeeinträchtigung der übrigen Verkehrsteilnehmer. Das Leitstellenpersonal hat deshalb bei der Entscheidung, ob höchste Eile geboten ist, eine kritische Abwägung durchzuführen, um unnötige und für alle Beteiligten sehr gefährliche "Alarmfahrten" zu vermeiden.⁶³

Der **Krankentransport** kann gegenüber dem Notfall als Aufgabe zur Beförderung von sonstigen Kranken, Verletzten oder sonstigen hilfsbedürftigen Personen, die keine Notfallpatienten sind, gesehen werden. Sie bedürfen aber einer qualifizierten Betreuung⁶⁴, weshalb man häufig auch vom "qualifizierten Krankentransport" spricht. Anhand dieser Aufgabenstellung lässt sich die Kategorie Krankentransport auch aus den Rettungsdienstgesetzen, der Krankentransportrichtlinie⁶⁵ sowie aus dem SGB V⁶⁶ herleiten.⁶⁷ Der Krankentransport wird aufgrund ärztlicher Beurteilung hin angeordnet und ist in aller Regel nicht zeitkritisch.⁶⁸

Mithin kann der Krankentransport in dispoible und dringliche Transporte unterteilt werden. Transporte, die bereits einige Stunden, Tage oder Wochen in der Rettungsleitstelle "vorbestellt" sind, gelten als disponibel. Die Leitstellenmitarbeiter können diesen Einsatz bereits frühzeitig einplanen und disponieren.

Dringliche Krankentransporte werden meist kurzfristig "bestellt" und sind häufig aus terminlichen oder medizinischen Gründen ad hoc zu bedienen. Sollten Krankentransporte dringlich sein, ist eventuell zu prüfen, ob sie die oben beschriebene Definition für die Notfallrettung erfüllen.⁶⁹ Vorgaben über Zeitenspannen, innerhalb welcher Krankentransporte spätestens zu disponieren sind, können daher in Grenzen nur Leitlinien-Charakter haben,

⁶¹ § 35 Abs. 5a StVO

⁶² § 38 Abs. 1 StVO

⁶³ vgl. Fehn/ Selen, S. 75 ff. und Schmiedel/ Behrendt 2002, S. 590

⁶⁴ Die personellen Mindestqualifikationen zur Besetzung der Fahrzeuge können den Rettungsdienstgesetzen oder den Rettungsdienstplänen der Länder entnommen werden. An dieser Stelle soll darauf nicht weiter eingegangen werden.

⁶⁵ siehe § 6 KTP-RL

⁶⁶ siehe § 60 Abs. 1 SGB V

⁶⁷ vgl. Bohnsack 2007, S. 31

⁶⁸ vgl. Ahnefeld et. al. 1998, S. 69 und § 3 Abs. 3 HRDG

⁶⁹ vgl. Bohnsack 2007, S. 31 f.

da sie nach der (medizinischen) Definition nicht vorrangig (vor Notfällen) zu behandeln sind.⁷⁰

Fahrten, die als Krankenfahrt ("nicht qualifizierter Krankentransport") gelten, sind Beförderungen von Personen, die keiner medizinisch fachlichen Hilfe oder Betreuung bedürfen.⁷¹ Krankenfahrten sind deshalb nicht Teil des Rettungsdienstes und finden keine weitere Betrachtung.

Als **Zwischenfazit** kann festgehalten werden, dass für die Planungen von Rettungsdienstkapazitäten zwei Einsatzklassen zu bilden sind und zwar diejenigen der Notfallrettung und des Krankentransports⁷²:

(1) Notfallrettung (zeitkritisch): immer Anfahrt mit Sonder- und Wegerecht gem. §§ 35, 38 StVO und

(2) Krankentransport (nicht zeitkritisch): immer Anfahrt ohne Sonder- und Wegerecht.⁷³

Parallel zu den Angaben in den Rettungsdienstgesetzen wurden für die allgemeine Begriffsklärung in der DIN 13050 "Begriffe im Rettungsdienst" klare Definitionen erarbeitet. Die Allgemeingültigkeit dieser Norm ist aber bisher nicht erreicht, da nicht alle Bundesländer und auch Autoren in einschlägigen Aufsätzen die DIN 13050 als Definitionsgrundlage verwenden.⁷⁴ Für die Planung von rettungsdienstlichen Infrastrukturen, insbesondere für die Ermittlung des Bedarfs an Fahrzeug-Vorhaltekapazitäten für den Rettungsdienst, gelten daher die Vorgaben und Definitionen der Rettungsdienstgesetze der Länder, da nur sie die rechtlichen Grundlagen für den Rettungsdienst bilden.

2.1.2.2. Abgrenzung der Systemkomponenten im Rettungsdienst

Die Infrastruktur des bodengebundenen Rettungsdienstes in den Rettungsdienstbereichen kann im Rahmen der Strukturqualität in fünf Systemkomponenten, "Leitstelle", "Fahrzeugstandort", "Fahrzeug", "Fahrzeugvorhaltung" und "Personal", aufgeteilt werden. Die Planbarkeit und Beschreibbarkeit ist für jede dieser Komponenten möglich.⁷⁵

⁷⁰ vgl. Esch 2005, S. 41

⁷¹ DIN 13050, S. 4

⁷² Ergebnis dieser Unterscheidung in Notfallrettung und Krankentransport sind auch die Anforderungen an spezielle Krankenkraftwagen. Siehe Kap. 2.1.3.

⁷³ Ob diese Kriterien für die Bedarfsplanung im Rettungsdienst wirklich sinnvoll erscheinen, wird bei Bohnsack 2007 ausführlich diskutiert.

⁷⁴ vgl. Zander 2010, S.9

⁷⁵ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 13 f.

Zur Erfüllung der oben genannten Leistungen des Rettungsdienstes werden die Bundesländer regelmäßig in Rettungsdienstbereiche gegliedert (z. B. auf Stadt- und/oder Kreisebene). Die Rettungsdienstbereiche unterteilen wiederum ihre Zuständigkeitsgebiete für die Versorgung der vor Ort lebenden Bevölkerung in sogenannte Rettungswachenversorgungsgebiete (RWVB). Jeder RWVB wird durch eine Rettungswache versorgt.

1. Systemkomponente Leitstelle:

Innerhalb der einzelnen Rettungsdienstbereiche und ihrer Zuständigkeitsgebiete werden Notfallrettung und Krankentransport häufig zusammen mit der Feuerwehr (Brandschutz und technische Hilfeleistung) und dem Katastrophenschutz durch eine Integrierte Leitstelle⁷⁶ koordiniert. Die Notrufannahme, Alarmierung, Lenkung und Leitung von Einsatzfahrzeugen des Rettungsdienstes obliegt ausschließlich den Leitstellen in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsgebiet. Die personelle Besetzung der Leitstellen hat bedarfsgerecht zu erfolgen.⁷⁷

2. Systemkomponente Fahrzeugstandort:

Grundelemente der Komponente Fahrzeugstandort sind die Rettungswachen und Notarztstandorte. Sie sind Teil der bodengebundenen rettungsdienstlichen Infrastruktur und dienen zur notwendigen Vorhaltung der für einen Rettungswachenversorgungsgebiet (RWVB) benötigten Rettungsmittel sowie des notwendigen rettungsdienstlichen Personals. Die Anzahl und die Orte der Rettungswachen im Rettungsdienstbereich müssen bedarfsgerecht sein. Bedarfsgerecht bedeutet hierbei, dass die planerische Einhaltung der nach Landesvorgabe festgelegten Hilfsfrist (s. Kap. 2.1.2.3.) von der Rettungswache aus möglich sein muss. Jeder bedarfsgerechten Rettungswache wird ein RWVB zugeordnet. Die Anzahl und Abgrenzung der bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsgebiete und Standorte der Rettungswachen sind dabei so zu wählen, dass das gesamte Gebiet eines Rettungsdienstbereichs durch bedarfsgerechte Rettungswachenversorgungsgebiete abgedeckt wird.⁷⁸

3. Systemkomponente Fahrzeug:

Zur Bedienung von Notfalleinsätzen und Krankentransporten werden unterschiedliche Rettungsmitteltypen benötigt, die je nach Umfang der Behandlungsbedürftigkeit der Patienten ausgestattet sind. Die europäische Norm EN 1789 legt fest, welche Rettungsmittel (Krankenkraftwagen) wie auszustatten sind, um für die Notfallrettung und/oder den Kranken-

⁷⁶ zur Begriffsabgrenzung "Leitstelle" siehe weiterführend Hackstein/Sudowe 2010, S. 21 ff.

⁷⁷ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 15

⁷⁸ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 17 f.

transport geeignet zu sein.⁷⁹ Eine ausführliche Erläuterung wird im folgenden Kapitel 2.1.3. gegeben.

4. Systemkomponente Fahrzeugvorhaltung:

Die am Standort einer Rettungswache bedarfsgerecht vorzuhaltenden Rettungsmittel sind planerisch zu ermitteln bzw. zu berechnen und in einem Rettungsmittelvorhalteplan zu dokumentieren. Dazu zieht man die oben getroffene Unterscheidung der Einsatzklassen heran. Notfalleinsätze sind zeitkritisch und werden mit "Sonder- und Wegerecht" gem. §§ 35, 38 StVO angefahren. Krankentransporte sind nicht zeitkritisch und werden in "normaler" Fahrt bedient.⁸⁰ Für die Systemkomponente Fahrzeugvorhaltung gilt grundsätzlich: *"Die Nachfrage bestimmt die rettungsdienstliche Infrastruktur vor Ort."*⁸¹ Allerdings ist das Einsatzaufkommen, welches nicht dem gesetzlich definierten Aufgabenbereich des Rettungsdienstes entspricht, bei der Ermittlung der Fahrzeugvorhaltung nicht zu berücksichtigen. Dazu gehören z. B. Krankenfahrten und die Leistungen des vertragsärztlichen Notdienstes.⁸² Eine ausführliche Erläuterung wird im folgenden Kapitel 2.2. gegeben.

5. Systemkomponente Personal:

Das einzusetzende Rettungsfachpersonal ergibt sich aus dem ermittelten Bedarf der oben beschriebenen Systemkomponenten. Damit sind speziell die Systemkomponenten Leitstelle und Fahrzeugvorhaltung gemeint. Das Personal in der Leitstelle ist heute vornehmlich hauptamtlich beschäftigt. Generell gilt, dass der Sicherstellungsauftrag der Notfallversorgung nicht beeinträchtigt werden darf. Die Besetzung der Leitstellen und der Rettungsmittelkapazitäten hat mit fachlich qualifiziertem Personal zu erfolgen, welches im Rahmen der festgelegten Dienstzeiten/Vorhaltezeiten auch verfügbar sein muss. Die Nichtbesetzung aufgrund von Personalausfällen ist unzulässig.⁸³

Als **Zwischenfazit** lässt sich feststellen, dass mit der Untergliederung in Systemkomponenten die (Bedarfs-)Planung rettungsdienstlicher Infrastrukturen in den einzelnen fünf Segmenten möglich und obligatorisch ist. Alle Komponenten zusammengenommen ergeben das Gesamtsystem Rettungsdienst, welches so einfacher zu beschreiben ist.

⁷⁹ EN 1789: 2007, S. 5

⁸⁰ vgl. Schmiedel/ Behrendt/ Betzler 2004, S. 30

⁸¹ Schmiedel/ Behrendt 2002, S. 588

⁸² vgl. Schmiedel/ Behrendt/ Betzler 2004, S. 30

⁸³ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 33 f. und S. 87 ff.

2.1.2.3. Hilfsfrist und das Sicherheitsniveau

Die Hilfsfrist ist eine maßgebende Größe für die rettungsdienstliche Infrastruktur in Deutschland. U. a. werden abhängig von der Hilfsfrist Ressourcen (Rettungswachenstandorte und -anzahl, Fahrzeuganzahl) geplant und vorgehalten.⁸⁴ Dies wirkt sich regelmäßig auch auf die Kosten- und Finanzierungsstruktur des Rettungsdienstes aus.⁸⁵ Sie ist der wesentliche Parameter des Rettungsdienstes und hat die Qualität der Notfallversorgung (Sicherheitsniveau) im Rettungswesen entscheidend geprägt.⁸⁶

Gegenstand der Notfallrettung ist es, die Versorgung von Notfallpatienten durch qualifiziertes Personal und Maßnahmen zur Erhaltung des Lebens oder zur Vermeidung gesundheitlicher Schäden einzuleiten, zudem gegebenenfalls die Herstellung der Transportfähigkeit und der Transport in eine geeignete Versorgungseinrichtung. Ziel ist es, diese Aufgaben schnellstmöglich zu gewährleisten, unter dem Aspekt der dem Zustand des Patienten angepassten bestmöglichen notfallmedizinischen Versorgung.

Der Zeitraum zwischen dem Geschehen des Notfalls und der Zuführung adäquater Hilfe in Form der notfallmedizinischen Versorgung (therapiefreies Intervall) muss aus Sicht der Effektivität und der Qualität der medizinischen Versorgung möglichst kurz sein, da der Erfolg der Behandlung maßgeblich von der Dauer dieses Zeitraums abhängt.⁸⁷

Aufgrund dieser Forderung und der daraus resultierenden großen Bedeutung für die Bedarfsplanung hat die Arbeitsgruppe "Hilfsfrist" des Ausschusses "Rettungswesen" (1997) die Hilfsfrist für den Rettungsdienst⁸⁸ bundeseinheitlich definiert:

*"Die Hilfsfrist umfasst mindestens den Zeitraum, der in der Notfallversorgung mit der Beendigung des Meldegesprächs beginnt, die Zeiten für die Einsatzentscheidung und Einsatzvergabe durch die Rettungsleitstelle sowie die einsatzbereite Besetzung des alarmierten Rettungsmittels und seine Fahrt bis zum Einsatzort beinhaltet und mit dem Zeitpunkt des Eintreffens des ersten geeigneten Rettungsmittels am Einsatzort endet."*⁸⁹

Mit dieser Definition verweist der Ausschuss im Besonderen auf die drei Teilzeiten im Rettungseinsatz: "Alarmierungszeit" der geeigneten Rettungsmittel, "Ausrückezeit" und "Anfahrtszeit" zum Notfallort, die in ihrer Summe die Hilfsfrist umfassen (s. Abb. 2.1.2.3.-1).

⁸⁴ vgl. Koch/Kuschinsky 1998, S. 1

⁸⁵ vgl. Albrecht 2001, S. 187 ff.

⁸⁶ vgl. Schmiedel/Behrendt 2007, S. 1 und Koch/Kuschinsky 1998, S. 1

⁸⁷ vgl. Ausschuss "Rettungswesen" 1997, S. 49 f.

⁸⁸ In der DIN 14011 Teil 9 "Begriffe aus dem Feuerwehrwesen" wird ebenfalls eine Hilfsfrist für Feuerwehren definiert.

⁸⁹ Ausschusses "Rettungswesen" 1997, S. 58

Neben der Vielzahl an weiteren Teilzeiten, wie sie in Abb. 2.1.2.3.-1 abgebildet sind, sind nur die drei genannten Teilzeiten für die Definition der Hilfsfrist von Bedeutung.⁹⁰

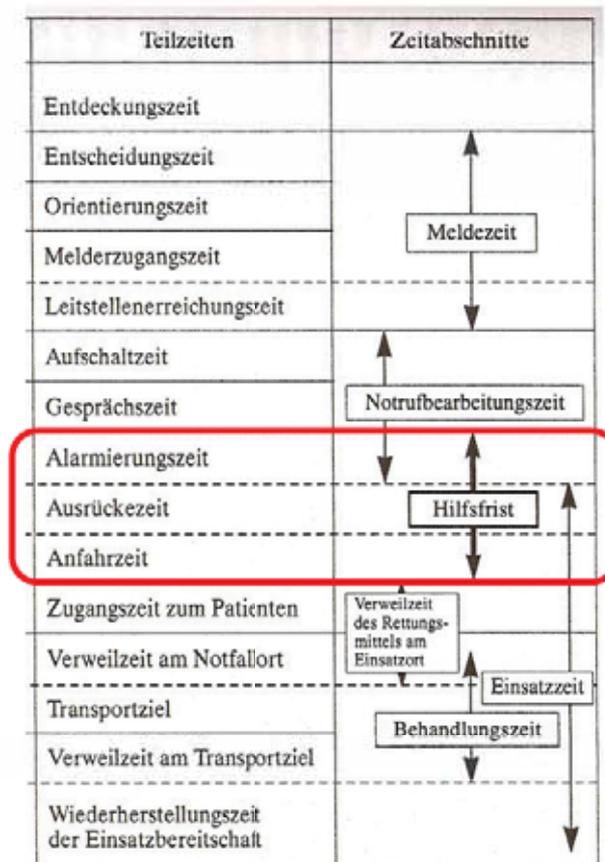


Abb. 2.1.2.3-1: Teilzeiten im rettungsdienstlichen Einsatz; Quelle: Verändert nach: Ausschuss "Rettungswesen" 1997, S. 57

Der Ausschuss "Rettungswesen" (1997) stellt fest: *"Die Forderung, das Aufsuchen des Notfallpatienten bis zum Beginn der qualifizierten Erstversorgung noch zu den innerhalb der Hilfsfrist zu erledigenden Aktivitäten des Rettungsdienstes zu zählen, ist zwar aus notfallmedizinischen Erwägungen begründet bzw. notwendig, kann aber im Hinblick auf ihre Unkalkulierbarkeit bedarfsplanerisch und damit gesetzgeberisch nicht umgesetzt werden. Das Gleiche gilt, wenn auch abgeschwächt, für die Gesprächszeit. Die Dauer dieser Teilzeiten hängt von Umständen ab, die der Rettungsdienst kaum beeinflussen kann."*⁹¹

Parallel zur Hilfsfristdefinition des Ausschusses "Rettungswesen" enthält auch die DIN 13050 "Begriffe im Rettungswesen" eine Definition, die aber nicht einheitlich zur oben genannten auf Länderebene geeinten Begriffsbestimmung gelten kann. Die DIN 13050 beschreibt die planerische Hilfsfrist als die Zeitspanne aller Notfalleinsätze zwi-

⁹⁰ siehe weiterführend Hinkelbein/Gröschel/Krieter 2004 und Albrecht 2001, S. 187 ff.

⁹¹ Ausschusses "Rettungswesen" 1997, S. 58

schen dem Notrufeingang in der Leitstelle und der Ankunft des Rettungsdienstes am Notfallort. Die Hilfsfrist ist so zu bemessen, dass die Optionen der Notfallmedizin genutzt werden können.⁹² Die Norm trifft damit eine Definition, die zu kurz greift, indem sie Unabwägbarkeiten und Ausnahmesituationen beinhaltet.⁹³

Im Weiteren dieser Arbeit gilt die Hilfsfristdefinition der Länder auf der Grundlage der bundeseinheitlichen Begriffsdefinition des Ausschusses "Rettungswesen" (1997).

Auf Länderebene in den Rettungsdienstgesetzen und/oder Landesrettungsdienstplänen existieren unterschiedliche Vorgaben zur Hilfsfrist. Der Ausschuss empfiehlt, eine Dauer der Hilfsfrist von 15 Minuten als maximal zu tolerierenden Wert zu betrachten.⁹⁴

Einen Überblick über die unterschiedlichen Hilfsfristen⁹⁵ der Bundesländer gibt die folgende Tabelle 2.1.2.3.-1.

Die Hilfsfrist muss planerisch und organisatorisch eingehalten werden und beeinflusst somit den Ausbaustandard der bedarfsgerechten rettungsdienstlichen Infrastruktur und ist gleichzeitig ein Maß für die rettungsdienstliche Qualität.

Daher müssen nicht nur die planerischen Zeitvorgaben festgelegt werden, sondern es muss auch die reale Erfüllung der zeitlichen Vorgaben anhand der Auswertung von Notfalleinsätzen überprüft werden (Sicherheitsniveau oder Zielerfüllungsgrad). Das Sicherheitsniveau sollte nach einheitlich definiertem Standard des Ausschusses "Rettungswesen" bundeseinheitlich auf 95 % festgelegt werden. Das bedeutet, dass in 5 % der Notfalleinsätze in der Realität eine längere Hilfsfrist, als in den Rettungsdienstgesetzen und/oder Landesrettungsdienstplänen festgelegt ist, hingenommen werden kann (Ausnahmefälle). Zu den Ausnahmefällen sind sowohl witterungs- und verkehrsbedingte Ausnahmesituationen als auch Einsätze in entlegenen, kaum besiedelten Gebieten zu zählen. Gebiete mit einer sehr geringen Notfalleintrittswahrscheinlichkeit müssen nicht zwingend in allen Bundesländern planerisch versorgt werden, um die Hilfsfrist einzuhalten.

⁹² vgl. DIN 13050, S. 4

⁹³ vgl. Schmiedel/Behrendt 2007, S. 1

⁹⁴ vgl. Ausschusses "Rettungswesen" 1997, S. 58

⁹⁵ Der Begriff Hilfsfrist wird nicht in allen Bundesländern verwendet. Einige Bundesländer verwenden auch die Begriffe "Eintreffzeit", "Hilfeleistungsfrist" oder "Fahrzeit". In dieser Arbeit wird der Begriff Hilfsfrist als Synonym auch für die anderen Begriffe verwendet.

Tab. 2.1.2.3.-1: Hilfsfristen und Eintreffzeiten des Rettungsdienstes in den Bundesländern; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Schmiedel/Behrendt 2007, S. 2⁹⁶

Bundesland	Beginn Hilfsfrist	Ende Hilfsfrist	Zeitraum
Baden-Württemberg	Eingang der Meldung	Ankunft am Notfallort an Straßen	95 % in 15 Min.
Bayern	Fahrtbeginn	Ankunft am an einer Straße liegenden Einsatzort	i. d. R. 12 Min.; 15 Min. in dünn besiedelten Gebieten
Berlin	---	---	bedarfsgerecht
Brandenburg	Eingang der Meldung	Ankunft Notfallort	i. d. R. 15 Min.
Bremen	Eröffnung des Einsatzes	Ankunft am Einsatzort an befestigter Straße	95 % in 10 Min.
Hamburg	---	---	flächendeckend und bedarfsgerecht
Hessen	nach Eingang der Meldung	Ankunft am an einer Straße gelegenen Notfallort	90 % in 10 Min.
Mecklenburg-Vorpommern	Eingang der Meldung	Ankunft am an einer Straße gelegenen Notfallort	10 Min. im Jahresdurchschnitt aller Einsätze
Niedersachsen	Beginn der Einsatzentscheidung	Ankunft am an einer öffentlichen Straße gelegenen Einsatzort	95 % in 15 Min.
Nordrhein-Westfalen	Eingang der Meldung	Ankunft am an einer Straße gelegenen Notfallort	5-8 Min.; 12 Min. im ländlichen Raum
Rheinland-Pfalz	nach Eingang des Hilfeersuchens	Ankunft am an einer öffentlichen Straße gelegenen Einsatzort	i. d. R. max. 15. Min.
Saarland	Eingang Meldung	Ankunft am an einer öffentlichen Straße gelegenen Notfallort	95 % in 12 Min.
Sachsen	Eingang der Meldung	Ankunft am Notfallort	95 % in 12 Min.
Sachsen-Anhalt	Eingang der Meldung	Ankunft am an einer Straße gelegenen Notfallort	95 % in 12 Min.
Schleswig-Holstein	nach Eingang der Meldung	Ankunft am ausschließlich über eine Straße erreichbaren möglichen Einsatzort	90 % in 12 Min.
Thüringen	Eingang der Meldung	Ankunft am Notfallort	14 Min. in dicht besiedelten Gebieten; 17 Min. in dünn besiedelten Gebieten; 95 % in 12 Min. Fahrzeit in dicht besiedelten Gebieten bzw. 95 % in 15 Min. Fahrzeit in dünn besiedelten Gebieten

⁹⁶ vgl. auch Huber 1999, S. 134 ff.

Die qualitative Überprüfung, ob tatsächlich in 95 % der Notfälle die Hilfsfrist real eingehalten wird, kann ausschließlich durch retrospektive Betrachtung der tatsächlichen Notfallefahrten über einen Zeitraum von einem Jahr geschehen. Somit ist das Sicherheitsniveau bzw. der Zielerreichungsgrad kein "Planungsmaß" sondern ein "Wirkungsüberprüfungsmaß" zur Qualitätssicherung.⁹⁷

Die Hilfsfrist ist immer dann als eingehalten anzusehen, *"wenn in einem Rettungsdienstbereich 95 % aller an einer Straße gelegenen Notfallorte (...) rettungsdienstlich qualifiziert bedient werden können."*⁹⁸

2.1.3. Rettungsmitteltypen und gängige Fahrzeugsysteme

Bei der Planung der rettungsdienstlichen Infrastruktur ist die Betrachtung von geeigneten Fahrzeugen und Fahrzeugsystemen für den Krankentransport und die Notfallrettung sowohl aus wirtschaftlichen als auch aus Gesichtspunkten der fach- und bedarfsgerechten Versorgung der Bevölkerung entscheidend.

Die technischen Anforderungen an Fahrzeuge, Geräte und Material zur Erfüllung der Aufgaben des Rettungsdienstes ergeben sich aus den europaweit geltenden bzw. den nationalen Normen. Die Erfüllung der Normen in der aktuellsten Fassung entspricht somit dem justiziablen "Stand der Technik".⁹⁹

Die Anforderungen an Fahrzeuge für den Rettungsdienst werden in Deutschland seit Dezember 1999 in der durch das technische Komitee CEN/TC 239 "Rettungssysteme" erarbeiteten Europäischen Norm EN 1789¹⁰⁰ "Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung – Krankenkraftwagen" geregelt.¹⁰¹ Durch die europäische Harmonisierung wurde die DIN 75080 (Teil 1 bis 3) zum 01.01.2000 abgelöst. Die bis dahin verwendeten Fahrzeugbezeichnungen Rettungswagen (RTW) und Krankentransportwagen (KTW) entfallen in ihrem Funktionshinweis als Transportmittel für Notfall- bzw. Nicht-Notfallpatienten in der aktuellen EN 1789, da für den Transport von Notfall- und Nicht-Notfallpatienten unter dem Oberbegriff "Krankenkraftwagen (KKW)" nun mehr als nur ein Fahrzeugtyp infrage kommt. Für Notarzteinsetzfahrzeuge (NEF) gilt weiter die nationale DIN 75079, da vonseiten der Europäischen Normung keine Harmonisierung stattgefunden hat.¹⁰²

⁹⁷ vgl. Ausschuss "Rettungswesen" 1997, S. 58 und Schmiedel/Behrendt 2007, S. 5

⁹⁸ Ausschuss "Rettungswesen" 1997, S. 58

⁹⁹ vgl. Bohnsack 2007, S. 25

¹⁰⁰ heute in der aktuellen Fassung EN 1789: 2007

¹⁰¹ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 21 und Schmiedel 2002, S. 343

¹⁰² vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 21 f.

Die EN 1789 legt Anforderungen, Prüfung und Ausrüstung für den Transport und die Sicherheit von Patienten in Krankenkraftwagen fest. Die Norm gilt für Krankenkraftwagen, in denen mindestens eine Person liegend auf einer Krankentrage transportiert werden kann. Zudem werden allgemeine Anforderungen an Medizinprodukte formuliert, die in einem KKW außerhalb von Krankenhäusern und Kliniken verwendet werden.¹⁰³ Als Fahrzeug des Rettungsdienstes kann gem. EN 1789 ein Fahrzeug bezeichnet werden, welches mindestens mit zwei entsprechend ausgebildeten Mitarbeitern besetzt und für die Versorgung und den Transport von mindestens einem Patienten auf einer Krankentrage ausgestattet ist. Die Norm beschreibt drei Kategorien von Krankenkraftwagen (Typ A, Typ B, Typ C), für die sich die Anforderungen in aufsteigender Ordnung auf den Umfang der Behandlung im Fahrzeug beziehen.¹⁰⁴ Somit sollen die folgenden Fahrzeugkategorien den unterschiedlichen europäischen Rettungsdienstsystemen gerecht werden.¹⁰⁵

Krankentransportwagen Typ A (*Patient Transport Ambulance*):

Die erste Kategorie, die in der EN 1789 beschrieben wird, ist die des Krankentransportwagens. Die Norm unterscheidet in dieser Kategorie den Krankentransportwagen des Typs A₁, zum Transport eines einzelnen Patienten, und des Typs A₂, zum Transport eines oder mehrerer Patienten. Beide Typen sind für Patienten ausgestattet und ausgerüstet, die nicht vorhersehbar Notfallpatienten sind.¹⁰⁶

Praktisch entspricht das Einsatzgebiet des Typs A₁ am ehesten dem des "nicht-qualifizierten" Krankentransports oder der Krankenfahrt (u. a. "Liegendtaxi"). Krankentransportwagen des Typ A₂ haben gegenüber der alten DIN 75080-3 zwar eine geringere Anforderung an die Ausrüstung und die medizinischen Geräte, ähneln aber dennoch dem KTW der alten DIN weitestgehend. Beide Typen müssen über eine adäquate Erste Hilfe- und Pflegeausrüstung und einen Defibrillator verfügen.¹⁰⁷

Krankentransportwagen Typ B (*Emergency Transport Ambulance*):

Die zweite Kategorie, der Notfallkrankwagen, wird als Typ B bezeichnet. Die Ausstattung und Ausrüstung muss es ermöglichen Patienten zu transportieren, zu versorgen und zu überwachen. Größter Unterschied zum Typ A ist der Umfang der Ausstattung, die beson-

¹⁰³ EN 1789: 2007, S. 5

¹⁰⁴ EN 1789: 2007, S. 5 und vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 21

¹⁰⁵ vgl. Bohnsack 2007, S. 25

¹⁰⁶ vgl. EN 1789: 2007, S. 7

¹⁰⁷ vgl. Bohnsack 2007, S. 25 f.

ders im Bereich der medizinischen Geräte hochwertiger ist.¹⁰⁸ Im Vergleich zur alten DIN 75080-2 umfasst der Notfallkranwagen zwar die Ausstattung und Ausrüstung des damaligen Rettungswagens (RTW), ist aber nur bedingt mit diesem zu vergleichen, da die geforderten Krankenraummaße in der EN 1789 erheblich geringer ausfallen.¹⁰⁹

Die Ausstattung ermöglicht es, den Notfallkranwagen auch als Rückfallebene in der Notfallrettung einzusetzen. In der Praxis wird in Deutschland aber bislang kein deutlicher Unterschied zwischen den Fahrzeugkategorien Typ A und Typ B vollzogen. Dies spiegelt sich auch im allgemeinen Gebrauch der Bezeichnung Krankentransportwagen wieder, welche häufig für beide Typen verwendet wird.¹¹⁰

Krankentransportwagen Typ C (*Mobile Intensive Care Unit*):

Die höchste Ausstattung, Ausrüstung und Krankenraummaße besitzt der Krankenkraftwagen Typ C (Rettungswagen). Das Fahrzeug ist so zu konstruieren und auszurüsten, dass es für die erweiterte Behandlung und Überwachung von Patienten geeignet ist.¹¹¹ In Deutschland wird der Typ C überwiegend als RTW für die Notfallrettung eingesetzt. Gegenüber der alten DIN verfügt der Rettungswagen Typ C über eine erheblich ausgeweitete notfallmedizinische Ausrüstung¹¹² gem. EN 1789. Die Krankenraummaße sind vergrößert, sodass die Trage im Fahrzeug von drei Seiten ergonomisch zugänglich ist.¹¹³

Notarzteinsatzfahrzeug gem. DIN 75079:

Das NEF dient als Zubringerfahrzeug für den Notarzt und wird im Rendezvous-System eingesetzt. Damit ist die getrennte Anfahrt von Krankenkraftwagen und Notarzt zum Notfallort, bei dem eine ärztliche Behandlung notwendig ist, gemeint. Die Idee entstand Anfang der 1960er Jahre, um eine ärztliche Versorgung auch präklinisch durchführen zu können.¹¹⁴ Für das weitere Vorgehen ist das Notarzteinsatzfahrzeug aber nicht von Bedeutung und wird deshalb nicht weiter Gegenstand der Betrachtung sein.

Rettungstransporthubschrauber und sonstige Fahrzeuge:

Rettungstransporthubschrauber (RTH) werden meist innerhalb eines gesamten Rettungsdienstbereichs und auch über dessen Grenzen hinaus im Gesamtradius von ca. 80 km ein-

¹⁰⁸ siehe hierzu ausführlich DIN 1789:2007, Abschnitt 6.5, S. 31 ff.

¹⁰⁹ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 21 f. und Bohnsack 2007, S. 26

¹¹⁰ vgl. Zorn 2009, S. 2079 f.

¹¹¹ vgl. DIN EN 1789: 2007, S. 8

¹¹² siehe hierzu ausführlich DIN 1789:2007, Abschnitt 6.5, S. 33

¹¹³ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 21 f. und Bohnsack 2007, S. 26

¹¹⁴ vgl. Sefrin 2003, S. 4

gesetzt. Der RTH unterliegt demselben Indikationskatalog¹¹⁵ wie das NEF und dient als Zubringer des Notarztes. In begründeten Fällen kann der RTH aber auch Patienten transportieren, was sich besonders bei zeitkritischen Verlegungen in Spezialkliniken anbietet oder wenn ein besonders schonender Transport erfolgen muss. Werden mit einem RTH ausschließlich Intensivverlegungen bzw. Sekundärtransporte geflogen, so spricht man häufig auch von Intensiv-Transport-Hubschraubern (ITH). Die Anforderungen an Rettungshubschrauber und deren Ausstattung sind in der DIN 13230 und der EN 13718 Teil 1 und 2 geregelt.

Als weitere gängige Rettungsdienstfahrzeuge sind die Notarztwagen (NAW), die Intensiv-Transportwagen (ITW) und die Baby-Notarztwagen (B-NAW) zu nennen. Alle sind mit einem Notarzt und einem speziell ausgebildeten Rettungsteam besetzt. Der NAW wird wie das NEF und der RTH auch als Notarzt-Zubringer und ggf. als Transportmittel verwendet. Der ITW ist speziell für bodengebundene Sekundärtransporte/Intensivtransporte ausgelegt. Ein B-NAW ist für den Transport und die Versorgung von Babys und Frühgeburten ausgestattet (i. d. R. mit einem Inkubator) und wird wie der ITW normalerweise nicht im Regelrettungsdienst eingesetzt. Vielmehr kommen sie nur bei spezieller Anforderung der Leitstelle zum Einsatz.¹¹⁶

Für das weitere Vorgehen sind notarztbesetzte Rettungsmittel nicht weiter von Bedeutung und werden deshalb nicht Gegenstand der Betrachtung sein.

An dieser Stelle kann für die infrastrukturelle Planung als **Zwischenfazit** festgehalten werden, dass auf der Grundlage der EN 1789 die Krankenkraftwagen Typ B überwiegend für Nicht-Notfallpatienten und in Ausnahmefällen als Rückfallebene in der Notfallrettung eingesetzt werden können. Der Krankenkraftwagen Typ C ist für den Transport von Notfallpatienten einzusetzen.¹¹⁷ Fahrzeuge des Typs A₂ sind nur bedingt für den Krankentransport einsetzbar, da sie erst um bestimmte medizinische Geräte erweitert werden müssten (Vakuummatratze, manuelles Blutdruckmessgerät und Stetoskop), um dem in Deutschland gewachsenen Versorgungsstandard für Krankentransporte gerecht zu werden.¹¹⁸

¹¹⁵ Ein Indikationskatalog für den Notarzt ist eine Handreichung für das Personal in der Rettungsleitstelle für die Entscheidung, ob am Notfallort ein Notarzt vonnöten ist oder nicht. Er beinhaltet verschiedene Krankheitsbilder, die umgehend die präklinische Versorgung durch einen Notarzt erfordern. vgl. Bundesärztekammer 2011; in: <http://bunsaerztekammer.de/page.asp?his=1.306.1125.1134> (02.08.2011)

¹¹⁶ vgl. Zorn 2009, S. 2081 ff.

¹¹⁷ vgl. Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands (Band) e.V. (2000)

¹¹⁸ Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004 diskutieren ausführlich die Umsetzung der EN 1789 in Deutschland. Sie kommen zum Ergebnis, dass der KKW Typ A1 nicht für den deutschen Rettungsdienst ge-

Ein weiterer planungsrelevanter Punkt, der in diesem Zusammenhang Beachtung finden soll, ist die Bedeutung der funktionalen Einheit von Notfallrettung und Krankentransport und der damit zu wählenden Fahrzeugsysteme gem. den Fahrzeugtypen der EN 1789: 2007. Grundsätzlich sollten für die Notfallrettung und den Krankentransport bedarfsgerechte Fahrzeugsysteme festgelegt werden, um einen wirtschaftlichen und effizienten Rettungsdienst voranzutreiben. Die oben beschriebenen drei Fahrzeugkategorien liefern die Grundlage für zwei in Deutschland übliche Fahrzeugsysteme.¹¹⁹

- (1) Das C-Fahrzeugsystem und
- (2) das ABC-Fahrzeugsystem

(1) Im deutschen Sprachgebrauch wird häufig der Begriff "Mehrzweckfahrzeug" bzw. "Mehrzweck-Fahrzeugsystem" verwandt. Gemeint ist damit das unter der aktuellen Norm zu verstehende C-Fahrzeugsystem. Werden die Notfallrettung und der Krankentransport in funktionaler Einheit betrieben, so bedeutet dies im Mehrzweck-Fahrzeugsystem, dass der Krankenkraftwagen Typ C (ergänzt mit einem Tragestuhl) sowohl für die Bedienung von Notfällen als auch für Krankentransporte eingesetzt werden kann.¹²⁰ Das Mehrzweckfahrzeug (MZF) an sich ist kein eigener Fahrzeugtyp. Mit diesem System sollen Synergieeffekte bewirkt werden. Besonders in ländlichen Gebieten mit geringer Einwohnerdichte kann es sich anbieten, dass mit einem Fahrzeugtyp beide Einsatzkategorien bedient werden. So können Standzeiten minimiert und die Auslastung der Fahrzeuge erhöht werden. Für die Leitstelle können sich hieraus ebenfalls geeignete Dispositionsstrategien ableiten, die es ermöglichen, die Fahrzeuge unabhängig vom Einsatzort von der zuständigen Rettungswache, dynamisch in Abhängigkeit des aktuellen Standort der Rettungsfahrzeuge einzusetzen ("Nächstes-Fahrzeug-Strategie"). Das C-Fahrzeugsystem wird seit Ende der 1980er Jahre diskutiert, darauf soll im Weiteren aber nicht eingegangen werden.¹²¹

(2) Vom ABC-Fahrzeugsystem spricht man, wenn zur Bedienung von Krankentransporten ausschließlich Rettungsfahrzeuge des Typs A/B und für Notfälle Fahrzeuge des Typs C eingesetzt werden. Hier findet eine funktionale Trennung zwischen Notfallrettung und Krankentransport statt. Die Leitstelle verfolgt in diesem System vornehmlich die "Zu-

eignet ist, da weder das Krankenraummaß noch die medizinische Ausstattung dem deutschen Standard für Krankentransporte entsprechen. Der KKW Typ A2 müsste um bestimmte medizinische Geräte ergänzt werden. Der KKW Typ B ist für die Notfallrettung zu gering ausgestattet, für den Krankentransport aber zu hochwertig. vgl. ausführlich Schmiedel/ Behrendt/ Betzler 2004, S. 23 ff.

¹¹⁹ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 346

¹²⁰ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 346 f.

¹²¹ vgl. zur Diskussion u.a. Schirmeyer 1996, S. 37 ff. ; vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 346 ff. und vgl. Ahnefeld 1998, S. 70

weisungs-Strategie", da sie im ABC-Fahrzeugsystem strikt gem. der Aufgabentrennung von Notfallrettung und Krankentransport die Fahrzeuge im Rahmen ihrer vorgegebenen Behandlungsmöglichkeiten (EN 1789) disponiert.¹²²

Aufgrund rechtlicher, quantitativer, qualitativer und organisatorischen Entwicklungen ist eine funktionale Einheit von Notfallrettung und Krankentransport nicht zwingend erforderlich.¹²³ Die Trennung bietet sich an, wenn die benötigte Anzahl der Fahrzeuge zur Bedienung der Krankentransporte deutlich über der der Fahrzeuge für die Bedienung der Notfälle liegt.¹²⁴ Dabei sind aber jeweils die örtlichen Rahmenbedingungen der Rettungsdienstbereiche zu berücksichtigen (ländlich/städtisch). Fragen zur Wirtschaftlichkeit von "Trennmodellen" sind individuell zu prüfen.¹²⁵

2.2. Rettungsdienstliche Bedarfsplanung: Systemkomponente Fahrzeugvorhaltung

Wie bereits oben beschrieben wurde, ist die Fahrzeugvorhaltung eine Komponente des Systems Rettungsdienst. Jede der beschriebenen fünf Systemkomponenten kann für sich gesehen geplant und überprüft werden und ist somit auch Planungskomponente des Rettungsdienstes. Es existieren jeweils verschiedene Methoden für die Bedarfsplanung von Leitstellen, Rettungswachenstandorten und der Fahrzeugvorhaltung.

In diesem Kapitel soll die Bedarfsplanung der Fahrzeugvorhaltung näher erläutert werden. Dabei sollen die allgemeinen Grundlagen (Kapitel 2.2.1.) sowie die einzelnen Berechnungsmethoden (2.2.2.) angesprochen werden. Sie bilden die Grundlage für den späteren empirischen Teil der Arbeit.

2.2.1. Planungsgrundlagen zur Berechnung der rettungsdienstlichen Fahrzeugvorhaltung

Die bedarfsgerechte Planung der notwendigen Fahrzeug-Vorhaltekapazitäten ist ein Teil der beschriebenen rettungsdienstlichen Bedarfsplanung und ist durch den Träger des Rettungsdienstes regelmäßig an das sich dynamisch entwickelnde Einsatzfahrtaufkommen anzupassen. Im Rahmen der Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre

¹²² vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 346 f.

¹²³ vgl. Ahnefeld 1998, S. 70

¹²⁴ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 348

¹²⁵ vgl. Ahnefeld 1998, S. 70

2008 und 2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wurde im bundesweiten Vergleich in den Jahren 1994/1995 und 2008/09 ein stetiger Anstieg des Gesamteinsatzaufkommens von 8,447 Mio. auf 11,765 Mio. Einsätzen gemessen. Dies entspricht einem bundesweiten Zuwachs von 39,3 %. Hauptsächlich ist für diese Entwicklung die gestiegene Anzahl an Notfällen verantwortlich. Gegenüber den Jahren 2004/05 sind die Notfalleinsätze in 2008/09 um 22,7 % (1,066 Mio.) angewachsen. Krankentransporte stiegen von 2004/05 bis 2008/09 um 9,8 % (0,534 Mio.).¹²⁶ Daraus resultiert eine aktuelle Einsatzrate von 143 Einsätzen pro 1.000 Einwohner in Deutschland.¹²⁷ Die Entwicklung wirkt sich natürlich im erhöhten Maße auf die Fahrzeugvorhaltung von Rettungsmitteln aus.

Grundlage für eine gesicherte Planung von Fahrzeugkapazitäten müssen fundierte und allgemein anerkannte Berechnungsmethoden auf der einen Seite und die im Vorfeld erfolgte Planung von bedarfsgerechten Standorten für Rettungswachen auf der anderen Seite sein.¹²⁸ Das Tolerieren von versorgungsfreien Gebieten ist nicht zulässig.¹²⁹ Das bedeutet, dass die Einwohner in den jeweiligen Versorgungsbereichen innerhalb der gesetzlich geforderten Hilfsfrist durch Krankenkraftwagen erreichbar sein müssen. Dafür ist die Wahl von optimalen Rettungswachenstandorten unabdingbar – sie müssen flächendeckend und bedarfsgerecht positioniert werden, indem der gesamte Rettungsdienstbereich in mehrere Versorgungsbereiche aufgegliedert wird. Jeder Versorgungsbereich wird dann einer Rettungswache zugeordnet, aus der der gesamte Versorgungsbereich innerhalb der Hilfsfrist erreichbar sein muss.¹³⁰ Zum anderen ist eine ausreichende Anzahl an vorzuhaltenden Fahrzeugen inklusive Personal notwendig, um auch bei einer parallel auftretenden Nachfrage von Leistungen, besonders aufgrund von Notfällen, die rettungsdienstliche Versorgung rund um die Uhr und innerhalb einer vertretbaren Zeit¹³¹ sicherstellen zu können. Bei Krankentransporten kann gegenüber Notfällen eine gewisse "Wartezeit" akzeptiert werden.¹³²

Die Fahrzeugvorhaltung von Krankenkraftwagen in Versorgungsbereichen zur Bedienung von Notfällen und Krankentransporten ergibt sich im Wesentlichen aus der in der Leitstelle dokumentierten Nachfrage der Bevölkerung nach Leistungen des Rettungsdienstes im jeweiligen bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsbereich. Die für die Ermitt-

¹²⁶ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 51

¹²⁷ Notfallrate: 59,5 Einsätze/1.000 Einwohner; Krankentransportrate: 83,6 Einsätze/1.000 Einwohner, vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 55

¹²⁸ vgl. Behrendt/Schmiedel 2003, S. 1

¹²⁹ vgl. Ufer 2001, S. 1 f.

¹³⁰ Siehe hierzu ausführlich Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 45 ff.

¹³¹ Diese Zeit wird ebenfalls durch u. a. die Dispositionszeit und Ausrückzeit beeinflusst.

¹³² vgl. Unterkofler 1997, S. 1

lung der Fahrzeugvorhaltung relevanten Daten aus der Dokumentation der Leitstelle müssen grundsätzlich inklusive der Einsatz-Zeitstrukturen¹³³ auf Plausibilität geprüft, bewertet und eventuell "bereinigt" werden. Die Bereinigung der Daten ist immer dann durchzuführen, wenn sich z. B. aufgrund von fehlerhaften Zeiterfassungen im Einsatzablauf Negativzeiten ergeben oder Angaben, die für die Berechnung entscheidend sind, wie der Einsatzort bzw. die Einsatzzone, fehlen.¹³⁴ Die Mitarbeiter in der Rettungsleitstelle führen vor der Entscheidung, welches Rettungsmittel zu entsenden ist, regelmäßig anhand der Informationen, die sie bekommen, eine Klassifizierung in Notfalleinsatz (zeitkritisch, mit Sonder- und Wegerecht) oder Krankentransport (nicht zeitkritisch, ohne Sonder- und Wegerecht) durch.¹³⁵ Die hieraus ermittelbare Einsatzfahrtstruktur sollte anhand normierter bundesweiter Einsatzraten, wie sie in der Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2008 und 2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ermittelt wurden, auf Repräsentativität verglichen werden. Werden größere Abweichungen festgestellt, sind die Daten tiefergehend auf Ursachen hin zu analysieren.¹³⁶

Für die Ermittlung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung (Anzahl und Dienstzeiten der Rettungsmittel) werden regelmäßig sogenannte Tageskategorien und Schichtzeiten gebildet. Die Tageskategorien ergeben sich aus den Wochentagen Montag-Freitag, Samstag und Sonntag/Wochenfeiertag. Normale Schichtzeiten im Rettungsdienst haben für gewöhnlich eine Dauer von 8, 12 oder 24 Stunden. Das Vorgehen resultiert aus den natürlich vorkommenden rhythmischen Schwankungen, denen praktisch alle gesellschaftlichen Aktivitäten unterliegen. *Schmiedel/Behrendt/Moecke (2002)* haben in einer Studie zur Optimierung von Rettungsdiensteinsätzen mittels Spektralanalysen nachgewiesen, dass die periodische Grundstruktur von Notfalleinsätzen bundesweit überwiegend durch natürliche (z. B. astronomische oder biologische Prozesse) und institutionelle Rhythmen (soziale und wirtschaftliche Rahmenbedingungen und deren Prozesse) bestimmt werden. Man kann davon ausgehen, dass die zeitliche Verteilung von Notfällen somit unter zeitanalytischen Gesichtspunkten voneinander unabhängig und zufällig ist. Neben der Zufälligkeit und Unabhängigkeit von Notfällen ist dennoch eine 24-Stunden-Periodik zu unterstellen; das heißt, dass das Notfallaufkommen innerhalb von 24 Stunden regelmäßig zu- und abnimmt (s. Abb. 2.2.1.-1).¹³⁷

¹³³ D.h. u.a. Alarmierung, Einsatzbeginn, Transportzeiten, Einsatzendzeiten

¹³⁴ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 65 f.

¹³⁵ vgl. Schmiedel/Behrendt 2002, S. 1 f.

¹³⁶ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 65 f.

¹³⁷ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 153 f.

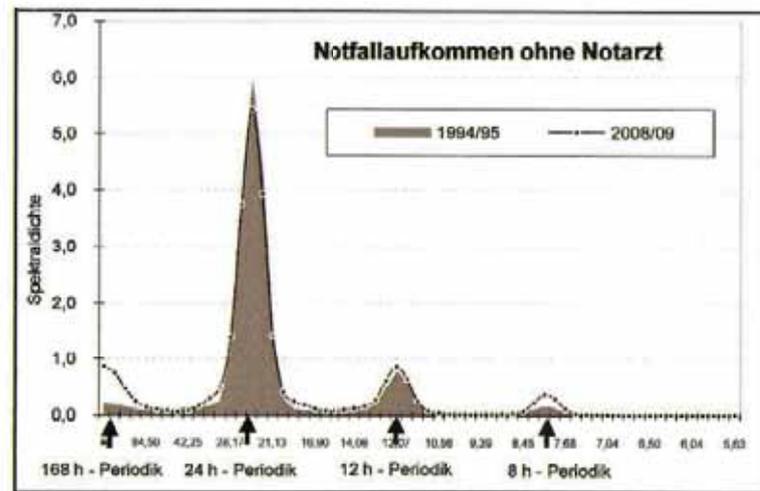


Abb. 2.2.1.-1: Spektrogramm nach Parzen über das bundesweite Notfalleinsatzaufkommen 1994/95 und 2008/09; Quelle: Behrendt et. al. 2010, S. 7

Grund für eine Zunahme in den Tages- gegenüber den Nachtstunden ist u. a. die erhöhte Mobilität sowie ein verstärktes Freizeitverhalten der Bevölkerung. Ebenso sind medizinisch bedingte Häufungen innerhalb eines 24-Stunden-Rhythmus zu erkennen, z. B. vermehrt internistische Notfälle in den Morgenstunden.¹³⁸ Abb. 2.2.1.-1 zeigt deutlich eine ausgeprägte 24-Stunden-Periodik mit einer zusätzlichen leichten 12-Stunden-Periodik für alle Tageskategorien.

Das bundesweite Krankentransportaufkommen weist dagegen eine klare Periodik im Tages- wie auch im Wochenverlauf auf (s. Abb. 2.2.1.-2). Im Wochenverlauf (168 h-Periodik) zeigt sich ein etwa gleiches Einsatzaufkommen von Montag bis Freitag. Samstag ist eine Abnahme des Krankentransportaufkommens zu verzeichnen, was sich sonntags und feiertags in der Regel noch verstärkt. Im Tagesverlauf an Montagen bis Freitagen besteht regelmäßig eine Nachfragespitze nach Krankentransportleistungen zwischen 9 und 11 Uhr, um dann im Tagesverlauf hin zu den Abend- und Nachtstunden kontinuierlich abzunehmen. Zwischen 2 und 6 Uhr ist kaum ein Aufkommen vorhanden. An Samstagen, Sonn- und Feiertagen wird die beschriebene Struktur zunehmend verwischt.¹³⁹

¹³⁸ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 153 f.

¹³⁹ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 154

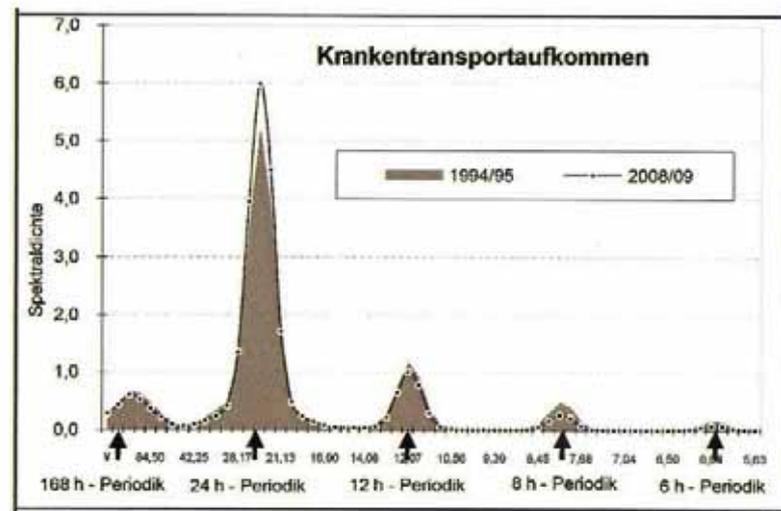


Abb. 2.2.1.-2: Spektrogramm nach Parzen über das bundesweite Krankentransporteinsatzaufkommen 1994/95 und 2008/09; Quelle: Behrendt et. al. 2010, S. 7

Ausgehend von den periodischen Zyklen lässt sich nachweisen, dass tagsüber und zu bestimmten Tageszeiten ein erhöhter Bedarf an Rettungsmitteln gegenüber den Nachtzeiten besteht. Zur Periodik gehört in einigen Rettungsdienstbereichen auch das Saisonaufkommen, welches z. B. aufgrund von Touristenströmen entstehen kann. Das Saisonaufkommen ist dann separat zu berechnen, damit die Fahrzeugvorhaltung über den gesamten Betrachtungszeitraum nicht über- oder unterbewertet wird.

Die Analyse und Berechnung der Fahrzeugvorhaltung sollte aufgrund der dargestellten periodischen Verläufe nicht "über" alle Daten laufen. Vielmehr sind die Daten zum Einsatzfahrtaufkommen zu aggregieren (z. B. in Stundenintervallen) und dann zu Clustern zusammenzufassen. Die oben dargestellten Schichten stellen in Verbindung mit den rhythmischen Verläufen solche Cluster dar. Aus ihnen lassen sich dann anhand gebildeter Aggregationsstufen, notwendige Dienstzeiten für die Fahrzeuge ableiten.¹⁴⁰

Für die Berechnung der Fahrzeugvorhaltung ergeben sich aus der Periodik bedeutende Erkenntnisse. So ist das Krankentransportaufkommen besser planbar, da es ausgeprägte institutionelle Rhythmen enthält. Das Notfallaufkommen hat einen großen zufälligen Anteil und kann sich demnach überwiegend nur auf Erwartungswerte stützen.¹⁴¹ Auch Zobel (2002) konnte im Rahmen seiner Studie belegen, dass Notfallereignisse selten, zufällig und unabhängig voneinander sind. Dafür wurden die zeitliche Abfolge von Notfall- und Kran-

¹⁴⁰ z. B. von 7:00 – 15:00 Uhr zwei Rettungsmittel oder von 18:00 – 6:00 Uhr ein Rettungsmittel; vgl. auch Rau/Reinhardt/Clemens 2003, S. 2 ff.

¹⁴¹ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 153 ff.

kenstransporten auf der Basis von Einsatzfahrten und aggregiertem Stundenaufkommen und das Auftreten mehrerer zeitgleicher Einsatzfahrtereignisse untersucht.¹⁴²

Bei Betrachtung der letzten neun Jahre zwischen 1994/95 und 2008/09 (s. Abb. 2.2.1.-1 u. -2) ist erkennbar, dass sich die Spektraldichte innerhalb der Periodiken geändert hat. Beim Notfallaufkommen ist die 24-Stunden-Periodik zurückgegangen, während die 12- und 8-Stunden-Periodiken angewachsen sind. Für das Notfallaufkommen ergibt sich daher eine differenziertere ausgeprägte tageszeitliche Verteilung. Das Aufkommen wird planbarer. Das Krankentransportaufkommen ist vor allem durch ein Anwachsen der 24-Stunden-Periodik gekennzeichnet. Für die zukünftige Berechnung der Fahrzeugvorhaltung bedeutet dies einen erhöhten Anteil an planbaren Einsätzen. Es stellt sich die Frage, ob aufgrund eines kontinuierlich steigenden Einsatzaufkommens in den letzten 15 Jahren, welches aufgrund des demographischen Wandels voraussichtlich weiter steigen wird, die aktuellen Instrumente zur Berechnung ausreichen oder ggf. modifiziert werden müssen.¹⁴³

Für die Bedarfsplanung von Fahrzeugkapazitäten sind einige Begrifflichkeiten notwendig, die hier kurz erläutert werden sollen.

Das Eintreten eines Notfalls gem. o. g. Definition bedingt eine unverzügliche Reaktion und Alarmierung eines geeigneten Rettungsmittels, welches rund um die Uhr im Rahmen der Funktionsgarantie zur Verfügung stehen muss. Die Schwierigkeit liegt nun darin, dass die zeitliche Verteilung der Nachfrage nach notfallmedizinischen Leistungen des Rettungsdienstes nicht planbar ist und daher auch nicht disponibel. Zudem kann es zu einem zeitgleichen Bedarf an notfallmedizinischen Leistungen innerhalb eines geografisch definierten Versorgungsbereichs kommen, dem sog. **Duplizitätsfall**. Der Duplizitätsfall ist immer dann als eingetreten zu betrachten, wenn eine weitere Notfalleinrichtung anliegt, während eine andere noch aktiv ist.¹⁴⁴ Zur Verdeulichung siehe Abb. 2.2.1.-3

¹⁴² vgl. Zobel/Behrendt/Runggaldier 2007, S. 1

¹⁴³ vgl. Behrendt et. al. 2010, S. 3

¹⁴⁴ vgl. Unterkofler 1997, S. 1 und Bohnsack 2007, S. 48

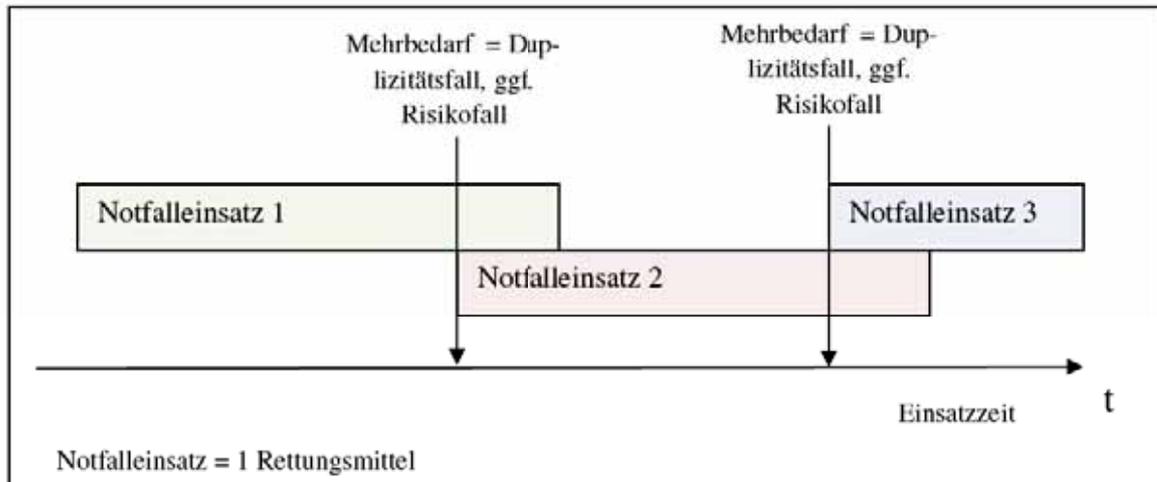


Abb. 2.2.1.-3: Auftreten zeitgleicher Notfalleinsätze; Quelle: eigene Darstellung

Im Duplizitätsfall kann es bei Vorliegen einer zu geringen Fahrzeugvorhaltung von dienstplanmäßig besetzten Notfallrettungsmitteln zum **Risikofall** kommen. Das bedeutet, dass die Nachfrage nicht unverzüglich bedient werden kann. Der Risikofall führt dazu, dass der Notfallpatient warten oder (er) durch ein Rettungsmittel aus einem geografisch benachbarten Versorgungsbereich versorgt werden muss. Dies widerspricht i. d. R. der gesetzlich geforderten bedarfsgerechten Versorgung der Bevölkerung mit notfallmedizinischen Leistungen des Rettungsdienstes, da so u. a. die Hilfsfrist häufig nicht eingehalten werden kann. Daher sollte der zeitliche Abstand zwischen zwei Risikofällen möglichst groß sein und Ziel der optimalen Planung von Fahrzeugkapazitäten darstellen. Der Abstand zwischen zwei Risikofällen wird als **Wiederkehrzeit** des Risikofalls bezeichnet.¹⁴⁵ Gegebenenfalls sind für die Wiederkehrzeit Sicherheitsniveaus zu bilden, die angeben, in welchen zeitlichen Abständen maximal Risikofälle auftreten dürfen (siehe hierzu Kapitel 2.2.2.1.).

Als **Zwischenfazit** kann festgehalten werden: Die Datengrundlage zur Bemessung der bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung ergibt sich aus den Erwartungswerten "(...) über die rettungsdienstliche Ereignishäufigkeit und die zugehörige mittlere Einsatzzeit von Notfällen und Krankentransporten für das betreffende Bemessungsintervall (...)." ¹⁴⁶ Die Ereignishäufigkeit von Notfällen wird, wie bereits mehrfach erwähnt, als stochastisch zufällig angesehen und kann mit verschiedenen Faktoren, wie Bevölkerungsstruktur, rettungsdienstliche Infrastruktur, Krankenhausdichte und Unfallschwerpunkte, in Beziehung gesetzt werden.¹⁴⁷ Die Erwartungswerte lassen sich aus den Bemessungsparametern (Ein-

¹⁴⁵ vgl. Unterkofler 1997, S. 1 und Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 69

¹⁴⁶ Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 65

¹⁴⁷ vgl. Schmiedel/Puhan/Siegener 1981, S. 4 ff. und Bohnsack 2007, S. 49

satzfahrtaufkommen zu Notfällen und Krankentransporten) ermitteln. Als Bemessungsintervall können bestimmte Schichtsysteme, wie z. B. 24, 12 oder 8 Stunden, unterschieden nach Tageskategorien, wie "Montag bis Donnerstag", "Freitag", "Samstag" und "Sonntag/Feiertag", festgelegt werden. Die aus der dokumentierten Nachfrage bestimmten Bemessungsparameter ermöglichen es nun, mithilfe des dokumentierten Einsatzortes, innerhalb der festgelegten Bemessungsintervalle die Zuordnung des Aufkommens auf die Versorgungsbereiche durchzuführen. Dabei ist es irrelevant, wie viel welche Rettungswache tatsächlich an Einsätzen gefahren hat, vielmehr ist es entscheidend, wie groß die Nachfrage bzw. die Einsatzdichte innerhalb eines einzelnen Versorgungsbereichs war.¹⁴⁸ Nur so können tatsächliche Nachfragestrukturen, d. h. auch "Spitzen", im gesamten Rettungsdienstbereich des Trägers ermittelt und Anzahl und Dienstzeiten der Fahrzeuge festgelegt werden. Die rettungsdienstliche Fahrzeugvorhaltung wird von Einflussgrößen tangiert, die eine dynamische Anpassung der durchgeführten Bedarfsberechnungen nötig machen, unter der Beachtung der landesrechtlich definierten Zeitvorgaben im Kontext der Hilfsfrist. Als direkte Einflussgrößen können u. a. die stetig bundesweit festgestellten Steigerungen im Einsatzfahrtaufkommen u. a. infolge des demographischen Wandels, die mögliche Veränderung von "Vor-Ort-Infrastrukturen" und die Qualität der Klassifizierung von Einsatzfahrten durch die Mitarbeiter der Rettungsleitstelle gesehen werden. Zudem kommt ein nicht zu unterschätzender sozio-ökonomischer Einfluss hinzu.¹⁴⁹ Hier ist als Beispiel der negative Einfluss der Arbeitslosigkeit auf den Gesundheitszustand zu nennen.¹⁵⁰

Grundsätzlich gilt: *"Die Bemessung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung bestimmt sich aus der Nachfrage nach Rettungsdienstleistungen im Versorgungsbereich der bedarfsgerechten Rettungswache."*¹⁵¹

Für die Bewältigung von Fahrzeugausfällen, u. a. aufgrund von Unfällen, Desinfektion oder Werkstattfahrten, ist eine angemessene Anzahl an Reservefahrzeugen im Rettungsdienstbereich vorzusehen. Die Anzahl der Fahrzeuge sollte sich am Gesamtumfang der bereits ermittelten Fahrzeugvorhaltung gem. Rettungsmittelbedarfsplan orientieren. Für ausreichend wird auf der Grundlage von Erfahrungswerten eine "Reserve-Fahrzeug-Vorhaltung" von ca. 20 Prozent der Gesamtanzahl an vorzuhaltenden Fahrzeugen der Regelrettung angesehen. Die Reserve ist nach Möglichkeit aus abgeschriebenen Rettungsmitteln zu stellen.¹⁵²

¹⁴⁸ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 65 f.

¹⁴⁹ vgl. Bernhard et. al. 2006, S. 1157 ff. und Luiz/Schmitt/Mandler 2002, S. 505 ff.

¹⁵⁰ vgl. Prückner et. al. 2008, S. 557 ff.

¹⁵¹ Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 66

¹⁵² vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 66 f.

Die Forderungen nach einer optimalen Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes ohne erhebliche Wartezeiten der Patienten und/oder Standzeiten von Rettungsmitteln erfordert die Anwendung spezieller Berechnungsmethoden zur Ermittlung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung. Im Rahmen dieser Arbeit soll die risiko- und frequenzabhängige und die realzeitbasierte Berechnungsmethode näher erläutert werden. Die schrittweise Berechnung folgt dann zur Vertiefung im Methodenteil, um die Basis für die empirische Auswertung zu schaffen.

2.2.2. Kurzdarstellung der Berechnungsmethoden

2.2.2.1. Risiko- und frequenzabhängige Berechnung

Mit der risiko- und frequenzabhängigen Berechnungsmethode kann die Anzahl der zur Bewältigung des "Tagesgeschäfts" benötigten Rettungsmittel für Notfallrettung und Krankentransport sowie deren bedarfsgerechte Dienstzeiten innerhalb eines Versorgungsbereichs (z. B. ein oder mehrere Stadtteile/Landkreisteile) ermittelt werden. Dabei wendet man grundsätzlich die risikoabhängige Berechnung für die Ermittlung der benötigten Anzahl an Rettungsmitteln zur Bedienung von Notfällen, also Anfahrt mit Sonder- und Wegerecht, an. Rettungsmittel, die zur Bedienung von Krankentransporten, d. h. Anfahrt ohne Sonder- und Wegerecht, eingesetzt werden, werden frequenzabhängig berechnet.¹⁵³ Beide Berechnungsmethoden wurden bereits 1981 im Rahmen der sogenannten *Simulationsstudien* der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wissenschaftlich untermauert und im Jahr 2002 ergänzt und detailliert beschrieben.¹⁵⁴ Eine Erläuterung der Methoden soll im Folgenden gegeben werden.

Die Ermittlung der benötigten Fahrzeugvorhaltung darf sich nicht an der durchschnittlich zu erwartenden Anzahl an stündlichen oder täglichen Notfällen orientieren. Die bloße Annahme, dass durchschnittlich λ Einsätze eintreten, begründet keine eindeutigen Sollkonzeptionen für die Fahrzeugberechnung.¹⁵⁵

Für die Berechnung der Rettungsmittel zur Bedienung von Notfällen sind besonders die Spitzenauslastung der Rettungsmittel und die dabei häufig auftretenden Duplizitätsfälle d. h. Risikofälle zu betrachten.¹⁵⁶ Es ist zu ermitteln, wie hoch die Wahrscheinlichkeit im Jahresverlauf ist, dass Risikofälle eintreten und der Bedarf an zusätzlichen Notfall-

¹⁵³ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 66

¹⁵⁴ vgl. Schmiedel/Puhan/Siegener 1981 und Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 335 ff.

¹⁵⁵ vgl. Unterkofler 1997, S. 1; Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 67

¹⁵⁶ vgl. Rau/Reinhardt/Kill 2003, S. 1

Rettungsmitteln vorhanden ist, d. h. die dienstplanmäßig vorgehaltenen Fahrzeuge nicht mehr ausreichen, um die Nachfrage zu bedienen. Wie bereits beschrieben, sind dafür die retrospektiv erhobenen Daten zum Jahres-Einsatzfahrtaufkommen aus der Rettungsleitstelle inkl. der dokumentierten Einsatzzeiten wichtig. Daraus lassen sich die zu erwartenden mittleren Einsatzzeiten und Jahreshäufigkeiten an Einsatzfahrten innerhalb der einzelnen Versorgungsbereiche¹⁵⁷ ermitteln, die die Grundlage für die Berechnung bilden.

Auf der Basis der Ausführungen von *Behrendt et al. (2002)* und dem durch *Zobel (2002)* erarbeiteten Beweis, dass das Eintreten aufeinander folgender Notfälle voneinander unabhängig und zufällig ist, auch dann, wenn der Rettungsdienst in Form der "*Nächstes-Fahrzeug-Strategie*" disponiert wird, kann der Bedarf an vorzuhaltenden Rettungsmitteln für die Notfallversorgung der Bevölkerung für ein festgelegtes Sicherheitsniveau anhand statistischer Gesetzmäßigkeiten mittels der Verteilungsfunktion nach POISSON¹⁵⁸ ermittelt werden. Diese Ermittlung wird als **risikoabhängige Fahrzeugbemessung bzw. Fahrzeugberechnung** bezeichnet.¹⁵⁹

Siméon Denis Poisson (1781-1840) hat die gleichnamige Verteilungsfunktion erstmals in seinem Hauptwerk im Jahr 1837 beschrieben, damals aber sehr knapp. Erst *Antoine Augustin Cournot* (1801-1877) hat die Verteilungsfunktion nach Poisson wieder aufgegriffen und zwölf Jahre später mit Beispielen zur Anwendung hinterlegt. Die Poisson-Verteilung ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung; sie dient zur Darstellung und Beschreibung von seltenen, zufälligen und voneinander unabhängigen Ereignissen im Kontext einer großen Anzahl an Ereignismöglichkeiten mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Dichte von unabhängigen Zufallspunkten im Rahmen eines gegebenen Zeitintervalls, einer Längen-, einer Flächen- oder einer Raumeinheit werden bei der Poisson-Verteilung alleine durch den Parameter Lambda (λ) wiedergegeben und vollständig charakterisiert. Die Wahrscheinlichkeiten $f(x)=P(X=x)$ sind demnach von λ abhängig. Zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit $p(x)$, dass in einem Beobachtungsintervall x Ereignisse fallen, hier das Auftreten von Duplizitätsfällen, ist nach der Poisson-Verteilung folgendermaßen zu berechnen:¹⁶⁰

$$p(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

¹⁵⁷ Nicht das "Wachen-Einsatzaufkommen" an sich.

¹⁵⁸ Siméon Denis Poisson, Mathematiker und Physiker, von 1781 bis 1840; vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 20

¹⁵⁹ vgl. Unterkofler 1997, S. 1; Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 67 f. und Zobel/Behrendt/Runggaldier 2007, S. 1 ff.

¹⁶⁰ vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 20 und Eckey/Kosfeld/Dreger 2002, S. 346 ff.

mit:

$\lambda = n \cdot p = \text{Erwartungswert} > 0$ und $x = 0, 1, 2, \dots$

$n =$ Stichprobenumfang = arithmetisches Mittel der Notfalleinsatzzeit im Erfassungszeitraum m

$p =$ Eintrittswahrscheinlichkeit $= \frac{k}{m}$

$k =$ Summe der Notfallfahrten im Erfassungszeitraum m

$m =$ Erfassungszeitraum in Minuten (Zeit des Bemessungsintervalls)

$x = 0, 1, 2, 3, \dots =$ genaue Ereignishäufigkeit = Anzahl gleichzeitiger Notfallfahrten innerhalb der mittleren Notfalleinsatzzeit

$e =$ Eulersche Zahl

Auszunehmen von der risikoabhängigen Berechnung sind jene Notfallereignisse, die nicht als "standardmäßig" gelten. Hiermit sind Schadensereignisse gemeint, die einen erheblichen Umfang über die regelhafte dienstplanmäßige Fahrzeugvorhaltung hinaus annehmen. Solche Lagen, z. B. "Massenanfall von Verletzten (MANV)" oder Katastrophenfall, sind sehr selten und nicht Gegenstand der Berechnung von regelhaft vorzuhaltenden Rettungsmitteln. Hierfür sind Rückfallebenen zu schaffen, die an dieser Stelle keine weitere Berücksichtigung finden sollen.¹⁶¹

Die risikoabhängige Berechnung von Rettungsmitteln zu Bedienung des zufälligen und voneinander unabhängigen Notfallaufkommens dient, ausgehend von der Formel der *Poisson-Verteilung*, im mathematisch-statistischen Sinne zur Berechnung der oben definierten *Wiederkehrzeit* von Ereignissen, die innerhalb eines Zeitintervalls auftreten und bei denen die örtlich vorgehaltenen Rettungsmittel nicht mehr ausreichen, um alle Notfallereignisse zu diesem Zeitpunkt zu bedienen (Risikofall). Das angesprochene Zeitintervall ist das arithmetische Mittel der Notfalleinsatzzeit im Erfassungszeitraum m . Daher ist die Zeitdokumentation in der Leitstelle von entscheidender Bedeutung für die risikoabhängige Berechnung. Die sogenannte *Überschreitungswahrscheinlichkeit* gibt an, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass das oben beschriebene Verhältnis dahingehend verschoben ist, dass die x dienstplanmäßig vorgehaltenen Rettungsmittel nicht mehr ausreichen, um X Notfallereignisse zu bedienen ($P(X > x)$). Dieser Zustand wird als *Überschreitungswahrscheinlichkeit* für den Risikofall bezeichnet und errechnet sich nach der Formel¹⁶²:

¹⁶¹ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 68

¹⁶² vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 69

$$P(X > x) = 1 - \sum_{k=0}^x P(x)$$

Die Wiederkehrzeit W des Risikofalls wird i. d. R. in Zeitintervallen angegeben, die auch Schichten genannt werden (z. B. Schicht: montags von 7:00 – 15:00 Uhr). Somit lassen sich auch Vergleiche zwischen den verschiedenen Tageskategorien und Schichten ziehen. Der Begriff "Schicht" darf hierbei aber nicht generell mit der Schicht im Kontext der Personaldienstplanung gleichgesetzt werden.

Die Wiederkehrzeit kann mit den Ergebnissen der Überschreitungswahrscheinlichkeit nach folgender Formel berechnet werden:

$$W = \frac{1}{P(X > x)} * \frac{n}{d}$$

Den Abstand zwischen zwei Risikofällen nennt man auch **Sicherheitsniveau**. Ein Sicherheitsniveau von 10 Schichten kann nach *Schmiedel/Behrendt (2004)* in einem 3-Schicht-Modell mit einer Schichtdauer von acht Stunden als angemessen angesehen werden. Das bedeutet, dass bei einem so angelegten Sicherheitsniveau der Risikofall maximal alle 10 Schichten eintreten darf. Für Städte in hochverdichteten Agglomerationsräumen (größer 100.000 Einwohner) kann auch ein Sicherheitsniveau von 5 Schichten angelegt werden. Das resultiert aus der Annahme, dass in solchen Gebieten häufig eine höhere Dichte an benachbarten Rettungswachen vorherrscht, um das Einsatzaufkommen zu bedienen.¹⁶³ Das hier beschriebene Sicherheitsniveau ist aber nicht mit dem der Hilfsfrist zu verwechseln.

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass die Bediensicherheit, also die Sicherheit, dass die Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes innerhalb einer vertretbaren Zeit befriedigt werden kann, mit der Anzahl der vorgehaltenen Rettungsmittel pro Rettungswache bzw. Rettungswachenversorgungsbereich steigt. *Schmiedel/Behrendt/Moecke (2002)* konnten exemplarisch in einem Vergleich mit den Ergebnissen zur Wiederkehrzeit von Risikofällen und der rechnerischen Dispositionszeit resultierend aus Risikofällen¹⁶⁴ zeigen, dass die mittlere Dispositionszeit resultierend aus Risikofällen bei einer maximalen Wiederkehrzeit von 10 Schichten pro Risikofall von der Anzahl der vorgehaltenen Fahrzeuge abhängig ist. Das heißt, bei einer Wiederkehrzeit von 10 Schichten pro Fahrzeug beträgt die mittlere Dispositionszeit resultierend aus Risikofällen über 7 Minuten. Bei zwei vorgehal-

¹⁶³ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 70 f.

¹⁶⁴ Damit ist die Zeit gemeint, die ein Leitstellenmitarbeiter für die Disposition eines Notfalleinsatzes benötigt, wenn ein Risikofall vorliegt.

tenen Fahrzeugen nur noch 2 Minuten, bei drei Fahrzeugen nur 1 Minute. Weiterhin lässt sich bei einer mittleren Dispositionszeit von einer Minute beobachten, dass bei der Vorhaltung von einem Fahrzeug pro Rettungswache bzw. Rettungswachenversorgungsbereich die Wiederkehrzeit des Risikofalls bei 350, bei zwei Fahrzeugen bei 150 und bei drei Fahrzeugen bei 90 Schichten liegt.¹⁶⁵ Einen Überblick über die Ergebnisse gibt Abb. 2.2.2.1.-1. im Anhang 1 dieser Arbeit.

Mathematisches Rüstzeug der risikoabhängigen Berechnungsmethode sind die vorangegangenen Formeln. Sie können aber nur adäquat zur Anwendung kommen, wenn folgende Grunddaten bzw. Berechnungsparameter je Rettungswachenversorgungsbereich sorgfältig erhoben werden:

1. Ausgangspunkt der Planung von Fahrzeugvorhaltekapazitäten müssen bedarfsgerechte Standorte und die räumliche Abgrenzung zwischen den Versorgungsbereichen sein.
2. Die Ermittlung des Parameters λ darf ausschließlich nur auf der Grundlage erfolgen, dass immer die gleichen Arten von Tageskategorien und Schichten aus dem Jahreseinsatzaufkommen (z. B. freitags von 15:00 – 23:00 Uhr) verwendet werden. Damit ist gemeint, dass die Berechnung nur pro Tageskategorie und Bemessungsintervall (Schicht) erfolgen kann.

So sind als Beispiel die Einsatzfahrtdaten der Tageskategorie "Montag" im Bemessungsintervall 15:00 – 23:00 Uhr aus den Daten der Rettungsleitstelle zu ermitteln, ggf. zu bereinigen und dann für die Berechnung von λ für diese Tageskategorie und Intervall zu verwenden. Datensätze aus anderen Tageskategorien und/oder Schichten sind hier keinesfalls mit zu verwenden, sondern einzeln analog zu berechnen.

3. Das dokumentierte Einsatzfahrtaufkommen ist aufgrund der vorgestellten Periodiken in Cluster mit ähnlicher Größe aufzuteilen.¹⁶⁶ Hierzu hat sich die Aufteilung in 8-Stunden Schichten bewährt. (07:00 – 15:00; 15:00 – 23:00; 23:00 – 7:00 Uhr).
4. Für die Berechnungen sind die Häufigkeiten der Tageskategorien zu ermitteln. Die Häufigkeit der Berechnungsintervalle ist abhängig vom Betrachtungszeitraum. Der Betrachtungszeitraum umfasst meist ein Jahr (365 Tage) unter Berücksichtigung der bundesländerspezifischen Wochenfeiertage. Daraus ergibt sich die Anzahl der zu berechnenden Intervalle. Zum Beispiel: Alle Schichten am Samstag haben eine Häufigkeit von 52, da bei der Betrachtung über ein Jahr hinweg 52 Samstage beinhaltet sind. Die

¹⁶⁵ vgl. ausführlich Schmiedel/Behrendt/ Moecke 2002, S. 342

¹⁶⁶ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 67 ff. und Rau/Reinhardt/Kill 2003, S. 2 f.

Tageskategorien sind nach Möglichkeit in "Montag bis Donnerstag", "Freitag", "Samstag" und "Sonntag/Wochenfeiertag" zu unterteilen.

5. Nach Möglichkeit ist für die bedarfsgerechte Rettungsmittelvorhaltung ein einheitlich anerkanntes Sicherheitsniveau festzulegen, "(...) welches für die 'politische' Akzeptanz für die Wahrscheinlichkeit des Überschreitungsfalls steht."¹⁶⁷
6. Weiter ist es nötig, aus den dokumentierten Einsatzfahrten die Jahreshäufigkeit der berechnungsrelevanten Notfallfahrten zu ermitteln. Dafür sind aus den Leitstellendaten nur diejenigen Einsatzfahrten für die Berechnung zu entnehmen, deren Einsatzort im Rettungswachenversorgungsbereich liegt und der Alarmierungszeitpunkt im betrachteten Bemessungsintervall. Sollte der Betrachtungszeitraum kürzer als ein Jahr sein, sind die Einsatzfahrtdaten ggf. auf ein Jahr hochzurechnen.
7. Entscheidend für die Berechnung der Fahrzeugvorhaltung ist die mittlere Notfalleinsatzzeit. Sie ist ebenso wie die Anzahl der Einsatzfahrten aus der Dokumentation der Leitstelle zu entnehmen. Sie beginnt i. d. R. mit der Alarmierung und endet mit dem Einrücken/Freimelden des Fahrzeugs.

Ungeachtet des Ergebnisses der risikoabhängigen Fahrzeugberechnung ist zu bedenken, dass generell jeder bedarfsgerechte Rettungswachenversorgungsbereich mit mindestens einem Notfallrettungsmittel rund um die Uhr auszustatten ist. Bei einer notwendigen Vorhaltung von zwei oder mehr Rettungsmitteln ist unter wirtschaftlichen und einsatztaktischen Gesichtspunkten zu prüfen, ob eine Stationierung an mehr als einem Standort sinnvoll ist.¹⁶⁸

Neben der risikoabhängigen Berechnung ist zur Ermittlung der bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung für die Bewältigung des Krankentransportaufkommens die **frequenzabhängige Berechnung** angezeigt. Da das werktägliche Krankentransportaufkommen zu einem hohen Maße periodisch wiederkehrend ist, ist hier die Verteilungsfunktion nach *Poisson* zur Berechnung ungeeignet. Die ausgeprägte Regelmäßigkeit kann aber dazu dienen, die Anzahl der einsatzbereit vorzuhaltenden Fahrzeuge pro Stundenintervall¹⁶⁹ zu berechnen. Dabei ist ebenfalls analog zur risikoabhängigen Berechnung nach Tageskategorien und Berechnungsintervallen zu unterscheiden. Zudem ist bei der Bedienung von Krankentransporten keine höchste Eile geboten. Die Notwendigkeit einer möglichst großen Wiederkehrzeit des Risikofalls und der zeitkritischen Abarbeitung von Duplizitäten ist hier nicht gegeben.

¹⁶⁷ Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 70

¹⁶⁸ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 70

¹⁶⁹ z.B. von 13 bis 14 Uhr, von 14 bis 15 Uhr usw.

Grundlage für die frequenzabhängige Bemessung von Rettungsmittelkapazitäten ist die Berücksichtigung der Stundenpegel der durchschnittlichen Krankentransportnachfrage (z. B. durchschnittlich 1,65 Krankentransportalarmierungen pro Stunde) im Versorgungsbereich der Rettungswache sowie der reale mittlere Einsatzzeitbedarf (Stundenpegel*mittlere Einsatzzeit). Auch hier gilt der Grundsatz der Repräsentativität. Die Einsatzfahrtdaten sind nach Möglichkeit mit den normierten bundesdeutschen Krankentransportraten zu vergleichen und auf Plausibilität zu prüfen.¹⁷⁰

Soll eine statistisch exakte Ermittlung der Krankentransportvorhaltung erreicht werden, die weiterhin noch Randbedingungen berücksichtigt wie die tageszeitliche Nachfrage, die Verteilung der zeitlichen Abstände aufeinander folgender Krankentransporte, die Einsatzdauer-Verteilung sowie gewollte Zuteilungsverzögerungen, muss normalerweise den Regeln der "Warteschlangentheorie" gefolgt werden. Dies würde aber aufgrund der Komplexität regelmäßig zu Problemen in der Anwendung der Bedarfsplanung führen. *Schmiedel/Unterkofler* haben 1987 hierfür eine Faustformel veröffentlicht, die sie 1997 überarbeitet haben (Abb. 2.2.2.1.-2):¹⁷¹

Fahrzeug- vorhaltung im Tageszeit- intervall	=	$\frac{\text{Ø Anzahl Einsätzeim Tageszeitintervall}}{\text{Intervalllänge (Std.)}}$	×	$\frac{\text{Ø Einsatz-dauer (Min.)}}{60}$	-	$\frac{\text{Ø Anzahl Einsätzeim Tageszeitintervall}}{\text{Intervalllänge (Min.)}}$	×	$\sum h(d_i) d_i$												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; padding: 2px;">mit</td> <td style="width: 10%; padding: 2px;">i</td> <td style="padding: 2px;">Zähler für Dispositionszeitklasse</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">d_i</td> <td style="padding: 2px;">Minutenwert der i-ten Dispositionszeitklasse (z.B. 15 Min.)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">$h(d_i)$</td> <td style="padding: 2px;">Relative Häufigkeitsquote der i-ten Dispositionszeitklasse (z.B. 20% in der Dispositionszeitklasse 15 Min.)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">Ø</td> <td style="padding: 2px;">mittlere</td> </tr> </table>									mit	i	Zähler für Dispositionszeitklasse		d_i	Minutenwert der i -ten Dispositionszeitklasse (z.B. 15 Min.)		$h(d_i)$	Relative Häufigkeitsquote der i -ten Dispositionszeitklasse (z.B. 20% in der Dispositionszeitklasse 15 Min.)		Ø	mittlere
mit	i	Zähler für Dispositionszeitklasse																		
	d_i	Minutenwert der i -ten Dispositionszeitklasse (z.B. 15 Min.)																		
	$h(d_i)$	Relative Häufigkeitsquote der i -ten Dispositionszeitklasse (z.B. 20% in der Dispositionszeitklasse 15 Min.)																		
	Ø	mittlere																		
								© FORPLAN 1986												

Abb. 2.2.2.1.-2: Faustformel zur Berechnung der Krankentransportvorhaltung; Quelle: Schmiedel/Unterkofler 1997, S. 1

Ausgehend von der stündlichen Einsatzfrequenz, aufgeteilt nach Tageskategorien, gilt für die frequenzabhängige Bemessung der Fahrzeugvorhaltung grundsätzlich, dass die Anzahl der Rettungsmittel/Fahrzeuge pro Stundenintervall so zu berechnen ist, dass "mit dem maximal bedienbaren Einsatzzeitbedarf (Anzahl vorgehaltene Fahrzeuge x 60 Minuten) der reale Einsatzzeitbedarf (mittlere stündliche Alarmierungshäufigkeit x mittlere Einsatzzeit) im betrachteten Stundenintervall innerhalb einer maximalen Wartezeit von 30 Minuten pro

¹⁷⁰ vgl. Schmiedel/Unterkofler 1997, S. 1 und Schmiedel/ Behrendt/ Betzler 2004, S. 73

¹⁷¹ vgl. Schmiedel/Unterkofler 1997, S. 1 f.

Fahrzeug 'abgefahren' werden kann."¹⁷² Können Krankentransporte nicht innerhalb der rechnerischen Einsatzzeit bedient werden (Wartezeit), so sind diese als abzufahrendes Einsatzaufkommen im nächsten Stundenintervall zu berücksichtigen.

Generell sind auch bei der frequenzabhängigen Fahrzeugberechnung Überlegungen hin zu einer zentralen Krankentransportvorhaltung in einer Rettungswache im Rettungsdienstbereich anzustellen. Gerade in den Nachtstunden oder am Wochenende ist das Krankentransportaufkommen erfahrungsgemäß fast zu vernachlässigen. Deshalb kann es aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten heraus sinnvoll sein, die Fahrzeuge zur Bedienung der Krankentransporte in diesen Zeiten zentral vorzuhalten, anstatt die Fahrzeuge auf mehrere Rettungswachen zu verteilen.¹⁷³

Teil der Krankentransportvorhaltung sind auch sogenannte Fernfahrten. Dies sind Einsätze, die länger als zwei Stunden Einsatzzeit aufweisen und getrennt berücksichtigt werden sollten. Beträgt die mittlere stündliche Alarmierungshäufigkeit in drei aufeinanderfolgenden Stundenintervallen mehr als 0,2 zu Fernfahrten, so ist angeraten, separat Fahrzeuge für die Bedienung von Fernfahrten vorzuhalten. Die Berechnung erfolgt dann analog zur oben beschriebenen Vorgehensweise.¹⁷⁴ In allen anderen Fällen wird das Fernfahrtaufkommen als so gering angesehen, dass es nicht ins „Gewicht“ fällt.

Bereits aus dieser kurzen Darstellung beider Berechnungsmethoden wird ersichtlich, dass nur eine kombinierte Anwendung beider Methoden sinnvoll erscheint, da, wie oben ausführlich dargestellt wurde, der Rettungsdienst als Einheit von Notfallrettung und Krankentransport aufgefasst werden kann. Vor allem bietet es sich an, bei Anwendung des Mehrzweck-Fahrzeugsystems bzw. der "Nächstes-Fahrzeug-Strategie" eine Optimierungsstufe in die Berechnung der Fahrzeugvorhaltung einzubeziehen.

Die Optimierungsstufe hat zum Ziel, freie Kapazitäten, die sich bei den Fahrzeugen für die Notfallrettung aufgrund geringerer Einsatzfrequenz ergeben, der Bedienung von Krankentransporten zur Verfügung zu stellen. Das funktioniert allerdings nur, wenn ausreichend "Spielraum" für die Bedienung von Krankentransporten gewährleistet werden kann, ohne die Bediensicherheit in der Notfallrettung zu beeinträchtigen. Hierbei sind die genannten und gewählten Sicherheitsniveaus (Wiederkehrzeit des Risikofalls) zu berücksichtigen und im Einzelfall zu prüfen. Generell sollte deshalb im ersten Schritt die risikoabhängige Berechnung erfolgen, um ggf. freie Kapazitäten zu ermitteln. Solange das Sicherheitsniveau nicht unterschritten wird, ist es möglich Stundenintervalle der risikoabhängig berechneten

¹⁷² Schmiedel/ Behrendt/ Betzler 2004, S. 73

¹⁷³ vgl. Schmiedel/Behrendt/ Betzler 2004, S. 73

¹⁷⁴ vgl. Schmiedel/Behrendt/ Betzler 2004, S. 73

Rettungsmittelvorhaltung zur Bedienung hinzuzuschlagen. Das darf aber nur solange erfolgen, bis das geringste zulässige Maß der Wiederkehrzeit des Risikofalls erreicht ist. Eine Erhöhung der risikoabhängig berechneten Fahrzeugvorhaltung aufgrund des Zuschlags von Krankentransporten ist aus wirtschaftlichen Erwägungen abzulehnen. Krankentransportfahrten, die nicht zugeschlagen werden können, sind dann in einem weiteren Schritt für die Stundenintervalle der Tageskategorien auf Basis der mittleren Einsatzfrequenz (Stundenpegel) frequenzabhängig zu berücksichtigen.¹⁷⁵ Zur weiteren Verdeutlichung soll auf das Kapitel zur Methodik in dieser Arbeit hingewiesen werden.

Einen Überblick über die gegebenen Erläuterungen zur risiko- und frequenzabhängigen Fahrzeugberechnung soll Abb. 2.2.2.1.-3 geben. Das Ergebnis der Berechnungen ist in den Bedarfsplänen der Träger des Rettungsdienstes zu überführen und dort auszuweisen.

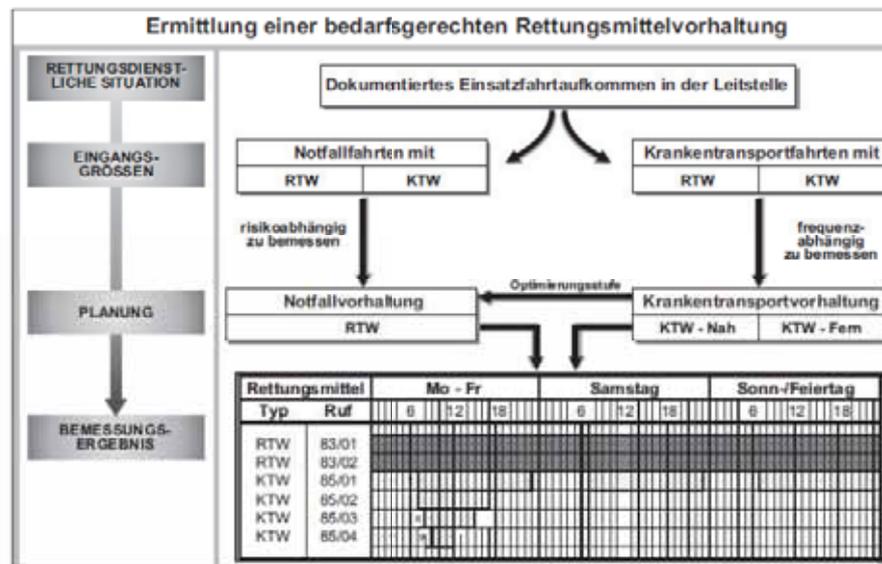


Abb. 2.2.2.1.-3: Ermittlung einer bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung; Quelle: Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 67

¹⁷⁵

vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 73, Zobel 2002, S. 29 und Unterkofler 1997, S. 3 ff.

2.2.2.2. Realzeitanalyse

Neben der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung sind auch andere Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeugvorhaltung von Rettungsmitteln in Anwendung. Eines dieser Verfahren ist die Realzeitanalyse¹⁷⁶. Sie kann innerhalb der Statistik unter die deskriptive Zeitreihenanalyse subsumiert werden. Darunter versteht man in der Regel die statistische Untersuchung einer zeitlichen Folge von Beobachtungen, die als Zeitreihe bezeichnet werden kann. Dabei kann es sich um eine Bestands-¹⁷⁷ oder Stromgröße¹⁷⁸ handeln. Bei der Zeitreihenanalyse wird unterstellt, dass sich die wesentlichen Einflussgrößen in einem Faktor Zeit niederschlagen. Insofern soll die Analyse dazu dienen, die Gesetzmäßigkeiten, denen die Zeitreihe in Abhängigkeit von der Zeit unterliegt, aufzudecken.¹⁷⁹

Meist liegen diskrete Beobachtungswerte vor, die zueinander einen gleichen zeitlichen Abstand aufweisen. Die Zeitreihe an sich kann in Form einer Jahres-, Monats-, Wochen-, Stunden- oder Minutenreihe vorliegen. Prinzipiell können aber auch weitere Formen existieren.¹⁸⁰

Für die Betrachtung rettungsdienstlicher Fragestellungen bietet es sich an, nach dem traditionellen Komponentenmodell von Zeitreihen zu verfahren. Demnach setzt sich eine Zeitreihe regelmäßig aus der Trendkomponente, der zyklischen Komponente, der Saisonkomponente und einer zufälligen Komponente zusammen. Nachweislich kann das Einsatzaufkommen des Rettungsdienstes im langjährigen Verlauf als trendbehaftet angesehen werden. Wie bei den Planungsgrundlagen beschrieben, können saisonale Schwankungen im Einsatzaufkommen innerhalb von Rettungsdienstbereichen auftreten. Zudem ist ein periodisches Verhalten im rettungsdienstlichen Aufkommen im Wochenverlauf festzustellen. Zufallskomponenten sind besonders beim Notfallaufkommen zu beobachten, da es zufällig und unabhängig voneinander ist.¹⁸¹

Ziele der Zeitreihenanalyse sind im Wesentlichen die Deskription des historischen Verlaufs, eine Diagnose der aktuellen Tendenz und ggf. eine Prognose der zukünftigen Entwicklung einer Zeitreihe.¹⁸² In der Regel werden dazu die genannten Komponenten ermit-

¹⁷⁶ An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die Herleitung der Realzeitanalyse für diese Arbeit zu einem großen Teil aus empirischen Daten und Vorgängen erfolgen musste. Eine Basisliteratur zu dieser Berechnungsmethode für die rettungsdienstliche Fahrzeugvorhaltung existiert insofern nicht.

¹⁷⁷ Z. B. Bestand an Kraftfahrzeugen, die Zahl der Rettungsdienstmitarbeiter etc.

¹⁷⁸ Z. B. die Zahl der Besucher, die Notfalleinsätze etc.

¹⁷⁹ vgl. Eckey/Kosfeld/Dreger 2002, S. 185

¹⁸⁰ vgl. Stier 2001, S. 1 und Behrendt/ Runggaldier 2005, S. 143

¹⁸¹ vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 143

¹⁸² vgl. Eckey/Kosfeld/Dreger 2002, S. 185

telt. Vornehmlich sollen die Trendgeraden und periodischen Komponenten dargestellt werden, um die zufälligen Schwankungen aus der Zeitreihe herausfiltern zu können.¹⁸³

Generell sind Zeitreihen grafisch darzustellen (s. Abb. 2.2.2.2.-1.)



Abb. 2.2.2.2.-1: Beispiel - Mittleres stündliches Krankentransportaufkommen als Meldepegel, differenziert nach Tageskategorien; Quelle: Behrendt/Runggaldier 2005, S. 151

Nur anhand einer grafischen Darstellung sind vorhandene Strukturen im Datenmaterial erkennbar. Als Beispiel für eine typische Zeitreihe soll die Abb. 2.2.2.2.-1 dienen. Man kann erkennen, dass im Zeitverlauf an Werktagen beim Stundenintervall 9:00 bis 10:00 Uhr ein Maximum des Meldepegels in der Leitstelle entsteht und dann im weiteren Tagesverlauf relativ schnell "abflacht". An den Wochenenden und Feiertagen ist das Einsatzaufkommen zu Krankentransporten wesentlich geringer ausgeprägt.

Weiter kann eine Gliederung nach *univariaten* (Werte aus nur einer Variablen) und *multivariaten* (Werte aus mehr als einer Variablen) Zeitreihen erfolgen. Univariate Zeitreihen können originär unbearbeitete Werte beinhalten, bereits einen Aggregationswert aus Zeitabständen umfassen oder die Veränderung einer Variablen wiedergeben. Univariate Zeitreihen sind für die Betrachtung der Realzeitanalyse relevant, da das Einsatzaufkommen aggregiert in Minuten, Stunden, Schichten usw. ausgewertet werden kann. Je nach Aggregation der Daten kann ein mehr oder weniger deutliches Strukturmuster im zeitlichen Verlauf erkennbar sein. Deshalb ist es bei der Verwendung von Aggregationen nicht mehr unbedingt nötig nach dem Komponentenmodell vorzugehen, da praktisch die Aggregationsstufen so verändert werden können, dass Trends und periodische Zusammenhänge er-

¹⁸³

vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 143

kennbar werden.¹⁸⁴ Wie dies auf die Fahrzeugberechnung bzw. Kalkulation anwendbar ist, soll im Folgenden erläutert werden.

Grundsätzlich sind auch bei der Realzeitanalyse die Qualität der Eingangsgrößen und das Vorliegen bedarfsgerechter Rettungswachen für die Berechnung entscheidend. Dazu sind die dokumentierten Einsatzfahrten inklusive der Einsatzzeiten aus der Rettungsleitstelle zu erfassen und wie bei den Planungsgrundlagen beschrieben, auf Plausibilität zu prüfen und ggf. zu bereinigen. Anschließend kann eine Sortierung nach rettungsdienstlichen Notfalleinsätzen und Krankentransporteinsätzen erfolgen. Im Rahmen des Mehrzweck-Fahrzeugsystems muss eine Aufteilung aber nicht zwingend geschehen. Mittels der dokumentierten Einsatzzeiten können Rückschlüsse auf die "Belegzeit" von Rettungsmitteln geschlossen werden.

Bei der Realzeitanalyse spielt ebenfalls der genannte Duplizitätsfall eine Rolle. Das heißt, wie viele Rettungsmittel (RTW/KTW) sind zeitgleich im Einsatz, die ihren Einsatzort im selben Rettungswachenversorgungsbereich haben. Die Auswertung beruht dabei unter Zugrundelegung des Datums, der Uhrzeit und der Einsatzzeit (Ausrücken bis Freimeldung) auf tatsächlich beobachteten Kennwerten simultaner Einsatzfahrten. Simultane Einsatzfahrten (Duplizitätsfall) liegen immer dann vor, wenn eine weitere Einsatzanforderung anliegt, während noch $k = 0 \dots x$ Einsätze nicht abgeschlossen sind. Die Methode kann somit als eine Simulation des real beobachteten Einsatzgeschehens in seiner zeitlichen Folge verstanden werden. Es steht die zentrale Frage im Raum, wie viele Einsätze zeitgleich zu einem gegebenen Zeitpunkt bedient werden, während eine weitere Einsatzanforderung eingetroffen ist.¹⁸⁵

In welchem zeitlichen Abstand, also welche Aggregationsstufe gewählt wird, hängt vom gewünschten Präzisionsgrad der zu treffenden Aussage ab. Übliche Auswertungen der Einsatzlage erfolgen in 15-Minuten-, 30-Minuten-, 60-Minuten- oder Tagesschritten. Eine Aufgliederung in die Tageskategorien Montag bis Donnerstag, Freitag, Samstag und Sonntag/Feiertag ist aufgrund der periodischen Einflüsse anzuraten. Wichtig bleibt anzumerken, dass es sich hierbei um Einsatzfahrtdaten handeln muss, die aus einer möglichst aussagekräftigen Grundgesamtheit entstanden sind, z. B. aus einem Bemessungszeitraum von einem Jahr oder mehr, um u. a. auch saisonale und trendbehaftete Effekte berücksichtigen oder ausschließen zu können.¹⁸⁶ Inwieweit Einsätze Berücksichtigung finden sollen, bei

¹⁸⁴ vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 143 ff.

¹⁸⁵ vgl. Rau/Reinhardt/Kill 2003, S. 4

¹⁸⁶ vgl. Schimmelpfeng/Krüger/Zellmann 2010, S. 29

denen überdurchschnittlich viele Fahrzeuge zum Einsatz kamen (Ausreißer), z. B. MANV oder Katastrophenfall, bleibt zu diskutieren.

Resultat der Realzeitanalyse soll sein, dass anhand der ggf. bereinigten Einsatzfahrtdaten real gezählte Duplizitätsfälle (0 + x Einsatzfahrten zeitgleich in einem RWVB) in einem beobachteten Zeitintervall aufgezeigt und visuell dargestellt werden, um daraus Hinweise für eine optimale Fahrzeugvorhaltung zu erhalten (s. als Beispiel Abb. 2.2.2.2-2).

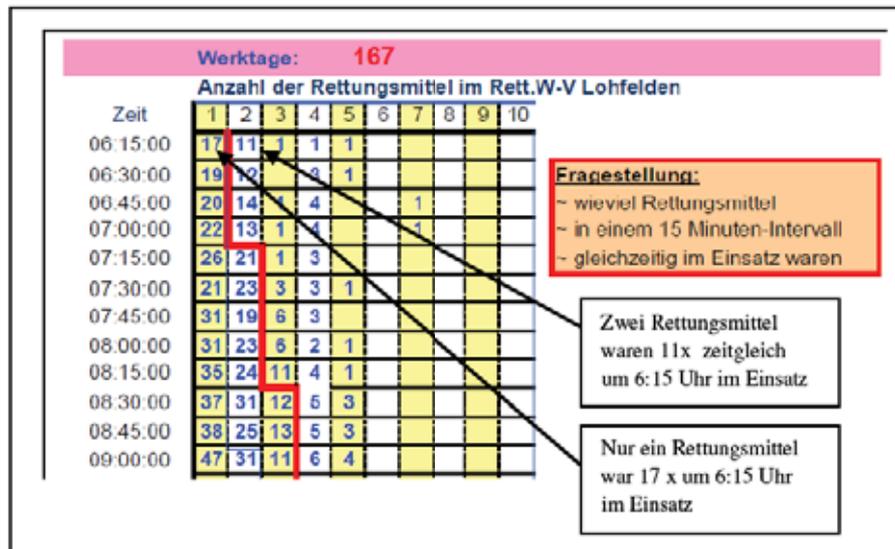


Abb. 2.2.2.2-2: **Beispiel** - tabellarische Ganglinie des retrospektiv ermittelten Einsatzfahrtaufkommens, differenziert nach Anzahl der sich im Einsatz befindenden Rettungsmittel über einen Zeitraum von 167 Werktagen hinweg; Quelle: in Anlehnung an: Berufsfeuerwehr Kassel 2010, S. 13

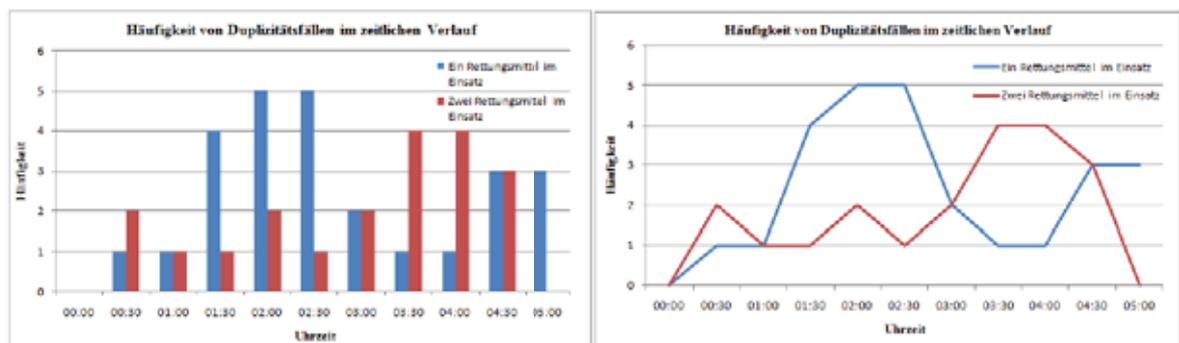


Abb. 2.2.2.2-3: **Beispiel** - Eintrittshäufigkeit von einer und zwei Einsatzfahrt(en) (Rettungsmitteln) in einem Rettungswachenversorgungsbereich X von 0:00 bis 05:00 Uhr in 30-Minuten-Schritten innerhalb eines Jahres; Quelle: eigene Darstellung

Die Analyse und Bewertung der Daten erfolgt regelmäßig mit Hilfe von Tabellen und sogenannten Ganglinien (s. Abb. 2.2.2.2-2 und 2.2.2.2-3). Schimmelpfeng *et al.* (2010) haben zudem gezeigt, dass auch Darstellungen in Form von Netzdiagrammen möglich

sind.¹⁸⁷ Häufig werden Ganglinien zu Bedarfsermittlungen oder zu Analyse Zwecken von Daten/Informationen herangezogen. So verwendet die Stromindustrie schon sehr lange Ganglinien, die die Stromlast abbilden, um die Nachfrage nach Strom über einen bestimmten Zeitraum hinweg exakt bestimmen zu können.¹⁸⁸ Auch die Verkehrsforschung verwendet Ganglinien für Verkehrszählungen, die an verschiedenen Orten über bestimmte Zeitintervalle hinweg durchgeführt werden. Ganglinien können den zeitlichen Verlauf des Einsatzaufkommens bzw. der Duplizitätsfälle über einen bestimmten Zeitraum wiedergeben.¹⁸⁹ Abb. 2.2.2.2-3 zeigt eine Ganglinie, aus der die Häufigkeit von einem und einem zweiten Rettungsmittel (ggf. Duplizitätsfall) über die Zeit hervorgeht.

In einem weiteren Schritt sind die absoluten in relative Daten umzurechnen, um den Anteil der gezählten Häufigkeiten, 0, 1, 2, 3 ... m der Einsatzfahrten/Duplizitätsfälle innerhalb des beobachteten Zeitintervalls gegenüber der Gesamthäufigkeit ausdrücken zu können. Folgende Formel kann dafür herangezogen werden:

$$p = \frac{(r_x + r_{x+1} + r_{x+2} \dots r_{x+n}) * 100}{d}$$

mit:

- p = relative Eintrittshäufigkeit/Anteil an Gesamthäufigkeit
 r = Summenhäufigkeit der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel im betrachteten Rettungswachenversorgungsbereich im festgelegten Zeitintervall (z. B. 15-Minuten-Intervall)
 d = Anzahl der Tage der jeweiligen Tageskategorien im betrachteten Zeitraum
 x = aktuell betrachtete Spalte, 1,2,3 ... m

Zeitpunkte mit einer hohen relativen Häufigkeit von Einsatzfahrten/Duplizitätsfällen sind ggf. die Begründung für die Stationierung weiterer Fahrzeuge. Geringe relative Häufigkeiten deuten mehr auf geringe zufällige Mehrbedarfe an Rettungsmitteln hin, die aber nicht für die Begründung ausreichen, um weitere Rettungsmittel zu stationieren (s. Abb. 2.2.2.2.-4). Ab welcher Höhe die relative Häufigkeit Beachtung finden muss, ist politisch und rechtlich zu erörtern. Berücksichtigung finden normalerweise Eintrittshäufigkeiten von > 10.¹⁹⁰ An dieser Stelle wird bewusst auf das Prozentzeichen verzichtet, da davon ausgegangen wird, dass die Erklärungen so aussagekräftiger sind.

¹⁸⁷ vgl. Schimmelpfeng/Krüger/Zellmann 2010, S. 26 ff.

¹⁸⁸ vgl. Grimm 2007, S. 19 ff.

¹⁸⁹ vgl. Arnold et. al. 2008, s. 37 ff.

¹⁹⁰ vgl. Berufsfeuerwehr Kassel 2010, S. 13

Für das in Abb. 2.2.2.2.-4 dargestellte Beispiel für einen Rettungswachenversorgungsbereich X am Freitag zwischen 07:00 und 15:00 Uhr kann folgende Lesehilfe gegeben werden: Die bedarfsnotwendige Rettungsmittelvorhaltung für den RWVB X kann anhand der Ganglinie (schwarze Linie) entlang der Spalten abgelesen werden. Die Ganglinie trennt prinzipiell die errechneten relativen Eintrittshäufigkeiten unter 10 von denen über 10 ab.¹⁹¹ Ausnahmen (Begradigungen) werden dort gemacht, wo eine Abtrennung aus wirtschaftlichen bzw. personellen Gesichtspunkten nach Meinung der Entscheidungsträger nicht zu empfehlen ist.¹⁹²

RWVB X													
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und <u>relative</u> Eintrittshäufigkeit												Anzahl 15-Minuten-Intervalle
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	
Viertelstundenintervall	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	65	22	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32
07:15 bis 07:30 Uhr	73	29	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	36
07:30 bis 07:45 Uhr	73	27	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	36
07:45 bis 08:00 Uhr	80	43	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	39
08:00 bis 08:15 Uhr	88	47	20	4	4	0	0	0	0	0	0	0	43
08:15 bis 08:30 Uhr	86	63	35	14	2	0	0	0	0	0	0	0	42
08:30 bis 08:45 Uhr	92	73	43	22	6	0	0	0	0	0	0	0	45
08:45 bis 09:00 Uhr	90	78	47	18	4	0	0	0	0	0	0	0	44
09:00 bis 09:15 Uhr	94	80	61	16	10	0	0	0	0	0	0	0	46
09:15 bis 09:30 Uhr	94	82	55	29	16	2	0	0	0	0	0	0	46
09:30 bis 09:45 Uhr	98	80	61	35	14	6	4	2	0	0	0	0	48
09:45 bis 10:00 Uhr	96	84	57	39	16	10	4	2	0	0	0	0	47
10:00 bis 10:15 Uhr	96	90	59	41	22	12	6	2	0	0	0	0	47
10:15 bis 10:30 Uhr	98	88	67	47	24	12	4	0	0	0	0	0	48
10:30 bis 10:45 Uhr	98	94	73	45	24	12	2	0	0	0	0	0	48
10:45 bis 11:00 Uhr	98	90	71	35	16	6	2	0	0	0	0	0	48
11:00 bis 11:15 Uhr	100	92	85	43	16	4	2	0	0	0	0	0	49
11:15 bis 11:30 Uhr	96	86	76	59	18	6	0	0	0	0	0	0	47
11:30 bis 11:45 Uhr	98	88	76	57	29	14	4	0	0	0	0	0	48
11:45 bis 12:00 Uhr	96	90	67	43	27	16	8	2	0	0	0	0	47
12:00 bis 12:15 Uhr	98	90	67	49	31	16	8	4	0	0	0	0	48
12:15 bis 12:30 Uhr	96	88	65	53	29	12	6	4	0	0	0	0	47
12:30 bis 12:45 Uhr	94	90	73	59	29	20	8	6	0	0	0	0	46
12:45 bis 13:00 Uhr	94	86	65	49	31	16	10	6	2	0	0	0	46
13:00 bis 13:15 Uhr	92	82	67	49	27	12	8	2	2	0	0	0	45
13:15 bis 13:30 Uhr	92	82	59	41	24	16	0	0	0	0	0	0	45
13:30 bis 13:45 Uhr	96	88	65	39	18	10	0	0	0	0	0	0	47
13:45 bis 14:00 Uhr	96	76	61	33	18	12	2	0	0	0	0	0	47
14:00 bis 14:15 Uhr	90	71	49	29	20	10	2	0	0	0	0	0	44
14:15 bis 14:30 Uhr	78	71	45	27	14	4	2	0	0	0	0	0	38
14:30 bis 14:45 Uhr	76	63	43	24	10	4	2	0	0	0	0	0	37
14:45 bis 15:00 Uhr	82	65	33	18	4	4	0	0	0	0	0	0	40

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Abb. 2.2.2.2.-4: **Beispiel** - relative Eintrittshäufigkeit von 1,2,3, ..., 12 Einsatzfahrten (Rettungsmittel) in einem Rettungswachenversorgungsbereich X für die Tageskategorie "Freitag" von 7:00 bis 15:00 Uhr in 15-Minuten-Schritten innerhalb eines Jahres; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Realdaten

¹⁹¹ vgl. Berufsfeuerwehr Kassel 2010, S. 13

¹⁹² vgl. u. a. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 14

Das Beispiel zeigt, dass u. a. von 07:00 bis 08:15 Uhr drei Rettungsmittel und ab 08:15 Uhr vier Rettungsmittel bedarfsgerecht vorzuhalten sind. Ab 09:45 Uhr erhöht sich die Rettungsmittelanzahl auf das Tagesmaximum mit sechs Rettungsmitteln. Ab 14:15 Uhr nimmt die notwendige Rettungsmittelvorhaltung schrittweise wieder ab. Die Anzahl der Intervalle pro 15 Minuten orientiert sich an der Häufigkeit der Tageskategorie im Betrachtungszeitraum (z . B. 49 Freitage über ein Jahr). Die Summe der Intervalle, in denen eine oder mehrere Einsatzfahrten gezählt wurden, ist im Beispiel der Spalte "Anzahl 15-Minuten-Intervalle" zu entnehmen. Da nicht in jedem Intervall über ein Jahr hinweg eine Einsatzfahrt gezählt wurde, kann hier die Anzahl auch unter 49 fallen. Je höher die Einsatzfrequenz zu bestimmten Tageszeiten ist, umso höher ist meistens auch die Anzahl der betrachteten 15-Minuten-Intervalle bis hin zum Maximum (hier: 49).

3. Kalkulation einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung auf Basis empirischer Daten

3.1. Methodisches Vorgehen

3.1.1. Vorbemerkungen und grundlegende Festlegungen

Für die empirische Untersuchung der Berechnungsmethoden und den anschließenden Methodenvergleich wurde ein Rettungsdienstbereich im Bundesland Hessen ausgewählt. Für die Datenerhebung wurde sich auf das Jahr 2009 (01.01. – 31.12. jeweils 0:00 Uhr) festgelegt.

Bevor das Untersuchungsgebiet näher vorgestellt und die zur Verfügung stehende Datenbasis erläutert wird, sind noch einige Vorbemerkungen und grundlegende Festlegungen für die nachstehenden Berechnungen der Vorhaltekapazitäten notwendig. Die für die Beantwortung der Fragestellung dieser Arbeit zu treffenden Festlegungen orientieren sich dabei unter anderem maßgeblich an den Ausführungen und Vorgaben, die im Rettungsdienstplan des Landes Hessen zur Sicherstellung einer einheitlichen Gesamtversorgung in den einzelnen Rettungsdienstbereichen des Landes gemacht werden.

Das Land Hessen hat gem. § 15 Abs. 1 des Hessischen Rettungsdienstgesetzes (HRDG) einen "Landes-Rettungsdienstplan" aufzustellen. Zweck der Rettungsdienstplanung auf Landesebene ist die Sicherstellung einer bedarfsgerechten und wirtschaftlichen Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes, indem den Trägern und den im Rettungsdienst Tätigen ein Handlungsrahmen gegeben wird.¹⁹³

Für die Planung der rettungsdienstlichen Infrastruktur ist die Betrachtung von Einwohnerstrukturen und Einwohnerdichten in Versorgungsbereichen des Rettungsdienstes von nicht geringer Bedeutung. Es wird davon ausgegangen, dass die Leistungen im Rettungsdienst zum einen von den landesgesetzlichen Vorgaben und zum anderen durch die räumlichen Siedlungsstrukturen/Einwohnerdichten bestimmt werden.¹⁹⁴ Je höher die Einwohnerdichte ist, umso höher ist in der Regel auch die Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes. *Schmiedel/Puhan/Siegner (1981)* haben in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass nicht nur die reinen Einwohnerdichten bzw. Einwohnerzahlen als Indikatoren für eine erhöhte Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes gelten dürfen, sondern auch nach Möglichkeit Pendler und kurzfristig große oder ständige Besucherströme (Sportveranstaltungen, Konzerte etc.) bei der Ermittlung des Fahrzeugbedarfs zu

¹⁹³ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 3

¹⁹⁴ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 14

berücksichtigen sind.¹⁹⁵ Im Rettungsdienstplan des Landes Hessen wird dazu ausgeführt, dass sich die Planung von Rettungswachenstandorten an den Einsatzschwerpunkten orientieren muss. Außerdem sind Verkehrssituationen zu den verschiedenen Tageszeiten in stark verdichteten Gebieten von > 100.000 Einwohnern und einer Einwohnerdichte von > 1.000 Einwohner/qkm in die Planungen mit einzubinden.

Zu Einwohner- und Siedlungsstrukturen in Deutschland veröffentlicht das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) regelmäßig aktuelle Daten mit den Entwicklungen der Städte, Kreise und Gemeinden. Das BBR führt dazu eine Klassifizierung in siedlungsstrukturelle Gebiets- bzw. Regionstypen durch. Anhand dieser Klassifizierung können Rettungsdienstversorgungsbereiche oder ganze Rettungsdienstbereiche nach ihren Einwohner- und Siedlungsstrukturen in Regionstyp 1: Agglomerationsräume (sehr hohe Einwohnerdichte), Regionstyp 2: verstärkte Räume (hohe Einwohnerdichte) oder Regionstyp 3: ländliche Räume (niedrige Einwohnerdichte) eingeteilt werden (s. Abb. 3.1.1.-1 im Anhang 2).¹⁹⁶ Hieraus lassen sich bereits erste Annahmen zur rettungsdienstlichen Planung und zum erwarteten Einsatzaufkommen ableiten. Zudem sind die Angaben des BBR für die bundesweite Leistungsanalyse des Rettungsdienstes wichtig.¹⁹⁷

Festlegungen für die Berechnung der Fahrzeugvorhaltung im Rahmen dieser Arbeit: Die Sicherstellung der Gesamtversorgung obliegt ausschließlich dem bodengebundenen Rettungsdienst. Die Durchführung von Notfallrettung und Krankentransport hat dabei grundsätzlich in organisatorischer Einheit stattzufinden.¹⁹⁸ Eine Trennung der organisatorischen Einheit ist lt. § 4 Abs. 1 HRDG nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig.¹⁹⁹ Zur Bedienung von Notfalleinsätzen und Krankentransporten ist das Mehrzweck-Fahrzeugsystem in Verbindung mit der "Nächstes-Fahrzeug-Strategie" als Dispositionsstrategie einzusetzen. Für Krankentransporte, die Fernfahrten sind, kann von diesem System abgewichen und ein KTW eingesetzt werden.²⁰⁰

Im Rahmen der Notfallrettung unterscheidet das Land abweichend von der Definition der beiden Einsatzklassen in Kapitel 2.1.2.1, in Notfalleinsätze mit und Notfalleinsätze ohne Sonderrechte. Die Unterscheidung wird mit der fehlenden "*gebotenen höchsten Eile*" (§ 35 Abs. 5a StVO) bei einigen Meldebildern, die gem. Einsatzformenkatalog bzw. Indikations-

¹⁹⁵ Schmiedel/Puhan/Siegener 1981, S. 35 ff.

¹⁹⁶ siehe www.bbr.bund.de (02.07.2011)

¹⁹⁷ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011

¹⁹⁸ siehe hierzu auch: Frankfurt hebt Trennung von Krankentransport und Rettungsdienst auf; in: <http://www.skverlag.de/s-k-verlag/aktuelles/meldung/newsartikel/frankfurt-hebt-trennung-von-krankentransport-und-rettungsdienst-auf.html> (01.07.2011)

¹⁹⁹ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 3

²⁰⁰ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 8

katalog nicht Krankentransporte sind, gerechtfertigt. Notfalleinsätze setzen demnach nicht zwangsläufig die Anfahrt mit Sonder- und Wegerecht voraus, wenn es nach Einschätzung des Mitarbeiters in der Rettungsleitstelle nicht zwingend geboten ist, "(...) *um Menschenleben zu retten oder schwere gesundheitliche Schäden abzuwenden*."²⁰¹ Für solche Einsatzfahrten sind eindeutige Stichwörter oder Dokumentationsmöglichkeiten (z. B. Angaben zur Art der Anfahrt) vorzusehen, um sie von den Notfallfahrten mit Sonderrechten zu unterscheiden. Gemäß Landesrettungsdienstplan sind zudem Einsatzstichwörter nachträglich nicht zu ändern. Sie gelten als verbindlich, sobald sie einmal zu Beginn des Einsatzes durch die Mitarbeiter der Rettungsleitstelle vergeben wurden ("Erststichwort").²⁰²

Die Ermittlung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung hat nach Vorgaben des Rettungsdienstplans Hessen für die Tageskategorien "Montag bis Donnerstag", "Freitag", "Samstag" und "Sonn-/Wochenfeiertag" zu erfolgen. Für Rettungsmittel zur Bedienung des Notfallaufkommens mit Sonderrechten ist die risikoabhängige Berechnungsmethode nach *Poisson* oder die **Realzeitanalyse** anzuwenden.²⁰³ "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und Krankentransporte werden **frequenzabhängig** berechnet. Bei der frequenzabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung wird ein Übertrag von maximal 10 % des realen mittleren Einsatzzeitbedarfs bei Krankentransporten in die Folgestunde toleriert (Wartezeit). Bei "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" wird keinerlei Übertrag geduldet. Weiter ist darauf zu achten, dass eine Gesamtfahrzeugauslastung bei der frequenzabhängigen Berechnung der Rettungsmittel pro Tageskategorie 75 % nicht überschreitet. Eine Reserve von ca. 25 % pro Tag wird zwingend für die Durchführung von Pflichtaufgaben wie den Tagescheck der Medizinprodukte und/oder die Einsatzdokumentation etc. benötigt.²⁰⁴

Es ist weiter zu prüfen, inwieweit die "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und die Krankentransporte dem risikoabhängig zu berechnenden Notfallaufkommen zugerechnet werden können, ohne das vorgegebene Sicherheitsniveau zu unterschreiten (Optimierungsstufe).²⁰⁵

Im Rettungsdienstplan des Landes Hessen wird als Sicherheitsniveau eine Wiederkehrzeit des Risikofalls von 15 Schichten im Rahmen einer 12-Stunden-Schicht (Zeitintervalllänge) als angemessen angesehen. Dabei ist die Fahrzeugvorhaltung so zu berechnen, dass im

²⁰¹ § 35 Abs 5a StVO

²⁰² vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 6

²⁰³ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 13

²⁰⁴ Die Festsetzung auf 75 % erfolgt auf Grundlage von Erfahrungen namhafter Gutachter für den Rettungsdienst. Zur Dokumentationspflicht vgl. u. a. § 1 DVO-RDG Schleswig Holstein und vgl. Fehn 2008, S. 169 ff.; zur Pflicht des MPG-Tageschecks vgl. § 2 Abs. 5 MPBetreibV und vgl. Johannsen 2010, S. 149

²⁰⁵ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 12

Jahresdurchschnitt über alle Schichten der Rettungswache rechnerisch weniger als 48,7 Risikofälle²⁰⁶ zu erwarten sind.²⁰⁷ Für die Realzeitanalyse ist eine relative Eintrittshäufigkeit von mindestens '10' vorzusehen, bevor eine weitere Rettungsmittelstationierung gerechtfertigt werden kann.

Für das weitere Vorgehen werden anhand der Ausführungen im Rettungsdienstplan des Landes Hessen folgende Festlegungen für diese Arbeit getroffen:

- A. Der im folgenden Kapitel vorgestellte Rettungsdienstbereich ist hinsichtlich der räumlichen Abgrenzungen seiner Rettungswachenversorgungsbereiche als bedarfsgerecht anzusehen. Damit erfüllt der Rettungsdienstbereich die gesetzlichen Planungsvorgaben für den Rettungsdienst.²⁰⁸
- B. Die Einsatzfahrtdaten aus der Dokumentation der Rettungsleitstelle werden nach Notfalleinsatz *mit* und Notfalleinsatz *ohne* Sonderrechte(n) sowie nach Krankentransporten ausgewertet. Die Berücksichtigung der Einsatzklassen erfolgt nach den Vorgaben des Landes Hessen. Für die spätere Berechnung und die vergleichende Darstellung wird bei beiden Berechnungsmethoden von ein und derselben Datenbasis ausgegangen. Wie sinnvoll das in der Praxis ist, wird zu diskutieren sein.
- C. Einsatzfahrten mit Sonder- und Wegerecht gem. §§ 35, 38 StVO sind immer als Notfalleinsätze zu klassifizieren. Nachträgliche Änderungen des Einsatzstichworts sind nach Rettungsdienstplan des Landes Hessen nicht zulässig. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Einsatzstichwörtern deshalb immer um das "Erststichwort" handelt.²⁰⁹
- D. Die Bemessungsintervalle für die risikoabhängige Berechnung nach *Poisson* werden für ein angenommenes 3-Schicht-System folgendermaßen festgelegt: 1. Schicht: 7:00 - 15:00 Uhr; 2. Schicht: 15:00-23:00 Uhr und 3. Schicht: 23:00-7:00 Uhr für die Tageskategorien "Montag bis Donnerstag" (204x), "Freitag" (49x), "Samstag" (50x) und "Sonntag/Feiertag" (52x).

Für die Realzeitanalyse ist für die genannten Tageskategorien jeweils in 15-Minuten-Intervallen die maximale zeitgleiche Belegung von Rettungsmitteln (Einsatzfahrten) über einen repräsentativen Zeitraum (z. B. 1 Jahr) hinweg zu bestimmen.

²⁰⁶ Rechenweg = 365 Tage * 2 Schichten (à 12 Std.) / max. alle 15 Schichten ein Risikofall = 48,7 mögliche Risikofälle.

²⁰⁷ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 14

²⁰⁸ siehe dazu Schmiede/Berhrendt/Betzler 2004, S. 45 ff. u. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 10

²⁰⁹ Nachträgliche Änderungen verfälschen die Berechnungen und geben nicht das reale Bild zum Zeitpunkt der Alarmierung des Rettungsmittels wieder.

- E.** Das Sicherheitsniveau für die risikoabhängige Berechnung nach *Poisson* wird **abweichend** zum Rettungsdienstplan des Landes Hessen auf 10 Schichten in ländlichen und auf 5 Schichten in städtischen Rettungswachenversorgungsbereichen (> 100.000 Einwohner und bei Vorhaltung von mehr als einem Rettungsmittel) im 3-Schicht-System festgelegt. Die Fahrzeugvorhaltung wird dabei so berechnet, dass nicht mehr als 109,5 Risikofälle im Jahresdurchschnitt über alle Schichten der Rettungswache zu erwarten sind. Damit folgt diese Arbeit dem aktuellen Stand der Technik und Wissenschaft.²¹⁰ Würde man die durch den Rettungsdienstplan Hessen vorgegebenen maximal erlaubten 48,7 Risikofälle auf eine Schichtdauer von 8 Stunden (3-Schicht-System) normieren, so müsste man mindestens ein Sicherheitsniveau von 22,5 Schichten umsetzen.²¹¹ Das würde zu einer unverhältnismäßig hohen Rettungsmittelvorhaltung führen und dem Wirtschaftlichkeitsgebot widersprechen.
- F.** Bei der Realzeitanalyse wird eine relative Eintrittshäufigkeit von '10' als Indikator für eine weitere Rettungsmittelstationierung angenommen.
- G.** Die mittleren Einsatzzeiten werden anhand der auswertbaren FMS-Statusmeldungen²¹² aus den Leitstelledaten für alle Stundenintervalle (z. B. 8:00 – 9:00 Uhr, 9:00 – 10:00 Uhr) berechnet und ausgewertet (arithmetisches Mittel). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass im Datenbestand enthaltene Negativzeiten (z. B. Ausrückzeit vor Alarmierungszeit) im selben Umfang enthalten sein können wie Positivzeiten. Negativzeiten sind aufgrund ihrer unplausiblen Erscheinungsform besser zu erkennen und zu filtern.
- H.** Die Gesamtfahrzeugauslastung der Rettungsmittel für die Bedienung von Krankentransporten und "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" darf insgesamt im Mittel die 75 % aus oben genannten Gründen nicht wesentlich überschreiten.
- I.** Es werden keine differenzierenden Ausführungen zu Notfalleinsätzen in Krankenhäusern der Maximalversorgung²¹³ und allen anderen Notfalleinsätzen unternommen.²¹⁴ Für die weitere Arbeit wird deshalb der rettungsdienstliche Notfalleinsatz in Krankenhäusern der Maximalversorgung ohne weitergehende Prüfung dem bemessungsrelevanten Notfallaufkommen zugeordnet.

²¹⁰ siehe dazu Schmiedel/Berhrendt/Betzler 2004, S. 71

²¹¹ Rechenweg = 365 Tage * 3 Schichten (à 8 Std.) / 48,7 mögliche Risikofälle = mindestens 22,5 Schichten Wiederkehrzeit des Risikofalls (Sicherheitsniveau).

²¹² vgl. zum Funkmeldesystem Kapitel 4.1.3.

²¹³ Zur Einteilung der Krankenhäuser in die Versorgungstufen I = Regelversorgung; II = Schwerpunktversorgung; III = Maximalversorgung, siehe "Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie"; in: <http://www.dgu-online.de/de/unfallchirurgie/strukturpapier/anhang1.jsp> (31.07.2011).

²¹⁴ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 26 f.

In den folgenden Kapiteln werden das Untersuchungsgebiet, die Datenbasis und dessen Qualität und Plausibilität für die Berechnungen vorgestellt bzw. erläutert. Innerhalb des Kapitels 3.1.3.2. werden zwei Rettungswachensversorgungsbereiche des betrachteten Rettungsdienstbereichs ausgewählt, die für die vergleichende Berechnung herangezogen werden und dafür besonders geeignet sind. Um den Berechnungsaufwand und die Fehleranfälligkeit überschaubar zu halten und die Einflussfaktoren, die pro Versorgungsbereich unterschiedlich stark Einfluss nehmen, zu minimieren, wird für die Anwendung der Berechnungsmethoden nur eine Tageskategorie herangezogen und analysiert.

3.1.2. Das Untersuchungsgebiet

Der ausgewählte Rettungsdienstbereich umfasst insgesamt den Rettungsdienst eines Landkreises und einer kreisfreien Stadt. Die Einsätze werden durch eine gemeinsame Integrierte Leitstelle für Brandschutz, Katastrophenschutz und Rettungsdienst gem. § 6 HRDG disponiert, alarmiert und unterstützt.

Die Planung und Organisation des Rettungsdienstes wird durch eine gemeinsame Abteilung von Landkreis und kreisfreier Stadt sichergestellt. Um Synergieeffekte zu erzielen, wurde die Trägerschaft des Landkreises per öffentlich rechtlicher Vereinbarung an die kreisfreie Stadt übertragen. Mit dem Zusammenschluss zu einem Rettungsdienstbereich wird den Forderungen des § 5 Abs. 3 HRDG Rechnung getragen.²¹⁵

Das Einzugsgebiet des Landkreises setzt sich aus 11 Städten und 18 Gemeinden zusammen. Mit einer Bevölkerung von rund 238.000 Einwohnern und einer Fläche von ca. 1.293 qkm ergibt sich rechnerisch eine mittlere Bevölkerungsdichte von etwa 184 Einwohnern pro qkm im Kreisgebiet.²¹⁶ Die Einwohnerdichte innerhalb des Kreises ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Besonders der westliche Kreisteil ist mit überwiegend 50 bis 150 Einwohnern/qkm gegenüber den Städten und Gemeinden in unmittelbarer Nähe zur kreisfreien Stadt mit 150 bis 1.000 Einwohner/qkm als dünn besiedelt anzusehen (s. Abb. 3.1.2.-1).²¹⁷ Gemäß der Klassifizierung des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) ist der Landkreis als verdichteter Kreis in einem verstädterten Raum mittlerer Dichte mit großen Oberzentren einzustufen.²¹⁸

²¹⁵ Wenn fachlich und wirtschaftlich geboten, sollen sich mehrere Rettungsdienstbereiche ganz oder teilweise zusammenschließen; vgl. § 5 Abs. 3 HRDG

²¹⁶ Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt 2010; Stand: 30. Juni 2010

²¹⁷ Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt 2010; Stand: 30. Juni 2010

²¹⁸ vgl. BBR 2004 und www.bbsr.bund.de (18.06.2011)

Die kreisfreie Stadt, gelegen im südöstlichen Teil des Rettungsdienstbereichs, wird durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) als Kernstadt im verstärkerten Raum mittlerer Dichte mit großen Oberzentren klassifiziert. Die Bevölkerung der Kernstadt ist mit Stand vom 30.06.2010 mit ca. 194.000 Einwohnern auf 107 qkm angegeben. Das entspricht einer Bevölkerungsdichte von etwa 1.820 Einwohnern je qkm.²¹⁹ Einen Überblick über die Bevölkerungsdichten der Gemeinden und Städte im gesamten Rettungsdienstbereich gibt Abb. 3.1.2.-1.

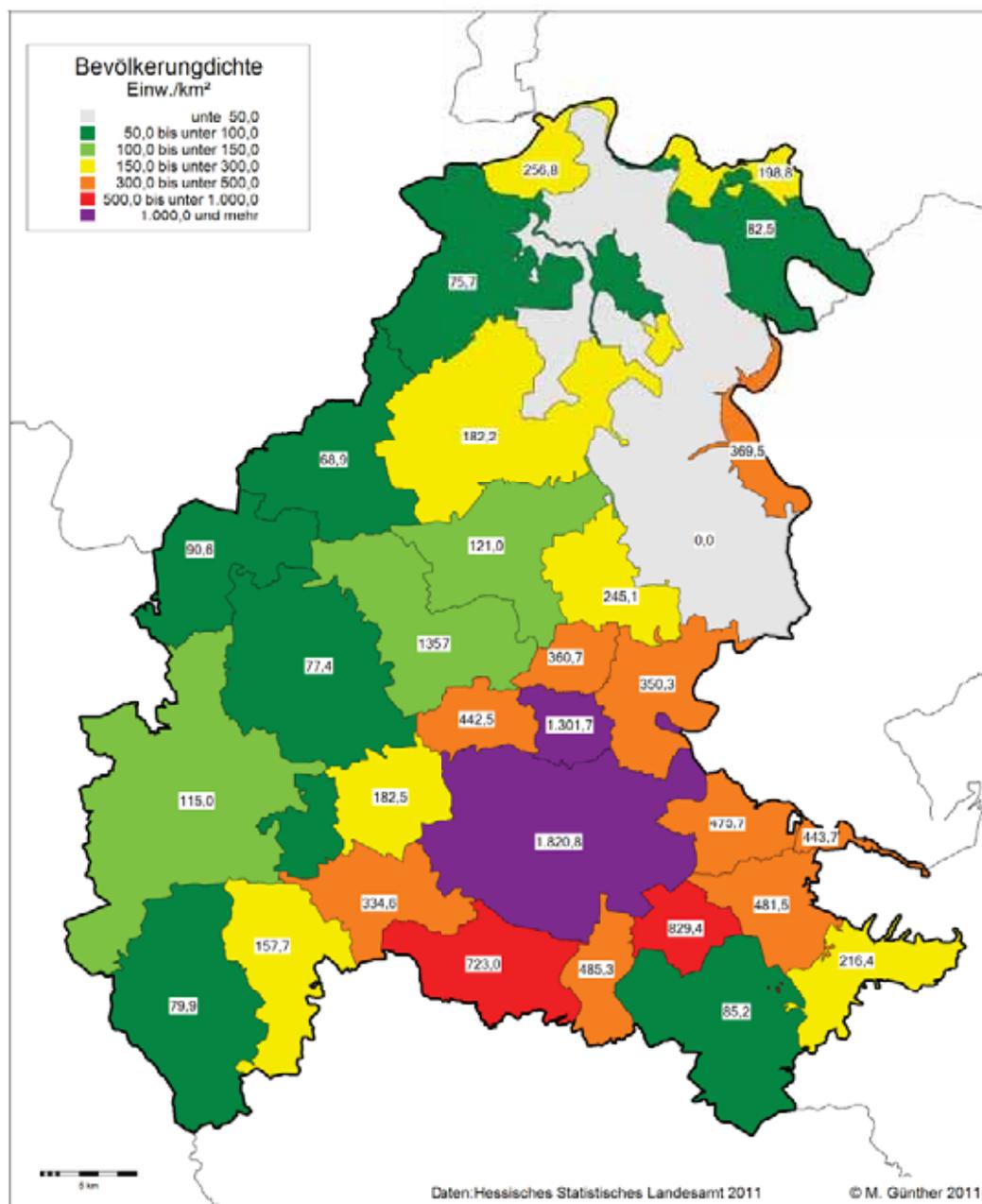


Abb. 3.1.2.-1: Untersuchungsgebiet - Bevölkerungsdichte der Städte und Gemeinden zum 30.06.2010; Quelle: eigene Darstellung mit *Regio-Graph*

Der Einsatzschwerpunkt des Rettungsdienstbereichs wird sich aufgrund der hohen Einwohnerdichten vermutlich in der Kernstadt selbst und im direkten Umfeld befinden. Dies spiegelt sich auch in der Vorhaltung von Rettungsmitteln innerhalb der Kernstadt wieder. Die Vorhaltung ist gegenüber den Rettungswachen im Landkreis (bis zu 3 Fahrzeuge pro Wache je nach Tageszeit) wesentlich zentrierter und um ein Vielfaches höher (bis zu neun Fahrzeuge pro Wache je nach Tageszeit). Insgesamt wurden im Jahr 2009 die in Tab. 3.1.2.-1 aufgeführten Einsatzfahrten gezählt. Die Nachfrage nach Leistungen der Notfallrettung ist mit einem Anteil von 58,8 % an der Gesamtnachfrage wesentlich ausgeprägter als die nach Krankentransporten (41,2 %).

Tab. 3.1.2.-1: Anzahl der Einsatzfahrten geteilt nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten; Quelle: eigene Auswertung

Einsatzart	Häufigkeit	Prozent
Notfalleinsatz mit Sonderrechten	24.143	37,9 %
Notfalleinsatz ohne Sonderrechte	13.293	20,9 %
Krankentransport (nah und fern)	26.299	41,2 %
Gesamt	63.735	100 %

Um eine flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes gewährleisten zu können, wurde der Rettungsdienstbereich in mehrere Rettungswachenversorgungsbereiche (RWVB) unterteilt.²²⁰

Der Landkreis wird in neun²²¹ Versorgungsbereiche aufgeteilt (s. Abb. 3.1.2.-2). Teilweise werden Orte und Gemeinden im westlichen, östlichen und südöstlichen Kreis durch Rettungswachen benachbarter Rettungsdienstbereiche primär mitversorgt (grüne Bereiche). Zwei Orte werden durch zwei Rettungswachen des Rettungsdienstbereichs primär versorgt (roter Bereich).

Die Kernstadt wird in dieser Arbeit als ein Versorgungsbereich angesehen. Für die Abdeckung der Stadt werden fünf²²² Rettungswachen dezentral im Stadtgebiet betrieben. Darüber hinaus werden Teile der Kernstadt durch Rettungswachen des Landkreises mit ver-

²²⁰ In 2010 wurden die Versorgungsbereiche einer erheblichen Überarbeitung unterzogen. Grund war u. a. die Indienststellung drei weiterer Rettungswachen östlich und nördlich der Kernstadt zum Jahresende. Für die Auswertung der vorliegenden Einsatzfahrtdaten aus dem Jahr 2009 findet diese Veränderung aber keine Anwendung. Die Abgrenzung der Rettungswachenversorgungsbereiche erfolgt auf Grundlage der Festlegungen der Zuständigkeitsgebiete, die vor der Überarbeitung galten (2005 - 2010).

²²¹ Seit 10/2010 sind es 11 Versorgungsbereiche

²²² Seit 10/2010 sind es 6 Rettungswachen

sorgt. Dies ist im Südwesten und im Südosten der Stadt der Fall. Ebenfalls werden Teile des Landkreises nördlich und nordöstlich der Kernstadt durch Rettungswachen der Stadt mit versorgt.

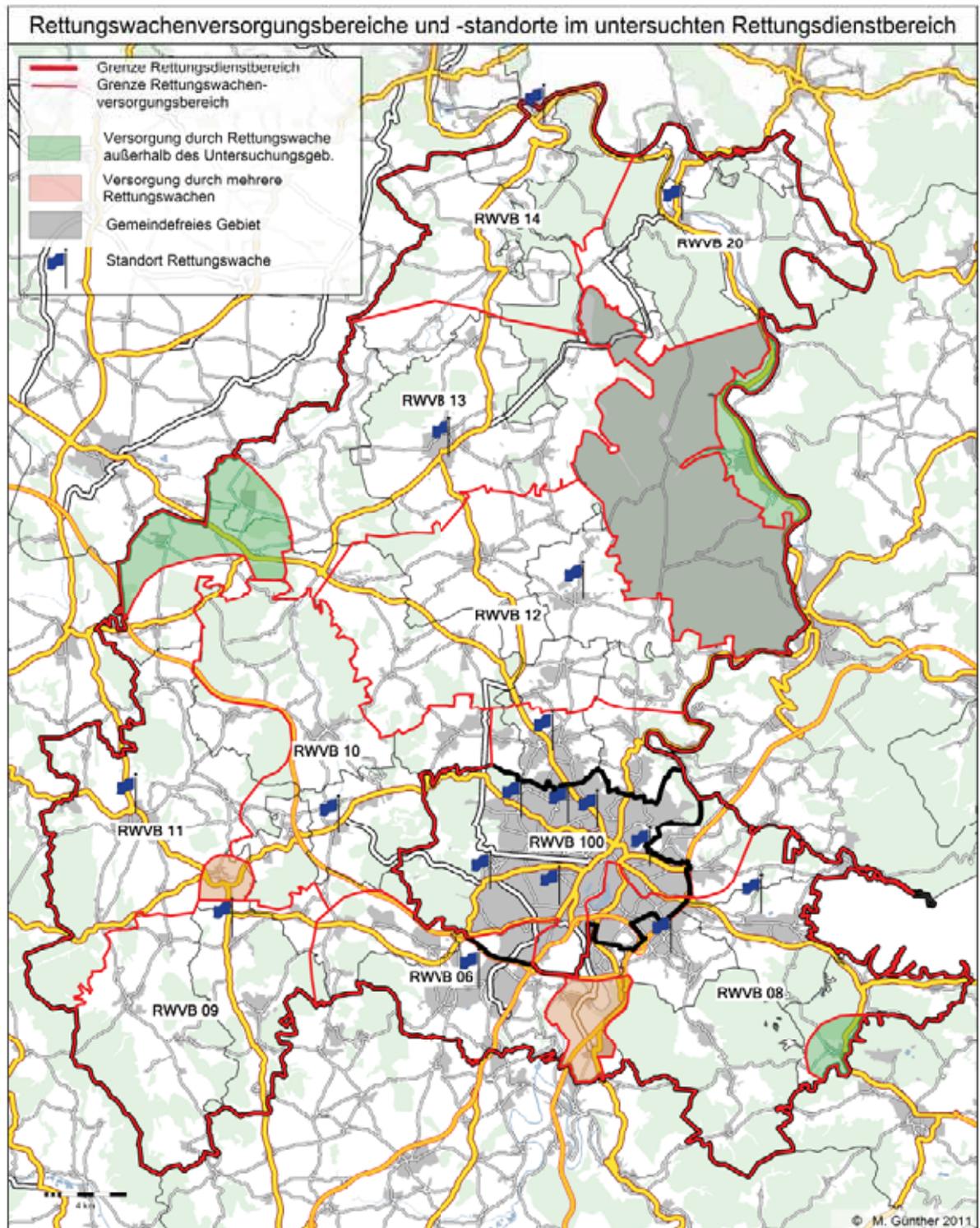


Abb. 3.1.2.-2: Abgrenzung der Rettungswachenversorgungsbereiche mit Angabe der Rettungswachenstandorte; Quelle: eigene Darstellung mit *Regio-Graph*

Um die Rettungswachenversorgungsbereiche räumlich gegeneinander abgrenzen zu können, wurde der gesamte Rettungsdienstbereich in sog. Einsatzzonen (ESZ) unterteilt. Mit den Einsatzzonen können Zuständigkeitsgebiete/-zonen für die Versorgungsbereiche gebildet werden. Jede Einsatzzone repräsentiert einen Ort und/oder ein Gebiet im Rettungsdienstbereich. Somit ist der gesamte Rettungsdienstbereich eindeutig nach Zuständigkeitsgebieten gegliedert. Die genauen Abgrenzungen der Versorgungsbereiche, wie sie in der Zeit von 2005 bis 2010 galten, sind in Abb. 3.1.2.-2 dargestellt.

Die oben beschriebene Gesamtnachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes, geteilt nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten, verteilt sich auf die Rettungswachenversorgungsbereiche (RWVB) wie folgt (s. Tab. 3.1.2.-2). Die vergebenen "RWVB-Nummern" entsprechen dabei denen, die auch in Abb. 3.1.2.-2 Verwendung gefunden haben.

Tab. 3.1.2.-2: Anzahl der Einsatzfahrten geteilt nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten verteilt auf die Versorgungsbereiche des Rettungsdienstbereichs; Quelle: eigene Auswertung

RWVB	Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte (nah und fern)	Gesamt
100	14.251	8.018	15.965	38.233
6	1.766	1.107	1.408	4.281
8	2.947	1.576	1.651	6.174
9	689	338	812	1.839
10	690	369	436	1.495
11	805	417	1.981	3.203
12	1.204	549	1.436	3.189
13	1.138	515	1.307	2.960
14	296	217	973	1.486
20	357	187	331	875
Gesamt	24.143	13.293	26.299	63.735

Es ist anhand der Verteilung zu erkennen, dass ein Einsatzschwerpunkt im städtischen Bereich der Kernstadt (RWVB 100) besteht. Im direkten Umfeld um die Stadt ist ebenfalls ein erhöhtes Einsatzaufkommen zu beobachten (RWVB 6 und 8). Die Versorgungsbereiche, die für die Abdeckung der größeren Städte im Landkreis (> 10.000 Einwohner) zuständig sind oder ein Krankenhaus/Reha-Zentrum in unmittelbarer Nähe haben, weisen ebenfalls ein erhöhtes Einsatzaufkommen auf (RWVB 11, 12 und 13). Siehe hierzu auch

Abb. 3.1.2.-3 im Anhang. Die Abb. 3.1.2.-3 zeigt die Einsatzverteilung im gesamten Rettungsdienstbereich (graue Punkte) im Jahr 2009. Jeder graue Punkt entspricht dabei einem Einsatzort.²²³

3.1.3. Datenbasis

Der durch die Integrierte Leitstelle des Untersuchungsgebiets gelieferte Rohdatenbestand (Zeitraum 01.01.2009 bis 31.12.2009) enthält insgesamt **69.411 Datensätze**, ohne Berücksichtigung der Feuerwehreinsätze, bei denen keine Beteiligung des Rettungsdienstes zu verzeichnen war. Auf Basis des Rohdatenbestandes erfolgt die Datenbereinigung, um für die Bedarfsermittlung die berechnungsrelevante Grundgesamtheit des bodengebundenen Rettungsdienstes zu erhalten.²²⁴ Die Bewertung der Datenqualität im Anschluss der Bereinigung gibt Aufschluss darüber, ob eine tiefere Plausibilitätsprüfung notwendig wird oder nicht. Für die Auswertung, Bereinigung und Prüfung der Daten wurde die Statistiksoftware *SPSS Version 8* und die gängige Microsoft Office Software, insbesondere *Excel 2007*, verwendet.

Für die Prüfung und Bereinigung der Datensätze sind besonders die vollständigen Angaben über die zeitlichen Strukturen der Einsatzfahrten und die Angabe von Einsatzzonen bzw. Einsatzorten wichtig. Abb. 3.1.3.-1 zeigt einige Beispieldatensätze, wie sie aus der Leitstellensoftware entnommen wurden. Jede Zeile stellt einen Datensatz über eine Einsatzfahrt dar.

CDTS	TYCOD	AI_DTS	AU_DTS	AN_DTS	ZT_DTS	AT_DTS	FU_DTS	ESZ
20090101001522WS	BG	20090101001543WS	20090101001718WS	20090101002445WS			20090101002917WS	1011
20090101002409WS	RMFD	20090101002512WS	20090101002559WS	20090101002929WS			20090101003449WS	1111
20090101002054WS	BG	20090101002143WS	20090101003850WS	20090101003949WS				1101
20090101000355WS	RSU	20090101000427WS	20090101000523WS	20090101001037WS	20090101002008WS	20090101002138WS	20090101004204WS	1042
20090101003846WS	RSU	20090101003922WS	20090101004057WS	20090101004949WS	20090101005014WS	20090101010946WS	20090101012011WS	129
20090101002631WS	RSU	20090101002655WS	20090101002802WS	20090101003144WS	20090101004159WS	20090101005532WS	20090101012355WS	3
20090101004350WS	RMED	20090101004257WS	20090101004405WS	20090101005328WS	20090101010014WS	20090101011256WS	20090101013132WS	14

Abb. 3.1.3.-1: Beispieldatensätze von Einsatzfahrten des Rettungsdienstes im betrachteten Rettungsdienstbereich; Quelle: Untersuchungsgebiet

In den Spalten können die zugehörigen Teilzeiten (JJJ.MM.TT.hh.mm.ss.Winter- oder Sommerzeit) und die Einsatzzone/Einsatzort der Einsatzfahrt abgelesen werden.

²²³ Die Darstellung ist auf Basis der mit den Einsatzfahrtdaten mitgelieferten Geo-Koordinaten entstanden.

²²⁴ Die vorgenommene Datenbereinigung ist nicht mit der letztmalig real durchgeführten Bereinigung durch den Träger des Rettungsdienstbereichs zu verwechseln. Es ist nicht davon auszugehen, dass der Rohdatenbestand, auf den sich diese Arbeit bezieht, der gleiche wie der damalige ist.

Im Rettungsdienst wird die Dokumentation der Teilzeiten eines Einsatzes mittels sog. Zeitstempel realisiert. Die Dokumentation erfolgt heute überwiegend rechnergestützt über das sog. Funkmeldesystem (FMS). Hintergrund der Dokumentation ist die Notwendigkeit, dass die Rettungsleitstelle laufend über den derzeitigen einsatztaktischen Wert eines Fahrzeuges (Status) und seinen Standort informiert sein muss. Das Funkmeldesystem bietet die Möglichkeit, durch digitale Signale im Funkverkehr den einsatztaktischen Wert eines Rettungsmittels nonverbal an die Leitstelle zu übermitteln und dem Einsatzleitsystem²²⁵ direkt zur Verfügung zu stellen. Dabei erfolgt die Weitergabe des Status eines Fahrzeugs (0-9) an die Rettungsleitstelle über Tastendruck am fahrzeugeigenen Funkgerät (numerisches Tastenfeld).²²⁶ Jede Nummer hat eine Bedeutung und gibt einen einsatztaktischen Wert an die Leitstelle weiter.²²⁷

Im vorliegenden Beispieldatensatz ist CDTS der Aufnahmezeitpunkt eines Einsatzes durch den Mitarbeiter in der Rettungsleitstelle, AL_DTS der Alarmierungszeitpunkt eines Rettungsmittels, AU_DTS der Ausrückzeitpunkt des Rettungsmittels (Status 3), AN_DTS die Ankunftszeit am Einsatzort (Status 4), ZT_DTS der Transportbeginn zum Transportziel (Status 7), AT_DTS die Ankunftszeit am Transportziel (Status 8), FU_DTS der Zeitpunkt, ab dem das Rettungsmittel wieder einsatzbereit war (Status 1). Rötlich markierte Felder geben an, dass hier Zeitstempel fehlen. In der folgenden Datenbereinigung ist zu klären, ob diese Datensätze verwertbar sind oder verworfen werden müssen.

Die im Beispiel mit ESZ bezeichnete Spalte gibt die Einsatzzone der jeweiligen Einsatzfahrt bzw. des Datensatzes an.

Die Spalte TYCOD gibt das Einsatzstichwort wieder. In der Regel gilt die Angabe, ob ein Einsatz mit oder ohne Sonder- und Wegerecht angefahren wurde, als Indikator für die Dringlichkeit der Einsatzfahrt (Notfalleinsatz oder Krankentransport). Da die vorliegende Datenbasis diese Angabe aus Gründen einer fehlenden Auslesemöglichkeit nicht enthält, wird in dieser Arbeit das Einsatzstichwort als Indikator herangezogen.

²²⁵ "Ein Einsatzleitsystem unterstützt die Einsatzbearbeitung in verschiedenen Bereichen (...)"; Scheuschner 2010, S. 239

²²⁶ vgl. Melioumis/Wilhelm 1999, S. 244 ff

²²⁷ 0 = Notruf; 1 = einsatzbereit über Funk; 2 = einsatzbereit auf Wache; 3 = Einsatzauftrag übernommen; 4 = am Einsatzort eingetroffen; 5 = Sprechwunsch zur Leitstelle; 6 = nicht einsatzbereit; 7 = auf dem Weg zum Transportziel; 8 = am Transportziel angekommen; 9 = Handquittung; vgl. Melioumis/Wilhelm 1999, S. 247

3.1.3.1. Datenbereinigung

Ausgehend vom Rohdatenbestand wurden folgende Bereinigungs-schritte vorgenommen und dokumentiert:²²⁸

(1) Ausschluss von doppelt vorhandenen Datensätzen (Dubletten):

Doppelte Datensätze liegen immer dann vor, wenn sich zwei oder mehrere Datensätze in ihrer zeitlichen Struktur²²⁹ vollständig überschneiden und Rettungsmitteln zugeordnet wurden, die denselben Funkrufnamen aufweisen. Um die Anzahl der Einsatzfahrten nicht künstlich durch solche Dubletten zu erhöhen, wurden aus dem Datenbestand **849** Datensätze mittels Vergleich der Zeitdokumentationen und der dokumentierten Funkrufnamen ausgeschlossen (s. Tab. 3.1.3.1.-1). Für die weitere Bereinigung verbleiben somit 68.562 Datensätze.

Tab. 3.1.3.1.-1: Ausschluss doppelt vorhandener Datensätze; Quelle: eigene

	ausgeschlossene Datensätze	Anzahl der Datensätze	verbleibender Datenbestand
Ausschluss	doppelt vorhandene Datensätze	849	68.562

(2) Ausschluss von Datensätzen mit Rettungsmitteln, die nicht Regelrettung²³⁰ sind:

Ein wesentlicher Bestandteil der Datenbereinigung ist die Identifizierung von Rettungsmitteln, die nicht Gegenstand des regelhaften Rettungsdienstes im jeweiligen Rettungsdienstbereich sind. Es dürfen nur Rettungsmittel für die Berechnung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung herangezogen werden, die zur Bedienung von Einsätzen der Notfallrettung oder des Krankentransports dienen. Als Indikator für diese Rettungsmittel werden die in der Leitstelle dokumentierten Funkrufnamen²³¹ im Datenbestand herangezogen. Anhand des Funkrufnamens können gemäß Funkrufnamen-katalog des Landes Hessen²³² Rettungsmitteltypen, Sonderfahrzeuge und Fremdfahrzeuge bestimmt werden.

²²⁸ Auszüge aus der Auswertung mit SPSS 8 sind auf der beiliegenden CD enthalten!

²²⁹ Zeitpunkt der Einsatzaufnahme, Alarmierungszeitpunkt und Status 3 bis Status 1 der Rettungsmittel
²³⁰ Rettungsmittel, die nicht für die standardmäßige Bedienung der Nachfrage vorgehalten werden oder Sonderrettungsmittel

²³¹ z.B. '86-83' oder '97-85'

²³² siehe Funkrufnamen-katalog - Rufnamenstruktur der "nichtpolizeilichen BOS" im Land Hessen, gültig bis 31.12.2010; in:

http://www.hessen.de/irj/HMdi_Internet?cid=2aaa3a697646855c881343ea9a47dbec (28.06.2011)

Alle Fahrzeuge mit der Endung '83', '84', '85' oder '86' werden als RTW (KKW Typ C) gezählt. Fahrzeuge mit der Endung '91', '92' oder '93' sind als KTW (KKW Typ A oder B) und Fahrzeuge mit der Endung '81' als NAW eingestuft. Alle dokumentierten Fahrzeuge aus benachbarten Rettungsdienstbereichen haben Eigennamen bekommen und wurden manuell hinzugefügt. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Funkrufnamensystematik seit dem 01.02.2011 hessenweit grundlegend geändert wurde.²³³ Aufgrund des Betrachtungszeitraums 2009 wird sich in der gesamten Auswertung auf die alte Systematik bezogen.

In der weiteren Betrachtung wurden **1.675** Datensätze ausgeschlossen, da ihnen u. a. als Rettungsmittel Einheiten des Katastrophenschutzes, Schnell-Einsatz-Gruppen (SEG), "First Responder", "Helfer vor Ort", Leitende Notärzte (LNA), Organisatorische Leiter Rettungsdienst (OLRD), Rettungstransporthubschrauber (RTH) oder Übungsfahrzeuge (für Schulungszwecke) zugeordnet waren (s. Tab. 4.1.3.1.-2).

Tab. 3.1.3.1.-2: Ausschluss von bestimmten Rettungsmitteln; Quelle: eigene

	ausgeschlossene Datensätze	Anzahl der Datensätze	verbleibender Datenbestand
Ausschluss	Rettungsmittel, die nicht Regelrettung sind	1.675	66.887
Ausschluss	Sonderrettungsmittel	520	66.367

Im weiteren Verlauf wurden weitere **520** Datensätze ausgeschlossen. Sie wurden als Einsatzfahrten von Sonderrettungsmitteln identifiziert. Als Sonderrettungsmittel gelten in dieser Arbeit der ITW und der Baby-NAW, da sie nicht dem Regelrettungsdienst zugeordnet werden und daher nicht berechnungsrelevant sind.

(3) Ausschluss von Datensätzen, die den Einsatzort außerhalb des Trägergebiets oder auf Bundesautobahnen haben, und Einsatzorte, die nicht dokumentiert sind:

Datensätze bzw. Einsatzfahrten mit Einsatzorten außerhalb des Trägergebiets dürfen nicht Bestandteil der Ermittlung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung werden, sofern diese Orte nicht aufgrund einer vertraglichen Regelung mit anderen Rettungsdienstbereichen

²³³ siehe Funkrufnamen-katalog - Rufnamenstruktur der "nichtpolizeilichen BOS" im Land Hessen 2011; in: http://www.hessen.de/irj/HMdl_Internet?cid=2aaa3a697646855c881343ea9a47dbec (28.06.2011)

durch den Träger des Rettungsdienstes mit versorgt werden müssen. Die hessischen Rettungsdienstträger sind gem. § 5 Abs. 3 dazu verpflichtet, im Rahmen ihrer Aufgabenerfüllung die rettungsdienstbereichsübergreifende Notfallversorgung zu gewährleisten und in der Bedarfsplanung zu berücksichtigen.²³⁴ Dies kann geboten sein, wenn die außerhalb des Trägergebiets gelegenen Einsatzorte zeitlich schneller erreicht werden können, als dies durch den eigentlich zuständigen Nachbar-Rettungsdienstbereich möglich wäre.

Aus dem Datenbestand wurden **748** Datensätze ausgeschlossen, die zum einen Einsatzorte enthalten, die nicht durch den Träger vertraglich zu versorgen sind, und zum anderen Orte, die dem Träger zwar geographisch (grenznah) zuzuordnen sind, aber durch benachbarte Trägergebiete versorgt werden (siehe dazu Abb. 3.1.2.-2).

Der Ausschluss von Einsatzorten auf Bundesautobahnen (BAB) ist untypisch, da die Teilstücke einer BAB in der Regel kilometer- und/oder fahrtrichtungsbezogen den einzelnen Rettungswachenversorgungsbereichen eindeutig zugeordnet werden können.²³⁵ Dennoch wurden im Rahmen dieser Arbeit **499** Datensätze ausgeschlossen. Grund für den Ausschluss der Datensätze sind fehlende Informationen zur Zuordnung der "Autobahn-Einsatzzonen" zu den einzelnen Rettungswachenversorgungsbereichen. Bei den folgenden Ausführungen ist deshalb zu berücksichtigen, dass Rettungsdiensteinsätze auf Bundesautobahnen (BAB) im Trägergebiet momentan systematisch ausgeschlossen sind und daher bei der Berechnung der Fahrzeugvorhaltung keine Berücksichtigung finden können (s. Tab. 3.1.3.1.-3).

Tab. 3.1.3.1.-3: Ausschluss von bestimmten Einsatzorten; Quelle: eigene

	ausgeschlossene Datensätze	Anzahl der Datensätze	verbleibender Datenbestand
Ausschluss	Einsatzort außerhalb des Trägergebiets	748	65.619
Ausschluss	Einsatzort ist eine Bundesautobahn	499	65.120
Ausschluss	Einsatzort ist nicht dokumentiert	77	65.043

Ebenfalls ausgeschlossen wurden **77** Datensätze, die keinerlei Dokumentation des Einsatzortes oder der Einsatzzone aufweisen. Dadurch ist keine Zuordnung zu einem Versorgungsbereich möglich gewesen.

²³⁴ vgl. § 5 Abs. 3 HRDG in der Gültigkeit vom 29.12.2010, GVBl. I 2010, 646
²³⁵ siehe als Beispiel u.a. Rettungsdienstbedarfsplan Kreis Höxter 2009, S. 30

(4) Ausschluss von Datensätzen, die nicht im Erfassungszeitraum 01.01.2009 bis 31.12.2009 liegen:

Erfassungszeit für die Auswertung ist ein Jahr. Rettungsmittel, die vor dem 01.01. oder nach dem 31.12.2009 zu Einsätzen alarmiert wurden, sind nicht Gegenstand der aktuellen Betrachtung, da sie nicht im Erfassungszeitraum liegen. 3 Datensätze mit Zeitangaben außerhalb des Erfassungszeitraums wurden deshalb ausgeschlossen (s. Tab. 3.1.3.1.-4).

Tab. 3.1.3.1.-4: Ausschluss von Datensätzen außerhalb des Erfassungszeitraums; Quelle: eigene

	ausgeschlossene Datensätze	Anzahl der Datensätze	verbleibender Datenbestand
Ausschluss	Alarmierung von Rettungsmitteln außerhalb des Erfassungszeitraums	3	65.040

(5) Ausschluss von Datensätzen mit fehlerhafter Zeitdokumentation und sehr kurze Einsatzfahrten:

Wie bereits in Kapitel 2.2. beschrieben, ist eine plausible und korrekte Zeitdokumentation der Einsatzfahrtdaten wichtig. Für die risiko-²³⁶ und frequenzabhängige Berechnung bedarf es der Ermittlung von mittleren Einsatzzeiten.²³⁷ Bei der Realzeitanalyse sind besonders die Einsatzanfang- und -endzeiten von Bedeutung, um die "Belegzeiten" der Rettungsmittel zu ermitteln.

Fehlende Zeitdokumentationen liegen immer dann vor, wenn elementare Zeitstrukturen in den Datensätzen fehlen. Eine Auswertung der Einsatzfahrtdaten ist nicht möglich, wenn in den Datensätzen Zeiten zum Status 4, 7, 8 und 1 völlig fehlen. Es wurden daher 21 Datensätze ausgeschlossen.

Weitere 111 Datensätze ohne Angabe des Status 1 (einsatzbereit über Funk) mussten ausgeschlossen werden (s. Tab. 3.1.3.1.-5), da im Rahmen der Realzeitanalyse zwingend die Endzeitpunkte der Einsatzfahrten angegeben sein müssen (s. Kap. 2.2.2.2.). Der Endzeitpunkt im betrachteten Trägergebiet/Untersuchungsgebiet wird mit der Abgabe des Status 1 dokumentiert.²³⁸ Ohne Endzeitpunkt würden die Einsatzfahrten nicht enden und fortlaufend erneut für die Berechnung der Fahrzeugvorhaltung gezählt werden. Die Be-

²³⁶ nach *Poisson*

²³⁷ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 70 f.

²³⁸ Es sei darauf hingewiesen, dass der Endzeitpunkt in anderen Trägergebieten häufig auch mit dem Status 2 dokumentiert wird.

rechnung und das Ergebnis wären damit nicht korrekt. Sonderlösungen für diese Datensätze, wie z. B. Heranziehen der mittleren Einsatzzeit, sollten diskutiert werden. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass für die risikoabhängige Berechnung nach *Poisson* ein Ausschluss dieser Datensätze nicht erfolgen müsste. Die Ergebnisse sind daher immer vor diesem Hintergrund zu betrachten.

Tab. 3.1.3.1.-5: Ausschluss von Datensätzen mit fehlerhafter Zeitdokumentation und sehr kurze Einsatzfahrten; Quelle: eigene

	ausgeschlossene Datensätze	Anzahl der Datensätze	verbleibender Datenbestand
Ausschluss	fehlende Zeitdokumentation (Status 4 bis 1)	21	65.019
Ausschluss	fehlender Einsatzendzeitpunkt (Status 1)	111	64.908
Ausschluss	sehr kurze Einsätze ohne Zwischenzeiten < 2 Minuten	589	64.319

Einsatzfahrt Daten, die eine sehr kurze Einsatzzeit (von Status 3 zu Status 1) ohne Zwischenzeiten (Status 4,7,8) aufweisen, sind ein Indiz für Fehlfahrten bzw. Fahrten, die noch während der Anfahrt zum Einsatzort abgebrochen wurden. Sie haben nicht den Charakter einer vollständigen berechnungsrelevanten Einsatzfahrt. Für die vorliegende Auswertung wurde daher ein Ausschluss von Datensätzen/Einsatzfahrt Daten mit einer Zeit zwischen Status 3 und Status 1 von kleiner als 2 Minuten vorgenommen. Somit wurden **589** weitere Datensätze gefiltert, die nicht für die weiteren Berechnungen infrage kommen.

Bei Datensätzen, die keinen Einsatzübernahmezeitpunkt (AU_DTS) durch das Rettungsmittel angegeben hatten, wurde als Kompromiss die Alarmierungszeit (AL_DTS) herangezogen.

Zudem sollte möglichst nach "FMS gestempelten" oder "manuell gestempelten" Zeiten unterschieden werden. Manuelle Zeitstempel können durch den Leitstellenmitarbeiter erfolgen. Da sie aber nicht eindeutig nachvollziehbar sind (aus welchen Gründen manuell?, wann erfolgt? etc.), ist immer den FMS gestempelten Zeitpunkten der Vorrang zu gewähren. In den vorliegenden Datensätzen konnte keine Unterscheidung getroffen werden. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass alle Zeitstempel per FMS erfolgt sind.

(6) Ausschluss von Datensätzen mit bestimmten Einsatzstichwörtern/Einsatzklassen:
 Die Einsatzindikationen für bestimmte Rettungsmittel ergeben sich aus der Zuordnung von Einsatzstichwörtern zu den Einsatzdaten (Alarm- und Ausrückeordnung). Die Festlegung auf ein Stichwort erfolgt durch Einschätzung des Mitarbeiters in der Rettungsleitstelle (s. Kapitel 2.1.2.2.). Für die Ermittlung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung kommen nur Einsatzfahrten zum Tragen, aus denen sich deutlich eine Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes ableiten lässt. Dies kann wiederum über das Einsatzstichwort erfolgen. Bereitstellungseinsätze oder Sicherheitswachen wurden deshalb nicht berücksichtigt, da sich aus diesen Einsätzen kein Bedarf an Leistungen des Rettungsdienstes ableiten lässt. **584** Datensätze wurden ausgeschlossen (s. Tab. 3.1.3.1.-6)

Tab. 3.1.3.1.-6: Ausschluss von bestimmten Einsatzstichwörtern; Quelle: eigene

	ausgeschlossene Datensätze	Anzahl der Datensätze	verbleibender Datenbestand
Ausschluss	bestimmte Einsatzstichwörter	584	63.735

Zwischenfazit: Die Bereinigung des Rohdatensatzes um 5.676 Datensätze war notwendig, um die späteren Berechnungen möglich zu machen bzw. nicht zu verfälschen. Die berechnungsrelevante Grundgesamtheit umfasst damit **63.735** Datensätze und ist die Basis für die risiko- und frequenzabhängige Berechnung sowie für die Realzeitanalyse.

Eine zusammenfassende Übersicht über die ausgeschlossenen Datensätze gibt Abb. 3.1.3.1.-1 im Anhang 2. Im Folgenden wird die Grundgesamtheit einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und mit bundesweit geltenden Vergleichswerten überprüft. Anhand der Ergebnisse erfolgt dann die Auswahl des Rettungswachenversorgungsbereichs für den Vergleich der Berechnungsmethoden.

3.1.3.2. Bewertungskriterien für die Datenqualität und Plausibilitätsprüfung

Das für die Berechnungen relevante Einsatzfahrtaufkommen wurde in Kapitel 3.1.3.1. einer notwendigen Bereinigung unterzogen. Der Grunddatensatz des bodengebundenen Rettungsdienstes hat somit einen Umfang von 63.735 Datensätzen. Inwieweit die zur Verfügung stehenden Datensätze nach der Bereinigung dem "normalen" rettungsdienstlichen Geschehen in Deutschland entsprechen und dadurch eine Qualität erhalten, kann mit ver-

schiedenen Indikatoren, die sich an bundesweiten Vergleichswerten²³⁹ orientieren, näherungsweise überprüft werden.²⁴⁰ Die vorliegenden Einsatzfahrt Daten werden anhand folgender Bewertungskriterien überprüft:

Alle Datensätze:

- Proportion von Notfällen zu Krankentransporten
- Verteilung der Anfahrtszeit bei Notfällen (mit Sonder- und Wegerecht)
- Zeitraum zwischen zwei Datensätzen (AL_DTS)
- dokumentierte Einsatzdauer (AL_DTS/AU_DTS bis FU_DTS)
- Einsatzraten pro 1.000 Einwohner

Nach Auswahl der Rettungswachenversorgungsbereiche:

- Plausibilität der mittleren Einsatzzeiten des jeweiligen RWVB
- Darstellung der periodischen Zyklen von Notfalleinsätzen und Krankentransporten

Oben wurde die **Proportion von Notfall zu Krankentransport mit 58,8 : 41,3** angegeben (s. Tab. 3.1.2.-1). Im bundesdeutschen Mittel beträgt die Proportion üblicherweise 49 : 51. Damit ist der Anteil der Notfalleinsätze am Gesamtaufkommen gegenüber dem Krankentransport im vorliegenden Grunddatensatz deutlich höher als im bundesdeutschen Mittel.²⁴¹ Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass die "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" dem Notfallgeschehen in Gänze zugeordnet wurden. Die Datensätze sind deshalb dahingehend zu prüfen, ob der planbare Anteil der "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" (nicht zeitkritisch) dem "Krankentransport" zugeordnet werden kann. Für das weitere Vorgehen hat das festgestellte Verhältnis allerdings keinen weiteren Einfluss.

In circa 91,8 % der Notfälle (mit Sonder- und Wegerecht) dauert die **Anfahrtszeit** eines geeigneten Rettungsmittels zum Einsatzort im Bundesdurchschnitt 15 Minuten.²⁴² In den vorliegenden Datensätzen zu "Notfällen mit Sonderrechten" ist ein Rettungsmittel in 92,6 % der Fälle binnen 15 Minuten am Einsatzort. Bei "Notfällen ohne Sonderrechte" in 89,7 % der Fälle. In 92,9 % der Fälle vor Krankentransporten ist ein Rettungsmittel binnen 20 Minuten vor Ort. Das zeigt, dass die vorliegenden Datensätze dem bundesdeutschen Mittel weitestgehend entsprechen (s. Tab. 3.1.3.2.-1 im Anhang 2).

²³⁹ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 49 ff.

²⁴⁰ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 65

²⁴¹ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 51 f.

²⁴² vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 52

Ob die Entnahme der Datensätze aus den Datenspeichern der Software der Rettungsleitstelle vollständig verlaufen ist, kann u. a. mit der Auswertung des **Zeitraums zwischen zwei Datensätzen** (AL_DTS) geprüft werden. Damit ist gemeint, dass erhebliche Zeitspannen zwischen den "Beginnzeiten" zweier Einsatzfahrten (> 4 Std.) ein Indiz für fehlende Einsatzfahrtdaten sein kann. Nachts ist hierbei die Toleranz höher als tagsüber, weil davon ausgegangen werden kann, dass in den Nachtstunden das Einsatzaufkommen geringer ist. Bei den vorliegenden Datensätzen kommt eine "Ruhezeit" von bis zu 4 Stunden nur einmal vor. Zwischenzeiten von null bis zu einer Stunde sind in den vorliegenden Datensätzen die Regel (99,9 %). Daher ist eine tiefere Prüfung nicht notwendig. Es kann davon ausgegangen werden, dass alle relevanten Datensätze des Betrachtungszeitraums enthalten sind (s. Tab. 3.1.3.2.-1 im Anhang 2).

Einsatzfahrten mit einer erheblichen Dauer (> 4 Std.) sind meistens Fernfahrten (Krankentransporte). Haben Notfalleinsätze eine erhebliche Dauer, so ist zu prüfen, ob es sich um einen tatsächlichen Notfall solcher Dauer handelt (z. B. Feuerwehreinsätze etc.) oder ob der Einsatz eventuell bewusst oder unbewusst durch den Leitstellenmitarbeiter nicht "abgeschlossen" wurde (FU_DTS). Der größte Teil der Einsätze in den vorliegenden Einsatzfahrtdaten des betrachteten Rettungsdienstbereichs wurde nach 60 bis 180 Minuten abgeschlossen (99 %). Überwiegend dauerten die Einsatzfahrten bis zu 60 Minuten (56 %) (s. Tab. 3.1.3.2.-1 im Anhang 2). Dies entspricht auch dem bundesweiten Mittelwert von 52,9 Minuten bei Notfällen und 61,2 Minuten bei disponiblen Krankentransporten.²⁴³

Ein bedeutender Indikator für die Plausibilität der Einsatzfahrtdaten aus der Dokumentation der Rettungsleitstelle sind **die Einsatzraten pro 1.000 Einwohner**.²⁴⁴ Werden hier erhebliche Abweichungen zum bundesweiten Durchschnitt festgestellt, sind die Daten in jedem Fall einer weitergehenden klärenden Prüfung zu unterziehen.

Die Einsatzraten sind Kennzahlen zur Darstellung der Einsatzleistung des Rettungsdienstes. Die Einsatzrate an sich setzt sich aus der Notfall- und der Krankentransportrate zusammen.²⁴⁵ Die Raten sind von den Siedlungsstrukturen in den jeweiligen Versorgungsbe-
reichen des Rettungsdienstbereichs abhängig.²⁴⁶ Die Einsatzrate pro 1.000 Einwohner in der Bundesrepublik Deutschland beträgt in städtischen Räumen 164,1 Einsätze/1.000 Einwohner bzw. 142,8 Einsätze/1.000 Einwohner in ländlichen Räumen (s. Tab. 3.1.3.2.-2).

²⁴³ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 43

²⁴⁴ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 335

²⁴⁵ Notfallrate = Notfalleinsätze/1.000 Einwohner; Krankentransportrate = Krankentransporte/1.000 Einwohner

²⁴⁶ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 53 ff.

Tab. 3.1.3.2.-2: Einsatzrate gesamt, Notfallrate und Krankentransportrate in der Bundesrepublik Deutschland 2008/2009²⁴⁷ Quelle: in Anlehnung an Schmiedel/Behrendt 2011, S. 55

Regionstyp gem. BBR	Krankentransportrate pro 1.000 EW	Notfallrate pro 1.000 EW	Einsatzrate pro 1.000 EW gesamt
Regionstyp 2: ver-städterte Räume	99,3	64,8	164,1
Regionstyp 1: länd-liche Räume	80,3	62,6	142,8
Bundesgebiet aggregiert	83,6	59,5	143,1

Die Raten lassen sich wie folgt berechnen:

$$r = \frac{x}{EW} * 1.000$$

mit:

r = Einsatz-, Notfall- oder Krankentransportrate

x = Einsatzklasse (Gesamteinsätze, Notfalleinsätze oder Krankentransporte)

EW = Einwohnerzahl im betrachteten Rettungsdienstbereich bzw. RWVB

Für die jeweiligen Rettungswachenversorgungsbereiche des betrachteten Rettungsdienstbereichs ergeben sich auf Basis der in Tab. 3.1.2.-2 aufgeführten Einsatzfahrten für das Jahr 2009, der jeweiligen Einwohnerzahlen²⁴⁷ und auf der Grundlage der zugeordneten Einsatzzonen (ESZ) folgende Notfall- (mit und ohne Sonderrechte(n)), Krankentransport- und Gesamteinsatzraten (s. Tab. 3.1.3.2.-3).

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Gesamteinsatzrate über alle Versorgungsbereiche mit 147,51 Einsätzen/1.000 Einwohner näherungsweise der aggregierten Einsatzrate für das Bundesgebiet von 143,1 Einsätzen/1.000 Einwohner entspricht. Der "Notfalleinsatz ohne Sonderrechte" wird der Krankentransportrate zugeschlagen. Damit ist auch die Notfallrate mit 55,88 Einsätzen/1.000 Einwohnern und die Krankentransportrate mit 91,63 Einsätzen/1.000 Einwohnern mit den aggregierten Bundesdaten vereinbar. Die Daten sind hinsichtlich ihrer Raten als plausibel einzustufen.

²⁴⁷

Die Einwohnerzahlen mussten teilweise geschätzt werden, da die Zuständigkeitsgebiete der Rettungswachenversorgungsbereiche nicht immer mit den Gemeinde- bzw. Stadtgrenzen übereinstimmen. Als Grundlage wurden stets die Informationen zu den Einwohnerzahlen des Hessischen Statistischen Landesamts 2010; Stand: 30. Juni 2010 herangezogen.

Tab. 3.1.3.2.-3: Notfallraten (mit und ohne Sonderrechte), Krankentransportraten und Einsatzraten der RWVBs im betrachteten Rettungsdienstbereich

RWVB	zu versorgende Einwohnerzahl ²⁴⁸ (teilweise geschätzt)	Notfalleinsatzrate mit Sonderrechten pro 1.000 Einwohner	Notfalleinsatzrate ohne Sonderrechte pro 1.000 Einwohner	Krankentransportrate (nah und fern) pro 1.000 Einwohner	Einsatzrate pro 1.000 Einwohner gesamt
100	203.000	70,18	39,49	78,62	188,28
6	38.000	46,49	29,14	37,06	112,69
8	68.000	43,43	23,22	24,33	90,98
9	16.000	43,25	21,22	50,97	115,44
10	16.000	43,57	23,30	27,53	94,40
11	17.000	48,53	25,14	119,43	193,10
12	30.000	39,91	18,20	47,60	105,72
13	23.000	49,21	22,27	56,52	127,99
14	11.000	26,76	19,61	87,95	134,32
20	10.000	34,11	17,87	31,62	83,60
Gesamt	432.000	55,88	30,76	60,87	147,51

Auf der Ebene der Rettungswachenversorgungsbereiche ergeben sich bedeutende Unterschiede und Abweichungen zu den bundesweit aggregierten Raten (ländlich/städtisch). So sind die Ergebnisse der Notfallraten mit Ausnahme des RWVB 100 (Kernstadt) durchgängig deutlich unter den Vergleichswerten. Die Krankentransportrate ist in den Versorgungsbereichen 6, 8, 9, 10, 12 und 20 teilweise deutlich unter, in den Bereichen 100, 11 und 14 über und im RWVB 13 näherungsweise vereinbar mit den bundesdeutschen Vergleichswerten. Die erhöhte Krankentransportrate in den genannten Bereichen lässt sich u. a. durch das Vorhandensein von Krankenhäusern und Reha-Kliniken im direkten Einzugsgebiet der Rettungswachen erklären. Eine tiefergehende Analyse wird an dieser Stelle aber nicht durchgeführt.

Auswahl der Rettungswachenversorgungsbereiche für die Arbeit:

Für die vergleichende Untersuchung der Berechnungsmethoden werden ein ländlicher und ein städtischer Versorgungsbereich ausgewählt. **Konkret sind dies der RWVB 100 (Kernstadt) und der RWVB 14 im ländlichen Bereich des Landkreises.** Beide Versor-

²⁴⁸

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt 2010; Stand: 30. Juni 2010

gungsbereiche können anhand der oben durchgeführten Überprüfungen als weitgehend plausibel eingestuft werden und sind daher für die Untersuchung geeignet. Im RWVB 100 befinden sich mehrere Krankenhäuser, u. a. der Maximalversorgung, Reha-Kliniken und diverse Altenheime. Die Rettungswachen sind überwiegend dezentral über das Stadtgebiet verteilt. Insgesamt ist der Rettungsdienst im städtischen Versorgungsbereich für eine Bevölkerung von circa 203.000 Menschen zuständig. Hierbei sind Pendler und kurzfristige große Besucherströme nicht mit eingerechnet.

Im direkten Zuständigkeitsgebiet des RWVB 14 befinden sich ein Kreiskrankenhaus sowie eine Reha-Klinik. Die Rettungswache ist für einen Bereich mit einer Bevölkerungszahl von circa 11.000 Einwohnern zuständig.

Als weiterer Schritt wird die **Tageskategorie "Freitag"** für die weitergehenden Berechnungen herangezogen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Berechnung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung aller anderen Tageskategorien analog erfolgen kann.

Hinsichtlich der **Plausibilität der mittleren Einsatzzeiten** der ausgewählten Rettungswachensversorgungsbereiche ist festzuhalten, dass die mittlere Einsatzzeit beim "Notfalleinsatz mit Sonderrechten" für den RWVB 100 (59,33 Min.) weitestgehend der mittleren bundesweiten Einsatzzeit für diese Einsatzklasse entspricht (s. Tab. 3.1.3.2.-4). Beim RWVB 14 ist diese Zeit deutlich verlängert (71,47 Min.), was aber mit den langen Anfahrtswegen in ein Krankenhaus der Maximalversorgung (Kernstadt) begründet werden kann (besonders nachts).

Die mittlere Einsatzzeit beim "Notfalleinsatz ohne Sonderrechte" ist beim RWVB 14 um 9,4 Minuten kürzer als im bundesweiten Schnitt. Eine Begründung kann im nahegelegenen Kreiskrankenhaus mit sehr kurzen Anfahrtswegen gesehen werden. Die um 7,94 Minuten kürzere Einsatzzeit in der Kernstadt wird ebenfalls mit kurzen Anfahrtswegen in nahegelegene Krankenhäuser begründet.

Beim Krankentransport ist die mittlere Einsatzzeit beider Versorgungsbereiche kürzer als die bundesweite. Da bei den bundesweiten Daten nicht nach Nah- und Fernfahrten unterschieden wird, ist davon auszugehen, dass die Fernfahrten in den mittleren bundesweiten Einsatzzeiten für disponible Krankentransporte enthalten sind und die durchschnittliche Zeit daher etwas verlängern.

Tab. 3.1.3.2.-4: mittlere Einsatzzeiten des RWVB 100 und 14; Quelle: eigene

"Freitag"	Mittlere Einsatzzeit beim "Notfalleinsatz <u>mit</u> Sonderrechten" [Min.]	Mittlere Einsatzzeit beim "Notfalleinsatz <u>ohne</u> Sonderrechte" [Min.]	Mittlere Einsatzzeit beim Krankentransport nah [Min.]	Mittlere Einsatzzeit beim Krankentransport fern [Min.]
RWVB 100	59,33	51,56	56,24	194,91
RWVB 014	71,47	50,10	51,42	211,20
Mittlere bundesweite Einsatzzeit ²⁴⁹	52,90	59,50	61,20	--

In Kapitel 2.2.1. wurden die periodischen Zyklen von Krankentransporteinsätzen und Notfalleinsätzen (ohne Notarzt) im bundesdeutschen Schnitt vorgestellt. Um einen abschließenden Eindruck von den vorliegenden Daten zu erhalten, wurden die Einsatzfahrtdaten des RWVB 100 und 14 mittels Durchführung einer Spektralanalyse auf ihre **periodisch wiederkehrenden Zyklen untersucht**.²⁵⁰ Die Ergebnisse der Spektralanalyse sind in Abb. 4.1.3.2-1 und -2 für den RWVB 100 und in Abb. 3.1.3.2-3 im Anhang 2 für den RWVB 14 dargestellt.

In den Ergebnissen zum "Notfalleinsatz mit Sonderrechten" des Versorgungsbereichs 100 zeigt sich eine deutliche Zentrierung im Bereich der 24-h-Periodik und eine leichte bei 12 h. Eine Wochenperiodik (168 h) lässt sich nicht erkennen. Ähnlich, aber schwächer (siehe Skalierung) verhält sich die Spektraldichte bei "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte". Für das städtische Notfallaufkommen lässt sich daher festhalten, dass eine 24 h- und eine leichte 12-h-Periodik unterstellt werden kann. Das Notfallaufkommen nimmt erwartungsgemäß für jede Tageskategorie besonders innerhalb von 24 Stunden regelmäßig zu und ab.

²⁴⁹ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 43

²⁵⁰ Zur weiteren Anwendung der Spektralanalyse siehe Stier 2001, S. 179 ff. und Behrendt/Runggaldier 2005, S. 161 ff.

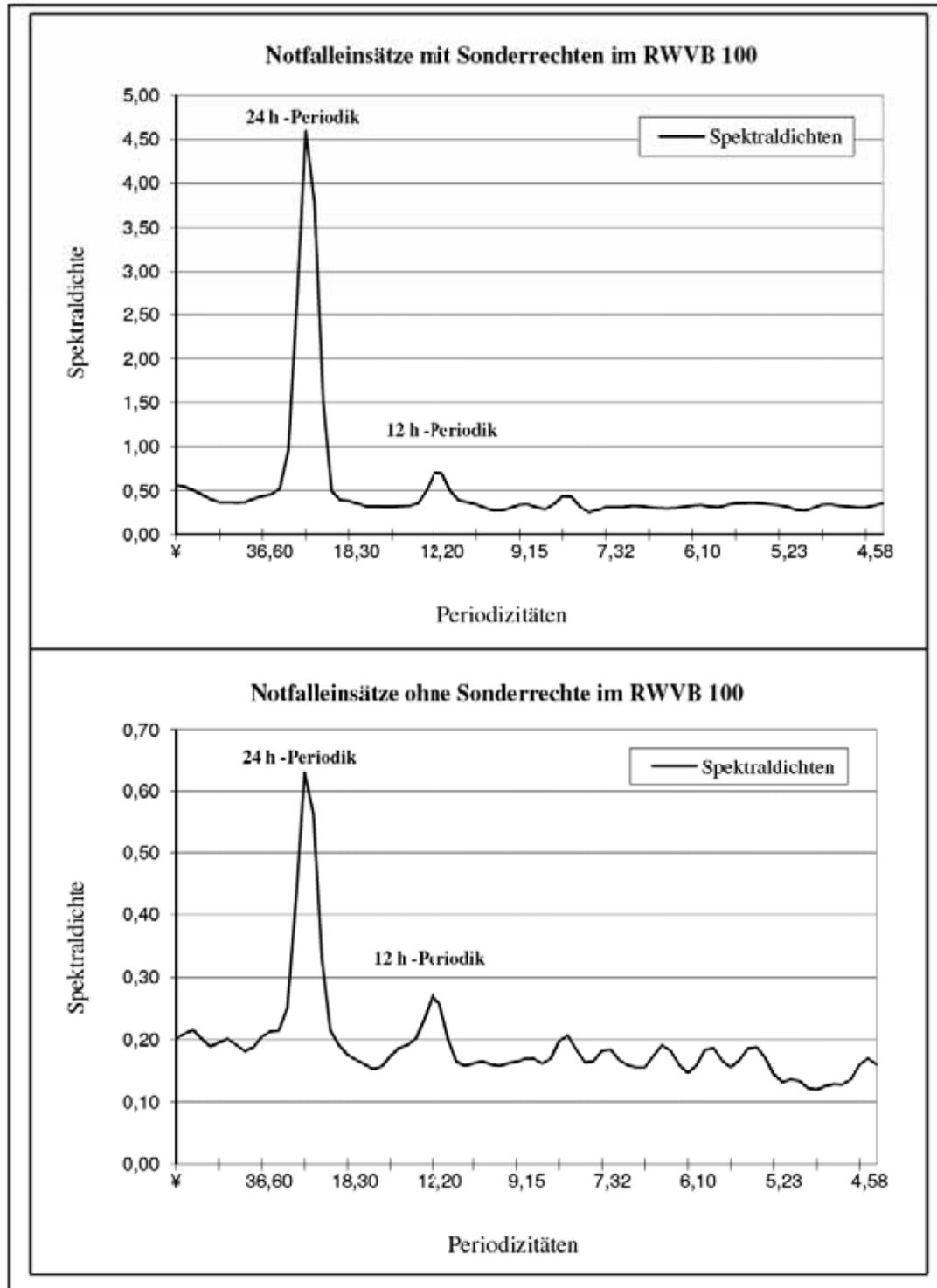


Abb. 3.1.3.2-1: Spektrogramm nach Parzen über das Notfalleinsatzaufkommen 2009 im Rettungswachenversorgungsbereich 100; Quelle: eigene Darstellung²⁵¹

²⁵¹

Hinweis: Aufgrund der gleichen Einheit "Einsatzfahrten" sind die Diagramme grundsätzlich vergleichbar, auch wenn unterschiedliche Skalierungen vorliegen; vgl. weiterführend Stier 2001, S. 179 ff.

Für das Krankentransportaufkommen im RWVB 100 lässt sich eine starke wiederkehrende 24-h-Periodik nachweisen. Zudem kann eine hohe Spektraldichte bei 168 h abgelesen werden, was auf eine Wochenperiodik hinweist. Für die Wochenperiodik kann angenommen werden, dass das Krankentransportaufkommen von Montag bis Freitag etwa gleich hoch ist. An Wochenenden verringert sich das Aufkommen stark. Darüber hinaus lassen sich leicht erhöhte Spektraldichten bei 12 h, 8 h und 6 h nachweisen, was auf eine sehr gleichbleibende Zu- und Abnahme des Krankentransportaufkommens über den Tag verteilt schließen lässt.

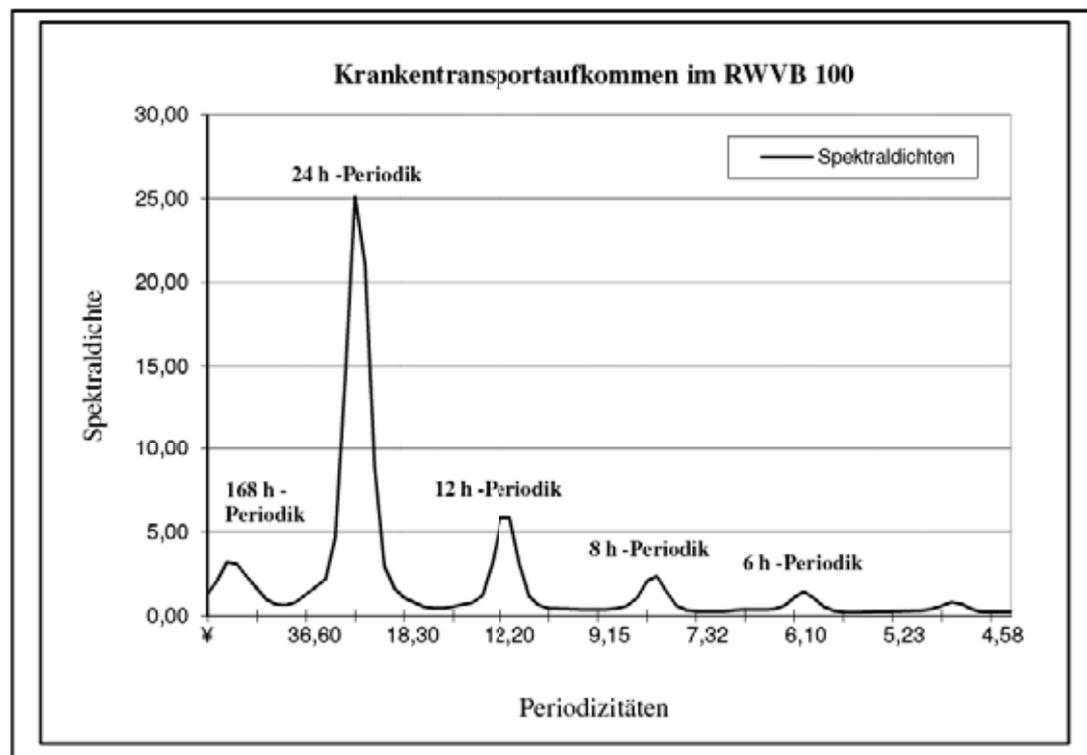


Abb. 3.1.3.2-2: Spektrogramm nach Parzer über das Krankentransportaufkommen 2009 im Rettungswachenversorgungsbereich 100; Quelle: eigene Darstellung

Im ländlichen Rettungswachenversorgungsbereich 14 ist für das Krankentransportaufkommen ebenfalls eine deutliche Zentrierung bei 24 h und 12 h zu erkennen (s. Abb. 3.1.3.2.-3 im Anhang 2). Dabei ist die Spektraldichte beim Krankentransportaufkommen allerdings viel geringer, was auf das niedrigere Einsatzfahrtaufkommen im ländlichen gegenüber dem städtischen Bereich zurückzuführen ist. Die 168-h-Periodik weist hier zudem auf einen deutlich wiederkehrenden Wochenzyklus hin.

Im Spektrogramm über das Notfallaufkommen mit und ohne Sonderrechte(n) im Versorgungsbereich 14 zeigt sich erwartungsgemäß für ländliche Rettungswachen mit geringem Einsatzfahrtaufkommen ein sehr "unruhiger" Verlauf der Spektraldichten. Das Notfallauf-

kommen weist somit keine Periodiken auf und ist pro Tag und Woche als sehr zufällig einzustufen. Es lassen sich keinerlei wiederkehrende Zyklen bestimmen.

Für beide Rettungswachenversorgungsbereiche sind die Ergebnisse der Spektralanalyse im Vergleich zu den Bundeswerten plausibel und entsprechen voll und ganz den Erwartungen. Eine weitergehende Prüfung ist hier nicht notwendig. Für die Berechnungen der Spektraldichten wird aufgrund des Umfangs der Berechnungen an dieser Stelle auf die Ausführungen von *Stier (2001)* verwiesen. Zudem ist das Zahlenwerk zu den Berechnungen auf der beiliegenden CD zu finden.²⁵²

Zwischenfazit: Mit der Bewertung und Prüfung der Qualität der vorliegenden bereinigten Datenbasis wurde gezeigt, dass die Daten insgesamt und auch bezogen auf die Versorgungsbereiche 100 und 14 als schlüssig und plausibel einzustufen sind. Eine weitere vertiefende Untersuchung ist demnach nicht notwendig.

3.2. Anwendung der Berechnungsmethoden

Auf Basis der im methodischen Teil getroffenen Festlegungen und der eingehenden Prüfung und Bereinigung der Datensätze erfolgt nun in diesem Kapitel beispielhaft die Anwendung der vorgestellten Berechnungsmethoden zur Kalkulation der bedarfsnotwendigen Fahrzeugvorhaltung für die bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsbereiche 100 und 14 der Tageskategorie "Freitag".

3.2.1. Risiko- und frequenzabhängige Berechnung

Der **erste Schritt** für die Berechnungen ist bereits erfolgt, indem die Bemessungsparameter festgelegt und die Einsatzfahrtdaten auf Plausibilität überprüft und bereinigt wurden. Die risikoabhängige Berechnung erfolgt für einen 3-Schicht-Betrieb²⁵³ mit einer jeweiligen Schichtlänge (d) von 480 Minuten (8 x 60 Minuten). Die Häufigkeit der Tageskategorie "Freitag" (Bemessungsintervall) umfasst für das betrachtete Jahr 49 Tage unter Abzug etwaiger Wochenfeiertage. Somit ist der gesamte zu berücksichtigende Erfassungszeitraum (m) 23.520 Minuten lang.²⁵⁴

²⁵² vgl. Stier 2001, S. 179 ff. Das Zahlenwerk zu den Berechnungen kann bei Interesse zur Verfügung gestellt werden. Aufgrund des Umfangs kann dies nicht unmittelbar in dieser Arbeit erfolgen.

²⁵³ 1. Schicht: 07:00 - 15:00 Uhr; 2. Schicht: 15:00 - 23:00 Uhr; 3. Schicht: 23:00 - 07:00 Uhr

²⁵⁴ 8 x 60 Minuten x 49 Tage = 23.520 Minuten; bei anderen Tageskategorien entsprechend berücksichtigen.

Für die **risikoabhängige Berechnung** der Rettungsmittelvorhaltung nach *Poisson* (Methode 1) werden ausschließlich Notfalleinsätze berücksichtigt, die mit Sonder- und Wegerecht im gewählten Versorgungsbereich angefahren wurden.²⁵⁵ Im vorliegenden Beispiel werden deshalb nur "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" berücksichtigt. Eine Zuteilung von "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" oder Krankentransporte zur risikoabhängig zu berechnenden Grundgesamtheit findet an dieser Stelle noch nicht statt.

Im **zweiten Schritt** ist das Notfallaufkommen mit Sonder- und Wegerecht idealerweise tabellarisch nach Stundenintervallen im 3-Schicht-Betrieb darzustellen. Tab. 3.2.1.-1 zeigt das Jahresaufkommen des RWVB 100 sortiert nach Einsatzklassen und Stundenintervallen für die Tageskategorie "Freitag" (rot hinterlegte Spalte). Für den RWVB 14 siehe Tab. 3.2.1.-2 im Anhang 2.

Tab. 3.2.1.-1: Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 100 vor Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen²⁵⁶; Quelle: eigene

	Stunden-Intervall [Uhr]	Freitag				Gesamt
		Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte nah	Krankentransporte fern	
Einsatzfahrtaufkommen im RWVB 100						
1. Schicht	07 - 08	61	38	45	1	145
	08 - 09	116	44	151	22	333
	09 - 10	136	51	323	35	545
	10 - 11	138	76	338	40	592
	11 - 12	143	64	308	20	535
	12 - 13	159	57	256	19	491
	13 - 14	117	61	208	20	406
	14 - 15	94	51	210	5	360
2. Schicht	15 - 16	107	55	162	5	329
	16 - 17	112	58	128	2	300
	17 - 18	98	44	85	1	228
	18 - 19	100	52	70	2	224
	19 - 20	87	57	53	1	198
	20 - 21	101	59	37	0	197
	21 - 22	84	60	41	0	185
	22 - 23	62	52	29	0	143
3. Schicht	23 - 24	51	52	22	0	125
	00 - 01	69	53	23	0	145
	01 - 02	59	48	16	0	123
	02 - 03	35	51	10	0	96
	03 - 04	38	52	5	0	95
	04 - 05	51	24	12	0	87
	05 - 06	35	43	7	0	85
	06 - 07	81	30	18	0	129
	07 - 07	2.134	1.232	2.557	173	6.096

²⁵⁵ vgl. Rau/Reinhardt/Kill 2003, S. 1

²⁵⁶ Lesebeispiel: Im Jahr 2009 wurden summiert aus allen Freitagen des Jahres von 7:00 bis 8:00 Uhr insgesamt 61 Einsatzfahrten gezählt. Durchschnittlich sind das 1,24 Einsätze pro Freitag zwischen 7:00 und 8:00 Uhr.

Als Basis für die Berechnungen sind die absoluten Häufigkeiten der "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" auf die drei Schichten zu aggregieren, indem die relevanten Notfalleinsätze pro Schicht addiert werden (Tab. 3.2.1.-4). Zudem sind die mittleren Alarmierungshäufigkeiten pro Stundenintervall zu berechnen. Mit den mittleren Alarmierungshäufigkeiten werden die Stundenintervalle "handhabbar", da ersichtlich wird, mit welcher Anzahl an Einsätzen pro Stundenintervall zu rechnen ist bzw. wie sich die summierten Einsatzfahrten auf die 49 Freitage im Jahr verteilen.²⁵⁷ Zum Beispiel lässt sich aus den mittleren Alarmierungshäufigkeiten die Notwendigkeit einer Fernfahrtvorhaltung ablesen, wenn die mittlere Alarmierungshäufigkeit zu Fernfahrten bis zu drei Stundenintervalle hintereinander den Wert 0,2 übersteigt.

Weiter sind die mittleren Notfalleinsatzzeiten analog den absoluten Häufigkeiten darzustellen und für die Berechnungen zu aggregieren (s. Tab. 3.2.1.-3 im Anhang 2). Die mittlere Notfalleinsatzzeit errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der Einsatzzeit aller Notfallfahrten mit Sonder- und Wegerecht (AU_DTS bis FU_DTS) im jeweiligen Stundenintervall der jeweiligen Tageskategorie.

Für den RWVB 100 und 14 konnten folgende mittlere Einsatzzeiten errechnet und dem berechnungsrelevanten Notfallaufkommen ohne Zuteilung von "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" und "Krankentransporte" gegenübergestellt werden:

Tab. 3.2.1.-4: Relevantes Notfallaufkommen und mittlere Notfalleinsatzzeit in den drei Schichten; Quelle: eigene

Berechnungsparameter					
Tageskategorie: Freitag	Anzahl Tage	mittlere Notfalleinsatzzeit		relevantes Notfallaufkommen	
		RWVB 100	RWVB 14	RWVB 100	RWVB 14
07:00 - 15:00 Uhr	49	64 Min	73 Min.	964 Einsätze	13 Einsätze
15:00 - 23:00 Uhr	49	56 Min	73 Min.	751 Einsätze	11 Einsätze
23:00 - 07:00 Uhr	49	55 Min	55 Min.	419 Einsätze	2 Einsätze

Ausgehend vom erfassten Notfallaufkommen und den errechneten mittleren Einsatzzeiten der jeweiligen 8-Stunden-Schichten für 49 Freitage, erfolgt im **dritten Schritt** die eigentliche Berechnung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung zur Bedienung von "Notfallein-

²⁵⁷ Beispielrechnung für 7:00 - 8:00 Uhr: 61 Einsätze/49 Freitage = 1,24 Einsätze/Freitag zwischen 7:00 und 8:00 Uhr

sätzen mit Sonderrechten". Dazu werden die im Kapitel 2.2.2.1. vorgestellten Formeln zur Poisson-Verteilung, Überschreitungswahrscheinlichkeit und Wiederkehrzeit herangezogen.

Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung für den RWVB 100 und 14: Bei einem vorgegebenen Sicherheitsniveau von 5 Schichten Wiederkehrzeit des Risikofalls im städtischen Versorgungsbereich (RWVB 100) sind drei Rettungsmittel rund um die Uhr personell zu besetzen. Von 07:00 - 15:00 Uhr müssen drei und von 15:00 - 23:00 Uhr zwei weitere Fahrzeuge (MZF) zur Bedienung von "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" besetzt werden. Dies entspricht pro Freitag einer Fahrzeugvorhaltung von 112 Stunden.

Im ländlichen Versorgungsbereich (RWVB 14) reicht bei einem Sicherheitsniveau von 10 Schichten Wiederkehrzeit des Risikofalls die personelle Besetzung von einem Rettungsmittel (MZF) rund um die Uhr aus (24 Stunden). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tab. 3.2.1.-5.

Tab. 3.2.1.-5: Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung; Quelle: eigene

Bedarfsgerecht vorzuhaltende Rettungsmittel für "Notfalleinsätze mit Sonderrechten"				
Tageskategorie: Freitag	Sicherheitsniveau	Rettungsmittel RWVB 100	Wiederkehrzeit in Schichten	Vorhaltestd./ Freitag
07:00 - 15:00 Uhr	5	6	7,4	48
15:00 - 23:00 Uhr	5	5	11,6	40
23:00 - 07:00 Uhr	5	3	6,5	24
<hr/>				
Tageskategorie: Freitag	Sicherheitsniveau	Rettungsmittel RWVB 14	Wiederkehrzeit in Schichten	Vorhaltestd./ Freitag
07:00 - 15:00 Uhr	10	1	191,9	8
15:00 - 23:00 Uhr	10	1	268,2	8
23:00 - 07:00 Uhr	10	1	> 500,0	8

Zur Erläuterung der aufgeführten Ergebnisse wird in folgender Tabelle, stellvertretend für die Berechnung aller Schichten des RWVB 100 und 14, die risikoabhängige Berechnung nebst Rechenschritten für die Schicht 07:00 - 15:00 Uhr des RWVB 100 dargestellt und erläutert.

Aus den Ergebnissen der Wahrscheinlichkeitsfunktion nach *Poisson* lassen sich die Überschreitungswahrscheinlichkeiten für x zeitgleiche (Notfall-)Einsätze berechnen. Aus den Ergebnissen der jeweiligen Überschreitungswahrscheinlichkeit errechnet sich mit der mittleren Einsatzzeit der Schicht und der Länge des Bemessungsintervalls (Schicht) in Minuten die Wiederkehrzeit des Duplizitätsfalls/Risikofalls.

Tab. 3.2.1.-6: Berechnung der Fahrzeugvorhaltung für die Notfallrettung des RWVB 100 an Freitagen von 07 - 15 Uhr; Quelle: eigene

x	Wahrscheinlichkeitsfunktion nach Poisson			Überschreitungs- wahrscheinlich- keit	Wiederkehrzeit
	$\lambda = n * p$	$\lambda^x * e^{-\lambda}$	$\frac{\lambda^x * e^{-\lambda}}{x!}$	$P(X > x)$	W
				$1 - \sum_{x=0}^x P(x)$	$\frac{n}{P(X > x) * d}$
0	2,62312925	0,0725754	0,0725754	0,9274246	0,1438
1	2,62312925	0,1903747	0,1903747	0,7370499	0,1809
2	2,62312925	0,4993773	0,2496887	0,4873613	0,2736
3	2,62312925	1,3099313	0,2183219	0,2690394	0,4956
4	2,62312925	3,4361191	0,1431716	0,1258678	1,0593
5	2,62312925	9,0133844	0,0751115	0,0507562	2,6269
6	2,62312925	23,643272	0,0328379	0,0179184	7,4412
7	2,62312925	62,019359	0,0123054	0,0056129	23,7547
8	2,62312925	162,68480	0,0040348	0,0015781	84,4904
<u>mit:</u>					
k	= 964	relevante Einsätze			
m	= 23.520	Minuten Erfassungszeitraum (49 Freitage)			
p	= $\frac{k}{m} = 0,040986395$	[Einsätze/Minute]			
n	= 64	Minuten mittlere Notfalleinsatzzeit			
x	= 0, 1, 2, ...	zeitgleiche Einsätze			
e	= 2,71828183	Eulersche Zahl			
x!	= (x)	Fakultät			
d	= 480	Minuten Bemessungsintervall (Schicht)			

Im Beispiel wurde die Tageskategorie "Freitag" gewählt. Für die risikoabhängige Berechnung der anderen Tageskategorien sind die Länge des Erfassungszeitraums und die des Bemessungsintervalls mit der Häufigkeit des Bemessungsintervalls unter Berücksichtigung von Wochenfeiertagen anzupassen.²⁵⁸

Das oben dargestellte Berechnungsergebnis der Schicht 07:00 - 15:00 Uhr lässt sich aus der Tab. 3.2.1.-6 wie folgt ablesen und begründen: Der genannten Schicht liegen 964 relevante "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" mit einer mittleren Notfalleinsatzzeit von 64 Minuten zugrunde. Daraus errechnet sich bei einem λ -Wert von 2,62312 die Wiederkehrzeit des Risikofalls von zeitgleich mehr als einer Notfallfahrt zu 0,1809 Schichten. Die Wiederkehrzeit des Risikofalls von mehr als 5 Notfallfahrten liegt rechnerisch bei 2,6269 Schichten.²⁵⁹ Das bedeutet, dass in einer 8-Stunden-Schicht von 7:00 - 15:00 Uhr es über fünfmal zu erwarten ist, dass **eine** Notfallfahrt zeitgleich zu bedienen ist. Innerhalb von knapp drei Schichten sind sogar fünf zeitgleiche Notfallfahrten zu erwarten. Damit liegt die Wiederkehrzeit des Risikofalls deutlich unter dem gewählten Sicherheitsniveau von 5 Schichten im städtischen Versorgungsbereich. Erst ab angenommenen sechs zeitgleichen "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" steigt die Wiederkehrzeit des Risikofalls auf 7,4412 Schichten an. Damit überschreitet die Wiederkehrzeit erstmals das gewählte Sicherheitsniveau von mindestens 5 Schichten und wird eingehalten. Im Ergebnis ist daher eine bedarfsgerechte Vorhaltung von sechs Rettungsmitteln (MZF) an Freitagen von 7:00 bis 15:00 Uhr notwendig.

Gemäß Rettungsdienstplan des Landes Hessen ist nach der Ermittlung der bedarfsgerechten Rettungsmittelanzahl zur Bedienung des Notfallaufkommens unter Anfahrt mit Sonder- und Wegerecht die oben vorgestellte Optimierungsstufe durchzuführen, um Synergieeffekte zwischen Notfallrettung und Krankentransport zu erzielen sowie Wirtschaftlichkeitsreserven auszuschöpfen (s. Kapitel 2.2.2.1.).²⁶⁰

Der Indikator für die Optimierungsstufe ist die Wiederkehrzeit des Risikofalls in Verbindung mit dem festgelegten Sicherheitsniveau von 10 bzw. 5 Schichten. Je höher die Wiederkehrzeit in der jeweiligen Schicht ist, umso größer ist die Zuteilungsmöglichkeit von weiteren Einsatzfahrten zum dargestellten Notfallaufkommen. Aus den Daten zur Wiederkehrzeit in Tab. 3.2.1.-5 ist zu lesen, dass die Wiederkehrzeit des Risikofalls besonders im ländlichen RWVB 14 in der Zeit zwischen 23:00 und 07:00 Uhr enorm ansteigt (> 500 Schichten). Auch über den Tag verteilt liegt die Wiederkehrzeit deutlich über dem vorge-

²⁵⁸ Hessen 2009 : Montag bis Donnerstag = 204 Tage, Samstag = 50 Tage, Sonntag/Feiertag = 62 Tage
²⁵⁹ vgl. hierzu auch Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 79

²⁶⁰ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 12 und Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 79

gegebenen Sicherheitsniveau von 10 Schichten. Daraus lässt sich schließen, dass eine Zuteilung von "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" und "Krankentransporte" im erhöhten Maße möglich ist, ohne das Sicherheitsniveau zu unterschreiten.

Im städtischen RWVB 100 ist die Wiederkehrzeit des Risikofalls bei einem Sicherheitsniveau von 5 Schichten deutlich niedriger ausgeprägt. Erwartungsgemäß ist der "typische" Rückgang der Wiederkehrzeit auf 6,5 Schichten in den Nachtstunden an Freitagen zwischen 23:00 und 7:00 Uhr aufgrund erhöhter Einsatzfrequenz. Der Zuteilungsumfang von weiteren Einsatzfahrten zum Notfallaufkommen mit Sonder- und Wegerecht wird daher im städtischen deutlich geringer als im ländlichen Versorgungsbereich möglich sein. Besonders in den Nächten von Freitag auf Samstag ist eine erhöhte Nachfrage nach Leistungen der Notfallrettung im RWVB 100 zu beobachten.

Die Nachfrage nach Fernfahrten (Einsätze > 120 Min.) ist im ländlichen Versorgungsbereich zu vernachlässigen. Dagegen ist im Stadtgebiet eine erhöhte Häufigkeit von Ferntransporten zwischen 8:00 und 14:00 Uhr festzustellen. Die mittlere Alarmierungshäufigkeit nimmt sechsmal in Folge den Wert größer 0,2 an (vor der Optimierungsstufe). Gegebenenfalls ist daher eine separate Rettungsmittelvorhaltung für Ferntransporte vorzusehen (s. Tab. 3.2.1.-15 im Anhang 2).

Im Rahmen der Optimierungsstufe ist aus Gründen der höheren Dringlichkeit zuerst eine Zuteilung der "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" durchzuführen. Erst anschließend ist zu prüfen, ob auch noch Krankentransporte dem Notfallaufkommen zugeordnet werden können, ohne das Sicherheitsniveau zu unterschreiten. Beim Krankentransportaufkommen ist darüber hinaus zu prüfen, inwieweit die Fernfahrten den Nahfahrten zugeordnet werden können.

Tab. 3.2.1.-7 zeigt die vorgenommene Zuteilung von weiteren Einsatzfahrten zum relevanten Notfallaufkommen und der Krankentransport-Fernfahrten zu den -Nahfahrten, um eine Optimierung der Rettungsmittelauslastung zu erreichen. "Ja" bedeutet, die Zuteilung der jeweiligen Einsatzklasse in diesem Stundenintervall ist möglich. "Nein" bedeutet, dass keine Zuteilung mehr möglich war, ohne das Sicherheitsniveau zu unterschreiten.

Tab. 3.2.1.-7: Zuteilungsschema der "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und Krankentransporte nah/fern zum Notfallaufkommen mit Sonder- und Wegerecht der Rettungswachenversorgungsgebiete 100 und 14 an Freitagen; Quelle: eigene

Stundenintervall	FREITAG		FREITAG		FREITAG	
	Notfalleinsätze <u>ohne</u> zu Notfalleinsätzen mit Sonderrechten		Krankentransporte Fern zu Nah		Krankentransporte Nah zu Notfalleinsätzen <u>mit</u> Sonderrechten	
	RWWB 100	RWWB 14	RWWB 100	RWWB 14	RWWB 100	RWWB 14
07 - 08	ja	ja	ja	ja	nein	ja
08 - 09	ja	ja	ja	ja	nein	ja
09 - 10	nein	ja	nein	ja	nein	nein
10 - 11	nein	ja	nein	ja	nein	nein
11 - 12	nein	ja	nein	ja	nein	nein
12 - 13	nein	ja	nein	ja	nein	nein
13 - 14	nein	ja	nein	ja	nein	ja
14 - 15	nein	ja	nein	ja	nein	ja
15 - 16	nein	ja	ja	ja	nein	ja
16 - 17	nein	ja	ja	ja	nein	ja
17 - 18	ja	ja	ja	ja	nein	ja
18 - 19	ja	ja	ja	ja	nein	ja
19 - 20	nein	ja	ja	ja	nein	ja
20 - 21	nein	ja	ja	ja	nein	ja
21 - 22	nein	ja	ja	ja	nein	ja
22 - 23	ja	ja	ja	ja	nein	ja
23 - 24	nein	ja	ja	ja	nein	ja
00 - 01	nein	ja	ja	ja	nein	ja
01 - 02	nein	ja	ja	ja	nein	ja
02 - 03	nein	ja	ja	ja	nein	ja
03 - 04	nein	ja	ja	ja	nein	ja
04 - 05	nein	ja	ja	ja	nein	ja
05 - 06	nein	ja	ja	ja	nein	ja
06 - 07	ja	ja	ja	ja	nein	ja

Im vorliegenden Berechnungsbeispiel ist wie erwartet eine Zuteilung von weiteren Einsätzen zum zeitkritischen Notfallaufkommen, also mit Sonder- und Wegerecht, im Versorgungsbereich 100 nur sehr begrenzt möglich. Lediglich in den frühen Morgenstunden und am frühen Abend ist eine Bedienung von "Notfalleinsätzen ohne Sonderrecht" aus der reinen Rettungsmittelvorhaltung für zeitkritische Einsatzfahrten möglich. Die Zuteilung von Krankentransporten ist daher gänzlich nicht realisierbar. Innerhalb der Krankentransporte ist allerdings zu empfehlen, die Fernfahrten nicht vollständig den Nahfahrten zuzuordnen, sondern von 09:00 bis 15:00 Uhr aufgrund der hohen Nachfrage einer separaten frequenzabhängigen Berechnung der Vorhaltung zu unterziehen.

Im Rettungswachenversorgungsgebiet 14 ist die Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes sehr gering. "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" können komplett dem Notfallaufkommen mit Sonder- und Wegerecht zugeordnet werden. Ebenfalls können die Krankentransporte inklusive der Fernfahrten zu einem großen Teil durch ein vorgehaltenes Rettungsmittel bedient werden. Lediglich in der Zeit von 9:00 bis 13:00 Uhr ist die Zuordnung von Krankentransporten nicht möglich, ohne eine Erhöhung der risikoabhängig berechneten Fahrzeugvorhaltung zu bewirken. Das Krankentransportaufkommen ist in dieser Zeit sehr hoch gegenüber dem Rest des Tages.

Wie sich die absoluten Einsatzhäufigkeiten nach der Optimierungsstufe darstellen, ist im Anhang 2 in den Tab. 3.2.1.-8 und -9 nachzulesen. Zusammengefasst ergeben sich im Vergleich zur ersten Berechnung folgende Änderungen der mittleren Einsatzzeit und der absoluten Häufigkeiten bei gleichbleibender Rettungsmittelvorhaltung in beiden Versorgungsbereichen nach Optimierung (s. Tab. 3.2.1.-10). Zudem wurden die Wiederkehrzeiten des Risikofalls in den drei Schichten, soweit es möglich war, annähernd an das vorgegebene Sicherheitsniveau von 5 bzw. 10 Schichten herangeführt (s. Tab. 3.2.1.-11).

Tab. 3.2.1.-10: Relevantes Einsatzfahrtaufkommen und mittlere Notfalleinsatzzeit in den drei Schichten nach Zuteilung; Quelle: eigene

Berechnungsparameter					
Tageskategorie: Freitag	Anzahl Tage	mittlere Einsatzzeit		relevantes Einsatzfahrtaufkommen	
		RWVB 100	RWVB 14	RWVB 100	RWVB 14
07:00 - 15:00 Uhr	49	64 Min.	45 Min.	1.046 Einsätze	56 Einsätze
15:00 - 23:00 Uhr	49	55 Min.	45 Min.	899 Einsätze	51 Einsätze
23:00 - 07:00 Uhr	49	54 Min.	24 Min.	449 Einsätze	15 Einsätze

Während sich die mittleren Einsatzzeiten im RWVB 100 kaum ändern, sind die Zeiten im RWVB 14 durch die Zuteilung erheblich gesunken. Eine Begründung dafür könnte in der sehr schnellen Erreichbarkeit eines Krankenhauses liegen. Eine tiefergehende Analyse wird hier aber nicht durchgeführt.

Bei dem für die Berechnung relevanten Einsatzfahrtaufkommen ist eine deutliche Erhöhung für beide Versorgungsbereiche zu verzeichnen. Aufgrund der Mitberücksichtigung der Einsatzfahrten ohne Sonder- und Wegerecht gem. Zuteilungsschema ist die Wiederkehrzeit des Risikofalls im RWVB 100 in allen drei Schichten auf 5,6 bis 5,1 Schichten gesunken. Im Versorgungsbereich 14 war besonders in der Schicht 7:00 bis 15:00 Uhr eine weitergehende Optimierung nicht möglich, sodass die Wiederkehrzeit des Risikofalls bei 17,9 Schichten liegt.

Tab. 3.2.1.-11: Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung nach Zuteilung; Quelle: eigene

Bedarfsgerecht vorzuhaltende Rettungsmittel nach Durchführung der Optimierungsstufe				
Tageskategorie: Freitag	Sicherheitsniveau	Rettungsmittel RWVB 100	Wiederkehrzeit in Schichten	Vorhaltestd./ Freitag
07:00 - 15:00 Uhr	5	6	5,1	48
15:00 - 23:00 Uhr	5	5	5,6	40
23:00 - 07:00 Uhr	5	3	5,3	24
Tageskategorie: Freitag	Sicherheitsniveau	Rettungsmittel RWVB 14	Wiederkehrzeit in Schichten	Vorhaltestd./ Freitag
07:00 - 15:00 Uhr	10	1	17,9	8
15:00 - 23:00 Uhr	10	1	21,0	8
23:00 - 07:00 Uhr	10	1	439,8	8

Das oben beschriebene Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung bildet die Grundlage für die weitergehende Kalkulation der Fahrzeugvorhaltung der beiden Versorgungsbereiche. Die nicht zugewiesenen "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und Krankentransporte im Rahmen der Optimierungsstufe sind die Basis für die frequenzabhängige Berechnung. Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an die in Kapitel 2.2.2.1. gemachten Ausführungen.

Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung für den RWVB 100 und 14: Im Rettungswachenversorgungsbereich 14 konnten für alle Schichten am Freitag gem. Zuteilungsschema die "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" in der risikoabhängigen Berechnung Berücksichtigung finden. Krankentransporte konnten allerdings nur in der Zeit von 13:00 bis 9:00 Uhr zugeordnet werden. Daraus folgt eine notwendige frequenzabhängige Berechnung in der Zeit von 9:00 bis 13:00 Uhr für die Bedienung der Krankentransporte im RWVB 14. Die Ergebnisse sind der Tab. 3.2.1.-12 zu entnehmen. Unter Berücksichtigung einer Gesamtfahrzeugauslastung der Mehrzweckfahrzeuge von nicht mehr als 75 %, ist zur bedarfsgerechten Versorgung der Bevölkerung mit Krankentransportleistungen ein zusätzliches Fahrzeug in der Zeit von 9:00 bis 13:00 Uhr vorzuhalten. Dies entspricht vier personell zu besetzenden Stunden für ein Mehrzweckfahrzeug am Freitag. Die Gesamtfahrzeugauslastung für dieses Fahrzeug beträgt bei der zu erwartenden Einsatzlage am Freitag ca. 71 %.

Tab. 3.2.1.-12: Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung in der Zeit von 9-13 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 14; Quelle: eigene

Tageskategorie	Stundenintervall		mittlere Meldehäufigkeit	mittlere Einsatzzeit	Einsatzzeitbedarf					Bedarfsgerechte Fahrzeugvorhaltung	Erwartete Einsatzauslastung
	von [Uhr]	bis [Uhr]			aus Meldehäufigkeit	maximal ohne Übertrag	maximal mit Übertrag	maximal bedienbar	Übertrag auf Folgestunde		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Vorhaltung für Krankentransporte im RWVB 14											
Freitag	7 - 8	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	8 - 9	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	9 - 10	0,7347	67	49,5	44,1	44,1	60,0	0,0	1	73,5 %	
	10 - 11	0,6735	69	45,7	45,9	45,9	60,0	0,0	1	76,4 %	
	11 - 12	0,6327	71	45,1	44,2	44,2	60,0	0,0	1	73,7 %	
	12 - 13	0,4898	57	29,1	35,2	35,2	60,0	0,0	1	58,7 %	
	13 - 14	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	14 - 15	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	15 - 16	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	16 - 17	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	17 - 18	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	18 - 19	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	19 - 20	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	20 - 21	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	21 - 22	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
	22 - 23	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
23 - 0	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
0 - 1	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
1 - 2	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
2 - 3	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
3 - 4	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
4 - 5	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
5 - 6	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
6 - 7	0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-		
Fr Gesamt		2,5306		169,4	169,4		240,0	0,0		70,6 %	

Im Rettungswachenversorgungsbereich 100 war eine Zuteilung der "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" zur risikoabhängigen Fahrzeugberechnung nur sehr begrenzt möglich. Krankentransporte konnten demnach überhaupt nicht berücksichtigt werden. Gemäß Zuteilungsschema ist eine Fernfahrtvorhaltung in der Zeit von 9:00 bis 17:00 Uhr bedarfsnotwendig. Tab. 3.2.1.-13 enthält die Ergebnisse der frequenzabhängigen Bedarfsermittlung für den Versorgungsbereich 100 an Freitagen. Es ist zu erkennen, dass zeitlich abgestuft in der Spitze neun Mehrzweckfahrzeuge (zwischen 9:00 und 11:00 Uhr) bedarfsgerecht vorgehalten werden müssen, um das Krankentransportaufkommen bedienen zu können. Im Tagesverlauf nimmt die notwendige Anzahl an Rettungsmitteln erwartungsgemäß ab. In den Abend- und Nachtstunden ist ein Rettungsmittel bedarfsnotwendig. Ab 22:00 Uhr nimmt auch die Auslastung der Fahrzeuge enorm ab (< 50 %). Hier ist eventuell zu prüfen, ob weitere Optimierungspotenziale ausgeschöpft werden können, indem zum Beispiel Krankentransporte auch aus anderen Rettungswachenversorgungsbereichen des Rettungsdienstbereichs mit bedient werden. Dabei sind die mittleren Einsatzzeiten in einem angemessenen Maße zu verlängern, da von einer erhöhten Fahrleistung ausgegangen werden muss.²⁶¹ Die Gesamtfahrzeugauslastung beträgt ca. 75 % und entspricht damit bereits den

261

vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 85

genannten Vorgaben. Personell sind im Ergebnis insgesamt 69 Stunden Vorhaltung abzudecken.

Tab. 3.2.1.-13: Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung in der Zeit von 7:00 – 7:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Nahfahrten; Quelle: eigene

Tageskategorie	Stundenintervall		mittlere Meldehäufigkeit [.]	mittlere Einsatzzeit [Min]	Einsatzzeitbedarf					Bedarfs-gerechte Fahrzeugvorhaltung [Anzahl]	Erwartete Einsatzauslastung [Prozent]
	von [Uhr]	bis [Uhr]			aus Meldehäufigkeit [Min]	maximal ohne Übertrag [Min]	maximal mit Übertrag [Min]	maximal bedienbar [Min]	Übertrag auf Folgestunde [Min]		
	1	2			3	4	5	6	7		
Vorhaltung für Krankentransporte im RWVB 100											
Freitag	7 - 8		0,9388	66	61,6	56,3	56,3	60,0	0,0	1	93,9 %
	8 - 9		3,5306	82	290,0	217,1	217,1	240,0	0,0	4	90,5 %
	9 - 10		6,5918	60	395,5	473,7	473,7	540,0	0,0	9	87,7 %
	10 - 11		6,8980	61	419,1	413,9	413,9	540,0	0,0	9	76,6 %
	11 - 12		6,2857	53	332,1	337,3	337,3	420,0	0,0	7	80,3 %
	12 - 13		5,2245	57	299,2	299,2	299,2	360,0	0,0	6	83,1 %
	13 - 14		4,2449	56	235,5	236,5	236,5	300,0	0,0	5	78,8 %
	14 - 15		4,2857	58	249,6	249,6	249,6	300,0	0,0	5	83,2 %
	15 - 16		3,4082	65	220,8	204,5	204,5	240,0	0,0	4	85,2 %
	16 - 17		2,6531	57	151,7	168,0	168,0	180,0	0,0	3	93,3 %
	17 - 18		1,7551	50	87,3	87,3	87,3	120,0	0,0	2	72,7 %
	18 - 19		1,4694	56	82,3	82,3	82,3	120,0	0,0	2	68,6 %
	19 - 20		1,1020	52	57,7	57,7	57,7	60,0	0,0	1	96,1 %
	20 - 21		0,7551	48	39,4	36,4	36,4	60,0	0,0	1	60,6 %
	21 - 22		0,8367	39	32,8	32,8	32,8	60,0	0,0	1	54,7 %
	22 - 23		0,5918	50	29,6	29,6	29,6	60,0	0,0	1	49,3 %
	23 - 0		0,4490	49	21,9	21,9	21,9	60,0	0,0	1	36,4 %
	0 - 1		0,4694	41	19,2	19,2	19,2	60,0	0,0	1	31,9 %
	1 - 2		0,3265	48	15,6	15,6	15,6	60,0	0,0	1	26,1 %
2 - 3		0,2041	50	10,1	10,1	10,1	60,0	0,0	1	16,9 %	
3 - 4		0,1020	55	5,7	5,7	5,7	60,0	0,0	1	9,4 %	
4 - 5		0,2449	42	10,2	10,2	10,2	60,0	0,0	1	16,9 %	
5 - 6		0,1429	37	5,3	5,3	5,3	60,0	0,0	1	8,8 %	
6 - 7		0,3673	46	17,0	17,0	17,0	60,0	0,0	1	28,3 %	
Fr Gesamt			52,8776		3.085,9	3.086,9	4.140,0	0,0		74,6 %	

Tab. 3.2.1.-14: Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung in der Zeit von 9:00 – 17:00 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Fernfahrten; Quelle: eigene

Tageskategorie	Stundenintervall		mittlere Meldehäufigkeit [.]	mittlere Einsatzzeit [Min]	Einsatzzeitbedarf					Bedarfs-gerechte Fahrzeugvorhaltung [Anzahl]	Erwartete Einsatzauslastung [Prozent]
	von [Uhr]	bis [Uhr]			aus Meldehäufigkeit [Min]	maximal ohne Übertrag [Min]	maximal mit Übertrag [Min]	maximal bedienbar [Min]	Übertrag auf Folgestunde [Min]		
	1	2			3	4	5	6	7		
Vorhaltung für KTP-Fernfahrten im RWVB 100											
Freitag	7 - 8		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	8 - 9		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	9 - 10		0,7143	228	163,2	42,9	42,9	60,0	0,0	1	71,4 %
	10 - 11		0,8163	168	137,3	91,8	91,8	120,0	0,0	2	76,5 %
	11 - 12		0,4082	196	89,1	116,3	116,3	120,0	0,0	2	96,9 %
	12 - 13		0,3878	162	62,6	121,7	121,7	120,0	1,7	2	100,0 %
	13 - 14		0,4082	178	72,8	72,2	74,0	120,0	0,0	2	61,6 %
	14 - 15		0,1020	179	16,2	53,3	53,3	60,0	0,0	1	88,9 %
	15 - 16		0,0000	0	0,0	29,9	29,9	60,0	0,0	1	49,9 %
	16 - 17		0,0000	0	0,0	5,9	5,9	60,0	0,0	1	9,9 %
	17 - 18		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	18 - 19		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	19 - 20		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	20 - 21		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	21 - 22		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	22 - 23		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	23 - 0		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	0 - 1		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	1 - 2		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
2 - 3		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
3 - 4		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
4 - 5		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
5 - 6		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
6 - 7		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
Fr Gesamt			2,8367		534,2	534,2	720,0	1,7		74,2 %	

Die Fahrzeugvorhaltung für Krankentransporte über 120 Minuten Einsatzzeit (Fernfahrten) im RWVB 100 ist der Tab. 3.2.1.-14 zu entnehmen. Im Versorgungsbereich 100 sind in der Zeit von 9:00 bis 17:00 Uhr zwei Fahrzeuge nur für Fernfahrten vorzuhalten, um die Kapazitäten der Regelrettung nicht zu belasten. In der Zeit von 12:00 bis 13:00 Uhr ist eine Auslastung von 100 % zu erwarten. Das kann toleriert werden, wenn die Gesamtfahrzeugauslastung nicht höher als 75 % und eine solche Auslastung nicht häufiger zu erwarten ist. Eine Erhöhung auf drei Rettungsmittel wäre aus wirtschaftlichen und personellen Gründen nicht vertretbar. Insgesamt ergeben sich aus der frequenzabhängigen Berechnung für die Fernfahrtvorhaltung weitere 12 personell zu besetzende Stunden.

Aus den Ergebnissen der risiko- und frequenzabhängigen Berechnung ist nun im **letzten Schritt** die Gesamtvorhaltung an Mehrzweckfahrzeugen zu ermitteln, indem die Ergebnisse zusammengeführt und in einem Rettungsmittelvorhalteplan übersichtlich dargestellt werden.²⁶² Beispielhaft sei hier eine mögliche visuelle Darstellung eines Rettungsmittelvorhalteplans für den Rettungswachenversorgungsbereich 14 dargestellt (s. Abb. 3.2.1.-1).²⁶³ Aus dem Plan geht hervor, dass an Freitagen ein MZF rund um die Uhr (24 h) personell zu besetzen ist. Zwischen 9:00 und 13:00 Uhr ist ein weiteres MZF, vorwiegend zur Bedienung von Krankentransporten, vorzuhalten (4 h).

Rettungsmittelvorhalteplan für den RWVB 14							
Rettungsmittel		Freitag					Vorhaltung in Std.
Typ	Funk	6	12	18			
MZF	1	[Green bar from 00:00 to 24:00]					24
MZF	2			[Yellow bar from 09:00 to 13:00]			4
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #92d050; border: 1px solid black;"></div> aus risikoabhängiger Berechnung </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></div> aus frequenzabhängiger Berechnung </div>					

Abb. 3.2.1.-1: Rettungsmittelvorhalteplan für den RWVB 14 an Freitagen; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 86

Der Rettungsmittelvorhalteplan für den städtischen Versorgungsbereich 100 ist im Anhang 2 abgebildet (Abb. 3.2.1.-2). Zeitlich abgestuft werden bis zu 17 Mehrzweckfahrzeuge benötigt, um Notfälle und Krankentransporte (Nah- und Ferntransporte) bedienen zu können. Die benötigte Vorhaltung an Rettungsmitteln nimmt über den Tag bis in die Abend-

²⁶² vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 86

²⁶³ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 86

stunden kontinuierlich ab. In den Nachtstunden ab 23:00 Uhr sind vier Mehrzweckfahrzeuge bedarfsgerecht vorzuhalten.

Zusätzliche Tabellen und Auswertungen zur besseren Verdeutlichung der Bedarfsplanung sind auch auf der beiliegenden CD enthalten.

3.2.2. Realzeitanalyse

Für die Berechnung der Rettungsmittelvorhaltung auf Grundlage der Realzeitanalyse (Methode 2a) wird die gleiche bereinigte Datenbasis verwendet, wie sie auch bei der risikoabhängigen Berechnung vorlag. Grundlage für die Realzeitanalyse sind alle "Notfalleinsätze mit Sonderrechten", also zeitkritische Einsätze, die eine unverzügliche Intervention durch den Rettungsdienst erfordern. Alle anderen Einsatzfahrten sind gem. Rettungsdienstplan des Landes Hessen bei der frequenzabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung für die Bedienung von "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" bzw. Krankentransporten zu berücksichtigen.²⁶⁴ Ausgehend von den oben beschriebenen Rahmenbedingungen zur Ermittlung der Fahrzeugvorhaltung ist pro 15-Minuten-Intervall die maximale Anzahl an zeitgleichen Rettungsmittelbelegungen zu "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" in einer Tageskategorie und über ein Jahr²⁶⁵ hinweg zu ermitteln. Auf diesem Wege lässt sich die absolute Anzahl an Duplizitätsfällen/Risikofällen pro 15-Minuten-Intervall darstellen.

Durch Auszählung der Realdaten ergeben sich für den Rettungswachenversorgungsbereich 100 die in Tab. 3.2.2.-1 abgebildeten **absoluten** Häufigkeiten pro Intervall. Aufgrund der Tabellengröße wurde hier zur Darstellung nur der Ausschnitt von 7:00 bis 15:00 Uhr ausgewählt. Die gesamte Tabelle ist im Anhang einsehbar (Tab. 3.2.2.-1a).

Für den Versorgungsbereich 100 ist am Beispiel zu erkennen, dass in den frühen Morgenstunden überwiegend kein oder nur ein Rettungsmittel (zeitgleich) im Einsatz war. Bis zum frühen Nachmittag steigt die Zahl zeitgleicher Einsatzfahrten aber kontinuierlich an und erreicht zwischen 10:00 und 13:00 Uhr ihr Maximum, um dann langsam bis in die späten Abendstunden hinein wieder abzuflachen. Das Minimum an zeitgleichen Einsatzfahrten wird gegen 3:00 und 4:00 Uhr morgens erreicht.

²⁶⁴ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 12 f.

²⁶⁵ mindestens jedoch 13 repräsentative Wochen; vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 13

Tab. 3.2.2.-1: Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100; Quelle: eigene

RWVB 100														Anzahl 15-Minuten-Intervalle
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und absolute Eintrittshäufigkeit													
	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	
Viertelstundenintervall	0 RM	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	17	21	8	2	1									49
07:15 bis 07:30 Uhr	13	22	9	4	1									49
07:30 bis 07:45 Uhr	13	23	8	3	2									49
07:45 bis 08:00 Uhr	10	18	13	6	2									49
08:00 bis 08:15 Uhr	6	20	13	8		2								49
08:15 bis 08:30 Uhr	7	11	14	10	6	1								49
08:30 bis 08:45 Uhr	4	9	15	10	8	3								49
08:45 bis 09:00 Uhr	5	6	15	14	7	2								49
09:00 bis 09:15 Uhr	3	7	9	22	3	5								49
09:15 bis 09:30 Uhr	3	6	13	13	6	7	1							49
09:30 bis 09:45 Uhr	1	9	9	13	10	4	1	1	1					49
09:45 bis 10:00 Uhr	2	6	13	9	11	3	3	1	1					49
10:00 bis 10:15 Uhr	2	3	15	9	9	5	3	2	1					49
10:15 bis 10:30 Uhr	1	5	10	10	11	6	4	2						49
10:30 bis 10:45 Uhr	1	2	10	14	10	6	5	1						49
10:45 bis 11:00 Uhr	1	4	9	18	9	5	2	1						49
11:00 bis 11:15 Uhr		4	13	11	13	6	1	1						49
11:15 bis 11:30 Uhr	2	5	5	8	20	6	3							49
11:30 bis 11:45 Uhr	1	5	6	9	14	7	5	2						49
11:45 bis 12:00 Uhr	2	3	11	12	8	5	4	3	1					49
12:00 bis 12:15 Uhr	1	4	11	9	9	7	4	2	2					49
12:15 bis 12:30 Uhr	2	4	11	6	12	8	3	1	2					49
12:30 bis 12:45 Uhr	3	2	8	7	15	4	6	1	3					49
12:45 bis 13:00 Uhr	3	4	10	8	9	7	3	2	2	1				49
13:00 bis 13:15 Uhr	4	5	7	9	11	7	2	3		1				49
13:15 bis 13:30 Uhr	4	5	11	9	8	4	8							49
13:30 bis 13:45 Uhr	2	4	11	13	10	4	5							49
13:45 bis 14:00 Uhr	2	10	7	14	7	3	5	1						49
14:00 bis 14:15 Uhr	5	9	11	10	4	5	4	1						49
14:15 bis 14:30 Uhr	11	3	13	9	6	5	1	1						49
14:30 bis 14:45 Uhr	12	6	10	9	7	3	1	1						49
14:45 bis 15:00 Uhr	9	8	16	7	7		2							49

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Um zu überprüfen, ob alle 15-Minuten-Intervalle der Tageskategorie im relevanten Betrachtungszeitraum berücksichtigt wurden, wurde eine Kontroll-Spalte eingefügt, die die Anzahl der berücksichtigten 15-Minuten-Intervalle wiedergibt. Als Ergebnis muss hier die Häufigkeit der Tageskategorie im Betrachtungszeitraum stehen (49 Freitage). Bei der späteren Bildung der relativen Häufigkeiten für die Ganglinie ist die Spalte 'x0' nicht mehr zu berücksichtigen, da gem. Rettungsdienstplan unabhängig von den Ergebnissen der Berechnungen generell immer mindestens ein Rettungsmittel pro Rettungswachenversorgungsbe-²⁶⁶reich vorzuhalten ist. Daher kann es sein, dass die Anzahl der berücksichtigten 15-Minuten-Intervalle unter 49 sinkt.

Nach Auswertung und Darstellung der absoluten zeitgleichen Einsatzhäufigkeiten sind im nächsten Schritt die **relativen** Einsatzhäufigkeiten, normiert auf 49 Freitage des Betrachtungszeitraums zu berechnen. Die relative Häufigkeit soll die (Eintritts-)wahrscheinlichkeit

266

vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 14 f.

abbilden, dass es zu 'x' zeitgleichen Einsätzen kommt, indem die sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel als Indikator herangezogen werden. Aus der Auswertung der Häufigkeiten der 15-Minuten-Intervalle ergibt sich dann unmittelbar die Anzahl der bedarfsnotwendig vorzuhaltenden Rettungsmittel für den jeweiligen Versorgungsbereich (sog. Ganglinie), sofern die relative Eintrittshäufigkeit über '10' liegt. Liegt die Eintrittshäufigkeit unter '10', so ist in der Regel keine weitere Fahrzeugvorhaltung vorzusehen. Aus der Ganglinie (schwarze Linie) bzw. den 15-Minuten-Intervallen lässt sich dann die notwendige Dienstzeit eines jeden Rettungsmittels ablesen. Im Folgenden wird die Grenze von '10' zur Vereinfachung auch als Sicherheitsniveau bezeichnet.

Unter der Anwendung der im Kapitel 2.2.2.2. vorgestellten Formel lassen sich die relativen Häufigkeiten für das Berechnungsbeispiel im Rettungswachenversorgungsbereich 100 mit den absoluten Einsatzhäufigkeiten aus Tab. 3.2.2.-1 errechnen. Die gerundeten Ergebnisse sind in Tab. 3.2.2.-2 abgebildet (vollständig in Tabelle 3.2.2.-2a im Anhang).

Tab. 3.2.2.-2: Anzahl der Rettungsmittel im Einsatz und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100; Quelle: eigene

RWVB 100													
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und <u>relative</u> Eintrittshäufigkeit											Anzahl 15-Minuten-Intervalle	
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11		x12
Viertelstundenintervall	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	65	22	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32
07:15 bis 07:30 Uhr	73	29	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	36
07:30 bis 07:45 Uhr	73	27	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	36
07:45 bis 08:00 Uhr	80	43	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	39
08:00 bis 08:15 Uhr	88	47	20	4	4	0	0	0	0	0	0	0	43
08:15 bis 08:30 Uhr	86	63	35	14	2	0	0	0	0	0	0	0	42
08:30 bis 08:45 Uhr	92	73	43	22	6	0	0	0	0	0	0	0	45
08:45 bis 09:00 Uhr	90	78	47	18	4	0	0	0	0	0	0	0	44
09:00 bis 09:15 Uhr	94	80	61	16	10	0	0	0	0	0	0	0	46
09:15 bis 09:30 Uhr	94	82	55	29	16	2	0	0	0	0	0	0	46
09:30 bis 09:45 Uhr	98	80	61	35	14	6	4	2	0	0	0	0	48
09:45 bis 10:00 Uhr	96	84	57	39	16	10	4	2	0	0	0	0	47
10:00 bis 10:15 Uhr	96	90	59	41	22	12	6	2	0	0	0	0	47
10:15 bis 10:30 Uhr	98	88	67	47	24	12	4	0	0	0	0	0	48
10:30 bis 10:45 Uhr	98	94	73	45	24	12	2	0	0	0	0	0	48
10:45 bis 11:00 Uhr	98	90	71	35	16	6	2	0	0	0	0	0	48
11:00 bis 11:15 Uhr	100	92	65	43	16	4	2	0	0	0	0	0	49
11:15 bis 11:30 Uhr	96	86	76	59	18	6	0	0	0	0	0	0	47
11:30 bis 11:45 Uhr	98	88	76	57	29	14	4	0	0	0	0	0	48
11:45 bis 12:00 Uhr	96	90	67	43	27	16	8	2	0	0	0	0	47
12:00 bis 12:15 Uhr	98	90	67	49	31	16	8	4	0	0	0	0	48
12:15 bis 12:30 Uhr	96	88	65	53	29	12	6	4	0	0	0	0	47
12:30 bis 12:45 Uhr	94	90	73	59	29	20	8	6	0	0	0	0	46
12:45 bis 13:00 Uhr	94	86	65	49	31	16	10	6	2	0	0	0	46
13:00 bis 13:15 Uhr	92	82	67	49	27	12	8	2	2	0	0	0	45
13:15 bis 13:30 Uhr	92	82	59	41	24	16	0	0	0	0	0	0	45
13:30 bis 13:45 Uhr	96	88	65	39	18	10	0	0	0	0	0	0	47
13:45 bis 14:00 Uhr	96	76	61	33	18	12	2	0	0	0	0	0	47
14:00 bis 14:15 Uhr	90	71	49	29	20	10	2	0	0	0	0	0	44
14:15 bis 14:30 Uhr	78	71	45	27	14	4	2	0	0	0	0	0	38
14:30 bis 14:45 Uhr	76	63	43	24	10	4	2	0	0	0	0	0	37
14:45 bis 15:00 Uhr	82	65	33	18	4	4	0	0	0	0	0	0	40

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Die zur Berechnung der relativen Häufigkeiten angestellten Berechnungsschritte sind im Folgenden beispielhaft für das 15-Minuten-Intervall 7:00 bis 7:15 Uhr des städtischen Versorgungsbereichs 100 dargestellt (Tab. 3.2.2.-3). Unter Anwendung der Formel für die Realzeitanalyse ist erstmals in diesem Intervall bei der Prüfung der relativen Häufigkeit eines dritten Rettungsmittels das Sicherheitsniveau von '10' unterschritten. Das bedeutet, dass *mindestens* zwei Rettungsmittel vor 7:00 bis 7:15 Uhr zur Bedienung des Notfallaufkommens mit Sonderrechten vorzuhalten sind.

Tab. 3.2.2.-3: Beispielberechnung der relativen Häufigkeiten für den RWVB 100 an Freitagen zwischen 7:00 und 7:15 Uhr; Quelle: eigene

Berechnung der relativen Häufigkeiten bei der Realzeitanalyse – am Beispiel von 7:00 bis 7:15 Uhr am Freitag für den RWVB 100 –		
Rettungsmittel im Einsatz	1 RM	2 RM
↓	$p = \frac{(21 + 8 + 2 + 1) * 100}{49}$	$p = \frac{(8 + 2 + 1) * 100}{49}$
relative Eintrittshäufigkeit	p = 65,31	p = 22,45
Rettungsmittel im Einsatz	3 RM	4 RM
↓	$p = \frac{(2 + 1) * 100}{49}$	$p = \frac{(1) * 100}{49}$
relative Eintrittshäufigkeit	p = 6,12	p = 2,04
RM = Rettungsmittel im Einsatz		

Ergebnisse der Realzeitanalyse für den RWVB 100: Aus den Ergebnissen der relativen Häufigkeiten resultiert, dass bei einem vorgegebenen Sicherheitsniveau von '10' eine 24-Stunden-Vorhaltung von mindestens zwei Rettungsmitteln zur Bedienung von "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" notwendig ist.²⁶⁷ Spätestens ab 7:15 Uhr wird ein Drittes, ab 8:15 Uhr ein Viertes, ab 9:00 Uhr ein Fünftes und ab 9:45 Uhr ein sechstes Rettungsmittel bedarfsnotwendig. Zeitlich abgestuft nimmt die Rettungsmittelvorhaltung ab 14:15 Uhr bis

²⁶⁷ siehe hierzu Tabelle 3.2.2.-2a im Anhang

in die späten Abend-/Nachtstunden wieder ab (siehe Tab. 3.2.2.-2a). Zur "Spitzenzeit" werden folgerichtig sechs Rettungsmittel benötigt.

Pro Rettungswachenversorgungsbereich ist individuell zu klären, wie mit sog. Ausreißern in den Ergebnissen zu verfahren ist. Die Behandlung der Ausreißer z. B. in Spalte 'x6' für die relative Eintrittshäufigkeit eines sechsten Rettungsmittels von 10:45 bis 11:30 Uhr oder in der Nacht von 2:15 Uhr für ein drittes Rettungsmittel ('x3') sind aus personellen und wirtschaftlichen Gründen zu begradigen, d. h. bis zu einem gewissen vertretbaren Grad "aufzufüllen", oder dementsprechend unter strenger Abwägung zu vernachlässigen. Für diese Arbeit wurde eine einfache Begradigung durchgeführt, sodass ein sechstes Rettungsmittel von 9:45 bis 14:15 Uhr vorzuhalten ist. Ein drittes Rettungsmittel wird aufgrund der durchgeführten Begradigung jetzt 24 Stunden vorgehalten. In Spalte 'x5' sind für ein fünftes Rettungsmittel von 14:45 bis 18:15 Uhr idealerweise ebenfalls Begradigungen durchzuführen. Dasselbe gilt für 'x4' ab 20:15 Uhr. Der Mehrbedarf/Ausreißer im 15-Minuten-Intervall von 12:45 bis 13:00 Uhr in Spalte 'x7' sollte nicht zu einer zusätzlichen Vorhaltung eines siebten Rettungsmittels führen.

Hierbei ist zu erwähnen, dass der Rettungsdienstplan des Landes Hessen ein möglichst harmonisiertes Berechnungsergebnis fordert, welches für den Personaldienstplan der Leistungserbringer verträglich ist.²⁶⁸ Die Begradigungen in den Berechnungsergebnissen der Realzeitanalyse haben sich idealerweise an den Vor-Ort-Bedingungen zu orientieren. In dieser Arbeit wurde diese Art Begradigung ausgespart, da keine verlässlichen Daten über Schichtplanmodelle der einzelnen Leistungserbringer im Rettungsdienstbereich vorlagen. Unter Berücksichtigung der Begradigungen sind insgesamt für **104,25** Stunden an Freitagen im städtischen RWVB-Rettungsmittel personell zu besetzen. Ohne Begradigungen sind es **95** Vorhaltestunden.

Ergebnisse der Realzeitanalyse für den RWVB 14: Der Bedarf an Rettungsmitteln zur Bedienung von Notfallfahrten mit Sonderrechten wurde analog dem Vorgehen zum Versorgungsbereich 100 ermittelt. Dies gilt auch für jeden anderen möglichen Rettungswachenversorgungsbereich. Die Tab. hierzu sind im Anhang einsehbar (Tab. 3.2.2.-4 und -5). Im Ergebnis zeigt sich, dass im ländlichen Versorgungsbereich ein Mehrzweckfahrzeug/Rettungsmittel bedarfsgerecht vorzuhalten ist, um "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" bedienen zu können. Dies resultiert aus der Forderung, dass pro Rettungswachenversorgungsbereich mindestens ein Rettungsmittel zur Sicherstellung der Notfallversorgung

²⁶⁸ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 14

zu stationieren ist, abweichend von den Ergebnissen der vorherigen Berechnungen.²⁶⁹ Das Notfallaufkommen mit Sonderrechten ist im RWVB 14 sehr gering. Fast über den ganzen Tag hinweg bleiben die relativen Einsatzhäufigkeiten unter dem Sicherheitsniveau von '10'. Insgesamt ist daher ein Rettungsmittel 24 Stunden an Freitagen personell zu besetzen.

Ergebnisse der frequenzabhängigen Berechnung für den RWVB 100 und 14: Bei der Realzeitanalyse gibt es keine Möglichkeit eine Optimierungsstufe wie oben dargestellt durchzuführen. Die Einsatzfahrten zu Notfällen ohne Sonderrechte und Krankentransporte sind deshalb in Gänze für die frequenzabhängige Berechnung der Rettungsmittelvorhaltung relevant.

Für die Rettungsmittelvorhaltung im städtischen Versorgungsbereich **100** zur Bedienung der nicht zeitkritischen Einsatzfahrten ergibt sich das in Tab. 3.2.2.-6 und -7 im Anhang 2 errechnete Ergebnis. Zu Spitzenzeiten (9:00 – 11:00 Uhr) sind weitere neun Mehrzweckfahrzeuge/Rettungsmittel für Nahfahrten (< 120 Minuten) vorzuhalten. Zeitlich abgestuft verringert sich die Anzahl benötigter Fahrzeuge bis in die Abendstunden (19:00 Uhr) auf ein bedarfsnotwendiges Fahrzeug. In den frühen Morgenstunden ab 7:00 Uhr sind dann wieder mindestens zwei Mehrzweckfahrzeuge vorzusehen. Für Krankentransport-Fernfahrten ist zwischen 9:00 und 17:00 Uhr ein und ab 10:00 bis 14:00 Uhr ein weiteres Rettungsmittel personell zu besetzen.

Im ländlichen Rettungswachenversorgungsbereich **14** ist streng genommen ein weiteres Fahrzeug 24 Stunden am Tag für die Bedienung von "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" und Krankentransporte vorzuhalten (Tab. 3.2.2.-8 im Anhang 2). In Anbetracht des sehr geringen Auslastungsgrads ab 16:00 Uhr nachmittags bis 8:00 Uhr morgens ist zu bedenken, dass das Aufkommen zu "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" sehr gering war und nicht davon auszugehen ist, dass das dafür vorzuhaltende Fahrzeug ganz ausgelastet sein wird. Es ist deshalb zu überlegen, ob das geringe Einsatzaufkommen zu nicht zeitkritischen Einsätzen durch das Notfallrettungsmittel mit bedient werden kann.

In dieser Arbeit wird diese Annahme unterstützt. Es ist daher ein weiteres Rettungsmittel nur in der Zeit von 8:00 bis 16:00 Uhr vorzuhalten. In den folgenden Tabellen ist die bedarfsnotwendige Rettungsmittelvorhaltung für den Versorgungsbereich 14 und 100, wie sie sich aus der Anwendung der Realzeitanalyse und der frequenzabhängigen Berechnung ergeben, dargestellt:

²⁶⁹ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 14

Tab. 3.2.2.-9: Rettungsmittelvorhaltung im RWVB 14 an Freitagen
auf Basis der Realzeitanalyse und der frequenzabhängigen Berechnung; Quelle: eigene

Rettungsmittelvorhaltung RWVB 14			
für	Freitag	bedarfsnotwendige Dienstzeit	Vorhaltestunden
NF	Rettungsmittel 1	0:00 - 24:00 Uhr	24
KT	Rettungsmittel 2	8:00 - 16:00 Uhr	8
Vorhaltestunden gesamt			32

Tab. 3.2.2.-10: Rettungsmittelvorhaltung im RWVB 100 an Freitagen
auf Basis der Realzeitanalyse und der frequenzabhängigen Berechnung; Quelle: eigene

Rettungsmittelvorhaltung RWVB 100			
für	Freitag	bedarfsnotwendige Dienstzeit	Vorhaltestunden
NF	Rettungsmittel 1	00:00 - 24:00 Uhr	24
NF	Rettungsmittel 2	00:00 - 24:00 Uhr	24
NF	Rettungsmittel 3	00:00 - 24:00 Uhr	24
NF	Rettungsmittel 4	08:15 - 02:00 Uhr	17,75
NF	Rettungsmittel 5	09:00 - 19:00 Uhr	10
NF	Rettungsmittel 6	09:45 - 14:15 Uhr	4,5
KT nah	Rettungsmittel 7	00:00 - 24:00 Uhr	24
KT nah	Rettungsmittel 8	07:00 - 19:00 Uhr	12
KT nah	Rettungsmittel 9	08:00 - 17:00 Uhr	9
KT nah	Rettungsmittel 10	08:00 - 16:00 Uhr	8
KT nah	Rettungsmittel 11	08:00 - 15:00 Uhr	7
KT nah	Rettungsmittel 12	08:00 - 13:00 Uhr	5
KT nah	Rettungsmittel 13	09:00 - 12:00 Uhr	3
KT nah	Rettungsmittel 14	09:00 - 11:00 Uhr	2
KT nah	Rettungsmittel 15	09:00 - 11:00 Uhr	2
KT fern	Rettungsmittel 16	09:00 - 17:00 Uhr	8
KT fern	Rettungsmittel 17	10:00 - 14:00 Uhr	4
Vorhaltestunden gesamt			188,25

Abweichend von den Vorgaben im Rettungsdienstplan des Landes Hessen wird in dieser Arbeit die Realzeitanalyse versuchsweise auch für alle Einsatzklassen zusammen durchgeführt und dargestellt (Methode 2b). Die sich ergebende Ganglinie enthält somit "Notfall-

einsätze mit Sonderrechten", "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und Krankentransporte. Das betrachtete Einsatzfahrtaufkommen ist dementsprechend höher.

Die vollständigen Ergebnisse der Realzeitanalyse für alle Einsatzklassen sind im Anhang für beide Versorgungsbereiche abgebildet (Tab. 3.2.2.11a bis 14a). Die Ganglinie wurde mit den gleichen Rechenschritten wie oben ermittelt. Anhand der Ausreißer wurde sie jeweils für den Versorgungsbereich 100 und 14 begradigt.

Letztendlich ergibt sich bei einer vollständigen Betrachtung der Einsatzklassen im Rahmen der Realzeitanalyse für den städtischen **Rettungswachensversorgungsbereich 100** eine Rund-um-die-Uhr-Vorhaltung von vier Fahrzeugen. Zu Spitzenzeiten werden 13 weitere Mehrzweckfahrzeuge benötigt, sodass von 10:00 bis 12:45 Uhr insgesamt 18 Fahrzeuge einsatzbereit vorzuhalten sind. Wie in den oben dargestellten Ergebnissen auch, verringert sich ab 12:45 Uhr die notwendige Fahrzeuganzahl im Tagesverlauf bis 2:15 Uhr stufenweise. Mit Berücksichtigung der notwendigen Begradigungen ergibt sich daraus eine Vorhaltezeit von insgesamt **203 Stunden**. Ohne Berücksichtigung der Begradigung beträgt die Vorhaltung **198,5 Stunden**.

Im ländlichen **Rettungswachensversorgungsbereich 14** sind unter Berücksichtigung aller Einsatzklassen insgesamt zwei Mehrzweckfahrzeuge vorzuhalten. Ein Fahrzeug im 24-Stunden-Betrieb, das weitere Fahrzeug von 9:45 bis 14:30 Uhr. Daraus resultieren unter Berücksichtigung etwaiger Begradigungen **28,5 Vorhaltestunden**. Ohne Berücksichtigung **27,25 Stunden**, allerdings mit der Vorgabe, dass immer mindestens ein Mehrzweckfahrzeug im Versorgungsbereich vorzuhalten ist.

Zusätzliche Tabellen und Auswertungen zur besseren Verdeutlichung der Bedarfsplanung sind auch auf der beiliegenden CD enthalten.

3.3. Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse

Nachdem beide Berechnungsmethoden zur Kalkulation einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung angewendet und ausführlich dargestellt wurden, ist es Ziel in diesem Kapitel die jeweiligen Berechnungsergebnisse einander gegenüberzustellen. Die Gegenüberstellung der Kalkulationen soll einen Überblick schaffen und die Dimension der differierenden Ergebnisse aufzeigen. Aus den Ergebnissen lässt sich allerdings nicht unmittelbar eine Qualität der Berechnungsmethoden ableiten, dafür bedarf es einer weitergehenden Prüfung bzw. Betrachtung. Deshalb ist dieses Kapitel nur als Grundlage für den folgenden Methodenvergleich in Kapitel 4 zu verstehen.

Die Gegenüberstellung der kalkulierten Vorhaltestunden der jeweiligen Berechnungsmethoden ist der folgenden Tab. 3.3.-1 zu entnehmen. Dabei zeigen sich mehr oder weniger starke Unterschiede. Besonders bei den Ergebnissen der Realzeitanalyse ist darauf hinzuweisen, dass die durchgeführten Begradigungen innerhalb der Ergebnisse anhand von Dienstplanmodellen und Vor-Ort-Bedingungen individuell anzupassen sind.²⁷⁰ Nicht begradigte Ganglinien ergeben aufgrund der Ausreißer real wenig Sinn, da sie personell und somit wirtschaftlich nicht umzusetzen sind. Sie können daher nur für einen Vergleich der Methoden dienen.²⁷¹

Gegenüber der risikoabhängigen und der frequenzabhängigen Berechnung nach *Poisson* (**Methode 1**) wird durch die Realzeitanalyse mit frequenzabhängiger Berechnung (**Methode 2a**) eine etwas geringere Rettungsmittelvorhaltung für den RWVB 100 erzeugt (- 6,34 %/ -10,95 %). Für den RWVB 14 ist die Gegenüberstellung weniger aussagekräftig, da generell immer mindestens ein Fahrzeug für die Bedienung des Notfallaufkommens vorzuhalten ist. Die zusätzliche Vorhaltung eines weiteren Fahrzeugs für die Bedienung des Krankentransportaufkommens wurde wegen oben genannter Gründe mit acht Stunden angenommen, kann aber durchaus kürzer oder länger sein, je nachdem welchen Kriterien vor Ort geplant werden soll.

Tab. 3.3.-1: Ergebnisse der Rettungsmittel-Vorhaltung im Vergleich; Quelle: eigene

pro Freitag	[Methode 1]	[Methode 2a]		[Methode 2b]	
RWVB		mit Begradi- gung	ohne Begradi- gung	mit Begradi- gung	ohne Begradi- gung
100	201,00	188,25	179,00	203,00	198,50
14	28,00	32,00	32,00	28,50	27,25
100	100 %	- 6,34 %	- 10,95 %	+ 1,00 %	- 1,24 %
14	100 %	+14,29 %	+ 14,29 %	+ 1,79 %	- 2,68 %

Wird die Realzeitanalyse für alle Einsatzklassen gleichermaßen angewendet (**Methode 2b**), errechnet sich eine höhere Vorhaltung gegenüber der im Rettungsdienstplan festgelegten Methode 2a. Im Vergleich zur Methode 1 ergibt sich eine geringe Abweichung der

²⁷⁰ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 14

²⁷¹ Zur Vereinfachung der Darstellung werden die Methoden im Folgenden in 1, 2a und 2b bezeichnet.

Rettungsmittelvorhaltestunden je nachdem, ob eine Begradigung durchgeführt wurde oder nicht, zwischen -1,24 % bis + 1,00 % für den Versorgungsbereich 100 und zwischen -2,68 % bis +1,79 % für den Versorgungsbereich 14. Es zeigt sich, dass bei Anwendung der Methode 2b eine weitaus geringere prozentuale Abweichung zur Methode 1 besteht, als wenn man nur Methode 1 mit Methode 2a vergleicht.

Die oben berechneten bzw. kalkulierten bedarfsnotwendigen Vorhaltestunden in Summe haben noch keine direkte Aussagekraft über die Verteilung der Rettungsmittelstunden über einen Tag (24 h). Daher ist es notwendig aufzuzeigen, ob die dargestellten Methoden ähnliche Dienstzeiten für die Rettungsmittel über einen Tag hinweg kalkulieren.

In Abb. 3.3.-1 sind die Ergebnisse der Methoden für den Versorgungsbereich 100 nochmals nach Dienstzeiten visualisiert. Das erste Diagramm enthält die notwendige Rettungsmittelvorhaltung der Methoden 1, 2a und 2b. Alle Methoden errechnen anhand der zugrundeliegenden Datenbasis ein Bedarfsmaximum nach Leistungen des Rettungsdienstes zwischen 10:00 und 11:00 Uhr mit einer bedarfsnotwendigen Fahrzeugvorhaltung von 17 Mehrzweckfahrzeugen. Ebenfalls werden durch die Methoden drei Mehrzweckfahrzeuge in den späten Nachtstunden (ab 02:15 Uhr) vorgeschlagen. Bei der Realzeitanalyse ist die Vorhaltung eines vierten Fahrzeugs bis 02:15 Uhr bedarfsnotwenig. Demgegenüber reichen bei Methode 1 für die Bedienung des erwarteten Einsatzfahrtaufkommens drei Rettungsmittel ab 23:00 Uhr aus. Im Rahmen der Methode 2b fällt im Vergleich zu 1 und 2a eine "rechtsseitige" Verlagerung der Rettungsmitteldienstzeiten auf. Das äußert sich in einer verlängerten Vorhaltung pro Fahrzeug in den jeweiligen Zeitintervallen ab 11:00 Uhr. Das Bild verstärkt sich nochmals im direkten Vergleich zwischen Methode 2a und 2b (Diagramm 2). Dagegen ist bei Methode 2a im Vergleich eine leicht "linksseitige" Verlagerung zu beobachten.

In Diagramm 3 wird die bedarfsnotwendige Rettungsmittelvorhaltung zur Bedienung von "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" dargestellt. Auch hier wird die verlängerte Vorhaltung in den Abend- und Nachtstunden bei der Realzeitanalyse gegenüber der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* deutlich. Methode 2b kann in Diagramm 3 nicht abgebildet werden, da sie im Ergebnis alle Einsatzklassen berücksichtigt.²⁷²

²⁷²

Auf die weitere Darstellung des Versorgungsbereichs 14 wird hier aus Gründen der geringen Aussagekraft verzichtet.

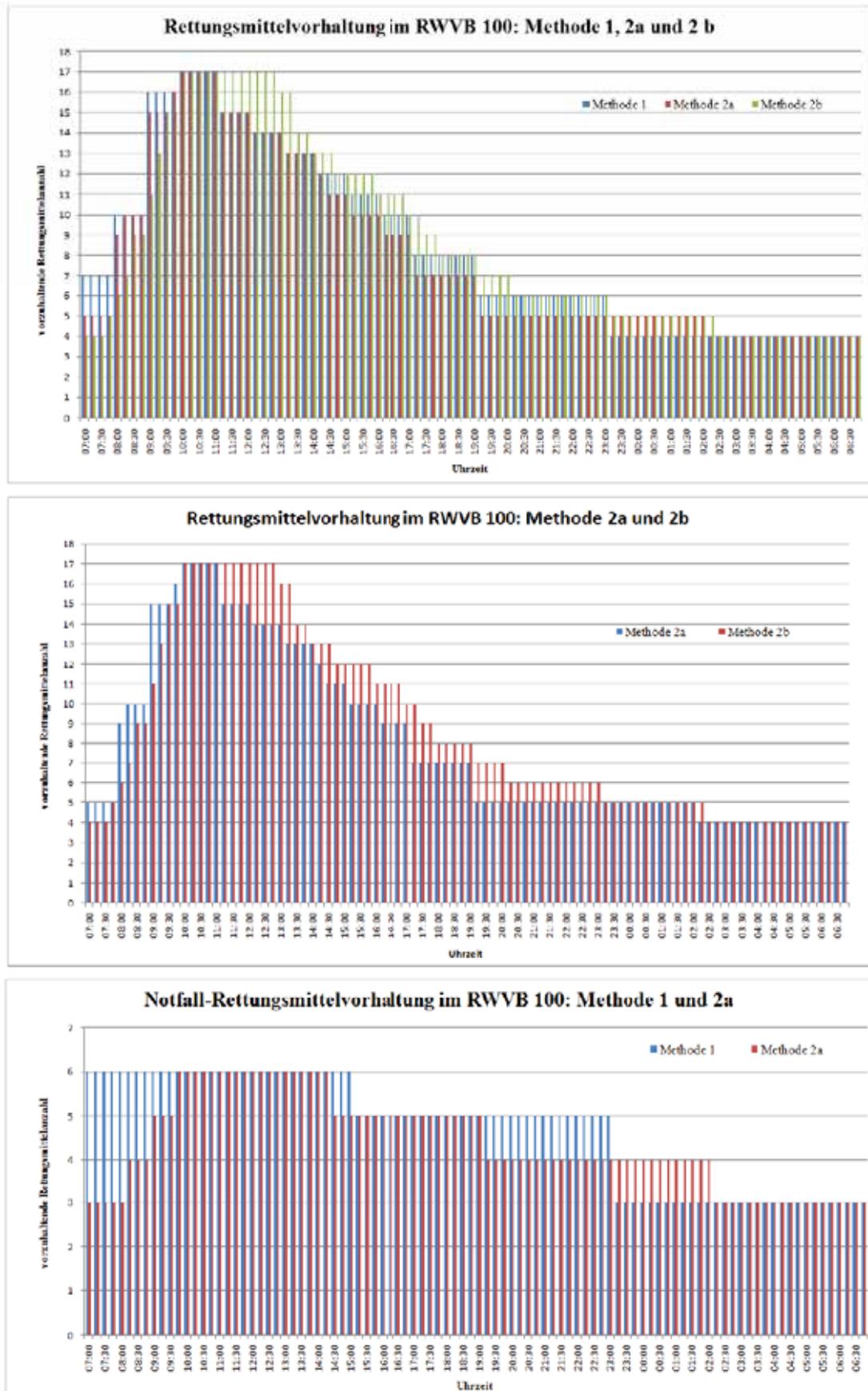


Abb. 3.3.-1: Diagramme zur Darstellung und zum Vergleich der kalkulierten Rettungsmittelvorhaltung der einzelnen Methoden; Quelle: eigene Darstellung

Bei der Bewertung der Darstellungen ist darauf zu achten, dass die risikoabhängige Berechnung nach *Poisson* in 8-Stunden-Intervallen und die frequenzabhängige Berechnung jeweils in Stundenintervallen durchgeführt werden. Der Realzeitanalyse liegen jeweils 15-Minuten-Intervalle für die Berechnungen zugrunde. Die unterschiedliche Vorgehensweise ist unbedingt zu berücksichtigen, wenn die Methoden nur anhand der kalkulierten Vorhaltezeiten und -stunden verglichen werden. Solch ein Vergleich greift daher viel zu kurz und kann deshalb nur als Überblick dienen. Vielmehr sind die Methoden grundsätzlich auf ihre Güte und Qualität hin zu begutachten (Kapitel 4).

4. Methodenvergleich

Mit dem § 12 "Wirtschaftlichkeitsgebot" schreibt das SGB V einen wirtschaftlichen Umgang mit den durch die Kostenträger zur Verfügung gestellten finanziellen Mitteln vor. Gemäß den Landesrettungsdienstgesetzen ist ein flächendeckender und bedarfsgerechter Rettungsdienst vorzuhalten. Dieses Spannungsverhältnis schlägt sich besonders vor dem Hintergrund steigender Gesundheitsausgaben in der Planung von Rettungswachenstandorten und der bedarfsnotwendigen Rettungsmittelvorhaltung wieder.²⁷³ Mit den vorangegangenen Berechnungen wurden die risiko- und frequenzabhängige Methode und die Realzeitanalyse zur Kalkulation einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung vorgestellt. Neben der möglichen Anwendung beider Methoden soll im Rahmen der Fragestellung dieser Arbeit ebenfalls untersucht werden, welche der Berechnungsmethoden im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Bedarfsgerechtigkeit die Rettungsmittelvorhaltung mit vertretbarem Aufwand am präzisesten abbilden kann. Dabei darf sich die Auswahl für eine Berechnungsmethode nicht ausschließlich an der Höhe der kalkulierten Vorhaltestunden orientieren. Vielmehr ist auf die Sicherstellung einer flächendeckenden Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes im jeweiligen Rettungswachenversorgungsbereich zu achten. Der Sicherstellung kommt überragender Verfassungsrang nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG zu.²⁷⁴ In diesem Kapitel werden die Methoden auf ihre Anwendbarkeit hin verglichen, indem kurz auf die allgemeinen Berechnungsgrundsätze und anschließend im Speziellen auf die Methoden eingegangen wird.

4.1. Allgemeines

Für beide Berechnungsmethoden ist grundsätzlich die Datenbasis aus der Dokumentation der Rettungsleitstelle Ausgangspunkt, um die erwartete Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes im jeweiligen Rettungswachenversorgungsbereich einschätzen zu können.

Zur Bereinigung der Datenbasis sind für die Berechnungsmethoden jeweils verschiedene Maßstäbe anzusetzen. Damit ist gemeint, dass für die Realzeitanalyse andere Ausschlusskriterien gelten, als dies bei der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* der Fall ist. Neben den Ausschlüssen, die generell aufgrund fehlender Relevanz oder Informationen getätigt werden müssen (siehe Kapitel 3.2.2.1.), sind bei der Realzeitanalyse weitergehend

²⁷³ vgl. auch Petri 2001, 92 f.

²⁷⁴ vgl. Ufer 2001, S. S. 50

alle Einsatzfahrtdaten auszuschließen, die keinen Einsatzzeitpunkt angegeben haben. Werden hier keine "Ersatzzeiten" festgelegt, ist kritisch anzumerken, dass die fehlenden Einsatzfahrtdaten zu einer verzerrten Kalkulation der Fahrzeugvorhaltung beitragen können. Anders als bei der Anwendung der Methoden durchgeführt, ist bei der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* kein Ausschluss dieser Datensätze notwendig. Je sorgfältiger die Datenbereinigung durchführbar ist, umso präziser lässt sich der reale Rettungsmitelbedarf für die Tageskategorien abbilden.

Die Bewertung der Qualität und der Plausibilität der jeweils bereinigten Datenbasis muss anschließend für beide Methoden erfolgen. Die Einsatzraten pro 1.000 Einwohner sind dabei einer der wichtigsten Bewertungsparameter. Werden größere Abweichungen zu den bundesweiten Vergleichswerten²⁷⁵ festgestellt, ist es eventuell notwendig eine Anpassung durch Normierung auf plausible Aufkommenswerte durchzuführen. Bei dieser Vorgehensweise wird z. B. das unplausible Einsatzfahrtaufkommen mittels Erfahrungswerten auf ein plausibles Aufkommen reduziert bzw. zu Krankentransporten oder Notfallfahrten umgeschichtet.²⁷⁶ Die Kalkulation der bedarfsnotwendigen Rettungsmittelvorhaltung wird auf diese Weise harmonisiert und proportioniert so die Nachfrage nach Leistungen der Notfallrettung oder des Krankentransportes nicht über. Nachteilig bei einer Normierung des Einsatzaufkommens auf bundesweite Vergleichswerte ist allerdings die fehlende Berücksichtigung der Vor-Ort-Bedingungen und Verhältnisse. Zudem werden bei einer eventuellen Umschichtung des Einsatzfahrtaufkommens in die verschiedenen Einsatzklassen jeweils die zeitlichen Strukturen anteilmäßig übernommen, was wiederum die Einsatzzeiten verändert.²⁷⁷ Eine unplausible Verteilung des Einsatzfahrtaufkommens in dringliche und nicht dringliche Einsatzklassen kann auf eine fehlerhafte bzw. *unsaubere* Klassifizierung der Einsatzentscheidung durch das Leitstellenpersonal hinweisen.²⁷⁸

Im Rahmen der Klassifizierung von Einsatzfahrten ist für die Bedarfsermittlung bei beiden Berechnungsmethoden festzulegen, ob "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" in Krankenhäusern der Regelversorgung und höherwertigen Versorgung (sog. Notfallverlegungen/Sekundärtransporte) dem berechnungsrelevanten Notfallaufkommen zuzurechnen sind oder ob diese Einsatzfahrten aufgrund ihres Charakters als "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" gezählt werden sollen. Krankenhäuser sind aufgrund ihrer Fachkunde gem. § 5

²⁷⁵ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011, S. 27 ff.

²⁷⁶ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 335

²⁷⁷ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 336

²⁷⁸ vgl. Schmiedel/Behrendt 2002, S. 588 ff.

Abs. 2 HKHG²⁷⁹ zur Hilfe im Notfall verpflichtet. Gemäß Rettungsdienstplan des Landes Hessen sind deshalb "Notfalleinsätze mit Sonderrechten" bei der Ermittlung der Hilfsfristen nicht zu berücksichtigen.²⁸⁰ Der zeitkritische Charakter wird dadurch ausgesetzt, sofern ein Krankenhaus (mindestens der Regelversorgung) Einsatzort ist. Es kann also dafür plädiert werden, dass diese Einsätze dem frequenzabhängig zu berechnenden bzw. dem nicht zeitkritischen Einsatzfahrtaufkommen zuzuschlagen sind.

4.2. Kritische Anmerkungen zur risikoabhängigen Berechnungsmethode nach *Poisson*

Bei der Anwendung der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* (Methode 1) wird grundsätzlich vorausgesetzt, dass die Summe der Minuten, in denen sich kein Fahrzeug, ein Fahrzeug, zeitgleich zwei Fahrzeuge, zeitgleich drei Fahrzeuge usw. auf Einsatzfahrt befinden, einer *Poisson*-Verteilung entspricht (H_0 : Nullhypothese). Demgegenüber steht die Annahme, dass die Abweichungen zwischen real beobachteten Einsatzminuten und theoretisch errechneten Einsatzminuten anhand des Wahrscheinlichkeitsmodells nach dem *Poissonmodell* nicht zufälliger Natur sind und daher für die Bedarfsermittlung nicht herangezogen werden dürfen. (H_1).²⁸¹

Dass sich der zeitgleiche Bedarf an Rettungsmitteln (RTW/MZF) für ein gewähltes Sicherheitsniveau anhand statistischer Gesetzmäßigkeiten mittels der Verteilungsfunktion nach *Poisson* vertrauenswürdig ermitteln lässt, haben *Zobel (2002)*, *Schmiedel/Behrendt/Betzler (2004)* und *Behrendt/Runggaldier (2005)* mithilfe des sogenannten *Kolmogoroff-Smirnoff-Tests* (K-S-Test) auf der Basis empirischer Daten nachgewiesen. Bei diesem statistischen Testverfahren werden die real beobachteten den theoretisch ermittelten Einsatzminuten (Wahrscheinlichkeit nach dem *Poissonmodell*) gegenübergestellt und verglichen. Als Signifikanzniveau für den K-S-Test wurden 5 % gewählt.²⁸²

Für die Testdurchführung haben *Behrendt/Runggaldier (2005)* für einen Versorgungsbe-
reich einer Rettungswache die zeitgleichen Notfallfahrten in Minuten eines Jahres für die
Tageskategorie "Montag bis Freitag" in der Zeit zwischen 07:00 und 15:00 Uhr ausgewer-
tet und auf einen Werktag normiert. Dabei ergab sich für insgesamt mögliche 480 Ein-
satzminuten (8 x 60 Minuten von 7:00 bis 15:00 Uhr), dass 340 Minuten kein, 114 Minu-

²⁷⁹ Hessisches Krankenhausgesetz 2011; Zweites Gesetz zur Weiterentwicklung des Krankenhauswe-
sens in Hessen vom 21. Dezember 2010

²⁸⁰ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 8 ff.

²⁸¹ vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 89 f.

²⁸² vgl. Zobel 2002, S. 70 ff. und Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 46 f.

ten ein, 21 Minuten zwei und fünf Minuten drei Notfallrettungsmittel im Einsatz waren. Mit der in Kapitel 3.2.1. angewendeten Formel zur *Poisson*-Verteilung wurden dann die erwarteten (theoretischen) Einsatzminuten (W) errechnet und den absoluten bzw. den relativen Ergebnissen gegenübergestellt (s. Tab. 4.2.-1). Die maximale Differenz zwischen beobachteten und erwarteten Einsatzminuten beträgt lediglich 0,8 %. Unter Anwendung des bei *Behrendt/Runggaldier (2005)* ausführlich beschriebenen K-S-Tests konnte nun nachgewiesen werden, dass die Nullhypothese (H_0) beizubehalten ist ($D_{\text{krit}} = 0,062 > 0,8 \%$).²⁸³

Tab. 4.2.-1: Beobachtete und erwartete Häufigkeiten von zeitgleichen Notfallfahrten in einem Rettungswachensversorgungsbereich gemessen in Minuten; Quelle: Behrendt/Runggaldier 2005, S. 91

Anzahl Fahrzeuge	Beobachtete Einsatzminuten	Wahrscheinlichkeit nach dem Poissonmodell (W)	Erwartete Einsatzminuten ($W \times 480$)	Kumulierte beobachtete relative Häufigkeit	Kumulierte erwartete relative Häufigkeit	Differenz zwischen beobachteter und erwarteter relativer Häufigkeit
0	340	70,0%	336	70,8 %	70,0 %	0,8 %
1	114	24,9%	120	94,6 %	94,9 %	0,3 %
2	21	4,4%	21	99,0 %	99,3 %	0,3 %
3	5	0,3%	1	100,0 %	99,6 %	0,4 %
≤ 4	0	0,4%	2	100,0 %	100,0 %	0,0 %
	480	100,0%	480	-	-	-

Im Poissonmodell ist $\lambda = 0,35625$.

Neben der durch den K-S-Test nachgewiesenen Vertrauenswürdigkeit der *Poisson*-Verteilung gehen *Rau/Reinhardt/Clemens (2003)* nicht davon aus, dass die Bedarfsermittlung mittels der *Poisson*-Verteilung präzise genug ausfällt. Das liegt darin begründet, dass der *Poisson*-Verteilung die mittlere Einsatzzeit der Berechnungsintervalle zugrunde gelegt wird, innerhalb der es möglich sein kann, dass es zu einer zusätzlichen Einsatzanforderung kommt (Duplizitätsfall). Innerhalb dieses Zeitintervalls ist die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Einsatzes gleich verteilt. In dem jeweiligen Zeitintervall ist also die Wahrscheinlichkeit, dass eine (weitere) Einsatzanforderung ansteht, zu jedem Zeitpunkt gleich groß. Dazu führen *Rau/Reinhardt/Clemens (2003)* aus, dass es daraufhin zu einer Überschneidung der Einsatzdauer in nachfolgende Zeitintervalle kommen kann, sofern Einsätze nicht punktgenau zu Beginn des ersten Intervalls liegen. Die Anteile der Einsatzdauer, die in ein Folgeintervall hineinreichen, werden dann nicht mehr statistisch mitberücksichtigt, obwohl sie die Wahrscheinlichkeiten gleichzeitiger Einsätze im Folgeinter-

²⁸³

vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 88 ff.

vall erhöhen (würden). Das Ergebnis der risikoabhängigen Berechnung der Fahrzeugvorhaltung würde so nach diesem Prinzip immer optimistischer ausfallen (weniger Fahrzeuge), als in der Realität tatsächlich bedarfsnotwendig.²⁸⁴ Auch *Petri (2001)* sieht hier einen Nachteil der Berechnungsmethode insofern, dass die tatsächliche Einsatzsituation für die Berechnungen mit der Bildung von mittleren Einsatzzeiten kompatibel gemacht wird.²⁸⁵ Zudem werden die Berechnungsintervalle und Sicherheitsniveaus zu willkürlich gesetzt, anstatt sich an den tatsächlichen Einsatzintensitäten zu orientieren.²⁸⁶

Als weiteren Kritikpunkt sehen *Rau/Reinhardt/Clemens (2003)*, neben der Nichtberücksichtigung von Einsatzereignissen an den Grenzen der mittleren Einsatzdauer (Gleichzeitigkeitsintervall), die fehlende Unabhängigkeit der Einheit "Notfalleinsätze", die aber bei der *Poisson*-Verteilung zwingende Voraussetzung ist.²⁸⁷ Dabei stützt sich die Aussage auf die Ergebnisse eines durchgeführten χ^2 -Tests, mit dem ebenfalls die Überprüfung der Anwendbarkeit der *Poisson*-Verteilung anhand empirischer Daten durchgeführt werden kann. Allerdings ist bei der Durchführung des χ^2 -Tests zu beachten, dass nur aussagefähige Ergebnisse erzielt werden können, wenn weniger als 20 % der erwarteten Häufigkeiten kleiner als fünf oder wenn keine erwartete Häufigkeit kleiner als eins ist.²⁸⁸ Notfalleinsätze sind z. B. dann nicht voneinander unabhängig, wenn mehrere Fahrzeuge denselben Einsatzort anfahren (z. B. im Großschadensfall, beim Notarzteinsatz etc.).

Auch in der Studie von *Zobel (2002)* wird die fehlende Unabhängigkeit der Untersuchungseinheit "Notfalleinsätze" durch verschiedene Testverfahren²⁸⁹ nachgewiesen. *Zobel* sieht in diesem Ergebnis aber keine Verletzung der Anwendung der *Poisson*-Verteilung für die risikoabhängige Berechnung, denn die systematischen Einflüsse lassen sich durch die im Rettungsdienst typische, geringe Einsatzfrequenz pro Stundenintervall erklären. Im Sinne des § 12 SGB V (Wirtschaftlichkeitsgebot) spricht demnach nichts gegen die risikoabhängige Berechnung nach *Poisson*.²⁹⁰

Dass die risikoabhängige Berechnung der Rettungsmittelvorhaltung zur Bedienung von zeitkritischen Notfalleinsätzen dem "Stand der Technik" entspricht, zeigt sich in den Ausführungen von *Schmiedel/Moecke/Behrendt (2002)*.²⁹¹ Letztendlich weisen *Schmie-*

²⁸⁴ vgl. *Rau/Reinhardt/Clemens 2003*, S. 6

²⁸⁵ vgl. *Petri 2001*, S. 91 f.

²⁸⁶ vgl. *Rau/Reinhardt/Clemens 2003*, S. 7

²⁸⁷ vgl. *Rau/Reinhardt/Clemens 2003*, S. 6 und siehe Kapitel 2.2.2.1.

²⁸⁸ vgl. *Siegel 1985*, S. 45 ff. zur Anwendung des χ^2 -Tests

²⁸⁹ Iterationshäufigkeits- und Iterationslängstest sowie Phasenverteilungs- und Phasenhäufigkeitstest

²⁹⁰ vgl. *Zobel 2002*, S. 92 f.

²⁹¹ vgl. *Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002*, S. 342

del/Moecke/Behrendt aber auch auf Schwächen der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* hin.

In den letzten 15 Jahren wurde im Rettungsdienst ein kontinuierlicher Anstieg des Einsatzaufkommens festgestellt.²⁹² Erste Untersuchungen zeigen, dass für den Anstieg zu einem nicht unerheblichen Teil der demographische Wandel verantwortlich ist.²⁹³ Im Rahmen der Studie zur *"Optimierung von Rettungsdiensteinsätzen"* (2002) der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wurde bereits die Wirkung der Entwicklung des stetig steigenden Einsatzaufkommens auf die zukünftige Berechnung der Fahrzeugvorhaltung untersucht. Die zentrale Frage war, ob das Notfallaufkommen durch einen zeitlichen Anstieg des Einsatzaufkommens den Charakter der Zufälligkeit verliert und somit dem frequenzabhängig zu berechnenden Einsatzaufkommen zuzurechnen wäre (erklärender Anteil).²⁹⁴ Im Ergebnis haben *Schmiedel/Moecke/Behrendt* (2002) festgestellt, dass der erklärende Anteil bzw. der periodische Anteil im rettungsdienstlichen Einsatzaufkommen stetig steigt. Die Autoren sehen darin die Notwendigkeit, in Zukunft die Bedarfsermittlung der Fahrzeugvorhaltung dahingehen zu verändern, dass der Teil des Einsatzaufkommens, der erklärbar ist (Summe signifikanter Erklärung), dem frequenzabhängig zu berechnenden Einsatzaufkommen zuzurechnen ist. Das bedeutet, dass die ausschließliche Unterscheidung nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten entfallen würde.²⁹⁵ Die Ermittlung der Summen signifikanter Erklärung (prozentualer Anteil der signifikanten Periodiken) des Einsatzaufkommens im Zeitablauf erfolgt mit der Fourieranalyse in Verbindung mit der Spektralanalyse (siehe Kapitel 2.2.1. und 3.1.3.2.).

Wie in Kapitel 3.1.3.2. dargestellt wurde, existieren für die in dieser Arbeit betrachteten Rettungswachenversorgungsbereiche **100** und **14** typische Periodiken für das Notfallaufkommen und das Krankentransportaufkommen. Die darauf durchgeführte Fourieranalyse mit den Datensätzen zu "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten", "Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte" und Krankentransporte, zeigt für die beiden Versorgungsbereiche eine gegenüber dem Notfallaufkommen erhöhte signifikante Erklärung beim Krankentransport. Das bedeutet, dass das Krankentransportaufkommen weniger zufällig ist als das Notfallaufkommen (s. Tab. 4.2.-2). Da Notfälle als zufällig wiederkehrend einzustufen sind, ist der erklärende Anteil beim Notfallaufkommen in beiden Versorgungsbereichen wie erwartet gering. Im Versorgungsbereich 14 ist die Summe signifikanter Erklärung

²⁹² vgl. Schmiedel/Behrendt 2011

²⁹³ vgl. Behrendt/Runggaldier 2008 und Behrendt/Betzler/Moecke/Reis/Schmiedel 2010

²⁹⁴ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 335

²⁹⁵ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 336 ff.

deutlich geringer als im Versorgungsbereich 100. Hier gilt, je geringer das Aufkommen, desto höher ist die Zufälligkeit (= niedrige Summe signifikanter Erklärung).

Tab. 4.2.-2: Ergebnis der Fourieranalyse:
Summe signifikanter Erklärung; Quelle: eigene

Rettungswachen- versorgungsbereich	Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte
100	19,48 %	5,31 %	60,71 %
14	0,49 %	0,00 %	16,00 %

Die Ergebnisse der Fourieranalyse zum "Notfalleinsatz ohne Sonderrechte" sind überraschend, da die Summe der signifikanten Erklärung geringer ist als die beim "Notfalleinsatz mit Sonderrechten". In Zukunft ist hier zu prüfen, ob der "Notfalleinsatz ohne Sonderrechte" weiterhin dem frequenzabhängig zu berechnenden Einsatzfahrtaufkommen zuzurechnen ist. Darüber hinaus ist eine Analyse der "tatsächlichen" Indikation dieser Einsatzklasse zu empfehlen.

Das Zahlenwerk zu den Ergebnissen der Fourieranalyse ist im Anhang 3 in den Tab. 4.2.-3 bis -8 dargestellt. Für die detaillierte Beschreibung der Rechenwege wird auf die Ausführungen von *Stier (2001)* und *Behrendt/Runggaldier (2005)* verwiesen.²⁹⁶

4.3. Kritische Anmerkungen zur Realzeitanalyse

Wird die Realzeitanalyse zur Berechnung der bedarfsnotwendigen Fahrzeugvorhaltung gem. Rettungsdienstplan des Landes Hessen angewendet (Methode 2a), so sind folgende Anmerkungen zu berücksichtigen, die im Rahmen dieser Arbeit zum Teil als Schwachstellen identifiziert wurden.

Ebenso wie bei der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* wird bei der Realzeitanalyse ein Schwellenwert (Sicherheitsniveau) festgelegt, ab dem ein weiteres Rettungsmittel bedarfsgerecht vorzuhalten ist. Bei der Realzeitanalyse wurde das Sicherheitsniveau bei '10' gesetzt (s. Kapitel 3.1.1.). Neben der Kritik, die auch bei der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* geäußert wurde, erscheint die Wahl des Sicherheitsniveaus

²⁹⁶ siehe Stier 2001, S. 179 ff. und Behrendt/Runggaldier 2005, S. 161 ff.

bei der Realzeitanalyse ebenso willkürlich. Die Wahl eines Schwellenwertes kann sich nicht an festen Gesetzmäßigkeiten orientieren, weil diese fehlen. Vielmehr handelt es sich um einen "politisch" festzulegenden Wert, der sich an den gesetzlichen Rahmenbedingungen orientieren muss.²⁹⁷ Ebenso fragwürdig erscheint daher die Wahl des Sicherheitsniveaus bei einer relativen Eintrittshäufigkeit von '10' aufgrund einer mindestens geforderten Ergebnisqualität von 90 % gem. Rettungsdienstplan des Landes Hessen.²⁹⁸ Die 90 % Ergebnisqualität beziehen sich hier auf die Einhaltung der Hilfsfrist von 10 Minuten. Für die Sicherung der Ergebnisqualität bedeutet dies, dass in 10 % der hilfsfristrelevanten Notfallfahrten eine längere Hilfsfrist als 10 Minuten in Kauf genommen wird (Ausnahmefälle). Es handelt sich demnach um ein Realmaß bzw. einen Zielerfüllungsgrad (s. Kapitel 2.1.2.3.), welcher retrospektiv überprüft werden muss. Bei dem Sicherheitsniveau bzw. Schwellenwert für die Berechnung der Fahrzeugvorhaltung handelt es sich demgegenüber um ein Planungsmaß. Beide Maße sind also unabhängig voneinander zu betrachten und keinesfalls zu verwechseln.²⁹⁹ Der Zielerfüllungsgrad ist immer mit 100 % zu planen, da die Ausnahmefälle nicht vorhersehbar sind (Wetter, Unfall etc.).³⁰⁰ Eine Vorwegnahme und bewusste Planung mit einer 90 %igen Zielerfüllung (als Sicherheitsniveau) ist daher nicht zu rechtfertigen.

Wird die Realzeitanalyse für alle Einsatzklassen (Methode 2b) durchgeführt, ist zudem zu beachten, dass Notfallfahrten und Krankentransporte bei einem Sicherheitsniveau von '10' dieselbe Dringlichkeitsstufe erhalten. Krankentransporte werden somit genauso zeitkritisch behandelt wie Notfalleinsätze, obwohl das Krankentransportaufkommen normalerweise der Warteschlangentheorie folgt.³⁰¹

Weiterhin ist kritisch anzumerken, dass eine Optimierungsstufe, d. h. eine Zuordnung aus dem frequenzabhängig zu berechnenden Einsatzfahrtaufkommen, bei der Realzeitanalyse (Methode 2a) nicht gesichert möglich ist. Dies liegt in einer fehlenden Darstellungsmöglichkeit der Gesamtfahrzeugauslastungsraten. Ohne Angabe der Gesamtfahrzeugauslastung ist es nicht möglich verlässlich freie Fahrzeugkapazitäten der Notfallrettung auszunutzen, ohne eine weitere zusätzliche Vorhaltung eines Mehrzweckfahrzeuges zu provozieren. Im Gegensatz zur Berechnung mit *Poisson* kann hier anhand des Sicherheitsniveaus keine Optimierung stattfinden, da die betrachtete Untersuchungseinheit eine völlig andere ist. In Versorgungsbereichen mit sehr geringen mittleren Notfallalarmierun-

²⁹⁷ vgl. hierzu Ausschuss "Rettungswesen" 1997, S. 59 und Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 71

²⁹⁸ vgl. Berufsfeuerwehr Kassel 2010, S. 12

²⁹⁹ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 71

³⁰⁰ vgl. Ausschusses "Rettungswesen" 1997, S. 59

³⁰¹ vgl. Schmiedel/Unterkofler 1997, S. 1

gen wird diese Problematik besonders sichtbar, da wie z. B. im RWVB 14 aufgezeigt, ein weiteres Fahrzeug nur für die Bedienung der "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und der Krankentransporte vorzuhalten wäre. Die Zuordnung von Einsatzfahrten zum Notfallaufkommen erfolgt hier nur aufgrund von unsicheren Schätzungen.³⁰² In Rettungswachenversorgungsbereichen mit einem sehr hohen Notfallaufkommen (RWVB 100) wird dagegen die Übersicht so stark eingeschränkt, dass selbst eine Schätzung der Auslastungsraten schwierig ist.

Wendet man die Realzeitanalyse für alle Einsatzklassen (Methode 2b) im Mehrzweckfahrzeugsystem an, kommt eine weitere Unsicherheit hinzu. Es ist nicht klar, welche Kapazitäten für zeitkritische oder nicht zeitkritische Einsätze vorgehalten werden müssen. Das Personal in der Leitstelle kann demnach nicht wissen, wie viele Rettungsmittel für das zeitkritische Notfallereignis in den jeweiligen Rettungswachenversorgungsbereichen "zurückgehalten" werden müssen, ohne die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes zu gefährden.

Zusätzlich zu den oben skizzierten Schwachstellen der Realzeitanalyse ist die kritische Betrachtung auch auf die Einsatzzeiten der Rettungsmittel zu lenken. Anders als bei der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* werden bei der Realzeitanalyse keine mittleren Einsatzzeiten berücksichtigt. Die Zählung eines Rettungsmittels im Einsatz findet von Einsatzbeginn bis Einsatzende für die jeweiligen Zeitintervalle statt. Dabei ist die Zählung nicht minutengenau, sondern je nach Intervall "unscharf". Bei 15-Minuten-Intervallen wird eine Einsatzfahrt immer gleich gewertet, egal, ob die Einsatzfahrt in der ersten Minute oder in der letzten Minute des Intervalls endet bzw. beginnt. Zudem wird unterschieden, ob kein Rettungsmittel, ein Rettungsmittel, zeitgleich zwei Rettungsmittel usw. im Zeitintervall im Einsatz war/waren.

Je nachdem, wie groß die gezählte Häufigkeit über einen bestimmten Zeitraum (z. B. ein Jahr) ist, dass kein Rettungsmittel, ein Rettungsmittel, zeitgleich zwei Rettungsmittel usw. im Einsatz war/waren, wird die "Unschärfe", wenn es häufig zu der Situation kommt, dass die Einsatzfahrten in den ersten Minuten des Zeitintervalls enden.³⁰³ Hier fehlt eine Gewichtung, ob Einsatzfahrten nur z. B. eine Minute oder das über komplette Intervall zeitgleich stattgefunden haben. Ohne Gewichtung werden folgerichtig Einsatzfahrten im Intervall, die nur wenige Minuten zeitgleich im Einsatz waren, gleich gewertet wie Einsätze, die

³⁰² siehe Kapitel 3.2.2.

³⁰³ Fallen zeitgleiche Einsatzfahrten nur mit einer Minute in ein 15-Minuten-Intervall, so ist der Anteil am ganzen Intervall nur 6,67 % (1/15 Min.). Ist die zeitgleiche Belegung 14 Minuten lang, so beträgt der Anteil am ganzen Intervall bereits 93,33 % (14/15 Min.).

doppelt oder dreifach so lange zeitgleich im Einsatz waren. Die Bedarfsnotwendigkeit von Rettungsmitteln wird deshalb, wie erwähnt, nicht "scharf" genug begründet.

Schmiedel/Behrendt/Betzler (2004) konnten zudem im Rahmen der Betrachtung von Einsatzminuten eindrucksvoll darstellen, dass die tatsächliche Zeit zeitgleicher Einsatzfahrten von mehr als einem Rettungsmittel im Verhältnis zur Gesamtvorhaltezeit der Rettungsmittel in der Regel sehr gering ist.³⁰⁴ Eine für diese Arbeit durchgeführte Analyse der tatsächlichen zeitgleichen Einsatzminuten (Belegtminuten) bei "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" für die Tageskategorie "Freitag" bei der Realzeitanalyse für den Rettungswachenversorgungsbereich **100** hat ebenfalls eine sehr geringe tatsächliche zeitgleiche Belegung der Rettungsmittel im Verhältnis zur maximal möglichen Belegungszeit im Zeitintervall ergeben (s. Tab. 4.3.-2 im Anhang 3). Dazu wurde die maximale Anzahl zeitgleicher Fahrzeuge im Einsatz mit der Summe der Häufigkeit im Bemessungsintervall und der möglichen maximalen Belegungszeit (15 Minuten) multipliziert.³⁰⁵ Die "Summe der Minuten von 15-Minuten-Intervallen maximal belegter Fahrzeuge" wurde dann mit der "Summe der Belegtminuten der maximal zeitgleich im Einsatz befindlichen Fahrzeuge" ins Verhältnis gesetzt. Auf diese Weise kann die tatsächliche relative zeitgleiche Belegung für die verschiedenen Einsatzklassen dargestellt werden. Der Mittelwert liegt lediglich bei einem Anteil von 8,57 % an der gesamt möglichen Einsatzzeit.

Aus den Ergebnissen der tatsächlichen zeitgleichen relativen Belegung (Einsatzzeiten) von Rettungsmitteln (Tab. 4.3.-2 im Anhang 3) lassen sich für die Realzeitanalyse noch weitere Erkenntnisse ableiten. Vergleicht man die bei der risikoabhängigen Berechnung der Rettungsmittelvorhaltung nach *Poisson* für den Versorgungsbereich 100 an "Freitagen" errechneten mittleren Einsatzzeiten mit den durchschnittlichen zeitgleichen Einsatzminuten bei der Realzeitanalyse, so kann mit der Standardabweichung und dem daraus errechenbaren Variationskoeffizienten³⁰⁶ bewiesen werden, dass die Berechnung der mittleren Einsatzzeit mit dem arithmetischen Mittel der bestmögliche Schätzer ist (s. Tab. 4.3.-1). Der Variationskoeffizient belegt, dass die Streuung um den Mittelwert der zeitgleichen Belegung (Einsatzzeit) von Rettungsmitteln bei der Realzeitanalyse deutlich höher ist, als die, wenn man die mittleren Einsatzzeiten verwendet (49,95 % < 101,65 %). Daraus ergibt

³⁰⁴ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 82 f.

³⁰⁵ z. B. : 2 x 3 Rettungsmittel x 15 Minuten = 90 Minuten maximal mögliche (zeitgleiche) Einsatzzeit innerhalb eines 15-Minuten-Intervalls im Versorgungsbereich

³⁰⁶ Der Variationskoeffizient drückt die mittlere prozentuale Abweichung der Standardabweichung vom arithmetischen Mittel aus. Er ist notwendig, wenn die Streuungsmaße von zwei unterschiedlichen Beobachtungsreihen miteinander verglichen werden sollen. Der Variationskoeffizient errechnet sich durch Division der Standardabweichung durch den Mittelwert. vgl. Behrendt/Runggaldier 2005, S. 61 f.

sich eine deutliche Unsicherheit des Faktors "Einsatzzeit". Das heißt konkret, dass die Wahrscheinlichkeit, dass beim Eintreten eines "Notfalleinsatzes mit Sonderrechten" ein Rettungsmittel zur Bedienung im Versorgungsbereich zur Verfügung steht, mit einer geringeren Sicherheit "vorhergesagt" werden kann als bei der Verwendung von mittleren Einsatzzeiten wie bei der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson*. Dass das arithmetische Mittel eine adäquate Schätzmethode ist, ist u. a. auch bei *Storm (2007)* dargestellt.³⁰⁷

Tab. 4.3.-1: Vergleich der beiden Streuungsmaße mit dem Variationskoeffizienten; Quelle: eigene³⁰⁸

	Risikoabhängige Berechnung nach <i>Poisson</i>	Realzeitanalyse
Arithmetisches Mittel	58,31 Minuten	12,18 Minuten (8,57 %)
Standardabweichung	29,13 Minuten	12,38 Minuten (8,72 %)
Variationskoeffizient	49,96 %	101,65 %

4.4. Schlussbetrachtung und Fazit

Die oben gemachten kritischen Anmerkungen zeigen, dass beide Berechnungsmethoden bei der Kalkulation einer bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung mehr oder weniger große Schwachpunkte aufweisen. Die zentrale Frage nach einer präzisen Abb. der erwarteten Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes, insbesondere der Notfallrettung, können beide Methoden aufgrund von Unsicherheiten nicht abschließend beantworten. Sicher spielt hier der Charakter der Zufälligkeit von Notfalleinsätzen eine entscheidende Rolle. Dennoch können bedeutende qualitative Unterschiede zwischen den Berechnungsmethoden festgestellt werden.

Der Nachteil der risikoabhängigen Berechnung nach *Poisson* mit anschließender frequenzabhängiger Berechnung liegt zum großen Teil in der Pauschalisierung von Notfalleinsätzen als zufällig und zeitkritisch und Krankentransporten als *nicht* zufällig und zeitkritisch. Um die Genauigkeit der Kalkulationen bei der risikoabhängigen Berechnung zu erhöhen, schlagen *Schmiedel/Moecke/Behrendt (2002)* vor, die erklärenden Anteile der Periodiken (geringe Zufälligkeit) zukünftig dem frequenzabhängig zu berechnenden Einsatzaufkommen zuzurechnen. Die für diese Arbeit "umschichtbaren" Anteile innerhalb der

³⁰⁷ vgl. *Storm 2007*, S. 151

³⁰⁸ siehe Tabelle 4.3.-2 und -3 im Anhang 3

Versorgungsbereiche **100** und **14** können der Tab. 4.2.-2 entnommen werden. Der Anteil ist aufgrund des hohen Einsatzaufkommens im RWVB 100 um ein Vielfaches höher. Zusätzlich ist es denkbar, die risikoabhängige Berechnung nach Stundenintervallen vorzunehmen.³⁰⁹

Dem Einwand, dass das Einsatzaufkommen für die Berechnungen nach *Poisson* künstlich kompatibel gemacht wird, steht die Tatsache entgegen, dass die Berechnung mittels mittlerer Einsatzzeiten gegenüber der Realzeitanalyse der bestmögliche Schätzer ist.³¹⁰ Zudem ist das zeitliche Mehrfachauftreten von Notfalleinsätzen zufällig und orientiert sich nicht an vergangenen Zeiträumen.³¹¹ *Petri (2001)* hat hierzu einen weiteren Ansatz erarbeitet, der sich nicht an Durchschnittswerten orientiert, sondern die tatsächliche Situation betrachtet. Im Rahmen dieses Ansatzes wird geprüft, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass dem Personal in der Leitstelle sofort ein Rettungsmittel zur Bedienung der Nachfrage zur Verfügung steht.³¹²

Wird die Realzeitanalyse angewendet, ist zu überprüfen, ob die gewählten Sicherheitsniveaus bzw. Schwellenwerte realistisch formuliert wurden und den örtlichen Gegebenheiten entsprechen. Nach den Vorgaben des Rettungsdienstplans des Landes Hessen ist die Realzeitanalyse nur für das Aufkommen zu "Notfalleinsätzen mit Sonderrechten" anzuwenden. Die Fahrzeugvorhaltung von "Notfalleinsätze ohne Sonderrechte" und Krankentransporte ist frequenzabhängig zu berechnen. In Versorgungsbereichen mit einem sehr geringen Einsatzaufkommen ergibt sich daraus die Problematik, dass die Krankentransportvorhaltung überproportioniert wird, da keine Optimierungsstufe stattfinden kann. Es ist daher individuell zu prüfen, ob die Realzeitanalyse, wenn sie denn angewendet werden soll, auch für alle Einsatzklassen durchgeführt werden kann (Methode 2b). Wird das getan, so sind die Sicherheitsniveaus erneut kritisch zu prüfen und eine Unterscheidung nach Notfalleinsätzen und Krankentransporten durchzuführen, da sonst eine zeitliche Gleichbehandlung von zeitkritischen und nicht zeitkritischen Einsatzklassen stattfindet und die Fahrzeugvorhaltung vermutlich wiederum überproportioniert wird.

Als **Fazit** im Rahmen dieser Arbeit kann festgehalten werden, dass beide Methoden nicht gänzlich falsche Ergebnisse für die Kalkulation einer bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung liefern. Die durchgeführte Anwendung hat gezeigt, dass die Methoden die Bedarfsspitzen abbilden können und ähnliche Ergebnisse für die Fahrzeugvorhaltung lie-

³⁰⁹ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 335 ff.

³¹⁰ siehe Kapitel 4.3.

³¹¹ vgl. Petri 2001, S. 91 f.

³¹² vgl. Petri 2001, S. 92

fern. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine sehr präzise Abb. der tatsächlichen zukünftigen Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes obligatorisch ist. Dies schreibt das "Wirtschaftlichkeitsgebot" eindeutig vor, um Überkapazitäten und damit verbundene zusätzliche Vorhaltekosten zu vermeiden.

Aufgrund dieser Forderungen und der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchung ist der risiko- und frequenzabhängigen Berechnung der Vorrang zu gewähren.

Die Erfahrungen und die verbreitete Anwendung zeigen, dass diese Methode dem "Stand der Technik" entspricht.³¹³ Sie sollte maßgebend zur Kalkulation der Rettungsmittelvorhaltung herangezogen werden. Besonders für Rettungswachenversorgungsbereiche mit einer nachgewiesenen erheblichen Zufälligkeit beim Auftreten von Notfalleinsätzen (hier: RWVB 14) ist die Anwendung der risikoabhängigen Berechnung mithilfe der *Poisson*-Verteilung gegenüber der Realzeitanalyse in einem erhöhten Maße zu empfehlen.

Auch wenn die Anwendung der Realzeitanalyse weniger komplex wirkt, ist zu beachten, dass die Analyse von Realdaten mehr erfordert als die reine Betrachtung von einzelnen Parametern. Vielmehr sind neben der Bediensicherheit auch die Antwort- und Reaktionszeiten der Rettungsmittel zu berücksichtigen.³¹⁴

Abschließend ist daher anzumerken, dass die Weiterentwicklung und Optimierung auf dem Gebiet der bedarfsgerechten Kalkulation der Fahrzeugvorhaltung noch nicht abgeschlossen sein darf. Auf Basis der Untersuchungen kann an dieser Stelle dafür plädiert werden, dass die Realzeitanalyse nur ein Instrument sein kann, um die theoretisch ermittelten Kalkulationen zu untermauern bzw. aufgrund ihres realen Bezugs zu erklären. Die Ausführungen von *Schimmelpfeng/Krüger/Zellmann (2010)* haben hierzu Anregungen gegeben, wie mithilfe von Netzdiagrammen die zeitgleiche Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes retrospektiv dargestellt werden kann. Der Realzeitanalyse kommt dabei die sehr feine Abstufungsmöglichkeit in z. B. 15-Minuten-Intervallen *zugute*. Allerdings ist davon abzuraten, wie schon begründet wurde, generell so zu verfahren, wie es im aktuellen Rettungsdienstplan des Landes Hessen vorgesehen ist.

³¹³ siehe hierzu u. a. Konsenspapier Schleswig Holstein 1995, S. 29 ff.; Ausschuss "Rettungswesen" 1997, S. 59; Hessisches Sozialministerium 2011, S. 12 ff.; Schmiedel/Moock/Behrendt 2002, S. 103 ff.;

³¹⁴ vgl. Rau/Reinhardt/Clemens 2003, S. 7

5. Zusammenfassung

Fragestellung. Die Leistungen des Rettungsdienstes umfassen die Notfallrettung und den Krankentransport. Sie sind ein Teil der Daseinsvor-, Daseinsfürsorge und der Gefahrenabwehr. Die Gesetzgebungsgewalt über den Rettungsdienst liegt ausschließlich bei den Ländern. Aufgrund gesetzlicher Verankerungen in den Landesrettungsdienstgesetzen ist ein flächendeckender und bedarfsgerechter Rettungsdienst vorzuhalten, der eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche Versorgung der Bevölkerung gewährleisten muss (§ 12 SGB V).³¹⁵ Maßgebende (Planungs-)Größe ist hier die Hilfsfrist der Länder.

Der gesetzliche Anspruch erfordert eine umfassende, lückenlose und plausible Planung der rettungsdienstlichen Infrastruktur. Die Bedarfsplanung ist dabei das geeignete Mittel, um die Forderungen der Landesrettungsdienstgesetze und des Sozialgesetzbuchs V (SGB V) zu erfüllen. Hierzu wird der Rettungsdienst in die Systemkomponenten "Leitstelle", "Fahrzeugstandort", "Fahrzeug", "Fahrzeugvorhaltung" und "Personal" gegliedert. Die Systemkomponente "Fahrzeugvorhaltung" stellt hier aufgrund ihres dynamischen Charakters hohe Anforderungen an die Planungen der Träger des Rettungsdienstes.³¹⁶ Zudem stellt sie die Planer vor die Herausforderung mit geeigneten Methoden zu berechnen, welche Menge an Rettungsmitteln in den Rettungswachenversorgungsbereichen wirklich bedarfsgerecht vorzuhalten ist; immer vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit und Bedarfsgerechtigkeit. Ziel sollte es sein, die Rettungsmittelvorhaltestunden möglichst gering zu halten, um unnötige Leerzeiten bzw. Überkapazitäten zu vermeiden, bei gleichzeitiger gesicherter Notfallversorgung der Bevölkerung (Bediensicherheit).

Eine etablierte Methode zur Kalkulation der Rettungsmittelvorhaltung in einem Rettungswachenversorgungsbereich ist die risiko- und frequenzabhängige Berechnung. Bei der risikoabhängigen Methode wird der gleichzeitige Bedarf an (Notfall-)Rettungsmitteln für ein gewähltes Sicherheitsniveau anhand statistischer Gesetzmäßigkeiten mittels der Verteilungsfunktion nach *Poisson* berechnet.³¹⁷

Demgegenüber steht die Realzeitanalyse als weitere mögliche Berechnungsmethode. Bei der Realzeitanalyse werden in einem bestimmten Zeitintervall (z. B. in 15-Minuten-Intervallen) die zeitgleichen Einsatzfahrten bzw. die sich real zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel über einen vorgegebenen Zeitraum hinweg gezählt. Die Ergebnisse

³¹⁵ vgl. Bens 2010, S. 101 und Ahnefeld et. al. 1998, S. 69

³¹⁶ vgl. Schmiedel/Moecke/Behrendt 2002, S. 190

³¹⁷ vgl. Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004, S. 65 ff.

der real beobachteten Duplizitätsfälle lassen dann Rückschlüsse auf die bedarfsnotwendige Rettungsmittelvorhaltung zu.

Das Land Hessen gibt den Trägern des Rettungsdienstes die Möglichkeit, im Rahmen der Kalkulation einer bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung für die Notfallversorgung zwischen beiden Verfahren zu wählen.³¹⁸

Die Problemstellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, hat damit einen hohen praktischen Wert für die Planung der rettungsdienstlichen Infrastruktur in Deutschland. Sie beschäftigt sich mit der Frage, ob die risiko- und frequenzabhängige Berechnung und/oder die Realzeitanalyse dazu geeignet sind, den Bedarf an Rettungsmitteln in Rettungswachensversorgungsbereichen möglichst präzise zu kalkulieren, um einerseits die gesetzlich geforderte flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen des Rettungsdienstes zu gewährleisten und andererseits den wirtschaftlichen bzw. finanziellen Aufwand vor dem Hintergrund des Wirtschaftlichkeitsgebots (§ 12 SGB V) in einem angemessenen Maße überschaubar zu halten. Dafür wurde ein Vergleich der beiden Berechnungsmethoden durchgeführt, um zu ermitteln, welche Methode "besser" für die Bedarfsplanung geeignet ist.

Methodik. Für die Anwendung und den Vergleich der Berechnungsmethoden wurde ein hessischer Rettungsdienstbereich ausgewählt. Der Rohdatenbestand aus der Dokumentation der Rettungsleitstelle wurde von nicht relevanten und fehlerhaften Datensätzen bereinigt. Anschließend erfolgte mit Hilfe von bundesweiten Vergleichswerten³¹⁹ zu Zeitstrukturen, Einsatzraten und grundsätzlichen Periodiken im Tagesablauf (Spektralanalyse) eine Bewertung der Datenqualität und eine Plausibilitätsprüfung.

Auf Basis der bereinigten und geprüften Daten erfolgte dann die schrittweise Anwendung der beiden Berechnungsmethoden. Die grundsätzlichen Vorgaben, die im Rettungsdienstplan des Landes Hessen zur Kalkulation der bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung gemacht werden, wurden dabei berücksichtigt und teilweise kritisch kommentiert.

Ergebnisse. Die Arbeit konnte zeigen, dass die präzise Kalkulation einer bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung nicht ohne weitere kritische Reflektion der Ergebnisse mit den genannten Berechnungsmethoden erfolgen kann. Die Zufälligkeiten, die das Auftreten von Einsatzfahrten beeinflussen, sind bei den Berechnungen stets zu berücksichtigen. Allerdings zeigt der Vergleich beider Berechnungsmethoden, dass die Näherung an das reale zu

³¹⁸ vgl. Hessisches Sozialministerium 2011, S. 13

³¹⁹ vgl. Schmiedel/Behrendt 2011

erwartende Einsatzaufkommen, insbesondere der Notfalleinsätze, im Rahmen der risikoabhängigen Methode nach *Poisson* mit anschließender frequenzabhängiger Berechnung vertrauenswürdiger ist als bei der Realzeitanalyse. Die Unsicherheiten sind bei der Realzeitanalyse begründet höher.

Schlussfolgerungen. Nach der Darstellung der Anwendung und dem Vergleich beider Methoden muss der risikoabhängiger Berechnung mithilfe der *Poisson*-Verteilung und anschließender frequenzabhängigen Berechnung der Vorrang vor der Realzeitanalyse gewährt werden, da hier davon ausgegangen werden kann, dass die Berechnung bzw. Kalkulation präziser die erwartete Nachfrage und damit die bedarfsnotwendige Rettungsmittelvorhaltung abbilden kann. Es konnte zudem gezeigt werden, dass ein reiner Vergleich der kalkulierten Vorhaltestunden beider Methoden viel zu kurz greift und deshalb eine fundierte Analyse der Berechnungsmethoden erfolgen muss.

Die Realzeitanalyse ist aber nicht gänzlich zu verwerfen. Sie kann mit den der Methode zugrunde liegenden Realdaten eventuell als adäquates Überblicksinstrument für die jeweiligen Rettungswachen dienen.

Vor dem Hintergrund steigender Einsatzzahlen³²⁰ und sich verändernder Einsatzindikationen darf die Weiterentwicklung bzw. Entwicklung von adäquaten Berechnungsinstrumenten nicht stagnieren. In der Literatur werden hierzu immer wieder Vorschläge gemacht.³²¹ Wie und wann diese Vorschläge umgesetzt werden, bleibt abzuwarten.

³²⁰ z. B. auch aufgrund des demografischen Wandels, vgl. Schmiede/Behrendt 2011, S. 55

³²¹ vgl. u. a. Schmiede/Moocke/Behrendt 2002.; Petri 2001; Rau/Reinhardt/Clemens 2003

Literaturverzeichnis

- Ahnefeld, F. W./Dick, W./Knuth, P./Schuster, H. P. (1998): Grundsatzpapier Rettungsdienst. Grundlagen und Grundsätze zur Weiterentwicklung der Rettungsdienste und der notfallmedizinischen Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland; in: Notfall & Rettungsmedizin 1998, 1, S. 68 - 74; Springer Verlag*
- Albrecht, N. (2001): Auswirkung der Hilfsfrist auf die Kosten; in: Rupprecht, H. (Hrsg.): forum rettungsdienst 2001. Beiträge zu aktuellen Fragen in Rettungsdienst und Notfallmedizin; S. 187-191, S+K Verlag, Edewecht 2001*
- Arnold, M./Heddeler, M./Wöppel, H.-D./Dahme, J. (2008): Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitählungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten; in: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr (Hrsg.): Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1007, Bonn 2008*
- Ausschuss "Rettungswesen" (Hrsg.): Bericht der Arbeitsgruppe "Hilfsfrist" des Ausschusses "Rettungswesen". Vom 14. August 1997; in: Ausschuss "Rettungswesen". Abschlussberichte der Arbeitsgruppen. Strukturfragen. Hilfsfrist. Massenansturm von Verletzten, S. 47- 64; Mendel Verlag, Aachen 2001*
- Ausschuss "Rettungswesen" (Hrsg.): Bericht der Arbeitsgruppe "Strukturfragen" des Ausschusses "Rettungswesen". Vom 21. März 1996; in: Ausschuss "Rettungswesen". Abschlussberichte der Arbeitsgruppen. Strukturfragen. Hilfsfrist. Massenansturm von Verletzten, S. 13-44; Mendel Verlag, Aachen 2001*
- Ausschuss "Rettungswesen"(Hrsg.): Abschlussberichte der Arbeitsgruppen. Strukturfragen. Hilfsfrist. Massenansturm von Verletzten; Mendel Verlag, Aachen 2001*
- Behrendt, H./Runggaldier, K. (2003): Statistische Methoden für den Rettungsdienst; S+K Verlag, Edewecht 2003*
- Behrendt, H./ Runggaldier, K. (2008): Rettungsdienst bis 2050 - Die Auswirkungen des demografischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland auf die präklinische Notfallmedizin; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 1.1-31, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011*

- Behrendt, H./ Schmiedel, R. (2002):* Ermittlung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung im Rettungsdienst. Aktuelle Bemessungsverfahren; in: Notfall & Rettungsmedizin 2002, 5, S. 190 - 203; Springer Verlag
- Behrendt, H./ Schmiedel, R. (2003):* Eine ausführliche Darstellung über die Ermittlung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung im Rettungsdienst; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 1.1-20, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Behrendt, H./Betzler, E./Moecke, Hp./ Reis, R./ Schmiedel, R. (2010):* Die zeitliche Verteilung des Einsatzaufkommens im Rettungsdienst als Qualitätsparameter; unveröffentlichtes Manuskript; Bonn 2010
- Bens, D. (2010):* Rechtliche Grundlagen; in: Bens, D. (Hrsg.): Rettungsdienst-Management; S. 101-102, S+K Verlag, Edewecht 2010
- Bens, D. (Hrsg.):* Rettungsdienst-Management; S. 101-102, S+K Verlag, Edewecht 2010
- Bernhard, M./Hilger, T./Sikinger, M./Hainer, C./Haag, S./Streitberger, K./Martin, E./Gries, A. (2006):* Patientenspektrum im Notarztdienst. Was hat sich in den letzten 20 Jahren geändert; in: Notfall & Rettungsmedizin 2006, 55, S. 1157 - 1165; Springer Verlag 2006
- Berufsfeuerwehr Kassel (2010):* Bereichsplan. Rettungsdienstbereich Kassel (Stadt und Landkreis Kassel); in der Fassung vom 18.01.2010, Kassel 2010
- Bohnsack, B. (2007):* Bedarfsplanung im Rettungsdienst - Ist der Parameter Sonder- und Wegerecht für eine bedarfsgerechte Planung der Notfallrettung geeignet? Master-Thesis am Zentrum für Management und Qualität im Gesundheitswesen der Donau-Universität Krems; GRIN Verlag 2007
- Brinkmann, H. (2002):* Ist Wohlfahrt drin, wo Wohlfahrt draufsteht?; S+K Verlag, Edewecht 2002
- Büch, E./Koch, B. (2000):* Zur Wirtschaftlichkeit im Rettungsdienst; in: Der Notarzt 2000; 16, S. 101-107, Thieme Verlag Stuttgart. New York 2000
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (2004):* Aktuelle Daten zur Entwicklung der Städte, Kreise und Gemeinden, Ausgabe 2003; Berichte: Band 17; Bonn 2004

- Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands (Band) e.V.*
(2000): Gemeinsame Stellungnahme zum Typ B (Notfallkrankwagen) und Typ C (Rettungswagen) der Europäischen Norm EN 1789 (Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausstattung – Krankenkraftwagen); Sektion Rettungswesen und Katastrophenmedizin (SRK) - Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI), November 2000
- Dennerlein, R. K.-H./Schneider, M. (1995):* Wirtschaftlichkeitsreserven im Rettungsdienst. Gutachten für den Bundesminister für Gesundheit; BASYS Beratungsgesellschaft für angewandte Systemforschung mbH, Rieden am Förgensee 1995
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2007):* DIN EN 1789: 2007 (D): Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung - Krankenkraftwagen; Beuth Verlag, Berlin
- Eckey, H.-F./Kosfeld, R./Dreger, C. (2002):* Statistik. Grundlagen - Methoden - Beispiele; 3., aktualisierte Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden 2002
- Esch, O. (2005):* Rechtsfragen der Erbringung und Vergütung rettungsdienstlicher Leistungen; 1. Auflage, Peter Lang Verlag, Frankfurt 2005
- Fehn, K. (2008):* Zur Dokumentationspflicht und -pflichtverletzung des Notarztes und sein nichtärztliches Assistenzpersonals im Rettungsdienst; in: Notarzt 2008; 24(5), S. 169-174, Thieme Verlag Stuttgart. New York 2008
- Fehn, K./Selen, S. (2010):* Rechtshandbuch für Feuerwehr-, Rettungs- und Notarztendienst; S+K Verlag, Edewecht 2010
- Grimm, V. (2007):* Einbindung von Speichern für erneuerbare Energien in die Kraftwerkeinsatzplanung – Einfluss auf die Strompreise der Spitzenlast, Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum, in: Schriftenreihe des Lehrstuhls für Energiesysteme und Energiewirtschaft, Nr. 16, Bochum 2007
- Hackstein, A./Sudowe, H. (Hrsg.):* Handbuch Leitstelle. Strukturen. Prozesse. Innovationen; S+K Verlag, Edewecht 2010
- Hennes, P./Reinhardt, K. (2006):* Das Rettungswesen: Entwicklungen und Anforderungen im Wandel der Zeit - ein Geleitwort zum "Handbuch des Rettungswesens"; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 0-05, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011

- Herdt, J./Karbstein, M. (2009):* Effektivität und Effizienz des Rettungsdienstes in Hessen. Empirische Untersuchung aus drei Rettungsdienstbereichen.; Hessisches Ministerium für Arbeit, Familie und Gesundheit, Report Nr. 76, HA Hessen Agentur GmbH, Wiesbaden 2009
- Hessisches Sozialministerium (Hrsg.):* Rettungsdienstplan des Landes Hessen; in: http://www.hessen.de/irj/HSM_Internet?cid=26745ec52b9d090272016f73c01953e1 (01.07.2011); Wiesbaden 2011
- Hessisches Statistisches Landesamt (2010):* Die Bevölkerung der hessischen Gemeinden am 30. Juni 2010; Wiesbaden 2010
- Hinkelbein, J./Gröschel, J./Krieter, H. (2004):* Zeitpunkte und Zeitabschnitte zur Beschreibung der Struktur- und Prozessqualität im organisatorischen Rettungsablauf; in: *Der Notarzt* 2004; 20: S. 125-132; Thieme Verlag, Stuttgart, New York
- Huber, J. (1999):* Hilfsfrist: Wieviel Zeit steht für die Einsatzfahrt zur Verfügung?; in: Rupprecht, H. (Hrsg.): *forum rettungsdienst* 1999. Beiträge zu aktuellen Fragen in Rettungsdienst und Notfallmedizin; S. 134-137, S+K Verlag, Edewecht 1999
- Johannsen, F. (2010):* Medizinproduktrecht ;in: Bens, D. (Hrsg.): *Rettungsdienst-Management*; S. 145-154, S+K Verlag, Edewecht 2010
- Koch, B./Kuschinsky, B. (1998):* Die Hilfsfrist im Rettungsdienst in der präklinischen Notfallversorgung als Grundlage der rettungsdienstlichen Konzeption; in: Lüttgen, R./Mendel, F. (Hrsg.): *Handbuch des Rettungswesens*; A 1.1-11, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Konsenspapier Schleswig-Holstein (1995):* Standortplanung bedarfsgerechter Rettungswachen in Schleswig-Holstein unter besonderer Berücksichtigung der rettungsdienstbereichsübergreifenden Optimierung der bedarfsgerechten Notfallversorgung; FORPLAN Forschungs- und Planungsgesellschaft für das Rettungswesen m.b.H.; Kiel 1995
- Krafft, T./Garcia-Castrillo Riesco (1996) (Hrsg.):* Professionalisierung oder Ökonomisierung im Gesundheitswesen? Rettungsdienst im Umbruch; Dümmlers Verlag, Bonn 1996

- Kreis Höxter (2009):* Rettungsdienstbedarfsplan Kreis Höxter; Abteilung Bevölkerungsschutz; in: www.kreis-hoexter.de/download.php?queryString=id=f3185 (28.06.2011)
- Luiz, T./Schmitt, T. K./Mandler, C. (2002):* Der Notarzt als Manager sozialer Krisen; in: *Notfall & Rettungsmedizin* 2002, 5, S. 505 - 511; Springer Verlag 2002
- Lüttgen, R./Mendel, F. (Hrsg.):* Handbuch des Rettungswesens; CD-Version (Stand: 05/2011), Mendel Verlag, Aachen 2011
- Melioumis, M./Wilhelm, A. (1999):* Kommunikationstechnik; in: Vergeiner, G. (Hrsg.): *Leitstellen im Rettungsdienst. Aufgaben. Organisation. Technik*, S. 235-268; S+K Verlag, Edewecht 1999
- Petri, J. (2001):* Ermittlung bedarfsgerechter Rettungsmittelvorhaltungen; in: Schirrmeister (Hrsg.): *forum rettungsdienst 2000. Beiträge zu aktuellen Fragen in Rettungsdienst und Notfallmedizin*; S. 89-94, S+K Verlag, Edewecht 2001
- Prückner, S./Schell, B./Luiz, T./Mandler, C. (2008):* Der Arbeitslose als Notfallpatient. Prospektive Studie zum sozialen Kontext von Notarzteinsätzen; in: *Notfall & Rettungsmedizin* 2008, 11, S. 557 - 562; Springer Verlag 2008
- Rau, M./Reinhardt, K./Kill, C. (2001):* Sicherheit und Risiko. Ein methodenorientierter Beitrag zur risikoabhängigen Fahrzeugbemessung für die Notfallversorgung; in: *Notfall & Rettungsmedizin* 2001, 4, S. 246 - 253; Springer Verlag 2001
- Rau, M./Reinhardt, K./Kill, C. (2003):* Risikoabhängige Fahrzeugbemessung für die Notfallversorgung; in: Lüttgen, R./Mendel, F. (Hrsg.): *Handbuch des Rettungswesens*; A 1.1-22, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Rupprecht, H. (Hrsg.):* *forum rettungsdienst 1999. Beiträge zu aktuellen Fragen in Rettungsdienst und Notfallmedizin*; S+K Verlag, Edewecht 1999
- Rupprecht, H. (Hrsg.):* *forum rettungsdienst 2001. Beiträge zu aktuellen Fragen in Rettungsdienst und Notfallmedizin*; S+K Verlag, Edewecht 2001
- Scheuschner, D. (2010):* Anforderungen an die Software; in: *Hackstein, A./Sudowe, H. (Hrsg.): Handbuch Leitstelle. Strukturen. Prozesse. Innovationen*, S. 239-246; S+K Verlag, Edewecht 2010

- Schimmelpfeng, K./Krüger, U./Zellmann, I. (2010):* Wo werden Einsatzfahrzeuge stationiert? Entscheidungsunterstützung für integrierte Leitstellen; in: *Rettungsdienst* 2010, 1, 33. Jahrgang, S. 26 - 29, S+K Verlag, Edewecht 2010
- Schirmeyer, M. (1996):* Funktionale Einheit: Unverzichtbares Dogma oder wandelbare Organisationsform für den Rettungsdienst?; in: *Krafft, T./ Garcia-Castrillo Riesco (Hrsg):* Professionalisierung oder Ökonomisierung im Gesundheitswesen? *Rettungsdienst im Umbruch*; Dümmlers Verlag, Bonn 1996
- Schirrmeister, W. (Hrsg):* forum rettungsdienst 2000. Beiträge zu aktuellen Fragen in Rettungsdienst und Notfallmedizin; S. 89-94, S+K Verlag, Edewecht 2001
- Schmiedel, R./Moecke, Hp./Behrendt, H. (2002):* Optimierung von Rettungsdiensteinsätzen - Praktische und ökonomische Konsequenzen, Bericht zum Forschungsprojekt 82.049, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Mensch und Sicherheit; Heft M 140*, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 2002
- Schmiedel, R./Behrendt, H. (2002):* Klassifizierung der Einsatzentscheidung und die Wirkung auf die Notfallvorhaltung; in: *Notfall & Rettungsmedizin* 2002, 5, S. 588 - 591; Springer Verlag
- Schmiedel, R./Behrendt, H. (2007):* Die Hilfsfrist im Rettungsdienst; in: *Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.):* Handbuch des Rettungswesens; A 1.1-12, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Schmiedel, R./Behrendt, H. (2011):* Leistungen des Rettungsdienstes. Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2008 und 2009; Bericht zum Forschungsprojekt 87.012/2008, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Mensch und Sicherheit; Heft M 217*, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 2011
- Schmiedel, R./Behrendt, H./Betzler, E. (2004):* *Bedarfsplanung im Rettungsdienst. Standorte, Fahrzeuge, Personal, Kosten.* Springer Verlag 2004
- Schmiedel, R./Puhan, T./Siegener, W. (1981):* *Untersuchungen zum Rettungswesen. Bericht 10. Zur Anwendung des Simulationsmodells "Rettungswesen" - Beispiele aus dem Rettungsdienstbereich Stadt und Landkreis Karlsruhe - ; Bericht zum Forschungsprojekt 8025, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Bereich Unfallforschung, Köln 1981*

- Schmiedel, R./Unterkofler, M. (1997):* Frequenzabhängige Fahrzeugbemessung. Bemessungsansatz-Bemessungsregel-Beispiel; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 1.1-23, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Schmiedel, R./Betzler, E. (1999):* Ökonomische Rahmenbedingungen im Rettungsdienst. Teil I - Zum Begriff der Wirtschaftlichkeit im Rettungsdienst; in: Notfall & Rettungsmedizin 1999, 2, S. 35 - 38; Springer Verlag
- Sefrin, P. (2003):* Geschichte der Notfallmedizin in Deutschland - unter besonderer Berücksichtigung des Notarztdienstes; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 0-10, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Sefrin, P. (2003):* Geschichte der Notfallmedizin in Deutschland - unter besonderer Berücksichtigung des Notarztdienstes; in Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 0-10, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Siegel, S. (1985):* Nicht-parametrische statistische Methoden; Fachbuchhandlung für Psychologie, Eschborn 1985
- Stier, W. (2001):* Methoden der Zeitreihenanalyse; Springer Verlag, Berlin. Heidelberg 2001
- Storm, R. (2007):* Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle; Karl Hanser Verlag, München 2001
- Ufer, M. R. (2001):* Was ist unter einer "flächendeckenden, bedarfs- und fachgerechten Versorgung der Bevölkerung mit Leistungen der Notfallrettung und des Krankentransports" im Sinne der Länder-Rettungsdienstgesetze aus der Sicht des Verwaltungsrechts zu verstehen?; in: Der Notarzt 2001, 17, Sonderheft 1, S. S49-S50, Thieme Verlag, Stuttgart, New York
- Unterkofler, M. (1997):* Die Einflussgrößen bei der risikoabhängigen Fahrzeugbemessung; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 1.1-21, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Vergeiner, G. (Hrsg.):* Leitstellen im Rettungsdienst. Aufgaben. Organisation. Technik; S+K Verlag, Edeweicht 1999
- Wintermantel, E./Ha S.-W. (2009):* Medizintechnik – Life Science Engineering; Springer Verlag 2009

- Zander, F. (2010):* Die Auswirkungen des Unionsrechts auf den deutschen Rettungsdienst; Verlag Dr. Kovac, Hamburg 2010
- Zobel, H. (2002):* Untersuchung der zeitlichen Abfolge von Notfall- und Krankentransportfahrten als Grundlage einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung für die Notfallrettung; Diplomarbeit an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Technische Betriebswirtschaft; Hamburg 2002
- Zobel, H./Behrendt, H./Runggaldier, K. (2007):* Untersuchung zur zeitlichen Abfolge von Notfall- und Krankentransportfahrten ; in: Lüttgen, R./ Mendel, F. (Hrsg.): Handbuch des Rettungswesens; A 5.2-15, CD-Version, Mendel Verlag, Aachen 2011
- Zorn, O. (2009):* Apparative-technische Ausstattung im Rettungs- und Notarztdienst; in: Wintermantel, E./ Ha S.-W. (2009): Medizintechnik – Life Science Engineering; S. 2079 - 2104, Springer Verlag 2009

Gesetze und Verordnungen

- BayRDG:* Bayerisches Rettungsdienstgesetz (BayRDG)Vom 22. Juli 2008 Fundstelle: GVBl 2008, S. 429; Verkündet als § 1 des Gesetzes zur Regelung des Rettungsdienstes und zur Änderung des Gesetzes über die Errichtung und den Betrieb Integrierter Leitstellen vom 22. Juli 2008 (GVBl. S. 429)
- BbgRettG:* Gesetz über den Rettungsdienst im Land Brandenburg (Brandenburgisches Rettungsdienstgesetz- BbgRettG). Vom 14. Juli 2008 (GVBl.I/08, [Nr. 10], S.186)
- BremRettDG:* Gesetz über den Rettungsdienst im Lande Bremen (BremRettDG). Vom 22. September 1992, zuletzt geändert durch das Gesetz von 26.05.1998
- DVO-RDG:* Landesverordnung zur Durchführung des Rettungsdienstgesetzes (DVO-RDG). Vom 20. November 2008, GVOBl. 2008, 681, *Gesamtausgabe in der Gültigkeit vom 01.10.2010 bis 31.12.2013*
- GG:* Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Juli 2010 (BGBl. I S. 944) geändert worden ist

- GStrukG*: Gesundheitsstrukturgesetz vom 21. Dezember 1992 (BGBl. I S. 2266), das zuletzt durch Artikel 205 der Verordnung vom 25. November 2003 (BGBl. I S. 2304) geändert worden ist
- HmbRDG*: Hamburgisches Rettungsdienstgesetz (HmbRDG) vom 09.06.1992, zuletzt geändert am 27.09.1995
- HRDG*: Gesetz zur Neuordnung des Rettungsdienstes in Hessen (HRDG) vom 24.11.1998
- KTP-RL*: Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Krankenfahrten Krankentransportleistungen und Rettungsfahrten nach § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 12 SGB V (Krankentransport -Richtlinien) in der Fassung vom 22. Januar 2004 veröffentlicht im Bundesanzeiger 2004; Nr. 18: S. 1342 zuletzt geändert am 21. Dezember 2004 veröffentlicht im Bundesanzeiger 2005, Nr. 41: S. 2 937 in Kraft getreten am 2. März 2005
- MPBetreibV*: Medizinprodukte-Betreiberverordnung, in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. August 2002 (BGBl. I S. 3396), die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2326) geändert worden ist
- MPG*: Medizinproduktegesetz, in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002 (BGBl. I S. 3146), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 24. Juli 2010 (BGBl. I S. 983) geändert worden ist
- NRettDG*: Niedersächsisches Rettungsdienstgesetz (NRettDG) in der Fassung vom 02.10.2007
- RDG BE*: Gesetz über den Rettungsdienst für das Land Berlin (Rettungsdienstgesetz - RDG) Vom 8. Juli 1993 (Verk. am 21. 7. 1993, GVBl. S. 313) i.d.F. des Ersten Gesetzes zur Änderung des Rettungsdienstgesetzes vom 24. Juni 2004 (Verk. 2. 7. 2004, GVBl. S.257), zuletzt geändert durch Gesetz vom 4. März 2005 (GVBl. S. 125)
- RDG BW*: Gesetz über den Rettungsdienst (Rettungsdienstgesetz - RDG) in der Fassung vom 8. Februar 2010, GBl. 2010, 285 Zum 04.08.2011 aktuellste verfügbare Fassung der Gesamtausgabe
- RDG M-V*: Gesetz über den Rettungsdienst für das Land Mecklenburg-Vorpommern (RDGM-V) vom 01.07.1993, geändert durch: Erstes Gesetz zur Änderung des RDGM-V vom 29.05.1998

-
- RDG SH*: Gesetz über die Notfallrettung und den Krankentransport im Land Schleswig-Holstein (RDG) vom 29.11.1991
- RettdG RP*: Landesgesetz über den Rettungsdienst sowie den Notfall- und Krankentransport (RettdG) vom 22.04.1991
- RettdG-LSA*: Rettungsdienstgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (RettdG LSA) vom 07.11.1993
- RettdG NRW*: Gesetz über den Rettungsdienst sowie die Notfallrettung und den Krankentransport durch Unternehmer (RettdGNRW) vom 09.11.1992, zuletzt geändert am 06.07.2004
- Sächs-RettdG*: Gesetz zur Neuordnung des Brandschutzes, Rettungsdienstes und Katastrophenschutzes im Freistaat Sachsen vom 24.06.2004
- SGB V*: Fünftes Buch Sozialgesetzbuch - Gesetzliche Krankenversicherung - (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 22. Juni 2011 (BGBl. I S. 1202) geändert worden ist
- SRettG*: Saarländisches Rettungsdienstgesetz (SRettG) vom 09.02.1994, zuletzt geändert am 27.11.1996
- StVO*: Straßenverkehrs-Ordnung vom 16. November 1970 (BGBl. I S. 1565), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1737) geändert worden ist
- ThürRettG*: Thüringer Rettungsdienstgesetz (ThürRettG) vom 22.12.1992

Anhang 1

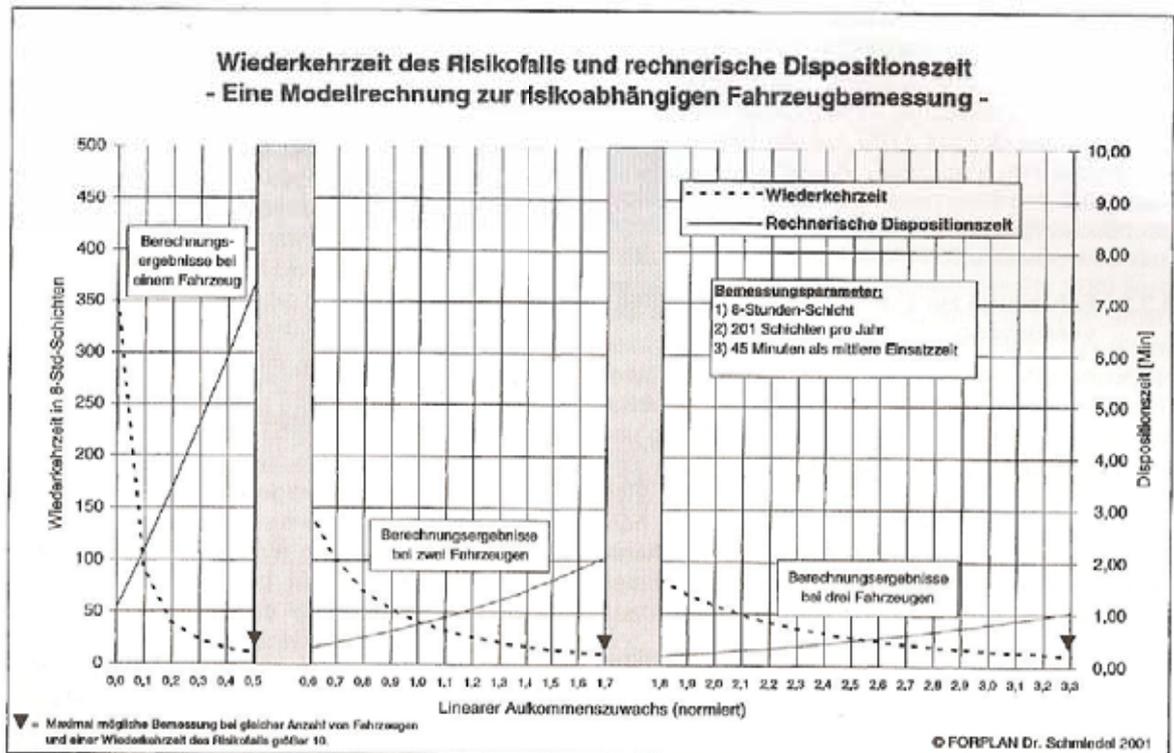


Abb. 2.2.2.1.-1:Wiederkehrzeit des Risikofalls und rechnerische Dispositionszeit;
Quelle: Schmiedel/Behrendt/Moecke 2002, S. 343

Anhang 2

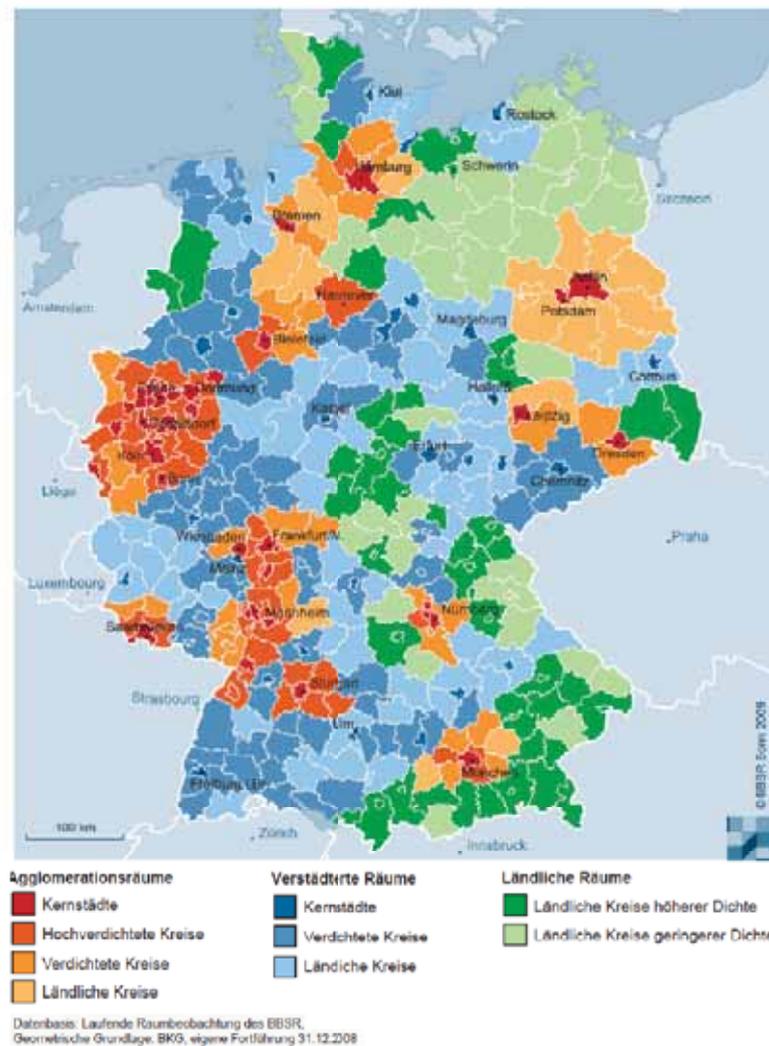


Abb. 3.1.1.-1: Laufende Raumbewertung - Raumabgrenzungen und Siedlungsstrukturelle Gebietstypen; Quelle: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; in: http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_103086/BBSR/DE/Raumbewertung/Werkzeuge/Raumabgrenzungen/SiedlungsstrukturelleGebietstypen/gebietstypen.html (02.07.2011)

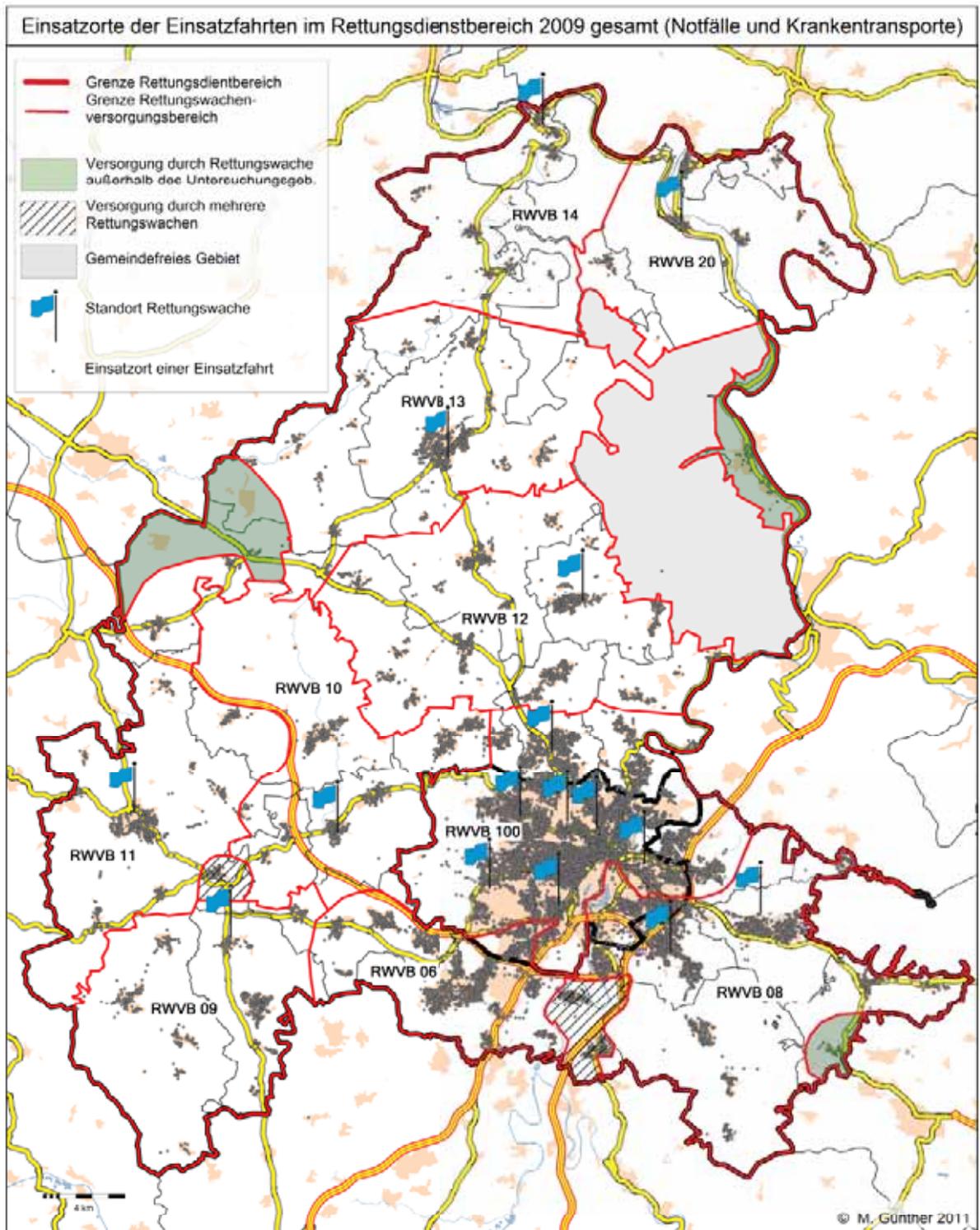


Abb. 3.1.2.-3: Verteilung der Einsatzfahrten im gesamten Rettungsdienstbereich für das Jahr 2009;
Quelle: eigene Darstellung

"Rohdatenbestand" der Leitstelle			69.411	vom Rohdatenbestand zum Grunddatenbestand
Ausschluss	doppelt vorhandene Datensätze	849	68.562	
Ausschluss	Rettungsmitteltypen, die nicht Regelrettung sind	1.675	66.887	
Ausschluss	Einsatzort außerhalb des Trägergebiets	748	66.139	
Ausschluss	Einsatzort ist eine BAB (Bundesautobahn)	499	65.640	
Ausschluss	Einsatzort ist nicht dokumentiert	77	65.563	
Ausschluss	Alarmierung außerhalb des Erfassungszeitraums	3	65.560	
Ausschluss	Fehlende Zeitdokumentation (Status 4 bis 1)	21	65.539	
Ausschluss	Fehlender Endzeitpunkt (Status 1) wegen Realzeitanalyse	111	65.428	
Ausschluss	kurze Einsätze ohne Zwischenzeiten <2 min. (Status 3 und 1)	589	64.839	
Ausschluss	Sonder-Rettungsmitteltypen (BNAW, ITW)		64.319	
Ausschluss	Stichwörter (HBER, RBER, ZA, SIWA)	584	63.735	
Grundgesamtheit Leitstellendaten			63.735	
Erzeugung der Grundgesamtheit des rettungsdienstlichen Einsatzfahrtaufkommens				
Grundlage	Grundgesamtheit Leitstellendaten		63.735	
Grundgesamtheit bodengebundener Rettungsdienst			63.735	

Abb. 3.1.3.1.-1: Ausschlüsse - Vom Rohdatensatz zum Grunddatenbestand;
Quelle: eigene Darstellung

Tab. 3.1.3.2.-1: Anfahrtszeiten, Dauer der Fahrzeugbelegung und Zeit zwischen zwei Belagungen; Quelle: eigene (SPSS 8)

Anfahrtszeit (KTP)		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	negativ	25	,1	,1	,1
	0 Min.	9	,0	,0	,1
	bis 10 Min.	15281	58,1	62,3	62,5
	bis 20 Min.	7456	28,4	30,4	92,9
	bis 30 Min.	1359	5,2	5,5	98,4
	bis 40 Min.	250	1,0	1,0	99,4
	bis 50 Min.	68	,3	,3	99,7
	bis 60 Min.	32	,1	,1	99,8
	über 60 Min.	38	,1	,2	100,0
	Gesamt	24518	93,2	100,0	
Fehlend	System	1781	6,8		
Gesamt		26299	100,0		

Anfahrtszeit (Notfall) ^a		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	negativ	18	,1	,1	,1
	0 Min.	3	,0	,0	,1
	bis 1 Min.	702	2,9	3,2	3,3
	bis 2 Min.	993	4,1	4,5	7,7
	bis 3 Min.	2084	8,6	9,4	17,1
	bis 4 Min.	2904	12,0	13,1	30,2
	bis 5 Min.	2799	11,6	12,6	42,8
	bis 6 Min.	2560	10,6	11,5	54,3
	bis 7 Min.	2184	9,0	9,8	64,1
	bis 8 Min.	1805	7,5	8,1	72,2
	bis 9 Min.	1364	5,6	6,1	78,4
	bis 10 Min.	938	3,9	4,2	82,6
	bis 11 Min.	719	3,0	3,2	85,8
	bis 12 Min.	554	2,3	2,5	88,3
	bis 13 Min.	422	1,7	1,9	90,2
	bis 14 Min.	292	1,2	1,3	91,5
	bis 15 Min.	229	,9	1,0	92,6
	über 15 Min.	1652	6,8	7,4	100,0
	Gesamt	22222	92,0	100,0	
Fehlend	System	1921	8,0		
Gesamt		24143	100,0		

a. Einsatzklasse fahrtbezogen = Notfall mit Sonderrechten

Fortsetzung Tab. 3.1.3.2.-1: Anfahrtszeiten, Dauer der Fahrzeugbelegung und Zeit zwischen zwei Belagungen; Quelle: eigene (SPSS 8)

Anfahrtszeit (Notfall)^a

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	negativ	9	,1	,1	,1
	0 Min.	1	,0	,0	,1
	bis 1 Min.	276	2,1	2,2	2,3
	bis 2 Min.	215	1,6	1,7	4,0
	bis 3 Min.	493	3,7	3,9	7,9
	bis 4 Min.	748	5,6	6,0	13,9
	bis 5 Min.	1025	7,7	8,2	22,1
	bis 6 Min.	1181	8,9	9,4	31,5
	bis 7 Min.	1194	9,0	9,5	41,0
	bis 8 Min.	1208	9,1	9,6	50,7
	bis 9 Min.	1142	8,6	9,1	59,8
	bis 10 Min.	897	6,7	7,2	67,0
	bis 11 Min.	829	6,2	6,6	73,6
	bis 12 Min.	678	5,1	5,4	79,0
	bis 13 Min.	543	4,1	4,3	83,3
	bis 14 Min.	436	3,3	3,5	86,8
	bis 15 Min.	361	2,7	2,9	89,7
über 15 Min.	1293	9,7	10,3	100,0	
Gesamt		12529	94,3	100,0	
Fehlend	System	704	5,7		
Gesamt		13293	100,0		

a. Einsatzklasse fahrtbezogen = Notfall ohne Sonderrechte

Dauer Fahrzeugbelegung * Einsatzklasse fahrtbezogen Kreuztabelle

Anzahl

		Einsatzklasse fahrtbezogen			Gesamt
		Notfall mit Sonderrechten	Notfall ohne Sonderrechte	Krankentransport	
Dauer Fahrzeugbelegung	bis 1 Min.	603	200	593	1396
	bis 2 Min.	462	215	364	1041
	bis 3 Min.	246	130	239	615
	bis 4 Min.	112	60	100	272
	bis 5 Min.	95	31	68	194
	bis 1 Std.	10387	7447	14065	31899
	bis 2 Std.	11513	5101	9560	26174
	bis 3 Std.	600	97	830	1527
	bis 4 Std.	77	8	272	357
	bis 5 Std.	22	3	71	96
	bis 6 Std.	10		44	54
	bis 12 Std.	15	1	86	102
	bis 18 Std.			7	7
	bis 24 Std.	1			1
	Gesamt		24143	13293	26299

Fortsetzung Tab. 3.1.3.2.-1: Anfahrtszeiten, Dauer der Fahrzeugbelegung und Zeit zwischen zwei Belagungen; Quelle: eigene (SPSS 8)

Zeit zwischen zwei Belagungen [Std.]					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	0	63134	99,1	99,1	99,1
	1	542	,9	,9	99,9
	2	54	,1	,1	100,0
	3	3	,0	,0	100,0
	4	1	,0	,0	100,0
	Gesamt	63734	100,0	100,0	
Fehlend	System	1	,0		
Gesamt		63735	100,0		

Die Tab. 3.1.3.2.-1 ist auch auf der beiliegende CD enthalten

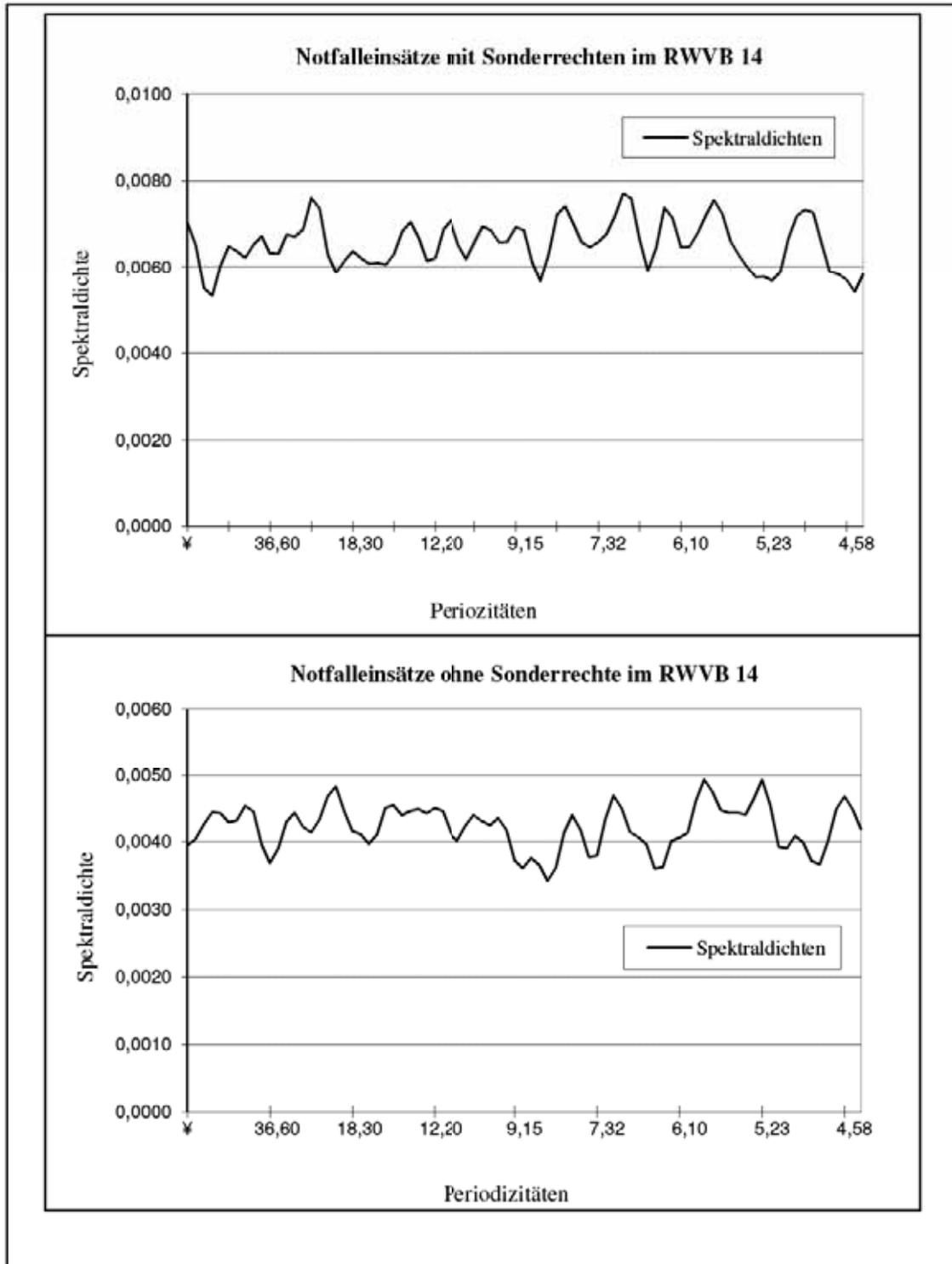
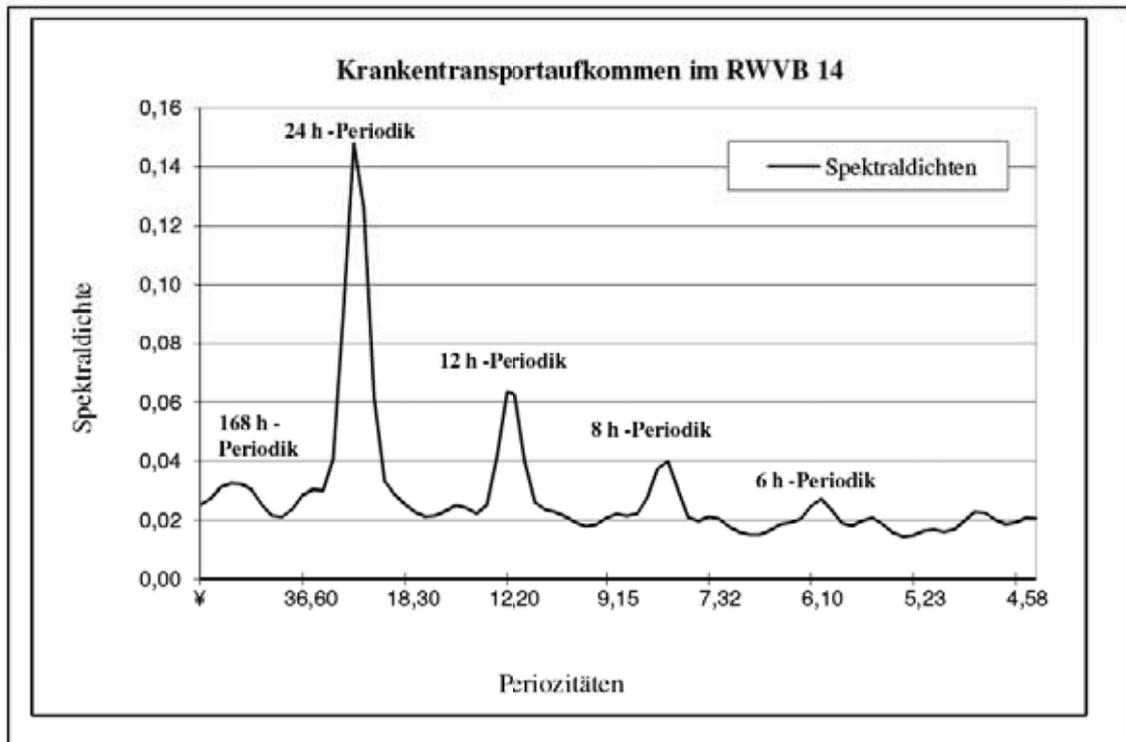


Abb. 3.1.3.2-3: Spektrogramm nach Parzen über das Notfalleinsatzaufkommen und Krankentransportaufkommen 2009 im Rettungswachenversorgungsbereich 14; Quelle: eigene Darstellung



Fortsetzung Abb. 3.1.3.2-3: Spektrogramm nach Parzen über das Notfalleinsatzaufkommen und Krankentransportaufkommen 2009 im Rettungswachenversorgungsbereich 14; Quelle: eigene Darstellung

Tab. 3.2.1.-2: Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 14 vor Zu-
teilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen; Quelle: eigene

	Stundenintervall	Freitag				Gesamt
		Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte Nah	Krankentransporte Fern	
Einsatzfahrtaufkommen im RWVB 14						
1. Schicht	07 - 08	1	3	2	0	6
	08 - 09	3	2	7	0	12
	09 - 10	2	2	34	2	40
	10 - 11	1	1	30	3	35
	11 - 12	2	3	29	2	36
	12 - 13	1	1	24	0	26
	13 - 14	3	3	10	0	16
	14 - 15	0	1	8	0	9
2. Schicht	15 - 16	4	0	6	1	11
	16 - 17	2	2	2	0	6
	17 - 18	1	1	6	0	8
	18 - 19	1	4	4	0	9
	19 - 20	1	4	4	0	9
	20 - 21	2	1	3	0	6
	21 - 22	0	1	0	0	1
	22 - 23	0	1	0	0	1
3. Schicht	23 - 24	0	3	1	0	4
	00 - 01	0	0	1	0	1
	01 - 02	1	1	0	0	2
	02 - 03	0	1	0	0	1
	03 - 04	0	1	1	0	2
	04 - 05	1	0	0	0	1
	05 - 06	0	2	2	0	4
	06 - 07	0	0	0	0	0
	07 - 07	26	38	174	8	246

Tab. 3.2.1.-3: Mittlere Einsatzzeiten im RWVB 100 und 14 in Minuten; Quelle: eigene

	Stundenintervall	Freitag				
		Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Kranken-transporte Nah	Kranken-transporte Fern	Gesamt
Mittlere Einsatzzeiten im RWVB 14 in Minuten						
1. Schicht	07 - 08	45,98	67,69	68,49	139,18	253,65
	08 - 09	85,33	55,56	66,00	160,67	312,00
	09 - 10	81,83	47,61	56,39	255,00	393,22
	10 - 11	48,67	66,90	57,03	192,09	297,79
	11 - 12	67,19	51,56	62,84	193,24	323,27
	12 - 13	72,98	62,01	57,35	261,28	391,61
	13 - 14	75,74	61,02	54,77	131,99	262,50
	14 - 15	0,00	57,28	53,37	0,00	53,37
2. Schicht	15 - 16	50,08	76,77	62,95	0,00	113,03
	16 - 17	46,18	42,87	53,21	0,00	99,39
	17 - 18	195,87	55,54	53,57	122,50	371,94
	18 - 19	52,02	89,02	60,73	124,78	237,53
	19 - 20	38,58	59,73	57,90	0,00	96,48
	20 - 21	109,98	55,66	66,65	0,00	176,63
	21 - 22	0,00	58,14	60,78	0,00	60,78
	22 - 23	0,00	54,16	59,02	0,00	59,02
3. Schicht	23 - 24	0,00	46,84	75,49	0,00	75,49
	00 - 01	0,00	65,34	38,84	0,00	38,84
	01 - 02	50,73	67,17	27,77	0,00	78,50
	02 - 03	0,00	0,00	47,35	0,00	47,35
	03 - 04	0,00	57,74	0,00	0,00	0,00
	04 - 05	59,52	29,07	0,00	0,00	59,52
	05 - 06	0,00	64,25	60,17	0,00	60,17
	06 - 07	0,00	55,05	82,43	0,00	82,43
	07 - 07	1.080,68	1.346,98	1.283,10	1.580,73	3.944,51
Mittlere Einsatzzeiten im RWVB 100 in Minuten						
1. Schicht	07 - 08	69,32	55,64	60,34	303,03	432,69
	08 - 09	69,81	65,51	60,24	232,53	362,58
	09 - 10	72,21	60,42	60,00	228,44	360,65
	10 - 11	66,14	55,59	60,76	168,23	295,13
	11 - 12	60,57	53,78	52,83	196,25	309,65
	12 - 13	60,05	57,10	57,27	161,51	278,83
	13 - 14	58,07	57,92	55,72	178,33	292,12
	14 - 15	57,72	53,27	58,23	177,96	293,91
2. Schicht	15 - 16	58,81	53,14	59,45	237,26	355,52
	16 - 17	61,10	55,52	55,25	181,27	297,62
	17 - 18	59,79	55,78	48,46	156,28	264,53
	18 - 19	53,24	48,91	54,01	126,99	234,24
	19 - 20	50,59	53,39	50,16	167,12	267,87
	20 - 21	51,23	48,37	48,14	0,00	99,37
	21 - 22	55,15	49,36	39,19	0,00	94,34
	22 - 23	57,42	46,32	49,98	0,00	107,40
3. Schicht	23 - 24	59,53	51,81	48,70	0,00	108,23
	00 - 01	51,92	41,66	40,81	0,00	92,73
	01 - 02	47,46	40,21	47,87	0,00	95,33
	02 - 03	54,91	42,84	49,57	0,00	104,48
	03 - 04	58,80	46,77	55,39	0,00	114,19
	04 - 05	52,48	41,41	41,50	0,00	93,98
	05 - 06	54,38	47,88	36,77	0,00	91,15
	06 - 07	58,66	47,32	46,24	0,00	104,90
	07 - 07	1.399,36	1.236,88	2.515,20	1.229,92	5.151,44

Tab. 3.2.1.-8: Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 100 nach Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen; Quelle: eigene

	Stundenintervall	Freitag				Gesamt
		Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte Nah	Krankentransporte Fern	
Einsatzfahrtaufkommen im RWVB 100						
1. Schicht	07 - 08	99	0	46	0	145
	08 - 09	160	0	173	0	333
	09 - 10	136	51	323	35	494
	10 - 11	138	76	338	40	516
	11 - 12	143	64	308	20	471
	12 - 13	159	57	256	19	434
	13 - 14	117	61	208	20	345
	14 - 15	94	51	210	5	309
2. Schicht	15 - 16	107	55	167	0	274
	16 - 17	112	58	130	0	242
	17 - 18	142	0	86	0	228
	18 - 19	152	0	72	0	224
	19 - 20	87	57	54	0	141
	20 - 21	101	59	37	0	138
	21 - 22	84	60	41	0	125
	22 - 23	114	0	29	0	143
3. Schicht	23 - 24	51	52	22	0	73
	00 - 01	69	53	23	0	92
	01 - 02	59	48	16	0	75
	02 - 03	35	51	10	0	45
	03 - 04	38	52	5	0	43
	04 - 05	51	24	12	0	63
	05 - 06	35	43	7	0	42
	06 - 07	111	0	18	0	129
	07 - 07	2394	972	2591	139	5124

Tab. 3.2.1.-9: Einsatzfahrtaufkommen nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 14 nach Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen; Quelle: eigene

	Stundenintervall	Freitag				Gesamt
		Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte Nah	Krankentransporte Fern	
Einsatzfahrtaufkommen im RWVB 14						
1. Schicht	07 - 08	6	0	0	0	6
	08 - 09	12	0	0	0	12
	09 - 10	4	0	36	0	40
	10 - 11	2	0	33	0	35
	11 - 12	5	0	31	0	36
	12 - 13	2	0	24	0	26
	13 - 14	16	0	0	0	16
	14 - 15	9	0	0	0	9
2. Schicht	15 - 16	11	0	0	0	11
	16 - 17	6	0	0	0	6
	17 - 18	8	0	0	0	8
	18 - 19	9	0	0	0	9
	19 - 20	9	0	0	0	9
	20 - 21	6	0	0	0	6
	21 - 22	1	0	0	0	1
	22 - 23	1	0	0	0	1
3. Schicht	23 - 24	4	0	0	0	4
	00 - 01	1	0	0	0	1
	01 - 02	2	0	0	0	2
	02 - 03	1	0	0	0	1
	03 - 04	2	0	0	0	2
	04 - 05	1	0	0	0	1
	05 - 06	4	0	0	0	4
	06 - 07	0	0	0	0	0
	07 - 07	122	0	124	0	246

Tab. 3.2.1.-15: Mittlere Alarmierungshäufigkeit nach Stundenintervallen am Freitag im RWVB 100 vor Zuteilung von Notfalleinsätzen ohne Sonderrechte und Krankentransporten zum berechnungsrelevanten Notfallaufkommen; Quelle: eigene

	Stundenintervall	Freitag				
		Notfalleinsätze mit Sonderrechten	Notfalleinsätze ohne Sonderrechte	Krankentransporte Nah	Krankentransporte Fern	Gesamt
Mittlere Alarmierungshäufigkeit im RWVB 100						
1. Schicht	07 - 08	1,245	0,776	0,918	0,020	2,184
	08 - 09	2,367	0,898	3,082	0,449	5,898
	09 - 10	2,776	1,041	6,592	0,714	10,082
	10 - 11	2,816	1,551	6,898	0,816	10,531
	11 - 12	2,918	1,306	6,286	0,408	9,612
	12 - 13	3,245	1,163	5,224	0,388	8,857
	13 - 14	2,388	1,245	4,245	0,408	7,041
	14 - 15	1,918	1,041	4,286	0,102	6,306
2. Schicht	15 - 16	2,184	1,122	3,306	0,102	5,592
	16 - 17	2,286	1,184	2,612	0,041	4,939
	17 - 18	2,000	0,898	1,735	0,020	3,755
	18 - 19	2,041	1,061	1,429	0,041	3,510
	19 - 20	1,776	1,163	1,082	0,020	2,878
	20 - 21	2,061	1,204	0,755	0,000	2,816
	21 - 22	1,714	1,224	0,837	0,000	2,551
	22 - 23	1,265	1,061	0,592	0,000	1,857
3. Schicht	23 - 24	1,041	1,061	0,449	0,000	1,490
	00 - 01	1,408	1,082	0,469	0,000	1,878
	01 - 02	1,204	0,980	0,327	0,000	1,531
	02 - 03	0,714	1,041	0,204	0,000	0,918
	03 - 04	0,776	1,061	0,102	0,000	0,878
	04 - 05	1,041	0,490	0,245	0,000	1,286
	05 - 06	0,714	0,878	0,143	0,000	0,857
	06 - 07	1,653	0,612	0,367	0,000	2,020
	07 - 07	43,551	25,143	52,184	3,531	99,265

Rettungsmittelvorhalteplan für den RWVB 100							
Rettungsmittel		Freitag					Vorhaltung in Std.
Typ	Funk	6	12	18			
MZF	1	[Green bar from 6 to 18]					24
MZF	2	[Green bar from 6 to 18]					24
MZF	3	[Green bar from 6 to 18]					24
MZF	4	7	[Green bar from 7 to 15]				16
MZF	5	7	[Green bar from 7 to 15]				24
MZF	6	7	[Green bar from 7 to 15]			15	8
MZF	7	[Yellow bar from 6 to 18]					24
MZF	8	8	[Yellow bar from 8 to 15]			19	11
MZF	9	8	[Yellow bar from 8 to 15]			17	9
MZF	10	8	[Yellow bar from 8 to 15]			16	8
MZF	11	9	[Yellow bar from 9 to 12]		15		6
MZF	12	9	[Yellow bar from 9 to 12]		13		4
MZF	13	9	[Yellow bar from 9 to 12]		12		3
MZF	14	9	[Yellow bar from 9 to 12]		11		2
MZF	15	9	[Yellow bar from 9 to 12]		11		2
MZF	16	9	[Orange bar from 9 to 15]			17	8
MZF	17	10	[Orange bar from 10 to 14]		14		4

aus risikoabhängiger Berechnung

aus frequenzabhängiger Berechnung für Nahfahrten

aus frequenzabhängiger Berechnung für Fernfahrten

Abb. 3.2.1-2: Rettungsmittelvorhalteplan für den RWVB 100 an Freitagen; Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Schmiedel/Behrendt/Betzler 2004

Tab. 3.2.2.-2a: Anzahl der Rettungsmittel im Einsatz und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100 ; Quelle: eigene

RWVB 100													
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und absolute Eintrittshäufigkeit												Anzahl 15-Minuten-Intervalle
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	
Verstärkungsintervall	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	65	22	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32
07:15 bis 07:30 Uhr	73	29	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	35
07:30 bis 07:45 Uhr	73	27	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	30
07:45 bis 08:00 Uhr	80	43	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	39
08:00 bis 08:15 Uhr	88	47	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	43
08:15 bis 08:30 Uhr	86	63	35	14	2	0	0	0	0	0	0	0	42
08:30 bis 08:45 Uhr	92	73	43	22	5	0	0	0	0	0	0	0	45
08:45 bis 09:00 Uhr	90	78	47	18	4	0	0	0	0	0	0	0	44
09:00 bis 09:15 Uhr	94	80	51	15	10	0	0	0	0	0	0	0	46
09:15 bis 09:30 Uhr	94	82	55	29	16	2	0	0	0	0	0	0	45
09:30 bis 09:45 Uhr	90	80	51	35	14	6	4	2	0	0	0	0	40
09:45 bis 10:00 Uhr	86	84	57	39	16	10	4	2	0	0	0	0	47
10:00 bis 10:15 Uhr	86	80	50	41	22	12	6	2	0	0	0	0	47
10:15 bis 10:30 Uhr	88	88	57	47	24	12	4	0	0	0	0	0	48
10:30 bis 10:45 Uhr	98	94	73	45	24	12	2	0	0	0	0	0	60
10:45 bis 11:00 Uhr	90	80	71	35	16	6	2	0	0	0	0	0	40
11:00 bis 11:15 Uhr	100	92	65	43	16	4	2	0	0	0	0	0	49
11:15 bis 11:30 Uhr	96	96	76	59	18	6	0	0	0	0	0	0	47
11:30 bis 11:45 Uhr	88	88	70	57	28	14	4	0	0	0	0	0	48
11:45 bis 12:00 Uhr	96	90	67	43	27	16	8	2	0	0	0	0	47
12:00 bis 12:15 Uhr	90	80	67	49	31	16	0	4	0	0	0	0	40
12:15 bis 12:30 Uhr	96	88	65	53	29	12	6	4	0	0	0	0	47
12:30 bis 12:45 Uhr	94	90	73	59	29	20	8	6	0	0	0	0	46
12:45 bis 13:00 Uhr	84	86	65	48	31	16	10	0	2	0	0	0	48
13:00 bis 13:15 Uhr	92	82	67	49	27	12	8	2	2	0	0	0	45
13:15 bis 13:30 Uhr	92	82	59	41	24	16	0	0	0	0	0	0	45
13:30 bis 13:45 Uhr	90	88	65	39	18	10	0	0	0	0	0	0	47
13:45 bis 14:00 Uhr	96	76	61	33	18	12	2	0	0	0	0	0	47
14:00 bis 14:15 Uhr	90	71	49	29	20	10	2	0	0	0	0	0	44
14:15 bis 14:30 Uhr	78	71	45	27	14	4	2	0	0	0	0	0	38
14:30 bis 14:45 Uhr	76	63	43	24	10	4	2	0	0	0	0	0	37
14:45 bis 15:00 Uhr	82	65	33	18	4	4	0	0	0	0	0	0	40
15:00 bis 15:15 Uhr	88	58	37	14	8	4	0	0	0	0	0	0	43
15:15 bis 15:30 Uhr	86	69	41	22	10	4	2	0	0	0	0	0	42
15:30 bis 15:45 Uhr	84	63	41	27	14	4	2	2	0	0	0	0	41
15:45 bis 16:00 Uhr	82	67	41	24	16	6	2	0	0	0	0	0	40
16:00 bis 16:15 Uhr	84	61	37	20	12	6	2	0	0	0	0	0	41
16:15 bis 16:30 Uhr	84	67	41	18	5	2	0	0	0	0	0	0	41
16:30 bis 16:45 Uhr	90	71	37	15	8	0	0	0	0	0	0	0	44
16:45 bis 17:00 Uhr	88	67	30	15	8	2	2	0	0	0	0	0	43
17:00 bis 17:15 Uhr	86	73	45	12	5	6	2	0	0	0	0	0	42
17:15 bis 17:30 Uhr	88	68	48	20	8	6	2	0	0	0	0	0	43
17:30 bis 17:45 Uhr	86	71	43	15	10	6	2	0	0	0	0	0	42
17:45 bis 18:00 Uhr	86	67	45	18	5	2	2	0	0	0	0	0	42
18:00 bis 18:15 Uhr	88	65	45	24	8	4	2	0	0	0	0	0	43
18:15 bis 18:30 Uhr	84	61	43	27	12	4	2	0	0	0	0	0	41
18:30 bis 18:45 Uhr	88	65	39	20	12	6	4	0	0	0	0	0	43
18:45 bis 19:00 Uhr	88	61	39	18	10	4	4	0	0	0	0	0	43
19:00 bis 19:15 Uhr	86	61	37	15	5	2	2	0	0	0	0	0	42
19:15 bis 19:30 Uhr	88	65	41	22	8	2	0	0	0	0	0	0	43
19:30 bis 19:45 Uhr	90	59	37	19	5	6	0	0	0	0	0	0	44
19:45 bis 20:00 Uhr	84	65	31	14	2	0	0	0	0	0	0	0	41
20:00 bis 20:15 Uhr	82	49	29	8	4	0	0	0	0	0	0	0	40
20:15 bis 20:30 Uhr	88	57	31	15	4	0	0	0	0	0	0	0	42
20:30 bis 20:45 Uhr	90	63	24	14	4	2	0	0	0	0	0	0	44
20:45 bis 21:00 Uhr	90	65	31	0	2	0	0	0	0	0	0	0	44
21:00 bis 21:15 Uhr	88	61	35	0	2	0	0	0	0	0	0	0	43
21:15 bis 21:30 Uhr	84	59	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	41
21:30 bis 21:45 Uhr	84	61	20	6	2	0	0	0	0	0	0	0	41
21:45 bis 22:00 Uhr	90	63	20	4	2	0	0	0	0	0	0	0	44
22:00 bis 22:15 Uhr	82	57	14	0	4	0	0	0	0	0	0	0	40
22:15 bis 22:30 Uhr	86	43	24	15	2	0	0	0	0	0	0	0	42
22:30 bis 22:45 Uhr	86	41	24	18	4	0	0	0	0	0	0	0	42
22:45 bis 23:00 Uhr	82	47	24	10	2	0	0	0	0	0	0	0	40
23:00 bis 23:15 Uhr	67	37	16	6	2	0	0	0	0	0	0	0	33
23:15 bis 23:30 Uhr	71	33	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	35
23:30 bis 23:45 Uhr	71	31	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	35
23:45 bis 00:00 Uhr	71	41	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	35
00:00 bis 00:15 Uhr	73	37	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	36
00:15 bis 00:30 Uhr	71	41	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	35
00:30 bis 00:45 Uhr	73	48	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	36
00:45 bis 01:00 Uhr	78	48	22	6	2	0	0	0	0	0	0	0	38
01:00 bis 01:15 Uhr	73	37	22	0	4	0	0	0	0	0	0	0	36
01:15 bis 01:30 Uhr	69	39	18	12	4	4	2	0	0	0	0	0	34
01:30 bis 01:45 Uhr	71	33	22	10	8	4	2	0	0	0	0	0	35
01:45 bis 02:00 Uhr	55	24	16	10	5	4	2	0	0	0	0	0	27
02:00 bis 02:15 Uhr	47	22	10	8	4	2	2	0	0	0	0	0	23
02:15 bis 02:30 Uhr	45	24	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	22
02:30 bis 02:45 Uhr	49	24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
02:45 bis 03:00 Uhr	57	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
03:00 bis 03:15 Uhr	61	16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
03:15 bis 03:30 Uhr	65	16	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32
03:30 bis 03:45 Uhr	59	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
03:45 bis 04:00 Uhr	67	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
04:00 bis 04:15 Uhr	63	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
04:15 bis 04:30 Uhr	71	27	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
04:30 bis 04:45 Uhr	69	27	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	34
04:45 bis 05:00 Uhr	67	23	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	33
05:00 bis 05:15 Uhr	61	28	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	30
05:15 bis 05:30 Uhr	65	24	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	27
05:30 bis 05:45 Uhr	51	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
05:45 bis 06:00 Uhr	51	16	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
06:00 bis 06:15 Uhr	67	33	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	33
06:15 bis 06:30 Uhr	88	38	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	43
06:30 bis 06:45 Uhr	86	43	24	2	2	0	0	0	0	0	0	0	42
06:45 bis 07:00 Uhr	90	38	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	44

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Tab.: 3.2.2.-5: Anzahl der Rettungsmittel im Einsatz und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 14 ; Quelle: eigene

RWVB 14													
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und absolute relative Eintrittshäufigkeit												Anzahl 15-Minuten-Intervalle
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	
Viertelstundenintervall	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
07:15 bis 07:30 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
07:30 bis 07:45 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
07:45 bis 08:00 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:00 bis 08:15 Uhr	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
08:15 bis 08:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
08:30 bis 08:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
08:45 bis 09:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
09:00 bis 09:15 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
09:15 bis 09:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
09:30 bis 09:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
09:45 bis 10:00 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 bis 10:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:15 bis 10:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:30 bis 10:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:45 bis 11:00 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:00 bis 11:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:15 bis 11:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30 bis 11:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:45 bis 12:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:00 bis 12:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15 bis 12:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:30 bis 12:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:45 bis 13:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:00 bis 13:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:15 bis 13:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:30 bis 13:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13:45 bis 14:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:00 bis 14:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:15 bis 14:30 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:30 bis 14:45 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45 bis 15:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 bis 15:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15 bis 15:30 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:30 bis 15:45 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:45 bis 16:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:00 bis 16:15 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:15 bis 16:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16:30 bis 16:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:45 bis 17:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 bis 17:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:15 bis 17:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 bis 17:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45 bis 18:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18:00 bis 18:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18:15 bis 18:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18:30 bis 18:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18:45 bis 19:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
19:00 bis 19:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
19:15 bis 19:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
19:30 bis 19:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
19:45 bis 20:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20:00 bis 20:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20:15 bis 20:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20:30 bis 20:45 Uhr	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20:45 bis 21:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21:00 bis 21:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21:15 bis 21:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21:30 bis 21:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21:45 bis 22:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22:00 bis 22:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22:15 bis 22:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22:30 bis 22:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22:45 bis 23:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23:00 bis 23:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23:15 bis 23:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:30 bis 23:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:45 bis 00:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00:00 bis 00:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00:15 bis 00:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00:30 bis 00:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00:45 bis 01:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 bis 01:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:15 bis 01:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:30 bis 01:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:45 bis 02:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00 bis 02:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:15 bis 02:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:30 bis 02:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:45 bis 03:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 bis 03:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:15 bis 03:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:30 bis 03:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45 bis 04:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 bis 04:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:15 bis 04:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:30 bis 04:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:45 bis 05:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
05:00 bis 05:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
05:15 bis 05:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
05:30 bis 05:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:45 bis 06:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 bis 06:15 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:15 bis 06:30 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30 bis 06:45 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:45 bis 07:00 Uhr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Tab. 3.2.2.-6: Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung im Rahmen der Realzeitanalyse in der Zeit von 7- 7 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Nahfahrten; Quelle: eigene

Tageskategorie	Stundenintervall		mittlere Meldehäufigkeit	mittlere Einsatzzeit	Einsatzzeitbedarf					Bedarfsgerechte Fahrzeugvorhaltung	Erwartete Einsatzauslastung
	von [Uhr]	bis [Uhr]			aus Meldehäufigkeit	maximal ohne Übertrag	maximal mit Übertrag	maximal bedienbar	Übertrag auf Folgestunde		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Vorhaltung für Krankentransporte im RWVB 100											
Freitag	7 - 8		1,7143	36	61,6	61,6	61,6	120,0	0,0	2	51,3 %
	8 - 9		4,4286	65	290,0	265,7	265,7	360,0	0,0	6	73,8 %
	9 - 10		7,6327	52	395,5	419,8	419,8	540,0	0,0	9	77,7 %
	10 - 11		8,4490	50	419,1	419,1	419,1	540,0	0,0	9	77,6 %
	11 - 12		7,5918	44	332,1	332,1	332,1	420,0	0,0	7	79,1 %
	12 - 13		6,3878	47	299,2	299,2	299,2	360,0	0,0	6	83,1 %
	13 - 14		5,4898	43	236,5	236,5	236,5	300,0	0,0	5	78,8 %
	14 - 15		5,3265	47	249,6	249,6	249,6	300,0	0,0	5	83,2 %
	15 - 16		4,5306	49	220,8	220,8	220,8	240,0	0,0	4	92,0 %
	16 - 17		3,8367	40	151,7	151,7	151,7	180,0	0,0	3	84,3 %
	17 - 18		2,6531	33	87,3	87,3	87,3	120,0	0,0	2	72,7 %
	18 - 19		2,5306	33	82,3	82,3	82,3	120,0	0,0	2	68,6 %
	19 - 20		2,2653	25	57,7	57,7	57,7	60,0	0,0	1	96,1 %
	20 - 21		1,9592	19	36,4	36,4	36,4	60,0	0,0	1	60,6 %
	21 - 22		2,0612	16	32,8	32,8	32,8	60,0	0,0	1	54,7 %
	22 - 23		1,8531	18	29,6	29,6	29,6	60,0	0,0	1	49,3 %
	23 - 0		1,5102	14	21,9	21,9	21,9	60,0	0,0	1	36,4 %
	0 - 1		1,5510	12	19,2	19,2	19,2	60,0	0,0	1	31,9 %
	1 - 2		1,3061	12	15,6	15,6	15,6	60,0	0,0	1	26,1 %
2 - 3		1,2449	8	10,1	10,1	10,1	60,0	0,0	1	16,9 %	
3 - 4		1,1633	5	5,7	5,7	5,7	60,0	0,0	1	9,4 %	
4 - 5		0,7347	14	10,2	10,2	10,2	60,0	0,0	1	16,9 %	
5 - 6		1,0204	5	5,3	5,3	5,3	60,0	0,0	1	8,8 %	
6 - 7		0,9796	17	17,0	17,0	17,0	60,0	0,0	1	28,3 %	
Fr Gesamt			78,0204		3.086,9	3.086,9		4.320,0	0,0		71,5 %

Tab. 3.2.2.-7: Ergebnis der frequenzabhängigen Berechnung im Rahmen der Realzeitanalyse in der Zeit von 9-17 Uhr an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 100 für Fernfahrten; Quelle: eigene

Tageskategorie	Stundenintervall		mittlere Meldehäufigkeit	mittlere Einsatzzeit	Einsatzzeitbedarf					Bedarfsgerechte Fahrzeugvorhaltung	Erwartete Einsatzauslastung
	von [Uhr]	bis [Uhr]			aus Meldehäufigkeit	maximal ohne Übertrag	maximal mit Übertrag	maximal bedienbar	Übertrag auf Folgestunde		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Vorhaltung für KTP-Fernfahrten im RWVB 100											
Freitag	7 - 8		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	8 - 9		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	9 - 10		0,7143	228	163,2	42,9	42,9	60,0	0,0	1	71,4 %
	10 - 11		0,8183	168	137,3	91,8	91,8	120,0	0,0	2	76,5 %
	11 - 12		0,4082	196	80,1	116,3	116,3	120,0	0,0	2	96,9 %
	12 - 13		0,3878	162	62,6	121,7	121,7	120,0	1,7	2	100,0 %
	13 - 14		0,4082	178	72,8	72,2	74,0	120,0	0,0	2	61,6 %
	14 - 15		0,1020	178	13,2	53,3	53,3	60,0	0,0	1	88,9 %
	15 - 16		0,0000	0	0,0	29,9	29,9	60,0	0,0	1	49,9 %
	16 - 17		0,0000	0	0,0	5,9	5,9	60,0	0,0	1	9,9 %
	17 - 18		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	18 - 19		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	19 - 20		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	20 - 21		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	21 - 22		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	22 - 23		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	23 - 0		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	0 - 1		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
	1 - 2		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-
2 - 3		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
3 - 4		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
4 - 5		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
5 - 6		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
6 - 7		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	
Fr Gesamt			2,8367		534,2	534,2		720,0	1,7		74,2 %

Tab. 3.2.2.-8: Ergebnis der frequenzabhängigen
Berechnung im Rahmen der Realzeitanalyse in der Zeit von 7- 7 Uhr
an Freitagen im Rettungswachenversorgungsbereich 14 für Nahfahrten; Quelle: eigene

Tageskategorie	Stundenintervall		mittlere Meldehäufigkeit [.]	mittlere Einsatzzeit [Min]	Einsatzzeitbedarf					Bedarfs- gerechte Fahrzeug- vorhaltung [Anzahl]	Erwartete Einsatz- auslastung [Prozent]
	von	bis			aus Melde-	maximal	maximal	maximal	Übertrag		
	[Uhr]	[Uhr]			häufigkeit	ohne	mit	bedienbar	auf Folge-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Vorhaltung für Krankentransporte im RWVB 14											
Freitag	7 - 8		0,1020	27	2,8	2,8	2,8	60,0	0,0	1	4,7 %
	8 - 9		0,1837	51	9,4	9,4	9,4	60,0	0,0	1	15,7 %
	9 - 10		0,7755	64	49,5	46,5	46,5	60,0	0,0	1	77,6 %
	10 - 11		0,6939	67	43,7	44,6	44,6	60,0	0,0	1	74,4 %
	11 - 12		0,6939	65	45,1	46,7	46,7	60,0	0,0	1	77,8 %
	12 - 13		0,5102	55	23,1	31,5	31,5	60,0	0,0	1	52,6 %
	13 - 14		0,2653	42	11,2	11,2	11,2	60,0	0,0	1	18,6 %
	14 - 15		0,1837	47	3,7	8,7	8,7	60,0	0,0	1	14,5 %
	15 - 16		0,1429	54	7,7	7,7	7,7	60,0	0,0	1	12,8 %
	16 - 17		0,0816	27	2,2	2,2	2,2	60,0	0,0	1	3,6 %
	17 - 18		0,1429	46	3,6	6,6	6,6	60,0	0,0	1	10,9 %
	18 - 19		0,1633	30	5,0	5,0	5,0	60,0	0,0	1	8,3 %
	19 - 20		0,1633	29	4,7	4,7	4,7	60,0	0,0	1	7,9 %
	20 - 21		0,0816	50	4,1	4,1	4,1	60,0	0,0	1	6,8 %
	21 - 22		0,0204	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %
	22 - 23		0,0204	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %
	23 - 0		0,0816	19	1,5	1,5	1,5	60,0	0,0	1	2,6 %
0 - 1		0,0204	39	0,8	0,8	0,8	60,0	0,0	1	1,3 %	
1 - 2		0,0204	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %	
2 - 3		0,0204	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %	
3 - 4		0,0408	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %	
4 - 5		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %	
5 - 6		0,0816	30	2,5	2,5	2,5	60,0	0,0	1	4,1 %	
6 - 7		0,0000	0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	1	0,0 %	
Fr Gesamt			4,4898		238,5	236,5	1.440,0	0,0		16,4 %	

Tab. 3.2.2.-13a: Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und absolute Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 100 über alle Einsatzklassen; Quelle: eigene

RWVB 100														Anzahl 15-Minuten-Intervalle
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und absolute Eintrittshäufigkeit													
	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	
Verkehrskategorieintervall	0 RM	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	48	3												49
07:15 bis 07:30 Uhr	43	6												49
07:30 bis 07:45 Uhr	42	6	1											49
07:45 bis 08:00 Uhr	41	8												49
08:00 bis 08:15 Uhr	39	10												49
08:15 bis 08:30 Uhr	40	9												49
08:30 bis 08:45 Uhr	38	11												49
08:45 bis 09:00 Uhr	34	15												49
09:00 bis 09:15 Uhr	34	14	1											49
09:15 bis 09:30 Uhr	29	17	2		1									49
09:30 bis 09:45 Uhr	22	23	2	1	1									49
09:45 bis 10:00 Uhr	20	20	8		1									49
10:00 bis 10:15 Uhr	20	19	9	1										49
10:15 bis 10:30 Uhr	21	17	10	1										49
10:30 bis 10:45 Uhr	20	20	8	1										49
10:45 bis 11:00 Uhr	23	16	8	1										49
11:00 bis 11:15 Uhr	23	17	8	1										49
11:15 bis 11:30 Uhr	17	25	7											49
11:30 bis 11:45 Uhr	18	22	9											49
11:45 bis 12:00 Uhr	16	25	8											49
12:00 bis 12:15 Uhr	18	26	5											49
12:15 bis 12:30 Uhr	19	28	4											49
12:30 bis 12:45 Uhr	19	27	3											49
12:45 bis 13:00 Uhr	17	27	5											49
13:00 bis 13:15 Uhr	24	19	6											49
13:15 bis 13:30 Uhr	20	18	4											49
13:30 bis 13:45 Uhr	28	19	1	1										49
13:45 bis 14:00 Uhr	25	21	2	1										49
14:00 bis 14:15 Uhr	28	18	4	1										49
14:15 bis 14:30 Uhr	32	13	4											49
14:30 bis 14:45 Uhr	33	13	3											49
14:45 bis 15:00 Uhr	37	11	1											49
15:00 bis 15:15 Uhr	36	12	1											49
15:15 bis 15:30 Uhr	35	13	1											49
15:30 bis 15:45 Uhr	35	13	1											49
15:45 bis 16:00 Uhr	38	10	1											49
16:00 bis 16:15 Uhr	37	12												49
16:15 bis 16:30 Uhr	38	11												49
16:30 bis 16:45 Uhr	41	8												49
16:45 bis 17:00 Uhr	43	6												49
17:00 bis 17:15 Uhr	43	6												49
17:15 bis 17:30 Uhr	43	6												49
17:30 bis 17:45 Uhr	41	8												49
17:45 bis 18:00 Uhr	41	8												49
18:00 bis 18:15 Uhr	40	9												49
18:15 bis 18:30 Uhr	37	12												49
18:30 bis 18:45 Uhr	36	13												49
18:45 bis 19:00 Uhr	39	10												49
19:00 bis 19:15 Uhr	38	11												49
19:15 bis 19:30 Uhr	40	9												49
19:30 bis 19:45 Uhr	40	9												49
19:45 bis 20:00 Uhr	39	10												49
20:00 bis 20:15 Uhr	41	7	1											49
20:15 bis 20:30 Uhr	42	6	1											49
20:30 bis 20:45 Uhr	40	7	2											49
20:45 bis 21:00 Uhr	43	5	1											49
21:00 bis 21:15 Uhr	43	5	1											49
21:15 bis 21:30 Uhr	43	6	1											49
21:30 bis 21:45 Uhr	44	5												49
21:45 bis 22:00 Uhr	47	2												49
22:00 bis 22:15 Uhr	49	1												49
22:15 bis 22:30 Uhr	48	1												49
22:30 bis 22:45 Uhr	47	2												49
22:45 bis 23:00 Uhr	47	2												49
23:00 bis 23:15 Uhr	45	4												49
23:15 bis 23:30 Uhr	46	3												49
23:30 bis 23:45 Uhr	47	2												49
23:45 bis 00:00 Uhr	46	3												49
00:00 bis 00:15 Uhr	47	2												49
00:15 bis 00:30 Uhr	47	2												49
00:30 bis 00:45 Uhr	48	1												49
00:45 bis 01:00 Uhr	49	1												49
01:00 bis 01:15 Uhr	47	2												49
01:15 bis 01:30 Uhr	47	2												49
01:30 bis 01:45 Uhr	48	1												49
01:45 bis 02:00 Uhr	49	1												49
02:00 bis 02:15 Uhr	47	2												49
02:15 bis 02:30 Uhr	47	2												49
02:30 bis 02:45 Uhr	47	2												49
02:45 bis 03:00 Uhr	48	1												49
03:00 bis 03:15 Uhr	48	1												49
03:15 bis 03:30 Uhr	48	1												49
03:30 bis 03:45 Uhr	48	1												49
03:45 bis 04:00 Uhr	48	1												49
04:00 bis 04:15 Uhr	48	1												49
04:15 bis 04:30 Uhr	47	2												49
04:30 bis 04:45 Uhr	47	2												49
04:45 bis 05:00 Uhr	47	2												49
05:00 bis 05:15 Uhr	47	2												49
05:15 bis 05:30 Uhr	44	5												49
05:30 bis 05:45 Uhr	46	3												49
05:45 bis 06:00 Uhr	46	3												49
06:00 bis 06:15 Uhr	46	3												49
06:15 bis 06:30 Uhr	47	2												49
06:30 bis 06:45 Uhr	48	1												49
06:45 bis 07:00 Uhr	48	1												49

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Tab. 3.2.2.-14a: Anzahl der sich zeitgleich im Einsatz befindenden Rettungsmittel und relative Eintrittshäufigkeit in 15-Minuten-Intervallen auf Basis von 49 Freitagen im Jahr 2009 im RWVB 14 über alle Einsatzklassen; Quelle: eigene

RWVB 14													
Freitag	Anzahl Rettungsmittel im Einsatz und absolute Eintrittshäufigkeit												Anzahl 15-Minuten-Intervalle
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	
Viertelstundenintervall	1 RM	2 RM	3 RM	4 RM	5 RM	6 RM	7 RM	8 RM	9 RM	10 RM	11 RM	12 RM	
07:00 bis 07:15 Uhr	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
07:15 bis 07:30 Uhr	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
07:30 bis 07:45 Uhr	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
07:45 bis 08:00 Uhr	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
08:00 bis 08:15 Uhr	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
08:15 bis 08:30 Uhr	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
08:30 bis 08:45 Uhr	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
08:45 bis 09:00 Uhr	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
09:00 bis 09:15 Uhr	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
09:15 bis 09:30 Uhr	41	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20
09:30 bis 09:45 Uhr	16	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	27
09:45 bis 10:00 Uhr	28	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	28
10:00 bis 10:15 Uhr	30	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
10:15 bis 10:30 Uhr	37	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
10:30 bis 10:45 Uhr	30	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
10:45 bis 11:00 Uhr	33	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11:00 bis 11:15 Uhr	53	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11:15 bis 11:30 Uhr	16	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11:30 bis 11:45 Uhr	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
11:45 bis 12:00 Uhr	37	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
12:00 bis 12:15 Uhr	33	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
12:15 bis 12:30 Uhr	31	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
12:30 bis 12:45 Uhr	31	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
12:45 bis 13:00 Uhr	35	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
13:00 bis 13:15 Uhr	31	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
13:15 bis 13:30 Uhr	47	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13:30 bis 13:45 Uhr	43	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13:45 bis 14:00 Uhr	48	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
14:00 bis 14:15 Uhr	43	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
14:15 bis 14:30 Uhr	30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
14:30 bis 14:45 Uhr	33	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
14:45 bis 15:00 Uhr	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
15:00 bis 15:15 Uhr	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
15:15 bis 15:30 Uhr	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
15:30 bis 15:45 Uhr	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
15:45 bis 16:00 Uhr	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16:00 bis 16:15 Uhr	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16:15 bis 16:30 Uhr	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16:30 bis 16:45 Uhr	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
16:45 bis 17:00 Uhr	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17:00 bis 17:15 Uhr	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17:15 bis 17:30 Uhr	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17:30 bis 17:45 Uhr	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
17:45 bis 18:00 Uhr	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18:00 bis 18:15 Uhr	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18:15 bis 18:30 Uhr	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
18:30 bis 18:45 Uhr	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
18:45 bis 19:00 Uhr	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
19:00 bis 19:15 Uhr	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19:15 bis 19:30 Uhr	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
19:30 bis 19:45 Uhr	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
19:45 bis 20:00 Uhr	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
20:00 bis 20:15 Uhr	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
20:15 bis 20:30 Uhr	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
20:30 bis 20:45 Uhr	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
20:45 bis 21:00 Uhr	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:00 bis 21:15 Uhr	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:15 bis 21:30 Uhr	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21:30 bis 21:45 Uhr	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21:45 bis 22:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22:00 bis 22:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22:15 bis 22:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22:30 bis 22:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22:45 bis 23:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23:00 bis 23:15 Uhr	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23:15 bis 23:30 Uhr	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23:30 bis 23:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23:45 bis 00:00 Uhr	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
00:00 bis 00:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:15 bis 00:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
00:30 bis 00:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00:45 bis 01:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00 bis 01:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:15 bis 01:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01:30 bis 01:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:45 bis 02:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02:00 bis 02:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02:15 bis 02:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02:30 bis 02:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02:45 bis 03:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00 bis 03:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:15 bis 03:30 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:30 bis 03:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:45 bis 04:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:00 bis 04:15 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04:15 bis 04:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:30 bis 04:45 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:45 bis 05:00 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:00 bis 05:15 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05:15 bis 05:30 Uhr	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
05:30 bis 05:45 Uhr	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
05:45 bis 06:00 Uhr	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
06:00 bis 06:15 Uhr	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
06:15 bis 06:30 Uhr	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
06:30 bis 06:45 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
06:45 bis 07:00 Uhr	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

RM = Rettungsmittel im Einsatz

Anhang 3

Der Anhang 3 wurde zur besseren Lesbarkeit vollständig auf die beiliegende CD verschoben.

Anhang 3 enthält:

- Tab. 4.2.-3 bis -8
- Tab. 4.3.-2
- Tab. 4.3.-3

Inhalt der CD-ROM

- Anhang 3

- Tab. 4.2.-3 bis -8
- Tab. 4.3.-2
- Tab. 4.3.-3

- Kalkulation der Rettungsmittelvorhaltung

- Realzeitanalyse
 - SPSS Auswertung 15-Min.-Intervalle
- risiko- und frequenzabhängige Berechnung
 - RWVB 14
 - RWVB 14_nach Zuteilung
 - RWVB 14_ohne Zuteilung
 - RWVB 100
 - RWVB 100_nach Zuteilung
 - RWVB 100_ohne Zuteilung
 - SPSS Auswertung mittlere Einsatzzeiten
 - SPSS Auswertung Stundenintervalle
 - Tab. 4.1.3.2.-1
- sonstige SPSS Auswertungen
 - 1. Überblick_Deskriptive Statistik
 - 2. Häufigkeit Stichwörter
 - 3. Ausschlüsse
 - 4. Einsätze und Rettungsmitteltypen
 - 5. Dauer Fahrzeugbelegung
 - 6. zwischen zwei Belegungen

- Spektralanalyse

- RWVB 14_Krankentransport-Spektral
- RWVB 14_Notfall mit Sonderrechten-Spektral
- RWVB 14_Notfall ohne Sonderrechte-Spektral
- RWVB 100_Krankentransport-Spektral
- RWVB 100_Notfall mit Sonderrechten-Spektral
- RWVB 100_Notfall ohne Sonderrechte-Spektral

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Michael Günther, geb. 27.07.1983, dass die vorgelegte Arbeit mit dem Titel "Bedarfsplanung im Rettungsdienst - Vergleich ausgewählter Methoden zur Kalkulation einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung" von mir selbst und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst wurde und auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt. Die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur sind vollständig angegeben.

Hamburg, 26. August 2011 _____

Korrespondenzadresse

Michael Günther
E-Mail: mic.guenther@web.de