

H. Behrendt · R. Schmiedel

FORPLAN DR. SCHMIEDEL GmbH, Forschungs- und Planungsgesellschaft für das Rettungswesen, Bonn

Ermittlung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung im Rettungsdienst

Aktuelle Bemessungsverfahren

Zusammenfassung

Die rettungsdienstliche Fahrzeugvorhaltung ist eine dynamische Komponente der Bedarfsplanung, die einer regelmäßigen Überprüfung bedarf. Die Ermittlung der Fahrzeugvorhaltung erfolgt mit Hilfe der risiko- und frequenzabhängigen Fahrzeugbemessung, deren Ergebnisse im Rettungsmittelvorhalteplan zusammengeführt werden. Grundlage der risikoabhängigen Bemessung ist die Abbildung der Wahrscheinlichkeit zeitgleicher Notfallfahrten mit Hilfe der Poisson-Verteilung, um so mit der ermittelten Notfallvorhaltung ein gewähltes Sicherheitsniveau zu gewährleisten. Der frequenzabhängigen Bemessung liegt dagegen aufgrund der Regelmäßigkeit von Krankentransporten ausschließlich die tageszeitliche Einsatznachfrage zugrunde. Im vorliegenden Beitrag werden beide Bemessungsverfahren dargestellt und an einem konkreten Beispiel erläutert. Aktuelle Forschungsergebnisse der Bundesanstalt für Straßenwesen zeigen, dass es Verfahren der Zeitreihenanalysen in Kombination mit Regressionsverfahren ermöglichen, die Gesamtnachfrage nach rettungsdienstlichen Leistungen unabhängig von der Einsatzentscheidung des Leitstellenmitarbeiters in ein bemessungsrelevantes Fahrtaufkommen für die risiko- und frequenzabhängige Bemessung aufzuteilen.

Schlüsselwörter

Bemessungsverfahren · Fahrzeugvorhaltung · Notfallvorhaltung · Rettungsmittelvorhalteplan

Die letzten veröffentlichten Angaben über die bundesweiten Vorhaltestunden von Fahrzeugen im Rettungsdienst stammen aus dem Jahr 1994, wonach in diesem Zeitraum die Vorhalteleistung jährlich rund 36,6 Mio. Fahrzeugstunden beträgt [1]. Davon entfallen rund die Hälfte (52,3%) der personell besetzt vorgehaltenen Fahrzeug-Jahresstunden auf RTW sowie jeweils rund ein Fünftel auf KTW (21,3%) bzw. NEF (17,5%). Der NAW-Anteil an den im Jahr 1994 personell besetzt vorgehaltenen Fahrzeug-Jahresstunden liegt unter 10 Prozent (8,4%), auf BabyNAW und andere Fahrzeuge entfallen 0,5%. Die Ermittlung der bedarfsnotwendigen Fahrzeugvorhaltung erfolgt im Rahmen der rettungsdienstlichen Bedarfsplanung und ist durch den Träger des Rettungsdienstes regelmäßig an ein verändertes Einsatzfahrtaufkommen anzupassen. Die rettungsdienstliche Fahrzeugvorhaltung ist damit im Vergleich zur Standortplanung von Rettungswachen eine dynamische Komponente der rettungsdienstlichen Bedarfsplanung, die einer regelmäßigen Überprüfung bedarf.

Zielsetzung des vorliegenden Beitrages ist es, anhand von realen Einsatzfahrtdaten die vom Grundsatz her seit langem – unter anderem in Forschungsprojekten der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST; [2]) – fachlich hinterlegten Verfahren der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung zur Ermittlung der Fahrzeugvorhaltung entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik darzustellen. Eine methodische

Weiterentwicklung dieser Verfahren ist unter dem Gesichtspunkt der Planungssicherheit nur dann zielführend, wenn dies auf der Basis zuvor fachlich hinterlegter Verfahren erfolgt.

Für die Notfallrettung bedeutet Planungssicherheit, dass nur auf der Grundlage einer bedarfsgerechten Standortplanung von Rettungswachen und einer ausreichenden bedarfsgerechten Verfügbarkeit an Rettungsmitteln die gesetzlich geforderte Einhaltung der Hilfsfrist gewährleistet ist. Für den Krankentransport bildet die bedarfsgerechte Fahrzeugvorhaltung die organisatorische Voraussetzung, die in der Leitstelle eingehende Nachfrage nach Krankentransporten innerhalb vorgegebener Wartezeiten bedienen zu können. Dabei gilt grundsätzlich für die Fahrzeugvorhaltung von Notfallrettung und Krankentransport als Bestandteil der Bedarfsplanung das Wirtschaftlichkeitsgebot nach § 12 SGB V. Die Ermittlung der rettungsdienstlichen Fahrzeugvorhaltung steht damit im Spannungsfeld zwischen Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit und setzt folgerichtig Bemessungsverfahren voraus, die den Bedarf an Vorhaltekapazitäten objektiv und reprodu-

© Springer-Verlag 2002

Dipl.-Geogr. Holger Behrendt
FORPLAN DR. SCHMIEDEL GmbH,
Forschungs- und Planungsgesellschaft für das
Rettungswesen, Heerstraße 137a, 53111 Bonn
E-Mail: forplan@forplan.de

H. Behrendt · R. Schmiedel

Determining appropriate number of vehicles kept on call for emergency services. Current calculation methods

Abstract

Vehicle allocation for emergency medical services is a dynamic component of requisition planning and requires regular review. Determining the number of vehicles needed is based on risk- and frequency-dependent calculations. The results of these computations are included in the allocation plan for rescue services. The basis for risk-dependent calculation is projection of the probability of simultaneous emergency trips using the Poisson distribution to ensure a chosen standard of safety once the need has been determined. In contrast, in view of the regularity of patient transport, the frequency-dependent calculation is based exclusively on the time of day when vehicles are required. This article presents both calculation methods and explains them in terms of a concrete example. Current research results from the Federal Traffic Authority show that a combination of time-series analysis and regression analysis makes it possible to allocate all requirements for emergency services for risk-dependent and frequency-dependent calculations irrespective of decisions made by the dispatch office.

Keywords

Calculation methods · Vehicle pools · Emergency backup · Allocation plan for emergency services

zierbar belegen. Die nachfolgend dargestellten Verfahren leisten dies seit geraumer Zeit in vollem Umfang und bilden damit auch die Grundlage für methodische Weiterentwicklungen.

„Die rettungsdienstliche Fahrzeugvorhaltung steht im Spannungsfeld zwischen Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit.“

Die nachfolgende beispielhafte Bemessung zur Ermittlung einer bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung wird für den Versorgungsbereich einer Rettungswache und das dort erfasste Einsatzfahrtaufkommen von RTW und KTW durchgeführt. In dem Bemessungsbeispiel bleibt die Ermittlung an Vorhaltekapazitäten für die notarztbesetzten Fahrzeuge ebenso unberücksichtigt wie die Bemessung der Fernfahrtvorhaltung, da die hierfür zur Anwendung kommenden Bemessungsmethoden analog der Beispielbemessung von RTW und KTW erfolgen.

Allgemeine Bemessungsgrundsätze

Grundsätzlich ist immer vor der Berechnung der zur Bemessung der Fahrzeugvorhaltung notwendigen Parameter das in der Leitstelle dokumentierte Einsatzfahrtaufkommen mit seinen erfassten Zeitstrukturen auf Plausibilität zu prüfen und nach einvernehmlicher Festlegung durch die am Projekt beteiligten Personen zu bewerten, wobei fehlerhafte Daten ggf. zu „bereinigen“ sind. Eine Bereinigung von Einsatzfahrtdaten aus der Leitstelle ist immer dann notwendig, wenn sich z. B. aufgrund fehlerhaft dokumentierter Zeitpunkte Negativzeiten errechnen oder unvollständige Angaben zum Einsatzort vorliegen. Der Umfang an Bereinigungsaufwand ist dabei im Wesentlichen von der Qualität der vorgefundenen Leitstellendokumentation abhängig.

Das bemessungsrelevante Einsatzfahrtaufkommen unterteilt sich in die Aufgabenbereiche Notfallrettung und Krankentransport. Als Notfälle gelten im Sinne der Rettungsdienstgesetze grundsätzlich alle Anfahrten mit Sonder- und Wegerecht, während alle Anfahrten ohne Sonder- und Wegerecht folgerichtig als

Krankentransport klassifiziert werden. Die Plausibilität des Einsatzfahrtaufkommens ist durch normierte Kenngrößen, wie z. B. bundesweite Einsatzraten [3], zu unterlegen, wobei größere Abweichungen durch vertiefte Untersuchungen aufzuklären sind.

Datengrundlage zur Bemessung der bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhaltung (Rettungsmittelvorhalteplan) sind die Erwartungswerte über die rettungsdienstliche Ereignishäufigkeit und die zugehörige mittlere Einsatzzeit von Notfällen und Krankentransporten für das betreffende Bemessungsintervall nach Tageskategorien (z. B. für inhaltlich festgesetzte Schichten, unterschieden nach Montag bis Freitag, Samstag und Sonntag und Feiertag). Die Bemessungsparameter errechnen sich aus dem erfassten Einsatzfahrtaufkommen mit Einsatzort im bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsbereich. Diese Vorgehensweise gewährleistet, dass es sich um die Nachfragehäufigkeiten im Versorgungsbereich der Rettungswachen handelt, unabhängig davon, von welchem Fahrzeugstandort aus die zugrunde liegenden Notfall- bzw. Krankentransportfahrten in der Realität gefahren wurden. Betrachtungsebene der Bemessung des bedarfsgerechten Rettungsmittelvorhalteplanes ist daher *nicht* das erfasste Wachenaufkommen, sondern die erfasste Nachfrage nach Rettungsdienstleistungen im Versorgungsbereich. Hieraus folgt auch die generelle Bemessungsmaxime:

Die Bemessung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung bestimmt sich aus der Nachfrage nach Rettungsdienstleistungen im Versorgungsbereich der bedarfsgerechten Rettungswache.

Als rettungsdienstliche Fachplanung ist die bedarfsgerechte Rettungsmittelvorhaltung einer Rettungswache nach folgenden Anforderungen zu ermitteln:

- ▶ Rettungsmittel zur unverzüglichen Bedienung des Notfallsaufkommens (Anfahrt mit Sonder- und Wegerecht) sind risikoabhängig zu bemessen.
- ▶ Rettungsmittel zur Bedienung des Krankentransportaufkommens (Anfahrt ohne Sonder- und Wegerecht) sind frequenzabhängig zu bemessen, wobei unter Berücksichtigung bestehender Landesvorgaben zur Warte-

zeit bei Krankentransporten ein Übertrag von höchstens 10% des realen mittleren Einsatzzeitbedarfs in die Folgestunde zulässig ist.

Die Bemessung der notwendigen Gesamtvorhaltung von dienstplanmäßig besetzten Einsatzfahrzeugen ist danach wie folgt durchzuführen:

- ▶ Im 1. Schritt wird die Fahrzeugvorhaltung zur Durchführung von Notfalleinsätzen bemessen (risikoabhängige Bemessung).
- ▶ Im 2. Schritt wird die Fahrzeugvorhaltung zur Durchführung von Krankentransporten ohne Fernfahrten bemessen (frequenzabhängige Bemessung).
- ▶ Im 3. Schritt wird die Fahrzeugvorhaltung zur Durchführung von Fernfahrten, sofern das Fernfahrtaufkommen bemessungsrelevant ist, bemessen (frequenzabhängige Bemessung).
- ▶ Im 4. Schritt wird die bemessene Gesamtvorhaltung an bedarfsgerechten Einsatzfahrzeugen zur Durchführung von Notfalleinsätzen und Krankentransporten einschließlich Fernfahrten sowie die Fahrzeugvorhaltung an den Notarztstandorten differenziert nach Tageskategorien und Dienstzeiten in einem Rettungsmittelvorhalteplan zusammengeführt.

Zusätzlich zu den im Rettungsmittelvorhalteplan bemessenen bedarfsgerechten und mit Personal dienstplanmäßig besetzt vorzuhaltenden Einsatzfahrzeugen sind in jedem Rettungsdienstbereich Reservefahrzeuge zur Kompensation von Standzeiten wegen Reparatur, Wartung, Desinfektion und Umrüstung vorzusehen (*technische Reserve*). Als bedarfsgerechter Bestand an Reservefahrzeugen sind in der Regel 15–20% des im Rettungsmittelvorhalteplan ausgewiesenen Bestandes an Einsatzfahrzeugen anzusehen. Die Reservefahrzeuge sind aus abbeschriebenen Rettungsmitteln zu rekrutieren, soweit diese noch wirtschaftlich zu betreiben sind.

Methoden zur risikoabhängigen Fahrzeugbemessung der Notfallrettung

Grundlage der Bemessung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung zur Durchführung von Notfallanfahrten ist die zu er-

wartende Jahreshäufigkeit von Notfallereignissen (konkret: bemessungsrelevante Notfallanfahrten) im Versorgungsbereich jeder bedarfsgerechten Rettungswache.

Der Bemessung der Vorhaltung an Notfallkapazitäten wird *nicht* die durchschnittlich täglich und stündlich zu erwartende Notfalleinfallverteilung zugrunde gelegt, sondern das seltener vorkommende *gleichzeitige Auftreten* mehrerer Notfallanfahrten. Bemessungsrelevante Größe ist daher das im Jahresablauf bei einem bestimmten Notfalleinfallkommen unvermeidbare gleichzeitig zu erwartende Auftreten mehrerer Notfallereignisse im Versorgungsbereich mit einer daraus folgenden Nachfrage nach Leistungen des Rettungsdienstes in Form von Notfallanfahrten.

Da das Eintreffen aufeinander folgender Notfälle und die daraus resultierende Nachfrage nach Notfallanfahrten voneinander unabhängig und zufällig ist, lässt sich der Umfang des gleichzeitigen Bedarfs an x Notfallrettungsmitteln anhand statistischer Gesetzmäßigkeiten mittels der diskreten Wahrscheinlichkeitsfunktion nach Poisson berechnen. Dies wird als sog. risikoabhängige Bemessung bezeichnet. Die Poisson-Verteilung gilt, wenn die durchschnittliche Anzahl der Ereignisse das Ergebnis einer sehr großen Zahl von Ereignismöglichkeiten und einer sehr kleinen Ereigniswahrscheinlichkeit ist. Die allgemeine Formel zur Berechnung der Wahrscheinlichkeitsfunktion für die Poisson-Verteilung, die durch den Parameter λ vollständig charakterisiert wird, lautet:

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

mit $\lambda = nx \cdot p > 0$ und $x = 0, 1, 2, \dots$

Für die risikoabhängige Bemessung bedeuten dabei:

- m: Erfassungszeitraum in Minuten (z. B.: Bei einem Bemessungsintervall mit der Dauer von 8 Stunden von 07:00 bis 15:00 Uhr und einer Häufigkeit von 251 Werktagen beträgt $m = 251 \times 8 \times 60 = 120.480$ Minuten)
- k: Summe Notfallanfahrten im Erfassungszeitraum m
- $p = \frac{k}{m} =$
Eintrittswahrscheinlichkeit von Notanfallfahrten pro Minute

- n: Arithmetisches Mittel der Notfalleinsatzzeiten (mittlere Notfalleinsatzzeit) im Erfassungszeitraum m
- x: Anzahl gleichzeitiger Notfallfahrten innerhalb der mittleren Notfalleinsatzzeit, aus der die vorzuhaltende Anzahl an Rettungsmitteln ermittelt wird
- e: Basis des natürlichen Logarithmus (2,71828...)

Da mehrere aufeinander folgende Einzelwahrscheinlichkeiten $P(x)$ für $x=0, 1, 2, \dots$ gleichzeitiger Notfallfahrten zu berechnen sind, bietet sich die Berechnung über die folgende Rekursionsformel an:

$$P(x+1) = \frac{\lambda}{x+1} P(x)$$

mit $P(0) = e^{-\lambda}$

Der statistische Nachweis, dass die empirisch beobachtete Aufkommenshäufigkeit von x gleichzeitigen Notfallfahrten der erwarteten theoretischen Einzelwahrscheinlichkeit $P(x)$ der Poisson-Verteilung entspricht, lässt sich u. a. mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test über die Güte der Anpassung führen.

Auszunehmen von der Grundannahme der Unabhängigkeit der Notfallereignisse und der damit verbundenen Anzahl an gleichzeitig benötigten Fahrzeugen sind Schadenslagen, die einen gleichzeitigen Rettungsmittelbedarf *über* die dienstplanmäßige Regelvorhaltung hinaus im Versorgungsbereich der Rettungswache zur Folge haben und die *nicht* mehr unter die Aufgabenstellung der Bemessung der Regelvorhaltung für die Notfallrettung fallen. Zur Bewältigung solcher sehr seltenen Schadenslagen sind Alarmierungsszenarien mit Rückfallebenen in der Leitstelle hinterlegt, welche mit kurzfristig besetzbaren zusätzlichen Kapazitäten (z. B. SEG, gerufenes Personal) zeitlich gestaffelt zum Einsatz kommen. Rettungsmittelkapazitäten für solche Lagen sind daher *nicht* Gegenstand der risikoabhängigen Bemessung der dienstplanmäßigen Regelvorhaltung.

Bei der risikoabhängigen Bemessung wird im mathematisch-statistischen Sinne die Wiederkehrzeit desjenigen Ereignisses berechnet, dass innerhalb eines Zeitintervalls (hier: der mittleren Notfalleinsatzzeit) eine bestimmte Anzahl x dienstplanmäßig vorgehaltener Notfallrettungsmittel nicht mehr

ausreicht, um eine bestehende Nachfrage nach X Notfalleinsätzen zu bedienen. Oder anders ausgedrückt: Das Risiko, dass die dienstplanmäßig zur Verfügung stehenden Notfallrettungsmittel nicht ausreichen, entspricht der Wahrscheinlichkeit, dass die Anzahl X von gleichzeitigen Notfalleinsätzen einen größeren Wert als die Anzahl x der dienstplanmäßig zur Verfügung stehenden Notfallrettungsmittel annimmt (Überschreitungswahrscheinlichkeit). Dieser zu bemessende *Risikofall* ist wie folgt definiert:

Aufgrund von sich gleichzeitig ereignenden Notfällen entsteht eine Nachfrage nach mehr Notfalleinsätzen als Notfallrettungsmittel im Rettungswachenversorgungsbereich dienstplanmäßig vorgehalten werden, d. h. die aktuelle Nachfrage überschreitet die dienstplanmäßige Regelvorhaltung.

Die Überschreitungswahrscheinlichkeit $P(X > x)$ für den Risikofall errechnet sich nach der Formel:

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

Die *Wiederkehrzeit* des Risikofalles bezeichnet den zeitlichen Abstand zwischen 2 Risikosituationen, nämlich zwischen einer aktuellen Nachfrageüberschreitung der dienstplanmäßig vorgehaltenen Notfallkapazität und dem statistisch erwarteten wiederholten Eintreten dieses Risikofalles. Die Wiederkehrzeit des Risikofalles wird mit der Dimension „Bemessungsintervalle“ (Schichten) angegeben. Damit ist auch die Vergleichbarkeit der Überschreitungswahrscheinlichkeit für unterschiedliche Tageskategorien und Schichtarten gewährleistet. Die Wiederkehrzeit W des Risikofalles ($X > x$) in Schichten ist die mit dem Kehrwert der Überschreitungswahrscheinlichkeit gewichtete mittlere Notfalleinsatzzeit n (in Minuten) bezogen auf die Dauer d des Bemessungsintervalls (in Minuten), wobei sich die Dauer des Bemessungsintervalls aus der Division des Erfassungszeitraumes m durch die Häufigkeit des Bemessungsintervalls pro Jahr ergibt (z. B.: Bei einem Erfassungszeitraum von 120.480 Minuten und einer Häufigkeit von 251 Bemessungsintervallen pro Jahr ergibt sich als Dauer für das Bemessungsintervall 480 Minuten). Die

Wiederkehrzeit errechnet sich über die Formel:

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

Bemessungsparameter

Die folgende Auflistung zeigt die für die risikoabhängige Bemessung notwendigen Bemessungsparameter (Grunddaten) je Rettungswachenversorgungsbereich:

- Räumliche Abgrenzung des bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsbereiches,
- Dauer des Bemessungsintervalls (der Schicht) in Minuten,
- Häufigkeit des Bemessungsintervalls (der Schicht) pro Jahr,
- Sicherheitsniveau (Wiederkehrzeit) in Schichten – Festlegung,
- Jahreshäufigkeit von bemessungsrelevanten Notfalleinsätzen im Rettungswachenversorgungsbereich innerhalb des Bemessungsintervalls der Tageskategorie,
- Mittlere Notfalleinsatzzeit in Minuten.

Zu a). Die Ermittlung der Fahrzeugvorhaltung für die Notfallrettung kann bedarfsgerecht nur auf den Ergebnissen einer Standortplanung erfolgen, welche die räumliche Abgrenzung des bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsbereiches ausweist.

Zu b). Entscheidend für die Bemessung einer bedarfsgerechten Vorhaltung an Notfallrettungsmitteln ist, dass der Parameter λ ausschließlich aus dem Einsatzfahrtaufkommen des pro Tageskategorie gleichen Bemessungsintervalls (der Schicht) eines Jahres berechnet wird. Als Dauer des Bemessungsintervalls sind z. B. bei einem 3-Schichtbetrieb mit den nach unterschiedlicher Einsatzintensität abgegrenzten Schichten 07.00–15.00 Uhr, 15.00–23.00 Uhr und 23.00–07.00 Uhr (Schichtfolgen 8-8-8) jeweils 8 h bzw. 480 min zugrunde zu legen. Ebenso vorstellbar sind unter bestimmten Bedingungen 12- oder 24-h-Schichten mit einem entsprechend längeren Bemessungsintervall. Ergänzend ist zu berücksichtigen, dass das Bemessungsintervall im Rahmen der Fahrzeugbemessung nicht zwingend dem „Schichtbegriff“ im Rahmen der

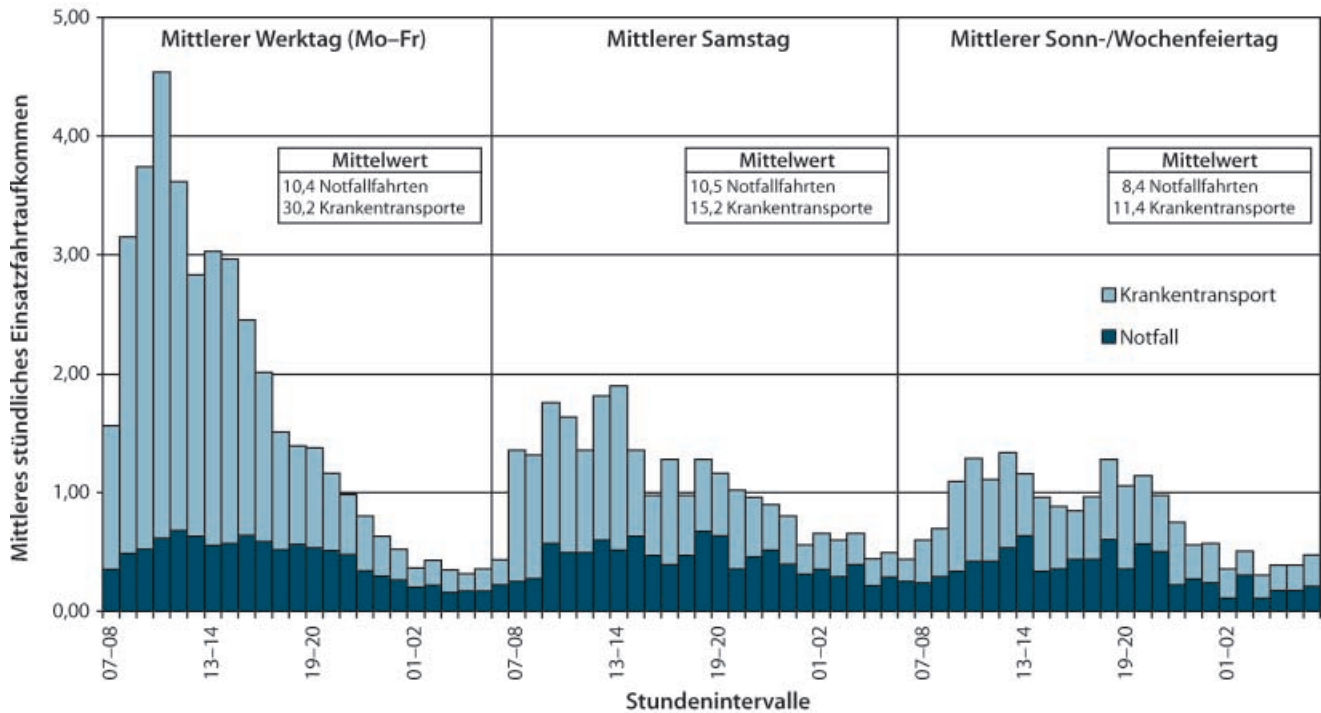
Personaldienstplanung entsprechen muss.

Zu c). Die Häufigkeit des Bemessungsintervalls (der Schicht) pro Jahr ergibt sich durch das der Bemessung zugrunde liegende Jahr, wobei neben den Tageshäufigkeiten pro Jahr zusätzlich die für das Bundesland geltenden Wochenfeiertage bei der Ermittlung der Häufigkeit der Tageskategorien zu berücksichtigen sind.

Zu d). Für die Bemessung einer bedarfsgerechten Notfallvorhaltung ist für die betreffenden Schichten ein (möglichst) einheitliches Sicherheitsniveau festzulegen, welches für die „politische“ Akzeptanz der Wahrscheinlichkeit des Überschreitungsfallendes steht. Als grundsätzlich maßvolles Sicherheitsniveau bei einem 3-Schichtmodell mit einer Schichtdauer von 8 h ist eine Wiederkehrzeit von 10 Schichten anzusehen. Für Städte (>100.000 Einwohner) in hochverdichteten Agglomerationsräumen wäre bei einem hohen Anteil von Überschneidungsflächen unmittelbar benachbarter Rettungswachen eine Wiederkehrzeit von 5 Schichten als maßvolles Sicherheitsniveau unter Beachtung der örtlichen Verhältnisse anzusehen.

Wichtiger Hinweis: Es ist methodisch wie inhaltlich festzuhalten, dass das Sicherheitsniveau im Rahmen der risikoabhängigen Bemessung *nicht* mit dem Zielerfüllungsgrad der Hilfsfrist (p95-Wert) zu verwechseln ist. Während der p95-Wert die Zielerfüllung „Einhaltung der Hilfsfrist“ in der Realität misst (Realmaß), ist das gewählte Sicherheitsniveau der risikoabhängigen Bemessung eine Planungsgröße (Planungsmaß) zur Bemessung der Notfallkapazitäten.

Zu e). Die Jahreshäufigkeit der bemessungsrelevanten Notfalleinsätze ergibt sich dadurch, indem aus den Leitstellendaten eines Jahres nur diejenigen bemessungsrelevanten Notfalleinsätze ermittelt werden, deren Einsatzort im Versorgungsbereich und deren Alarmierungszeitpunkt im Bemessungsintervall liegt, d. h. alle Notfalleinsätze, die innerhalb der zu bemessenden Schicht innerhalb eines Jahres (z. B. an allen 251 Montagen bis Freitagen im Zeitraum von 7–15 Uhr) zu Einsatzorten im Versorgungsbereich alarmiert wurden. Die Jahreshäufigkeit der bemessungsrelevanten Notfallereignisse im Versorgungs-



Grundlage: 251 Wochentage (Mo–Fr), 51 Samstage, 63 Sonn-/Wochenfeiertage

Abb. 1 ▲ Stündliches Einsatzfahrtaufkommen von RTW und KTW nach Notfallrettung und Krankentransport im ausgewählten Versorgungsbereich A

bereich ist einer fundierten Bestandsaufnahme über das Einsatzfahrtaufkommen im untersuchten Rettungsdienstbereich zu entnehmen und ggf. auf ein Jahr hochzurechnen, sofern die Bestandsaufnahme des rettungsdienstlichen Einsatzgeschehens auf einen Erfassungszeitraum unterhalb eines Jahres basiert.

Zu f). Auch die mittlere Notfalleinsatzzeit (Zeitintervall zwischen Alarmierung und Freimeldung) ist einer fundierten Bestandsaufnahme über das Einsatzfahrtaufkommen im untersuchten Rettungsdienstbereich zu entnehmen, differenziert nach Versorgungsbereich, Tageskategorie und zugrunde liegender Schicht. Die mittlere Notfalleinsatzzeit in Minuten wird aus dem Kollektiv der unter Buchstabe e) ermittelten bemessungsrelevanten Notfalleinfahrten errechnet.

Grundsätzlich ist zur risikoabhängigen Bemessung und zu deren Ergebnissen für ein gewähltes Sicherheitsniveau darauf hinzuweisen, dass die bemessene Notfallvorhaltung *nicht* als statische „Insellösung“ im Rettungsdienstsystem besteht, sondern dass weitere Rettungsdienstelemente als dynamische „Rückfallebenen“ durch eine sachge-

rechte Disposition der Leitstelle in Abhängigkeit von der Organisationsform und vom praktizierten Fahrzeugsystem (z. B. bei organisatorischer Einheit von Notfallrettung und Krankentransport in Verbindung mit einem Mehrzweckfahrzeugsystem) bei eintretenden Risikofällen aktiviert werden können. Wenn die für den Versorgungsbereich bemessene regelhafte Notfallvorhaltung durch Notfalleinfahrten gleichzeitig belegt ist und die Nachfrage nach einer weiteren Notfalleinfahrt zum Zeitpunkt der Disposition real entsteht (d. h. der Risikofall tritt ein), kann durch die Leitstelle als

1. Rückfallebene

ein im Versorgungsbereich vorhandener RTW aus der Krankentransportvorhaltung dem Notfall zugeordnet werden, sofern dieser „frei“ ist oder sich auf der Anfahrt zu einem Krankentransport oder auf der Rückfahrt davon befindet und nicht mit einem Patiententransport belegt ist. Ist dennoch kein freier „Krankentransport-RTW“ verfügbar, so kann als

2. Rückfallebene

ein im Versorgungsbereich stationiertes notarztbesetztes Rettungsmittel dem

Notfall (soweit nicht die Indikation für den Einsatz des Notarztes aufgrund des Meldebildes bereits ohnehin vorliegt) zur Hilfsfrist einhaltung zugeteilt werden. Ist auch kein bodengebundenes Notarztrettungsmittel im Versorgungsbereich verfügbar, kann als

3. Rückfallebene

ein RTW aus einem benachbarten Rettungswachenversorgungsbereich dem Notfall zugeordnet werden. Ist auch im benachbarten Rettungswachenversorgungsbereich kein freier RTW zum Dispositionszeitpunkt verfügbar, so kann tagsüber als

4. Rückfallebene

der Rettungshubschrauber zur Kompensation des Risikofalles dem Notfall zugeteilt werden.

Sofern Rettungsmittel der Rückfallebenen auf Veranlassung des Personals in der Leitstelle aufgrund der Schadensmeldung parallel eingesetzt werden, kann jedes zuerst am Einsatzort eintreffende parallel alarmierte (geeignete) Rettungsmittel die Hilfsfrist für den Notfall markieren. Die aufgezeigten dynamischen Rückfallebenen werden bei der Bemessung der Notfallkapazitäten rechnerisch jedoch *nicht* kapazitätsmindernd in Ansatz gebracht. Sie kommen jedoch über das gewählte Sicherheitsni-

veau hinaus im „Realbetrieb“ für alle Notfallfahrten in Betracht.

Unabhängig von den Ergebnissen der risikoabhängigen Bemessung der Notfallrettungsmittel gilt jedoch, dass zur Sicherstellung der Notfallrettung grundsätzlich an jeder bedarfsgerechten Rettungswache mindestens ein RTW dienstplanmäßig ständig einsatzbereit vorzuhalten ist.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Standortplanung ist bei einer risikoabhängig ermittelten Fahrzeugvorhaltung von mindestens 2 RTW in einem Rettungswachenversorgungsbe- reich zu prüfen, inwieweit eine wirtschaftliche dezentrale Vorhaltung an 2 räumlich getrennten Fahrzeugstandorten im Versorgungsbereich zur Optimierung der Notfallversorgung beiträgt.

Hierbei muss jedoch die planerische Erreichbarkeit im Rettungswachenversorgungs- bereich von den dezentralen Stand- orten innerhalb der Hilfsfrist gewährlei- stet sein.

Methoden zur frequenzabhängigen Bemessung im Krankentransport

Die Bemessung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung zur Durchführung von Krankentransporteinsätzen (d. h. Anfahrt ohne Sonder- und Wegerecht) hat unter Berücksichtigung der tages- zeitlichen Einsatzfahrtnachfrage (mitt- lere stündliche Alarmierungshäufigkeit) sowie dem realen mittleren Einsatzzeit- bedarf (mittlere stündliche Alarmie- rungshäufigkeit × mittlere Einsatzzeit) frequenzabhängig zu erfolgen. Das be-

messungsrelevante Anfahrtaufkommen ergibt sich jeweils aus der Nachfrage nach Krankentransportleistungen mit Einsatzort innerhalb des Rettungswa- chenversorgungsgebietes. Voraussetzung für eine bedarfsgerechte frequenz- abhängige Bemessung ist, dass die Men- ge des Krankentransportaufkommens als sachgerecht und repräsentativ erach- tet wird.

Entsprechend der stündlichen Ein- satzfrequenz und unterschieden nach zweckmäßigen Wochentagskategorien gilt grundsätzlich für die frequenzab- hängige Fahrzeugbemessung:

- Für Krankentransporteinsätze be- rechnet sich die Anzahl der vorzu- haltenden Rettungsmittel pro Stun- denintervall so, dass der maximal be- dienbare Einsatzzeitbedarf (Anzahl vorgehaltene Fahrzeuge × 60 min) aufgrund eines im Mittel real höhe- ren Einsatzzeitbedarfs (mittlere stündliche Alarmierungshäufigkeit × mittlere Einsatzzeit) im betrachteten Stundenintervall innerhalb einer maximalen Wartezeit pro Fahrzeug von 30 min „abgefahren“ werden kann, wobei die Bedienung des rech- nerischen Aufkommens in der War- tezeit daher im nächsten Stundenin- tervall ansteht. Hierbei ist auch ein aus Vorstunden noch nicht durch Fahrzeugzuteilung „abgefahrener“ Einsatzzeitbedarf rechnerisch zu be- rücksichtigen.
- In einem ergänzenden Schritt ist zu prüfen, ob die für die einzelnen Ret- tungswachenversorgungsgebiete bemessene Krankentransportvorhal- tung nicht wirtschaftlicher durch ei- ne zentral bemessene Krankentrans- portvorhaltung sichergestellt werden kann. Dieses Optimierungspotenzial ist vor allem in ländlich geprägten Versorgungsbereichen mit einem re- lativ geringen Krankentransportauf- kommen oder auch während der nachfrageschwachen Tageszeiten (z. B. nachts oder am Wochenende) auszuschöpfen. Die zentral bemesse- ne Krankentransportvorhaltung kann dezentral stationiert werden, um Synergieeffekte auszunutzen.

Fernfahrten sind Einsatzfahrten mit mehr als 2 h Einsatzzeit und einem Transportziel außerhalb des eigenen Ret- tungsdienstbereiches. Die zur Bedienung

Tabelle 1

Einsatzfahrtaufkommen im Versorgungsbereich A vor Zuteilung von Krankentransporten zum bemessungsrelevanten Notfallfahrtaufkommen nach Tageskategorien und Stundenintervallen

Stunden- intervall	Werktag (Montag–Freitag)		Samstag		Sonntag, Feiertag	
	NF	KT	NF	KT	NF	KT
07–08	88	307	12	56	15	23
08–09	123	670	13	53	19	26
09–10	132	809	30	60	22	48
10–11	157	982	26	58	27	55
11–12	173	734	26	44	27	43
12–13	159	552	31	62	34	51
13–14	142	619	27	70	40	33
14–15	146	599	33	37	22	39
15–16	160	455	25	26	23	33
16–17	150	355	20	45	28	26
17–18	133	248	24	26	28	33
18–19	143	209	35	31	38	42
19–20	136	211	33	27	23	44
20–21	130	163	18	34	36	36
21–22	121	127	23	25	32	30
22–23	88	115	27	18	14	33
23–24	77	86	21	21	19	19
00–01	68	65	17	13	15	21
01–02	53	40	19	15	7	15
02–03	55	54	15	15	20	12
03–04	41	47	20	13	7	12
04–05	44	35	11	11	11	13
05–06	44	46	15	10	11	13
06–07	57	53	13	9	13	17
07–07	2.620	7.581	534	779	531	717

NF: Notfallfahrt

KT: Krankentransportfahrt

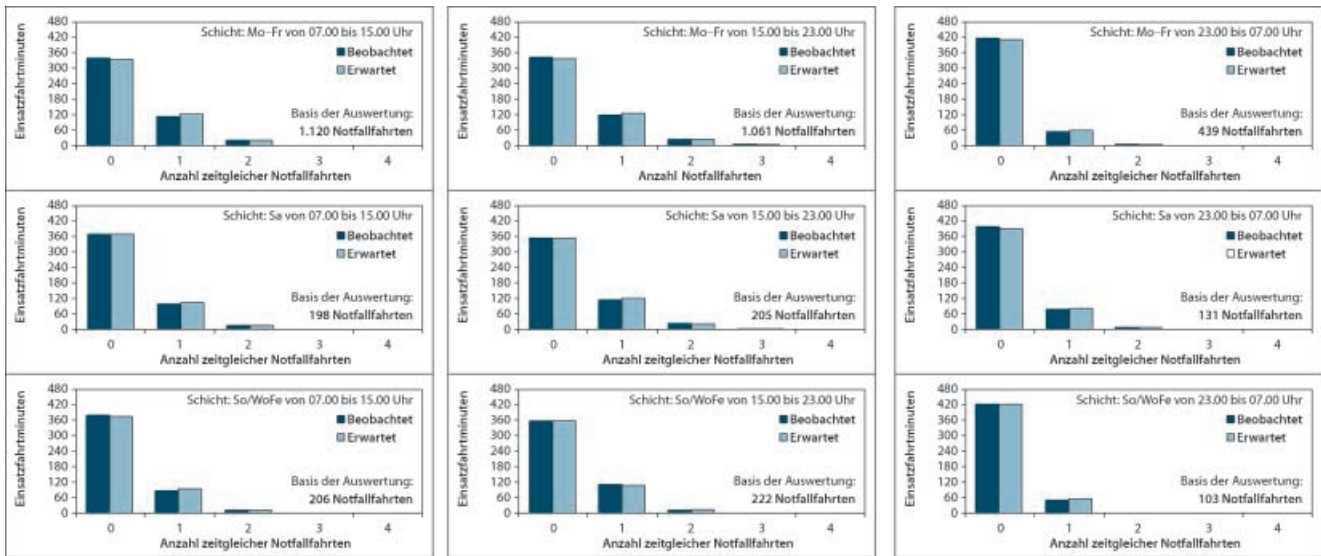


Abb. 2 ▲ Vergleich der beobachteten mit den nach der Poisson-Verteilung erwarteten Einsatzminuten von gleichzeitig im Notfalleinsatz befindlichen Rettungsmitteln (RTW) im Versorgungsbereich A, normiert nach Tageskategorie und Schicht (nach dem K-S-Test entspricht mit 95%iger Wahrscheinlichkeit die beobachtete Häufigkeitsverteilung der theoretischen Poisson-Verteilung)

des Fernfahrtaufkommens in einem Rettungsdienstbereich notwendigen KTW sind zusätzlich und ebenfalls frequenzabhängig zu bemessen, sofern das Fernfahrtaufkommen im entsprechenden Zeitbereich bemessungsrelevant ist. Dies ist dann der Fall, wenn über einen Zeitbereich von mindestens 3 aufeinander folgenden Stunden die mittlere stündliche Alarmierungshäufigkeit zu Fernfahrten den Wert von 0,15 übersteigt. Ein rechnerischer Übertrag auf die Folgeperiode ergibt sich zwangsläufig aufgrund der überdurchschnittlich langen Einsatzzeiten bei Fernfahrten.

Bemessungsbeispiel zur Fahrzeugvorhaltung

Das nachfolgende reale Bemessungsbeispiel zur Ermittlung der rettungsdienstlichen Fahrzeugvorhaltung erfolgt für einen städtisch geprägten bedarfsgerechten Versorgungsbereich innerhalb eines Landkreises, der nachfolgend als Versorgungsbereich A bezeichnet wird. Der Versorgungsbereich A umfasst eine Bevölkerung mit rund 95.000 Einwohnern auf einer Fläche von rund 110 km². Damit errechnet sich eine Bevölkerungsdichte von 864 Einwohner pro km².

Das der Bemessung zugrunde gelegte Einsatzfahrtaufkommen wurde zuvor einer eingehenden Plausibilitätsprüfung hinsichtlich der dokumentierten Zeitpunkte und Einsatzortangaben un-

terzogen. Der Umfang an Einsatzfahrten von Notfallrettung und Krankentransport bleibt von der ggf. notwendigen Datenbereinigung unberührt und umfasst im Versorgungsbereich A als erfasstes Jahresaufkommen insgesamt 12.762 Einsatzfahrten von RTW und KTW. Davon sind 3685 Einsatzfahrten der Notfallrettung und 9077 Einsatzfahrten dem Krankentransport zugeordnet. Die Einsatzfahrten von notarztbesetzten Rettungsmitteln im Rendezvoussystem bleiben im vorliegenden Bemessungsbeispiel unberücksichtigt.

Ohne Berücksichtigung der Notarzteinsatzfahrten mit dem NEF ergibt sich aus dem bemessungsrelevanten Einsatzfahrtaufkommen für den Versorgungsbereich A eine Einsatzrate in Höhe von 135 Einsätzen pro 1000 Einwohner und Jahr, die sich aus einer Notfallrate in Höhe von 39 Notfällen pro 1000 Einwohner und Jahr und einer Krankentransportrate von 96 Krankentransporten pro 1000 Einwohner und Jahr zusammensetzt. Das festgestellte Einsatzfahrtaufkommen in dem Versorgungsbereich entspricht ungefähr dem festgestellten Bundesmaßstab für Rettungsdienstbereiche mit einer Einwohnerdichte zwischen 200 und 1000 Einwohner pro km², die einer Einsatzrate von 131 Einsätzen pro 1000 Einwohner und Jahr mit 35 Notfällen pro 1000 Einwohner und Jahr sowie 96 Krankentransporten pro 1000 Einwohner und Jahr entsprechen.

Abbildung 1 zeigt für den Versorgungsbereich A die zeitliche Verteilung der Einsatzfahrten von Notfallrettung und Krankentransport nach Tageskategorien und Stundenintervallen. Ergänzend hierzu enthält Tabelle 1 das absolute Jahresaufkommen an Einsatzfahrten der Notfallrettung und des Krankentransportes. Danach entfallen auf einen Werktag (Montag–Freitag) im Mittel 10,4 Notfälle und 30,2 Krankentransporte. Absolut entspricht das pro Jahr 2620 Notfallfahrten und 7581 Krankentransportfahrten. Erwartungsgemäß weist das Krankentransportaufkommen eine starke tageszeitliche Periodik auf. Während tagsüber eine Nachfragespitze zwischen 9.00 und 11.00 Uhr vorliegt, ist in den Nachtstunden zwischen 2.00 und 6.00 Uhr praktisch „fast nichts los“.

Neben der starken tageszeitlichen Schwankungen im Krankentransport an Werktagen ist weiterhin festzustellen, dass das Krankentransportaufkommen an einem mittleren Samstag auf im Mittel 15,2 Krankentransporte zurückgeht, während das Notfallaufkommen praktisch unverändert bei durchschnittlich 10,5 Notfällen liegt. Die zugehörigen absoluten Jahreswerte betragen 534 Notfallfahrten bzw. 779 Krankentransporte. An Sonn- und Wochenfeiertagen sinkt das Krankentransportaufkommen weiter auf im Mittel 11,4 Krankentransporte, wobei auch für das Notfallaufkommen ein leichter Rückgang auf 8,4 Notfälle festzustellen ist. Absolut betrachtet entspricht dies 531 Notfallfahrten und 717 Krankentransporten.

Zusammenfassend ist für das bemessungsrelevante Leistungsaufkom-

Tabelle 2

Ergebnis der risikoabhängigen Bemessung für den Versorgungsbereich A vor Zuordnung von Krankentransporten zum bemessungsrelevante Notfallfahrtaufkommen

Standort: Beispiel VB		Bemessungsparameter			Bemessene RTW		
Schicht	Uhrzeit	Anzahl Tage	Fahrtaufkommen	Mittlere Einsatzzeit [min]	Anzahl	Vorhaltestunden	Wiederkehrzeit (Schichten)
Montag–Freitag	07–15	251	1.120	41	2	80	12
	15–23	251	1.061	43	2	80	13
	23–07	251	439	41	2	80	173
Samstag	07–15	51	198	38	2	16	21
	15–23	51	205	40	2	16	17
	23–07	51	131	39	2	16	64
Sonn- und Feiertag	07–15	63	206	36	2	16	36
	15–23	63	222	43	2	16	22
	23–07	63	103	42	2	16	197
Gesamt		365	3.685	–	–	336	–

men im Versorgungsbereich A festzuhalten, dass das Aufkommen an Einsatzfahrten der Notfallrettung und des Krankentransportes der Höhe nach im Vergleich zu den Bundeswerten plausibel ist. Weiterhin entspricht auch die zeitliche Verteilung des Einsatzfahrtaufkommens im Versorgungsbereich A nach Tageskategorie und Stundenintervallen rettungsdiensttypischen Verhältnissen. Weitere vertiefende Untersuchungen sind folgerichtig nicht notwendig.

Risikoabhängige Bemessung von RTW

Abbildung 2 zeigt, dass das beobachtete Notfallfahrtaufkommen im Versorgungsbereich A grundsätzlich der theoretisch erwarteten Gleichzeitigkeitsstruktur nach der Poisson-Verteilung entspricht. Für die insgesamt 9 unterschiedlichen Schichten des Bemessungsbeispiels zeigt sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den beobachteten und den erwarteten Minutenhäufigkeiten des jeweiligen Bemessungsintervalls von 0, 1, 2, ... zeitgleichen Notfallfahrten. Die Überprüfung der Güte der Anpassung mit Hilfe des Kolmogoroff-Smirnoff-Tests (K-S-Test) ergibt bei einem Signifikanzniveau von 5% für alle 9 Schichten einen signifikanten Zusammenhang zwischen den beobachteten und den erwarteten Minutenhäufigkeiten von gleichzeitigen Notfallfahrten nach der Poisson-Verteilung. Das bedeutet, dass sich aus dem vorliegenden Notfallfahrtaufkommen der Umfang des gleichzeitigen Bedarfs an Ret-

tungsmitteln (RTW) für ein gewähltes Sicherheitsniveau anhand statistischer Gesetzmäßigkeiten mittels der Verteilungsfunktion nach Poisson vertrauenswürdig ermitteln lässt.

Bemessungsparameter der risikoabhängigen Bemessung für den Versorgungsbereich A:

- Räumliche Abgrenzung* des bedarfsgerechten Rettungswachenversorgungsbereiches
Im vorliegenden Bemessungsbeispiel wird vereinfachend von einem bedarfsgerechten Versorgungsbereich A ausgegangen, der die gesetzlichen Planungsvorgaben für den Rettungsdienst erfüllt.
- Dauer des Bemessungsintervalls* (der Schicht) in Minuten
Die vorliegende beispielhafte risikoabhängige Bemessung für den Versorgungsbereich A ist ein 3-Schicht-

betrieb mit den Tageszeitintervallen 07.00–15.00 Uhr, 15.00–23.00 Uhr und 23.00–07.00 Uhr für die Tageskategorien Werktag (Montag–Freitag), Samstag sowie Sonn- und Feiertag. Das Bemessungsintervall hat für alle 9 Schichten dieselbe Länge von 480 min (8×60 min).

- Häufigkeit des Bemessungsintervalls* (der Schicht) pro Jahr
Das Einsatzfahrtaufkommen im Versorgungsbereich A ist ein erfasstes Jahreseinsatzfahrtaufkommen, dem 251 Werktage (Montag–Freitag), 51 Samstage sowie 63 Sonn- und Wochenfeiertage zugrunde liegen.
- Sicherheitsniveau* (Wiederkehrzeit) in Schichten – Festlegung –
Für das vorliegende Bemessungsbeispiel ist als maßvolles Sicherheitsniveau eine Wiederkehrzeit von 10 Schichten festgelegt worden.

Tabelle 3

Berechnungsergebnis für die Beispielschicht werktags von 07.00–15.00 Uhr

Zeitgleich mehr als ... Notfallfahrten	Überschreitungswahrscheinlichkeit	Wiederkehrzeit des Risikofalles in Schichten	Anzahl bemessener RTW
0	31,6919%	0,269522	1
1	5,6568%	1,509973	1
2	0,6953%	12,284883	2
3	0,0649%	131,513037	3
4	0,0049%	1.748,194969	4
5	0,0003%	27.780,620830	5

- e) *Jahreshäufigkeit von bemessungsrelevanten Notfallanfahrten* im Versorgungsbereich innerhalb des Bemessungsintervalls der Tageskategorie
Tabelle 2 enthält das absolute bemessungsrelevante Aufkommen an Notfallfahrten für den Versorgungsbereich A, wie es sich aus Tabelle 1 für das 3-Schichtmodell nach Tageskategorien errechnet.
- f) *Mittlere Notfalleinsatzzeit* in Minuten
Tabelle 2 enthält die mittlere Notfalleinsatzzeit für das bemessungsrelevante Fahrtaufkommen im Versorgungsbereich A für das 3-Schichtmodell nach Tageskategorien.

Ergebnis der risikoabhängigen Bemessung

Reines Notfallaufkommen

Tabelle 2 enthält neben den Parametern der risikoabhängigen Bemessung auch das Ergebnis der Fahrzeugbemessung für das gewählte Sicherheitsniveau von 10 Schichten Wiederkehrzeit des Risikofalles. Danach sind aufgrund des festgestellten Notfallfahrtaufkommens von RTW mit der errechneten mittleren Einsatzzeit im Versorgungsbereich A 2 RTW bedarfsgerecht rund um die Uhr personell zu besetzen. Zur Erläuterung der in Tabelle 2 aufgeführten Ergebnisse der risikoabhängigen Bemessung enthält die Tabelle 3 das Berechnungsergebnis für die Beispielschicht werktags von 07.00–15.00 Uhr.

Das Bemessungsergebnis ist wie folgt zu lesen: Für das Bemessungsaufkommen von 1120 Notfallfahrten an Werktagen zwischen 07.00 und 15.00 Uhr bei einer mittleren Einsatzzeit von 41 min errechnet sich bei einem λ -Wert von 0,38114 die Wiederkehrzeit des Risikofalles von zeitgleich mehr als einer Notfallfahrt zu 1,509973 Schichten. Oder anders ausgedrückt: Innerhalb von 3 Schichten ist statistisch gesehen 2-mal die Situation zu erwarten, dass der Bedarf nach mehr als einer Notfallanfahrt zeitgleich eintritt mit der Folge, dass ein RTW als Vorhaltung nicht ausreichen würde. Damit wird das gewählte Sicherheitsniveau mit einer Wiederkehrzeit von 10 Schichten noch deutlich unterschritten. Dagegen beträgt die Wiederkehrzeit für zeitgleich mehr als 2 Notfallfahrten 12,284883 Schichten, womit das gewähl-

te Sicherheitsniveau von mindestens 10 Schichten erstmals überschritten und damit eingehalten wird. *Ergebnis* der risikoabhängigen Bemessung für die betrachtete Schicht (werktags zwischen 07.00 und 15.00 Uhr) ist daher eine bedarfsgerechte Vorhaltung von 2 RTW.

Die Bemessungsergebnisse für den Versorgungsbereich A zeigen unabhängig von der Tageskategorie, dass in den Schichten von 07.00–15.00 Uhr und von 15.00–23.00 Uhr die Wiederkehrzeit des Risikofalles deutlich näher an dem gewählten Sicherheitsniveau von 10 Schichten liegt als in der jeweiligen Schicht zwischen 23.00 und 07.00 Uhr.

Um im Rahmen der risikoabhängigen Bemessung Synergieeffekte zwischen Notfallrettung und Krankentransportvorhaltung zu nutzen und Wirtschaftlichkeitspotenziale auszuschöpfen, werden deshalb in der Zeit von 23.00–07.00 Uhr entsprechend dem Zuteilungsschema nach Tabelle 4 die hierin anfallenden Krankentransporte dem bemessungsrelevanten Notfallfahrtaufkommen zugeordnet. Als Folge der Optimierung ergibt sich nach Tabelle 5 eine (neutrale) Verschiebung im bemessungsrelevanten Fahrtaufkommen sowohl für die risikoabhängige als auch für die frequenzabhängige Bemessung.

Nach Zuordnung von Krankentransporten zum bemessungsrelevanten Notfallfahrtaufkommen

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der risikoabhängigen Bemessung unter Einrechnung der Krankentransporte nach dem Zuteilungsschema in Tabelle 4 aufgeführt. Danach zeigt sich, dass die risikoabhängige Bemessung auch unter Berücksichtigung der Krankentransporte in der Zeit von 23.00–07.00 Uhr zu demselben Vorhalteergebnis an RTW führt wie bei der reinen Bemessung des Notfallfahrtaufkommens. Das bedeutet für die bedarfsgerechte Notfallvorhaltung an der Rettungswache des Versorgungsbereiches A, dass 2 RTW rund um die Uhr zu stationieren sind, wobei als positiver Synergieeffekt in der Zeit von 23.00–07.00 Uhr *zusätzlich das Krankentransportaufkommen* im Versorgungsbereich A mit über diese Notfallvorhaltung bedient werden kann.

Gegenüber Tabelle 2 verlängert sich die mittlere Einsatzzeit werktags in der Zeit von 23.00–07.00 Uhr von 41 auf 47 min, am Samstag von 39 auf 40 min

sowie an Sonn-/Wochenfeiertagen von 42 auf 51 min, da bei der Berechnung der mittleren Einsatzzeit für die risikoabhängige Bemessung die spezifischen Einsatzzeiten im Krankentransportaufkommen zwischen 23.00 und 07.00 Uhr mit zu berücksichtigen sind.

Frequenzabhängige Bemessung von KTW

Entsprechend den Ausführungen zur frequenzabhängigen Bemessung wird für das in Tabelle 5 aufgeführte Krankentransportaufkommen die Fahrzeugvorhaltung an KTW ermittelt. Durch die zusätzliche Berücksichtigung von Krankentransporten im Rahmen der risiko-

Tabelle 4
Zuteilungsschema der Krankentransporte zum Notfallfahrtaufkommen im Versorgungsbereich A

	Mittlerer Werktag (Mo–Fr)	Mittlerer Samstag	Mittlerer Sonn- und Feiertag
07–08	Nein	Nein	Nein
08–09	Nein	Nein	Nein
09–10	Nein	Nein	Nein
10–11	Nein	Nein	Nein
11–12	Nein	Nein	Nein
12–13	Nein	Nein	Nein
13–14	Nein	Nein	Nein
14–15	Nein	Nein	Nein
15–16	Nein	Nein	Nein
16–17	Nein	Nein	Nein
17–18	Nein	Nein	Nein
18–19	Nein	Nein	Nein
19–20	Nein	Nein	Nein
20–21	Nein	Nein	Nein
21–22	Nein	Nein	Nein
22–23	Nein	Nein	Nein
23–24	Ja	Ja	Ja
00–01	Ja	Ja	Ja
01–02	Ja	Ja	Ja
02–03	Ja	Ja	Ja
03–04	Ja	Ja	Ja
04–05	Ja	Ja	Ja
05–06	Ja	Ja	Ja
06–07	Ja	Ja	Ja

Ja: Krankentransporte im Stundenintervall mit dem Notfallaufkommen im Versorgungsbereich risikoabhängig bemessen. Nein: Krankentransportvorhaltung für Aufkommen im Stundenintervall wird im Rahmen der KTW-Bemessung frequenzabhängig bemessen.

Tabelle 5

Einsatzfahrtaufkommen im Versorgungsbereich A nach Zuteilung von Krankentransporten zum bemessungsrelevanten Notfallfahrtaufkommen nach Tageskategorien und Stundenintervallen

Stundenintervall	Werktag (Mo–Fr)		Samstag		Sonn- und Feiertag	
	NF/KT	KT	NF/KT	KT	NF/KT	KT
07–08	88	307	12	56	15	23
08–09	123	670	13	53	19	26
09–10	132	809	30	60	22	48
10–11	157	982	26	58	27	55
11–12	173	734	26	44	27	43
12–13	159	552	31	62	34	51
13–14	142	619	27	70	40	33
14–15	146	599	33	37	22	39
15–16	160	455	25	26	23	33
16–17	150	355	20	45	28	26
17–18	133	248	24	26	28	33
18–19	143	209	35	31	38	42
19–20	136	211	33	27	23	44
20–21	130	163	18	34	36	36
21–22	121	127	23	26	32	30
22–23	88	115	27	19	14	33
23–24	163	–	42	–	38	–
00–01	133	–	30	–	36	–
01–02	93	–	34	–	22	–
02–03	109	–	30	–	32	–
03–04	88	–	33	–	19	–
04–05	79	–	22	–	24	–
05–06	90	–	25	–	24	–
06–07	110	–	22	–	30	–
07–07	3.046	7.155	641	672	653	595

NF/KT: Risikoabhängig zu bemessen, KT: Frequenzabhängig zu bemessen.

abhängigen Bemessung ist eine frequenzabhängige Bemessung für den Versorgungsbereich A nur in der Zeit von 07.00–23.00 Uhr bedarfsnotwendig. Die Ergebnisse der frequenzabhängigen Bemessung sind in Tabelle 7 aufgeführt. Danach zeigt sich, dass von Montag bis Freitag zeitlich abgestuft maximal 4 KTW für den Krankentransport bedarfsnotwendig sind, während an Samstagen sowie an Sonn- und Feiertagen lediglich 1 KTW in der Zeit von 07.00–23.00 Uhr bedarfsgerecht ist.

Für den Versorgungsbereich A ergeben sich insgesamt 212 personell zu besetzende Wochenstunden für den KTW. Die erwartete Einsatzauslastung der KTW nach Tabelle 7 zeigt insbesondere für Sonn- und Wochenfeiertage mit durchschnittlich „nur“ 45% die Notwendigkeit an, weitere Optimierungspotenziale zu

prüfen, inwieweit das Krankentransportaufkommen aus benachbarten Versorgungsbereichen des Rettungsdienstbereiches gemeinsam zu bemessen ist bzw. inwieweit eine zentrale Krankentransportvorhaltung für den Rettungsdienstbereich insgesamt in krankentransportaufkommensschwachen Zeiten bedarfsgerecht ist. Dabei sind bei einer über den Versorgungsbereich hinaus durchgeführten frequenzabhängigen Bemessung bemessungstechnisch verlängerte Einsatzzeiten aufgrund einer erhöhten Fahrtleistung zu berücksichtigen.

Zusammenführung der Ergebnisse zum Rettungsmittelvorhalteplan

In Abbildung 3 sind die abschließenden Ergebnisse der risikoabhängigen und frequenzabhängigen Bemessung von

RTW und KTW für den Versorgungsbereich A im Rettungsmittelvorhalteplan zusammengeführt.

Risikoabhängig ergeben sich in dem vorliegenden Bemessungsbeispiel für den Versorgungsbereich A 2 RTW rund um die Uhr, woraus eine wöchentliche Fahrzeugvorhaltung für die Notfallrettung in Höhe von 336 Wochenstunden resultiert. Für die Krankentransportvorhaltung im Versorgungsbereich A sind nach der frequenzabhängigen Bemessung insgesamt 212 personell zu besetzende Wochenstunden bedarfsnotwendig. In der Summe sind damit an der Rettungswache im Versorgungsbereich A insgesamt 548 Fahrzeugwochenstunden aus risiko- und frequenzabhängiger Bemessung zu besetzen.

In identischer Art und Weise wären die Ergebnisse der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung für die im Beispiel nicht berücksichtigten Versorgungsbereiche des zugrunde liegenden Rettungsdienstbereiches durchzuführen. Über die risiko- und frequenzabhängige Bemessung hinaus ist abschließend unter fachlichen Gesichtspunkten festzulegen, wie viele der bemessenen KTW im Rettungsdienstbereich als physische RTW zu stationieren sind, um das Mehrzweckfahrzeugsystem mit der „Nächstes-Fahrzeug-Strategie“ bedarfsgerecht umsetzen zu können.

Zusätzlich zu den im Rettungsmittelvorhalteplan bemessenen bedarfsgerechten und mit Personal dienstplanmäßig besetzt vorzuhaltenden Einsatzfahrzeugen sind in jedem Rettungsdienstbereich Reservefahrzeuge zur Kompensation von Standzeiten wegen Reparatur, Wartung, Desinfektion und Umrüstung vorzusehen (technische Reserve). Als bedarfsgerechter Bestand an Reservefahrzeugen sind in der Regel 15–20% des im Rettungsmittelvorhalteplan ausgewiesenen Bestandes an Einsatzfahrzeugen anzusehen. Die Reservefahrzeuge sind aus abgeschriebenen Rettungsmitteln zu rekrutieren, soweit diese noch wirtschaftlich zu betreiben sind.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Der vorliegende Beitrag stellt detailliert die methodischen Ansätze der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung vor, die derzeit den Stand der Technik zur Ermittlung der bedarfsgerechten ret-

Versorgungsbereich	Rettungsmittel		Mo–Fr			Samstag			Sonn-/Feiertag			Ø RM- Woch.-Std.
	Typ	Ruf	6	12	18	6	12	18	6	12	18	
RW A – Bemessungsbeispiel –	RTW	83/01										168
	RTW	83/02										168
	KTW	85/01	7			23	7			23		112
	KTW	85/02			17							50
	KTW	85/03	8		15							35
	KTW	85/04	9		12							15
RW B	RTW	–										–
RW C	RTW	–										–
Zentrale Vorhaltung	KTW	–										–
Fernfahrtvorhaltung	KTW	–										–
NA A	NEF	–										–
■ aus risikoabhängiger Bemessung ■ aus frequenzabhängiger Bemessung											RTW-Wochenstunden 336 KTW-Wochenstunden 212 NEF-Wochenstunden – Rettungsmittelwochen- stunden RW A gesamt 548	

© FORPLAN DR. SCHMIEDEL 2002

Abb. 3 ▲ Beispielhafter Rettungsmittelvorhalteplan für einen Rettungsdienstbereich mit den bedarfsgerechten Vorhaltezeiten der Rettungswache A

tungsdienstlichen Fahrzeugvorhaltung repräsentieren. Die vorgestellten methodischen Ansätze werden anhand eines konkreten Bemessungsbeispiels erläutert. Durch die Zuordnung von Krankentransporten zur risikoabhängigen Bemessung werden beispielhaft sowohl die Synergieeffekte zwischen der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung als auch die damit verbundene Komplexität einer solchen Fachplanung aufgezeigt. Den Abschluss einer bedarfsgerecht ermittelten Fahrzeugvorhaltung für den bodengebundenen Rettungsdienst eines

Rettungsdienstbereiches bildet der Rettungsmittelvorhalteplan, in dem die vollständig bemessene Fahrzeugvorhaltung, differenziert nach Versorgungsbereichen, Rettungsmitteltypen und den Regelfunkrufnummern, aufzuführen ist. Dieser ist neben der Standortverteilung bedarfsgerechter Rettungswachen zentrale Grundlage für den Bedarfsplan.

Sowohl bei der risiko- als auch frequenzabhängigen Bemessung ist auf die hohe Bedeutung der sachgerechten Berechnung der jeweiligen Eingangsparameter hinzuweisen. Während die Grund-

lagen der zur Anwendung kommenden statistischen Verfahren praktisch in jedem Lehrbuch der Statistik enthalten sind, setzt jedoch die qualifizierte Ermittlung der Eingangsparameter für die risiko- und frequenzabhängige Bemessung ein fundiertes Fachwissen für die Plausibilitätsprüfung und der ggf. notwendigen Bereinigung der Einsatzfahrtdaten voraus, auf deren Basis erst eine bedarfsgerechte rettungsdienstliche Fahrzeugvorhaltung ermittelt werden kann. Weiterhin ist fundiertes Fachwissen auch für die fachgerechte Ausschöpfung von Synergieeffekten zwischen der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung ebenso notwendig wie für eine abgestufte Festlegung der Fahrzeugtypen beim

Tabelle 6

Ergebnis der risikoabhängigen Bemessung für den Versorgungsbereich A nach Zuordnung von Krankentransporten entsprechend dem Zuteilungsschema zum bemessungsrelevanten Notfallfahrtaufkommen

Standort: Beispiel VB		Bemessungsparameter			Bemessene RTW		
Schicht	Uhrzeit	Anzahl Tage	Fahrtaufkommen	Mittlere Einsatzzeit [min]	Anzahl	Vorhaltestunden	Wiederkehrzeit (Schichten)
Montag–Freitag	07–15	251	1.120	41	2	80	12
	15–23	251	1.061	43	2	80	13
	23–07	251	865	47	2	80	20
Samstag	07–15	51	198	38	2	16	21
	15–23	51	205	40	2	16	17
	23–07	51	238	40	2	16	11
Sonn- und Feiertag	07–15	63	206	36	2	16	36
	15–23	63	222	43	2	16	22
	23–07	63	225	51	2	16	16
Gesamt		365	4.340	–	–	336	–

Tabelle 7

Bemessung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung (KTW) zur Bedienung der frequenzabhängig zu bemessenden Krankentransportfahrten im Versorgungsbereich A

Tages- kategorie	Stunden- intervall	Mittlere Melde- häufig- keit	Mittlere Einsatz- zeit [min]	Einsatzzeitbedarf					Übertrag aus Folgestunden [min]	Bedarfs- gerechte Fahrzeug- vorhaltung [n]	Erwartete Einsatzaus- lastung [%]
				Aus Melde- häufigkeit [min]	Maximal ohne Übertrag [min]	Maximal mit Übertrag [min]	Maximal bedienbar [min]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Montag	0–1	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	–	
–Freitag	1–2	0,0000	0,0	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	0	–	
	3–4	0,0000	0,0	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	0	–	
	5–6	0,0000	0,0	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	0	–	
	7–8	1,2196	55,7	67,9	67,9	67,9	67,9	120,0	0,0	2	56,6
	8–9	2,6667	55,7	148,5	148,5	148,5	148,5	180,0	0,0	3	82,5
	9–10	3,2235	55,7	179,5	179,5	179,5	179,5	240,0	0,0	4	74,8
	10–11	3,9137	55,7	218,0	218,0	218,0	218,0	240,0	0,0	4	90,8
	11–12	2,9255	55,7	162,9	162,9	162,9	162,9	240,0	0,0	4	67,9
	12–13	2,2000	55,7	122,5	122,5	122,5	122,5	180,0	0,0	3	68,1
	13–14	2,4667	55,7	137,4	137,4	137,4	137,4	180,0	0,0	3	76,3
	14–15	2,3882	55,7	133,0	133,0	133,0	133,0	180,0	0,0	3	73,9
	15–16	1,8118	55,7	100,9	100,9	100,9	100,9	120,0	0,0	2	84,1
	16–17	1,4157	55,7	78,9	78,9	78,9	78,9	120,0	0,0	2	65,7
	17–18	0,9882	55,7	55,0	55,0	55,0	55,0	60,0	0,0	1	91,7
	18–19	0,8314	55,7	46,3	46,3	46,3	46,3	60,0	0,0	1	77,2
	19–20	0,8392	55,7	46,7	46,7	46,7	46,7	60,0	0,0	1	77,9
	20–21	0,6510	55,7	36,3	36,3	36,3	36,3	60,0	0,0	1	60,4
21–22	0,5059	55,7	28,2	28,2	28,2	28,2	60,0	0,0	1	47,0	
22–23	0,4588	55,7	25,6	25,6	25,6	25,6	60,0	0,0	1	42,6	
23–24	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	–	
Mo–Fr gesamt		28,5059		1.587,7	1.587,7		2.160,0	0,0		73,5	
Samstag	0–1	0,0000	0,0	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	0	–	
	2–3	0,0000	0,0	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	0	–	
	4–5	0,0000	0,0	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	0	–	
	6–7	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	–	
	7–8	1,1000	45,8	50,3	50,3	50,3	50,3	60,0	0,0	1	83,9
	8–9	1,0400	45,8	47,6	47,6	47,6	47,6	60,0	0,0	1	79,3
	9–10	1,1800	45,8	54,0	54,0	54,0	54,0	60,0	0,0	1	90,0
	10–11	1,1400	45,8	52,2	52,2	52,2	52,2	60,0	0,0	1	87,0
	11–12	0,8600	45,8	39,4	39,4	39,4	39,4	60,0	0,0	1	65,6
	12–13	1,2200	45,8	55,8	55,8	55,8	55,8	60,0	0,0	1	93,1
	13–14	1,3800	45,8	63,2	63,2	63,2	63,2	60,0	3,2	1	100,0
	14–15	0,7200	45,8	33,0	33,0	33,0	36,1	60,0	0,0	1	60,2
	15–16	0,5000	45,8	22,9	22,9	22,9	22,9	60,0	0,0	1	38,1
	16–17	0,8800	45,8	40,3	40,3	40,3	40,3	60,0	0,0	1	67,1
	17–18	0,5000	45,8	22,9	22,9	22,9	22,9	60,0	0,0	1	38,1
	18–19	0,6000	45,8	27,5	27,5	27,5	27,5	60,0	0,0	1	45,8
	19–20	0,5200	45,8	23,8	23,8	23,8	23,8	60,0	0,0	1	39,7
	20–21	0,6600	45,8	30,2	30,2	30,2	30,2	60,0	0,0	1	50,3
21–22	0,5000	45,8	22,9	22,9	22,9	22,9	60,0	0,0	1	38,1	
22–23	0,3800	45,8	17,4	17,4	17,4	17,4	60,0	0,0	1	29,0	
23–24	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	–	
Samstag gesamt		13,1800		603,2	603,2		960,0	3,2		62,8	

Tabelle 7 (Fortsetzung)

Bemessung der bedarfsgerechten Fahrzeugvorhaltung (KTW) zur Bedienung der frequenzabhängig zu bemessenden Krankentransportfahrten im Versorgungsbereich A

Tages- kategorie	Stunden- intervall	Mittlere Melde- häufig- keit	Mittlere Einsatz- zeit [min]	Einsatzzeitbedarf					Übertrag aus Folgestunden [min]	Bedarfs- gerechte Fahrzeug- vorhaltung [n]	Erwartete Einsatzaus- lastung [%]
				Aus Melde- häufigkeit [min]	Maximal ohne Übertrag [min]	Maximal mit Übertrag [min]	Maximal bedienbar [min]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Sonn- und Feiertag	0–1	0,0000	0,0	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	0	–	
	2–3	0,0000	0,0	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	0	–	
	4–5	0,0000	0,0	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	0	–	
	6–7	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	–	
	7–8	0,3607	45,7	16,5	16,5	16,5	60,0	0,0	1	27,5	
	8–9	0,4098	45,7	18,7	18,7	18,7	60,0	0,0	1	31,2	
	9–10	0,7541	45,7	34,5	34,5	34,5	60,0	0,0	1	57,5	
	10–11	0,8689	45,7	39,7	39,7	39,7	60,0	0,0	1	66,2	
	11–12	0,6885	45,7	31,5	31,5	31,5	60,0	0,0	1	52,5	
	12–13	0,8033	45,7	36,7	36,7	36,7	60,0	0,0	1	61,2	
	13–14	0,5246	45,7	24,0	24,0	24,0	60,0	0,0	1	40,0	
	14–15	0,6230	45,7	28,5	28,5	28,5	60,0	0,0	1	47,5	
	15–16	0,5246	45,7	24,0	24,0	24,0	60,0	0,0	1	40,0	
	16–17	0,4098	45,7	18,7	18,7	18,7	60,0	0,0	1	31,2	
	17–18	0,5246	45,7	24,0	24,0	24,0	60,0	0,0	1	40,0	
	18–19	0,6721	45,7	30,7	30,7	30,7	60,0	0,0	1	51,2	
	19–20	0,7049	45,7	32,2	32,2	32,2	60,0	0,0	1	53,7	
	20–21	0,5738	45,7	26,2	26,2	26,2	60,0	0,0	1	43,7	
	21–22	0,4754	45,7	21,7	21,7	21,7	60,0	0,0	1	36,2	
	22–23	0,5246	45,7	24,0	24,0	24,0	60,0	0,0	1	40,0	
	23–24	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	–	
Sonn- und Feiertag gesamt		9,4426		431,7	431,7		960,0	0,0		45,0	

Krankentransport, um eine bedarfsgerechte Umsetzung des Mehrzweckfahrzeugsystems zu gewährleisten.

Die vorgestellten Bemessungsverfahren sind seit langem – unter anderem in Forschungsberichten der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) – fachlich hinterlegt und bilden zzt. die inhaltliche Basis für eine methodische Weiterentwicklung. Dagegen müssen sog. alternative Bemessungsverfahren erst einmal den Status des Experimentierens überwinden und die Gewährleistung der Planungssicherheit für den Träger des Rettungsdienstes sowie die Bedarfsgerechtigkeit der mit ihnen erzielten Ergebnisse wie auch die geforderte Wirtschaftlichkeit reproduzierbar und damit prüfbar belegen. Solange dies nicht erfolgt ist, zählen solche alternativen Bemessungsverfahren nicht zum „Stand der

Technik“ und dürfen daher unter fachlichen Gesichtspunkten bei konkreten Fahrzeugbemessungen vor Ort nicht zum Einsatz kommen.

Dies gilt ebenso für die Modifizierung bereits anerkannter Bemessungsverfahren, was in der Vergangenheit vor allem das Sicherheitsniveau der risikoabhängigen Bemessung betraf. So ist die Ersetzung des Sicherheitsniveaus in Schichten durch die alleinige Überschreitungswahrscheinlichkeit aufgrund der fehlenden Normierung auf die Länge des Bemessungsintervalls als fachlich bedenklich einzustufen. Die Konstruktion eines Zusammenhanges zwischen dem realen Zielerfüllungsgrad der Hilfsfrist (p95-Wert) und der Überschreitungswahrscheinlichkeit allerdings ist dagegen methodisch wie inhaltlich falsch und damit unter fachplanerischen Ge-

sichtspunkten strikt abzulehnen. Ebenso ist die Herstellung eines Zusammenhanges zwischen dem p95-Wert der Hilfsfrist und der aufgrund eines gewählten Sicherheitsniveaus planerisch nicht unmittelbar bedienbaren Notfallfahrten methodisch nicht unzulässig.

Die Fahrzeugbemessung stellt eine komplexe rettungsdienstliche Fachplanung dar, die neben einem sicheren methodischen Fachwissen vor allem fundierte Fachkenntnisse über die Optimierungs- und Synergieeffekte zwischen den Aufgabenbereichen Notfallrettung und Krankentransport voraussetzt, um abschließend den Anforderungen zwischen Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit bei der Fahrzeugbemessung gerecht zu werden.

Ein in der Überprüfung befindlicher Forschungsansatz besteht in der Er-

Praktikabilität eines prozessierten EEG-Monitors während präklinischer kardiopulmonaler Reanimation

Notfall & Rettungsmedizin (2002) 5: 119-126

Leider kamen bei diesem Beitrag zwei Fehler zum Abdruck: Prof. Dr. L. Theilmann ist Chefarzt der Medizinischen Klinik II am Städt. Klinikum Pforzheim; außerdem wurden zwei Bildlegenden vertauscht. Nachstehend die korrekte Zuordnung.

gänzung der Wiederkehrzeit durch ein systemimmanentes Maß wie der „Wartezeit auf Zuteilung“, welches aus der Einsatzzeit nicht sofort zu bedienender Notfälle resultiert. Auch hier sind im Rahmen eines Forschungsprojektes der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entsprechende Forschungsansätze entwickelt worden, die in Vorbereitung zur Veröffentlichung sind [4]).

Ein weiterer Ansatz zur Weiterentwicklung der risiko- und frequenzabhängigen Bemessung verfolgt die Zielsetzung, die Eingangsparameter für die Bemessung allein aus der eingehenden Gesamtnachfrage nach rettungsdienstlichen Leistungen in der Leitstelle zu ermitteln, ohne dass die Leitstellenentscheidung, ob es sich um einen Einsatz der Notfallrettung oder des Krankentransportes handelt, wie bisher durch die Aufteilung des bemessungsrelevanten Einsatzfahrtaufkommen in Notfallrettung und Krankentransport einfließt. Entsprechende Verfahren aus der Zeitreihenanalyse wie die der Spektral- und Fourieranalyse in Kombination mit Regressionsverfahren sind im Rahmen eines Forschungsprojektes der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) auf die Verhältnisse im Rettungsdienst angepasst worden und befinden sich ebenfalls in der Vorbereitung zur Veröffentlichung [4].

Literatur

1. Schmiedel R (1997) Zusammenstellung von Ausstattungs- und Leistungsdaten zum Rettungswesen 1994. In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg) Leistungen des Rettungsdienstes 1994/95. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit, Heft M 72. Wirtschaftsverlag NW, Bergisch Gladbach Bremerhaven
2. Schmiedel R, Puhan T, Siegener W (1981) Zur Anwendung des Simulationsmodells „Rettungswesen“. In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg) Untersuchungen zum Rettungswesen, Bericht 10. Bericht zum Forschungsprojekt 8025. Bergisch Gladbach
3. Schmiedel R, Behrendt H (2000) Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 1998 und 1999. In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg) Leistungen des Rettungsdienstes 1998/99. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit, Heft M 118. Wirtschaftsverlag NW, Bergisch Gladbach, Bremerhaven
4. Schmiedel R, Moecke H, Behrendt H (2002) Optimierung von Rettungsdiensteinsätzen – Praktische und ökonomische Konsequenzen. In: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg) Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit. (in Druck)

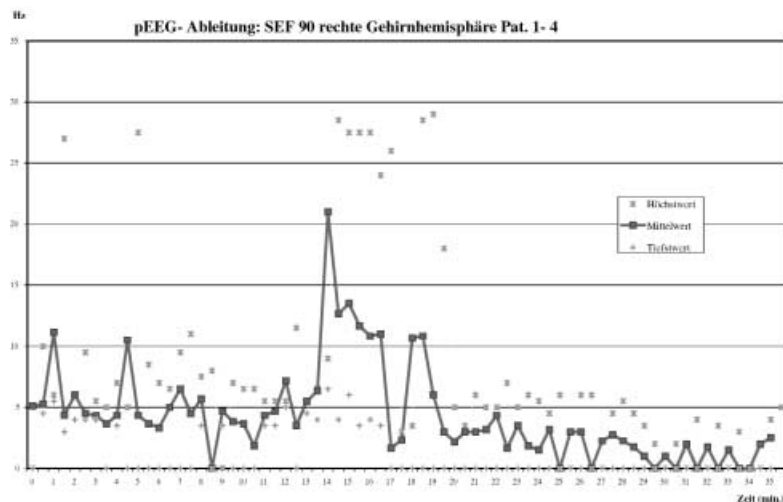


Abb. 8 ▲ Mittelwertdarstellung der SEF 90 der rechten Gehirnhemisphäre der verstorbenen Patienten. Zur Darstellung kommen Höchst- und Tiefstwerte (nicht durchgezogene Datenpunkte), dargestelltes Messintervall 30 s

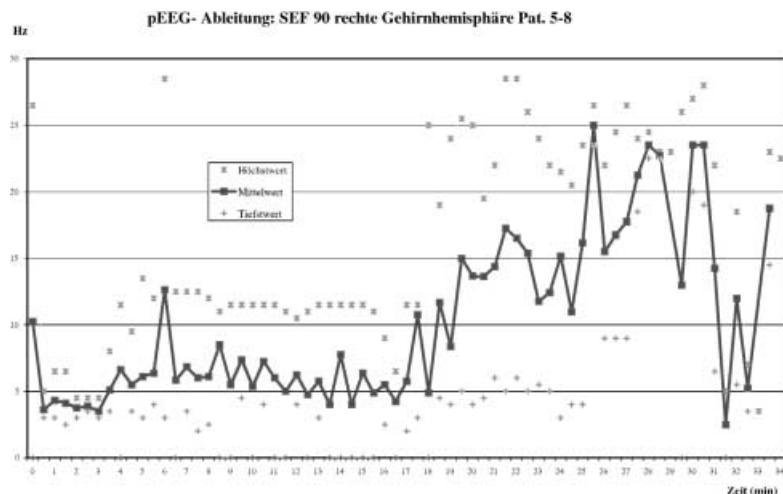


Abb. 9 ▲ Mittelwertdarstellung der SEF 90 der rechten Gehirnhemisphäre der Patienten, die Reanimation primär überlebten. Zur Darstellung kommen Höchst- und Tiefstwerte (nicht durchgezogene Datenpunkte), dargestelltes Messintervall 30 s