

nahme des Rundschreibens *Vorläufige Richtlinien für eine vereinfachte Evakuierungsanalyse für Ro-Ro-Fahrgastschiffe* (MSC/Circ.909) als Anleitung für die Umsetzung der Regel II-2/28-1.3 SOLAS den Unterausschuss „Feuerschutz“ (FP) aufgefordert, Richtlinien für eine Evakuierungsanalyse auch für Fahrgastschiffe im Allgemeinen und für Hochgeschwindigkeits-Fahrgastfahrzeuge zu entwickeln.

**Nr. 202 Bekanntmachung des Rundschreibens des Schiffssicherheitsausschusses MSC der IMO MSC.1/Rundschreiben 1533, „Überarbeitete Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe“, in deutscher Sprache**

Hamburg, den 05. Dezember 2016  
Az.: 11-3-0

Durch die Dienststelle Schiffssicherheit der BG Verkehr wird hiermit das Rundschreiben des Schiffssicherheitsausschusses MSC der IMO MSC.1/Rundschreiben 1533, „Überarbeitete Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe“, in deutscher Sprache amtlich bekannt gemacht.

Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft  
Post-Logistik  
Telekommunikation  
Dienststelle Schiffssicherheit  
U. Schmidt  
Dienststellenleiter

MSC.1/Circ.1533  
6. Juni 2016

**Überarbeitete Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe**

1 Der Schiffssicherheitsausschuss hatte auf seiner einundsiebzigsten Tagung (19. bis 28. Mai 1999) bei An-

2 Der Ausschuss hatte auf seiner vierundsiebzigsten Tagung (30. Mai bis 8. Juni 2001), einer auf der fünfundvierzigsten Tagung (8. bis 12. Januar 2001) des Unterausschusses „Feuerschutz“ gemachten Empfehlung folgend, das Rundschreiben *Interim guidelines for a simplified evacuation analysis of highspeed passenger craft* (*Vorläufige Richtlinien für eine vereinfachte Evakuierungsanalyse für Hochgeschwindigkeits-Fahrgastfahrzeuge*) (MSC/Circ.1001) angenommen. Der Ausschuss hat auf seiner achtzigsten Tagung (11. bis 20. Mai 2005) nach Prüfung eines Vorschlags von der neunundvierzigsten Tagung des Unterausschusses „Feuerschutz“ (24. bis 28. Januar 2005) angesichts der bei der Anwendung der vorgenannten Vorläufigen Richtlinien gesammelten Erfahrungen das Rundschreiben *Richtlinien für eine vereinfachte Evakuierungsanalyse für Hochgeschwindigkeits-Fahrgastfahrzeuge* (MSC/Circ.1166) einschließlich des ihr beigefügten Fallbeispiels, welches das MSC/Rundschreiben 1001 ersetzt, angenommen.

3 Der Ausschuss hat ferner auf seiner fünfundsiebzigsten Tagung (15. bis 24. Mai 2002) die *Vorläufigen Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe* (Rundschreiben MSC/Circ.1033) angenommen; und er hat die Mitgliedsstaaten aufgefordert, alle aus Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und Großversuchen resultierenden Informationen und Daten sowie Erkenntnisse über das menschliche Verhalten, die für die erforderliche zukünftige Fortschreibung der Vorläufigen Richtlinien von Bedeutung sein könnten, zu sammeln und dem Unterausschuss „Feuerschutz“ vorzulegen.

4 Der Ausschuss hat auf seiner dreiundachtzigsten Tagung (3. bis 12. Oktober 2007) das Rundschreiben *Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe* (MSC.1/Circ.1238) angenommen, das Ro-Ro-Fahrgastschiffe einschließt.

5 Der Ausschuss hat auf seiner sechsundneunzigsten Tagung (11. bis 20. Mai 2016) die *„Überarbeiteten Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe*, die in den Anlagen zu dem vorliegenden Rundschreiben wiedergegeben sind, als Leitfaden für die Umsetzung der Änderungen an der Regel II-2/13.3.2.7 SOLAS<sup>1</sup> angenommen, mit denen eine Evakuierungsanalyse nicht nur für Ro-Ro-Fahrgastschiffe verbindlich vorgeschrieben wird, sondern auch für sonstige Fahrgastschiffe, die am oder nach dem 1. Januar 2020 gebaut werden.

<sup>1</sup> Die Änderungen an der Regel II-2/13.3.2.7 SOLAS wurden vom Ausschuss auf seiner sechsundneunzigsten Tagung (11. bis 20. Mai 2016) angenommen und werden voraussichtlich am 1. Januar 2020 in Kraft treten.

- 6 Die beigefügten überarbeiteten Richtlinien bieten die Möglichkeit der Anwendung zweier verschiedener Methoden:
- .1 Eine vereinfachte Evakuierungsanalyse (Anlage 2), und/oder
  - .2 eine erweiterte Evakuierungsanalyse (Anlage 3).
- 7 Die Annahmen sind durch die vereinfachte Methode systembedingt eingeschränkt. Indem sich die Komplexität der Schiffe erhöht (durch eine Mischung der Fahrgasttypen, Arten der Unterkünfte, Anzahl der Decks und Anzahl der Treppen), werden die Annahmen gegenüber der Realität weniger repräsentativ. In solchen Fällen wäre die Anwendung der erweiterten Methode (Evakuierungsanalyse) vorzuziehen. Die vereinfachte Methode (Evakuierungsanalyse) ist jedoch wegen ihrer relativ leichten Anwendung und ihrer Fähigkeit, eine Annäherung an die voraussichtlichen Evakuierungsanforderungen zu ermöglichen, bei frühen Iterationen des Schiffsentwurfs vorteilhaft.
- 8 Es muss auch berücksichtigt werden, dass die akzeptierbaren Evakuierungszeitspannen in diesen Richtlinien auf einer Analyse der Brandgefahr beruhen.
- 9 Die Mitgliedsstaaten werden aufgefordert, die beigefügten Richtlinien (Anlagen 1 bis 3) allen Betroffenen zur Kenntnis zu bringen und insbesondere
- .1 ihnen die Anwendung dieser Richtlinien bei in der frühen Entwurfsphase durchgeführten Evakuierungsanalysen für neue Ro-Ro-Fahrgastschiffe entsprechend Regel II-2/13.7.4 SOLAS (die am 1. Juli 2002 in Kraft getreten ist) und Regel II-2/13.2.2.7 SOLAS (die voraussichtlich am 1. Januar 2020 in Kraft treten wird) zu empfehlen,
  - .2 ihnen die Anwendung dieser Richtlinien bei in der frühen Entwurfsphase durchgeführten Evakuierungsanalysen für neue Fahrgastschiffe, die keine Ro-Ro-Fahrgastschiffe sind und die am oder nach dem 1. Januar 2020 gebaut werden und mehr als 36 Fahrgäste befördern, entsprechend Regel II-2/13.3.2.7 SOLAS (die voraussichtlich am 1. Januar 2020 in Kraft treten wird) zu empfehlen, und
  - .3 sie zu bestärken, Evakuierungsanalysen auf vorhandenen Fahrgastschiffen unter Verwendung dieser Richtlinien durchzuführen.
- 10 Die Mitgliedstaaten werden ebenfalls darin bestärkt,
- .1 alle aus Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und Großversuchen resultierenden Informationen und Daten sowie Erkenntnisse über das menschliche Verhalten, die für die erforderliche zukünftige Fortschreibung der vorliegenden Richtlinien von Bedeutung sein könnten, zu sammeln und dem Unterausschuss „Schiffssysteme und Ausrüstungen“ vorzulegen,
  - .2 dem Unterausschuss „Schiffssysteme und Ausrüstungen“ die bei der Umsetzung der Richtlinien gewonnenen Erfahrungen mitzuteilen; und
  - .3 die in Anlage 3 dieses Rundschreibens enthaltene Anleitung zur Bewertung bzw. Überprüfung von rechnergestützten Verfahren (Tools) zur Simulation von Evakuierungen anzuwenden, wenn

die Leistungsfähigkeit von rechnergestützten Verfahren (Tools) zur Simulation von Evakuierungen zwecks Durchführung einer erweiterten Evakuierungsanalyse beurteilt wird.

- 11 Dieses Rundschreiben ersetzt das Rundschreiben MSC.1/Circ.1238.

\*\*\*

## Anlage 1

### Überarbeitete Richtlinien für Evakuierungsanalysen für neue und vorhandene Fahrgastschiffe

#### Präambel

- 1 Die folgenden Ausführungen sind zur Beachtung und Anleitung für die Anwender dieser Richtlinien vorgesehen:
- .1 Um eine einheitliche Anwendung zu gewährleisten, sind in den Richtlinien typische Vergleichs-Szenarien und zugehörige Daten festgelegt worden. Daher ist die Zielsetzung der Analyse nicht die Simulation eines konkreten Notfalls, sondern vielmehr eine Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Schiffes bezüglich der Vergleichs-Szenarien.
  - .2 Obwohl die Betrachtungsweise für die realistische Simulation von Evakuierungsvorgängen auf Schiffen aus theoretischer und mathematischer Sicht ausreichend entwickelt ist, besteht immer noch ein Defizit an bestätigten Daten (Verifikationsdaten) und praktischen Erfahrungen in ihrer Anwendung. Sobald von den Mitgliedstaaten entsprechend brauchbare Informationen zur Verfügung gestellt werden, soll die Organisation die in den Richtlinien festgelegten Zahlen, Parameter, Vergleichs-Szenarien und Leistungsanforderungen neu bewerten.
  - .3 Nahezu alle in den Richtlinien angewandten Daten und Parameter beruhen auf gesicherten Daten aus den Erfahrungen in öffentlichen Gebäuden. Die Daten und Ergebnisse aus der laufenden Forschung und Entwicklung untermauern die Wichtigkeit solcher Daten für die Verbesserung der vorläufigen Richtlinien. Gleichwohl kann erwartet werden, dass die Simulation dieser Vergleichs-Szenarien den Schiffsentwurf insoweit verbessern wird, als sie unzureichende Fluchteinrichtungen und Stellen mit Staubbildung ausweist, Fluchtvorkehrungen optimiert und dadurch die Sicherheit bedeutend verbessert.
- 2 Aus den oben genannten Überlegungen wird folgendes empfohlen:
- .1 Die Evakuierungsanalyse wird entsprechend den Richtlinien, insbesondere unter Verwendung der darin angegebenen Szenarien und Parameter, durchgeführt.
  - .2 Es soll die Zielsetzung sein, den Evakuierungsvorgang anhand von Vergleichsfällen einzuschätzen, statt zu versuchen, die Evakuierung in konkreten Notfallsituationen zu entwickeln.

- .3 Von Vorteil für die Bestätigung der Richtlinien wäre ihre größtmögliche Anwendung bei der Analyse aktueller Ereignisse, bei denen Fahrgäste während einer Übung zu den Sammelplätzen gerufen wurden, oder bei denen ein Fahrgastschiff unter Notfallbedingungen tatsächlich evakuiert worden ist.
- .4 Das Ziel der Evakuierungsanalyse für vorhandene Fahrgastschiffe ist es, Stellen mit Stau- und/oder kritische Bereiche zu ermitteln und Empfehlungen hinsichtlich der Lage dieser Stellen und kritischen Bereiche an Bord zu geben.
- .5 Angesichts der Tatsache, dass das Unternehmen für die Gewährleistung der Sicherheit von Fahrgästen und Besatzung durch betriebliche Maßnahmen verantwortlich ist, wenn die Ergebnisse einer für ein vorhandenes Fahrgastschiff durchgeführten Analyse aufzeigen, dass die höchstzulässige Evakuierungszeitspanne überschritten wird, hat das Unternehmen sicherzustellen, dass geeignete betriebliche Maßnahmen (z. B. Aktualisierung der Anweisungen für den Notfall an Bord, verbesserte Beschilderung, Notfallbereitschaft der Besatzung usw.) eingeführt werden.
- 2.2 *Reaktionszeitspanne (R)* bezeichnet die Zeitspanne, die Personen benötigen, um auf die Situation zu reagieren. Diese Zeitspanne beginnt mit der ersten Benachrichtigung über einen Notfall (z. B. Alarmierung) und endet, wenn der Fahrgast die Situation erfasst hat und beginnt, sich in Richtung eines Sammelplatzes zu bewegen.
- 2.3 *Individuelle Laufzeitspanne* bezeichnet die Zeitspanne, die für eine Einzelperson entsteht, wenn sie sich von ihrem Ausgangspunkt bewegt, um zum Sammelplatz zu gelangen.
- 2.4 *Individuelle Musterungszeitspanne* bezeichnet die Summe der individuellen Reaktionszeitspanne und der individuellen Laufzeitspanne.
- 2.5 *Gesamt-Musterungszeitspanne ( $t_a$ )* bezeichnet die maximale individuelle Musterungszeitspanne
- 2.6 *Gesamt-Laufzeitspanne (T)* bezeichnet die Zeitspanne, die alle Personen an Bord benötigen, um sich von ihrem Standort bei der ersten Benachrichtigung aus zu den Sammelplätzen zu begeben.
- 2.7 *Einbootungs- und Aussetzzeitspanne (E+L)* ist die für das Verlassen des Schiffes durch alle Personen an Bord erforderliche Zeitspanne, die mit dem Zeitpunkt beginnt, zu dem das Signal zum Verlassen des Schiffes gegeben wird, nachdem sich alle Personen mit angelegten Rettungswesten versammelt haben.

## 1 Allgemeines

Der Zweck dieses Teils der Richtlinien ist, die Methodik zur Durchführung einer Evakuierungsanalyse aufzuzeigen und insbesondere

- .1 nachzuweisen, dass die in diesen Richtlinien festgelegten Leistungsanforderungen erfüllt werden können,
- .2 Staus, soweit durchführbar, zu erkennen und zu beseitigen, die sich im Verlauf einer Evakuierung bei normaler Bewegung von Fahrgästen und Besatzung entlang der Fluchtwege bilden können, und dabei die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass die Besatzung sich möglicherweise in entgegengesetzter Richtung zur Bewegung der Fahrgäste entlang dieser Fluchtwege bewegen muss,
- .3 den Beweis zu erbringen, dass die Fluchtvorkehrungen ausreichend flexibel sind, um die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass bestimmte Fluchtwege, Sammelplätze, Einbootungsstationen oder Überlebensfahrzeuge infolge eines Unfalls möglicherweise nicht zur Verfügung stehen,
- .4 Bereiche mit starken gegenläufigen und sich kreuzenden Strömen zu erkennen, und
- .5 den Betreibern die bei der Evakuierungsanalyse gewonnenen Erkenntnisse zur Verfügung zu stellen.

## 2 Begriffsbestimmungen

- 2.1 *Personenbelegung* bezeichnet die Anzahl der Personen, die bei den Berechnungen der Fluchtwege entsprechend Kapitel 13 des *Internationalen Codes für Brandsicherheitssysteme* (FSS-Code) zugrunde gelegt ist (Entschließung MSC.98(73)).

## 3 Bewertungsmethode

Die Schritte der Evakuierungsanalyse sind wie folgt festgelegt.

### 3.1 Beschreibung des Systems

- .1 Bestimmen der Sammelplätze für Fahrgäste und Besatzung.
- .2 Bestimmen der Fluchtwege.

### 3.2 Allgemeine Annahmen

Die vorliegende Methode zur Abschätzung der Evakuierungszeitspanne beruht auf verschiedenen idealisierten Vergleichs-Szenarien und es gelten die folgenden Annahmen:

- .1 Fahrgäste und Besatzung evakuieren entsprechend Regel II-2/13 SOLAS entlang des Hauptfluchtweges zum ihnen zugewiesenen Sammelplatz,
- .2 die Fahrgastbelegung und die Anfangsverteilung beruhen auf Kapitel 13 des Codes für Brandsicherheitssysteme (FSS-Code),
- .3 die Fluchteinrichtungen stehen in vollem Umfang zur Verfügung, sofern nichts anderes angegeben ist,
- .4 die Besatzungsmitglieder stehen unverzüglich an den ihnen im Evakuierungsfall zugewiesenen Stationen bereit, um den Fahrgästen beizustehen,
- .5 Rauch, Hitze und giftige Verbrennungsprodukte in Brandgasen haben keine Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Besatzung und der Fahrgäste,
- .6 ein Gruppenverhalten von Familien wird in der Analyse nicht berücksichtigt, und
- .7 Schiffsbewegungen, Krängung und Trimm werden nicht berücksichtigt.

#### 4 Zu betrachtende Szenarien

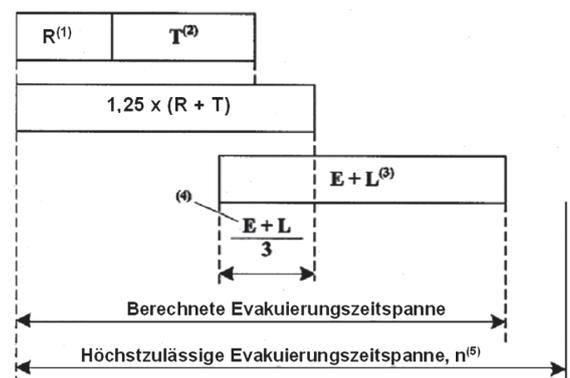
- 4.1 Für die Analyse sind mindestens die folgenden vier Szenarien (Fälle 1 bis 4) zu betrachten. Falls umfangreichere Daten zur Berücksichtigung der Verteilung der Besatzung verfügbar sind, dürfen sie genutzt werden.
- .1 Fall 1 (Primär-Evakuierungsfall, Nacht) und Fall 2 (Primär-Evakuierungsfall, Tag) entsprechend Kapitel 13 des Codes für Brandsicherheitssysteme.
  - .2 Fall 3 (Sekundär-Evakuierungsfälle, Nacht) und Fall 4 (Sekundär-Evakuierungsfälle, Tag). In diesen Fällen wird nur der senkrechte Hauptbrandabschnitt einer weiteren Betrachtung unterzogen, der die längste individuelle Musterevakuierungszeitpanne verursacht. Bei diesen Fällen wird die gleiche Populationsdemografie wie bei den Primär-Evakuierungsfällen verwendet. Bei den Fällen 3 und 4 sind beide nachfolgend aufgeführten Alternativen zu betrachten. Für Ro-Ro-Fahrgastschiffe ist die Alternative 1 zu bevorzugen:
    - .1 Alternative 1: Ein vollständig durchgehender Treppenaufgang mit der größten Treppenkapazität, die vorher in dem betrachteten senkrechten Hauptbrandabschnitt verwendet worden ist, wird als nicht verfügbar für die Simulation angesehen, oder
    - .2 Alternative 2: 50 v. H. der Personen in einem der senkrechten Hauptbrandabschnitte, der sich benachbart zum betrachteten senkrechten Hauptbrandabschnitt befindet, sind gezwungen, sich in diesen Abschnitt zu begeben und zum entsprechenden Sammelplatz weiterzugehen. Der benachbarte Abschnitt mit der größten Belegung ist auszuwählen.
- 4.2 Gegebenenfalls können die folgenden zusätzlichen Szenarien betrachtet werden:
- .1 Fall 5 (freies Deck): Falls ein freies Deck für eine Nutzung durch Fahrgäste eingerichtet ist und eine Bruttofläche von mehr als 400 m<sup>2</sup> hat oder mehr als 200 Personen Platz bietet, muss der folgende zusätzliche Tagfall untersucht werden: Alle Personen sind so zu verteilen, wie für den Primär-Evakuierungsfall, Tag (Fall 2) vorgegeben, wobei das freie Deck als ein zusätzlicher Gesellschaftsraum mit einer Anfangsdichte von 0,5 Personen/m<sup>2</sup> bezogen auf die Bruttofläche des Decks betrachtet wird.
  - .2 Fall 6 (Einbootung): Falls Einbootungsstationen und Sammelplätze räumlich getrennt sind, muss bei der Bestimmung der Einbootungs- und Aussetzzeitpanne (E + L) eine Analyse der Laufzeitpanne vom Sammelplatz zum Einstiegspunkt des Rettungsmittels berücksichtigt werden. Alle Personen, für deren Beförderung das Schiff zertifiziert ist, sind anfänglich entsprechend dem ausgewiesenen Aufnahmevermögen der Sammelplätze verteilt. Die Personen bewegen sich gemäß den Verfahren des Betreibers und auf den festgelegten Wegen

zum Einstiegspunkt des Rettungsmittels. Die für das Besteigen des Rettungsmittels benötigte Zeit wird im Verlauf der Typenprobung des Rettungsmittels bestimmt und braucht deshalb bei der Simulation nicht im Einzelnen behandelt zu werden. Jedoch muss eine Staubildung unmittelbar vor dem Rettungsmittel als Teil der Simulation berücksichtigt werden. Diese Staus müssen als Blockade oder Hindernis für passierende Fahrgäste oder Besatzungsmitglieder betrachtet werden, das heißt mit einer Flussrate für das Besteigen des Rettungsmittels erzeugt werden, die der während der Erprobung des Rettungsmittels beobachteten entspricht.

- 4.3 Für den Fall, dass die in den vorstehenden Fällen angegebene berechnete Gesamtanzahl der Personen an Bord größer ist als die höchstzulässige Personenanzahl, für deren Beförderung das Schiff zertifiziert ist, ist die Anfangsverteilung der Personen so zu reduzieren, dass die Gesamtanzahl der Personen der höchstzulässigen Personenanzahl des Schiffes entspricht.

#### 5 Leistungsanforderungen

- 5.1 Die folgenden Leistungsanforderungen, wie in Abbildung 5.1 dargestellt, sind zu erfüllen:  
Berechnete Gesamt-Evakuierungszeitpanne:
- $$1,25 (R+T) + 2/3 (E+L) \leq n \quad (1)$$
- $$(E+L) \leq 30 \text{ min} \quad (2)$$
- 5.2 In Leistungsanforderung (1) ist:
- .1 bei Ro-Ro-Fahrgastschiffen,  $n = 60$  und
  - .2 bei Fahrgastschiffen, die keine Ro-Ro-Fahrgastschiffe sind,  $n = 60$ , wenn das Schiff bis zu drei senkrechte Hauptbrandabschnitte hat, und  $n = 80$ , wenn das Schiff mehr als drei senkrechte Hauptbrandabschnitte hat.
- 5.3 Leistungsanforderung (2) stimmt mit Regel III/21.1.3 SOLAS überein.



- (1) gemäß der ausführlichen Spezifikation der Analysemethode
- (2) berechnet entsprechend den Anlagen dieser Richtlinien
- (3) maximal 30 min in Übereinstimmung mit Regel III/21.1.3 SOLAS
- (4) Überlappungszeitpanne =  $1/3 (E + L)$
- (5) Werte von  $n$  (min) entsprechend Absatz 5.2

**Abbildung 5.1**

5.4 E+L sind auf folgenden Grundlagen getrennt zu berechnen

- .1 Ergebnisse von Großversuchen mit vergleichbaren Schiffen und Evakuierungssystemen,
- .2 Ergebnisse einer Einbootungsanalyse auf Grundlage einer Simulation, oder
- .3 von den Herstellern zur Verfügung gestellte Daten. In diesem Fall ist jedoch die Berechnungsmethode einschließlich des Wertes des verwendeten Sicherheitsfaktors zu dokumentieren.

Die Einbootungs- und Aussetzzeitspanne (E+L) muss klar dokumentiert werden, um im Falle einer Änderung von Rettungsmitteln verfügbar zu sein.

5.5 In Fällen, in denen keine der drei vorstehenden Methoden angewendet werden kann, ist E+L mit 30 min anzunehmen.

**6 Dokumentation**

Die Dokumentation der Analyse muss über folgende Einzelheiten Aufschluss geben:

- .1 Grundlegende Annahmen für die Analyse,
- .2 schematische Darstellung der räumlichen Anordnung der Abschnitte, die der Analyse unterworfen worden sind,
- .3 Anfangsverteilung der Personen bei jedem betrachteten Szenarium,
- .4 für die Analyse angewandte Methodik, sofern abweichend von diesen Richtlinien,
- .5 Einzelheiten der Berechnungen,
- .6 Gesamt-Evakuierungszeitspanne,
- .7 erkannte Stellen mit Staubildung, und
- .8 erkannte Bereiche mit gegenläufigen und sich kreuzenden Strömen

**7 Korrekturmaßnahmen**

7.1 Falls bei neuen Schiffen die berechnete Gesamt-Evakuierungszeitspanne größer ist als die zulässige Gesamt-Evakuierungszeitspanne, sind während der Entwurfsphase Korrekturmaßnahmen durch entsprechende Änderungen der das Evakuierungssystem beeinflussenden Einrichtungen vorzunehmen, um eine akzeptierbare Gesamt-Evakuierungszeitspanne zu erreichen.

7.2 Falls bei vorhandenen Schiffen die berechnete Gesamt-Evakuierungszeitspanne größer ist als die zulässige Gesamt-Evakuierungszeitspanne, sind die Evakuierungsverfahren an Bord im Hinblick auf geeignete Maßnahmen zu überarbeiten, die Staus an den von der Analyse eventuell aufgezeigten Stellen verringern können.

\*\*\*

**Anlage 2****Richtlinien für eine vereinfachte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe****1 Besondere Annahmen**

Die vorliegende Methode zur Abschätzung der Evakuierungszeitspanne ist von einfacher Art, und des-

halb gelten für die Evakuierungsanalyse die folgenden allgemeinen Annahmen:

- .1 Alle Fahrgäste und die Besatzung beginnen gleichzeitig mit der Evakuierung und behindern sich nicht gegenseitig,
- .2 die Anfangs-Laufgeschwindigkeit hängt von der Dichte der Personenverteilung ab, dabei wird unterstellt, dass der Personenfluss nur in Richtung des Fluchtweges erfolgt und dass kein Überholen stattfindet,
- .3 die Personen können sich ohne Behinderungen bewegen,
- .4 der Gegenstrom wird durch einen Gegenstrom-Korrekturfaktor berücksichtigt, und
- .5 Vereinfachungen werden durch einen Korrekturfaktor und einen Sicherheitsfaktor berücksichtigt. Der Sicherheitsfaktor beträgt 1,25.

**2 Berechnung der Evakuierungszeitspanne**

Die folgenden Komponenten sind zu betrachten:

- .1 Die Reaktionszeitspanne (R) beträgt 10 min für den Nachtfall und 5 min für den Tagfall,
- .2 die Laufzeitspanne (T) wird entsprechend der in Anhang 1 beschriebenen Methode berechnet, und
- .3 die Einbootungs- und Aussetzzeitspanne (E+L).

**3 Ermittlung von Staus**

Staus werden durch die folgenden Kriterien ermittelt:

- .1 Die Anfangsdichte ist gleich oder größer als 3,5 Personen/m<sup>2</sup>; und
- .2 Der Unterschied zwischen den berechneten Zu- und Abflüssen ( $F_c$ ) beträgt mehr als 1,5 Personen pro Sekunde.

**Anhang 1****Methode zur Berechnung der Laufzeitspanne (T)****1 Zu berücksichtigende Parameter****1.1 Lichte Breite ( $W_c$ )**

Die lichte Breite wird in Gängen und auf Treppen von der Innenkante des Handlaufs bzw. zwischen den Innenkanten der Handläufe gemessen, und bei Türen ist sie die tatsächliche Durchgangsbreite in vollkommen geöffnetem Zustand.

**1.2 Anfangsdichte der Personen (D)**

Die Anfangsdichte der Personen auf einem Fluchtweg ist die Anzahl der Personen (p) dividiert durch die verfügbare Fluchtwegfläche passend zu dem Raum, in welchem sich die Personen ursprünglich befunden haben, und sie wird in (p/m<sup>2</sup>) ausgedrückt.

**1.3 Geschwindigkeit von Personen (S)**

Die Geschwindigkeit (m/s) von Personen entlang des Fluchtweges hängt von dem definierten spezifischen Fluss von Personen (siehe Absatz 1.4) und der Art der Fluchteinrichtungen ab. Werte für die Geschwin-

digkeit von Personen sind in den nachfolgenden Tabellen 1.1 (Anfangsgeschwindigkeit) und 1.3 (Geschwindigkeit nach einem Übergangspunkt als Funktion des spezifischen Flusses) angegeben.

1.4 **Spezifischer Fluss von Personen (F<sub>s</sub>)**

Der spezifische Fluss von Personen (p/m/s) ist die Anzahl der an einer Stelle des Fluchtweges vorbei fliehenden Personen pro Zeiteinheit und pro Einheit der lichten Breite W<sub>c</sub> des betreffenden Weges. Werte für F<sub>s</sub> sind in den nachfolgenden Tabellen 1.1 (Anfangs-F<sub>s</sub> als Funktion der Anfangsdichte) und 1.2 (Maximalwerte) angegeben.

**Tabelle 1.1<sup>2</sup> – Werte für den spezifischen Anfangsfluss und die Anfangsgeschwindigkeit als Funktion der Dichte**

Art der Einrichtung	Anfangsdichte D (p/m <sup>2</sup> )	Spezifischer Anfangsfluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Anfangsgeschwindigkeit von Personen S (m/s)
Gänge	0	0	1,2
	0,5	0,65	1,2
	1,9	1,3	0,67
	3,2	0,65	0,20
	≥ 3,5	0,32	0,10

**Tabelle 1.2<sup>2</sup> – Werte für den maximalen spezifischen Fluss**

Art der Einrichtung	Maximaler spezifischer Fluss F <sub>s</sub> (p/m/s)
Treppen (abwärts)	1,1
Treppen (aufwärts)	0,88
Gänge	1,3
Türöffnungen	1,3

**Tabelle 1.3<sup>2</sup> – Werte für den spezifischen Fluss und Geschwindigkeit**

Art der Einrichtung	Spezifischer Fluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Geschwindigkeit von Personen S (m/s)
Treppen (abwärts)	0	1,0
	0,54	1,0
	1,1	0,55
Treppen (aufwärts)	0	0,8
	0,43	0,8
	0,88	0,44
Gänge	0	1,2
	0,65	1,2
	1,3	0,67

<sup>2</sup> Diese Werte sind von landseitigen Treppen, Gängen und Türen in öffentlichen Gebäuden hergeleitet und aus der Veröffentlichung „SFPE Fire Protection Engineering Handbook, 2nd edition NFPA 1995“ entnommen worden.

1.5 **Rechnerischer Personenfluss F<sub>c</sub>**

Der rechnerische Personenfluss (p/s) ist die vorhergesagte Anzahl von Personen, die pro Zeiteinheit einen bestimmten Punkt auf einem Fluchtweg passieren werden. Er errechnet sich aus:

$$F_c = F_s W_c \tag{1.5}$$

1.6 **Flusszeitspanne (t<sub>f</sub>)**

Die Flusszeitspanne (s) ist die für N Personen benötigte Gesamtzeitspanne, um sich an einem Punkt im Fluchtwegssystem vorbei zu bewegen und wird wie folgt berechnet:

$$t_f = N/F_c \tag{1.6}$$

1.7 **Übergänge**

Übergänge sind diejenigen Stellen in einem Fluchtwegssystem, wo sich die Bauart (z. B. von einem Gang auf eine Treppe) oder die Abmessungen eines Fluchtweges ändern oder wo sich Wege vereinigen oder verzweigen. An einem Übergang ist die Summe aller austretenden rechnerischen Flüsse gleich der Summe aller eintretenden rechnerischen Flüsse:

$$\sum F_c(in)_i = \sum F_c(out)_j \tag{1.7}$$

Hierbei ist:

F<sub>c</sub>(in)<sub>i</sub> = Der an einem Übergang auf dem Weg (i) eintretende rechnerische Fluss

F<sub>c</sub>(out)<sub>j</sub> = Der von einem Übergang auf dem Weg (j) austretende rechnerische Fluss

1.8 **Laufzeitspanne T, Korrekturfaktor und Gegenstrom-Korrekturfaktor**

Die Laufzeitspanne T in Sekunden wird wie folgt berechnet:

$$T = (\gamma + \delta) t_i \tag{1.8}$$

Hierbei ist:

γ = der zu berücksichtigende Korrekturfaktor von 2,0 für die Fälle 1 und 2 und von 1,3 für die Fälle 3 und 4,

δ = der zu berücksichtigende Gegenstrom-Korrekturfaktor von 0,3, und

t<sub>i</sub> = die maximale in Sekunden ausgedrückte Laufzeitspanne unter Idealbedingungen, ermittelt nach dem in Absatz 2 dieses Anhangs angegebenen Berechnungsverfahren.

2 **Verfahren zur Berechnung der Laufzeitspanne unter Idealbedingungen**

2.1 **Formelzeichen**

Zur Veranschaulichung des Verfahrens werden die folgenden Formelzeichen verwendet:

t<sub>stair</sub> = Treppen-Laufzeitspanne (s) des Fluchtweges zum Sammelplatz,

t<sub>deck</sub> = Laufzeitspanne (s), um sich vom entferntesten Punkt eines Fluchtweges auf einem Deck zur Treppe zu begeben,

t<sub>assembly</sub> = Laufzeitspanne (s), um sich vom Ende der Treppe zum Eingang des zugewiesenen Sammelplatzes zu begeben.

## 2.2 Quantifizierung der Flusszeitspanne

Die Berechnung besteht aus folgenden Grundschritten:

- .1 Schematisierung der Fluchtwege als ein hydraulisches Netzwerk, in dem die Rohre von den Gängen und Treppen, die Ventile allgemein von den Türen und Hindernissen/Engstellen und die Tanks von den Gesellschaftsräumen gebildet werden.
- .2 Berechnung der Dichte  $D$  auf den Hauptfluchtwegen jedes Decks. Bei an einem Gang liegenden Kabinenreihen wird angenommen, dass die in den Kabinen befindlichen Personen gleichzeitig den Gang betreten; daher entspricht die Gangdichte der Anzahl Kabinenbewohner pro Gang-Flächeneinheit unter Berücksichtigung seiner lichten Breite. Bei Gesellschaftsräumen wird angenommen, dass alle Personen gleichzeitig an der Ausgangstür mit der Evakuierung beginnen (der bei der Berechnung zu veranschlagende spezifische Fluss ist gleich dem maximalen spezifischen Fluss der Tür); die Anzahl der flüchtenden Personen, welche die einzelne Tür benutzen, kann als proportional zur lichten Breite der Tür angenommen werden.
- .3 Berechnung des spezifischen Anfangsflusses  $F_s$  durch lineare Interpolation von Tabelle 1.1 als Funktion der Dichten.
- .4 Berechnung des Flusses  $F_c$  für Gänge und Türen in Richtung der entsprechenden zugewiesenen Fluchttreppe.
- .5 Sobald ein Übergang erreicht ist, wird der austretende rechnerische Fluss bzw. werden die austretenden rechnerischen Flüsse  $F_c$  nach der Formel (1.7) berechnet. In Fällen, bei denen vom Übergang zwei oder mehr Wege abgehen, wird angenommen, dass der abgehende Fluss  $F_c$  jedes Weges proportional zu seiner lichten Breite ist. Den austretenden spezifischen Fluss bzw. die austretenden spezifischen Flüsse  $F_s$  erhält man durch Division des austretenden rechnerischen Flusses bzw. der austretenden rechnerischen Flüsse durch die lichte(n) Breite(n); hierfür gibt es zwei Möglichkeiten:
  - .1  $F_s$  überschreitet nicht den in Tabelle 1.2 ausgewiesenen Maximalwert; die entsprechende Geschwindigkeit ( $S$ ) des austretenden Flusses wird durch lineare Interpolation der Tabelle 1.3 als Funktion des spezifischen Flusses entnommen, oder
  - .2  $F_s$  überschreitet den in Tabelle 1.2 ausgewiesenen Maximalwert; in diesem Fall wird sich am Übergang eine Warteschlange bilden;  $F_s$  ist das Maximum der Tabelle 1.2 und die entsprechende Geschwindigkeit ( $S$ ) des austretenden Flusses wird der Tabelle 1.3 entnommen.
- .6 Das obige Verfahren ist bei jedem Deck zu wiederholen, dabei erhält man eine Reihe von Werten der rechnerischen Flüsse  $F_c$  und Geschwindigkeit  $S$ , die jeder die zugewiesene Fluchttreppe betreten.
- .7 Berechnung der Flusszeitspanne  $t_F$  jeder Treppe und jedes Ganges aus  $N$  (Anzahl der Personen, die eine Treppe oder einen Gang betreten) und dem entsprechenden  $F_c$ . Die Flusszeitspanne  $t_F$  jedes Fluchtweges ist die längste aus denen, die sich auf jeden Teil des Fluchtweges beziehen.
- .8 Die Berechnung der Laufzeitspanne  $t_{deck}$  vom entferntesten Punkt jedes Fluchtweges zur Fluchttreppe ist als das Verhältnis Länge/Geschwindigkeit festgelegt. Für die verschiedenen Teile des Fluchtweges sind die Laufzeitspannen zu addieren, wenn diese Teile nacheinander benutzt werden; anderenfalls ist die größte unter ihnen zu verwenden. Diese Berechnung ist für jedes Deck durchzuführen; da angenommen wird, dass sich die Menschen auf jedem Deck parallel zu der zugewiesenen Fluchttreppe bewegen, ist der dominierende Wert von  $t_{deck}$  als der größte unter ihnen anzunehmen. Für Gesellschaftsräume wird kein  $t_{deck}$  berechnet.
- .9 Berechnung der Laufzeitspanne für jede Treppe als Verhältnis der geeigneten Treppenlänge und der Geschwindigkeit. Für jedes Deck ist die gesamte Treppen-Laufzeitspanne  $t_{stair}$  die Summe der Laufzeitspannen aller Treppen, die das Deck mit dem Sammelplatz verbinden.
- .10 Berechnung der Laufzeitspanne  $t_{assembly}$  vom Ende der Treppe (auf dem Deck des Sammelplatzes) zum Eingang des Sammelplatzes.
- .11 Die gesamte benötigte Zeitspanne, um auf einem Fluchtweg zum zugewiesenen Sammelplatz zu gelangen, errechnet sich aus:
 
$$t_i = t_F + t_{deck} + t_{stair} + t_{assembly} \quad (2.2.11)$$
- .12 Das Verfahren ist sowohl für die Tagesfälle als auch für die Nachtfälle durchzuführen. Daraus ergeben sich für jeden zum zugewiesenen Sammelplatz führenden Hauptfluchtweg zwei Werte für  $t_i$  (einen für jeden Fall).
- .13 Stellen mit Staubildung werden wie folgt definiert:
  - .1 diejenigen Bereiche, bei denen die Anfangsdichte gleich oder größer ist als 3,5 Personen/m<sup>2</sup>, und
  - .2 diejenigen Örtlichkeiten, bei denen die Differenz zwischen dem eintretenden rechnerischen Fluss ( $F_c$ ) und dem austretenden rechnerischen Fluss ( $F_c$ ) größer ist als 1,5 Personen/Sekunde.
- .14 Sobald die Berechnungen für alle Fluchtwege durchgeführt sind, ist für die Berechnung der Laufzeitspanne  $T$  nach der Formel (1.8) der größte Wert  $t_i$  auszuwählen.

**Anhang 2**

**Anwendungsbeispiel**

**1 Allgemeines**

1.1 Dieses Beispiel dient als Erläuterung zur Anwendung der Richtlinien bezüglich der Fälle 1 und 2. Deshalb ist es weder als eine umfassende und vollständige Analyse noch als Angabe des zu verwendenden Datenmaterials anzusehen.

1.2 Das vorliegende Beispiel bezieht sich auf eine frühe Entwurfsanalyse der baulichen Gestaltung eines hypothetischen Kreuzfahrtschiff-Neubaus. Weiterhin wird die Leistungsanforderung mit 60 min angenommen, wie für Ro-Ro-Fahrgastschiffe. Es ist zu beachten, dass zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieses Beispiels keine solche Anforderung für Fahrgastschiffe galt, die keine Ro-Ro-Fahrgastschiffe sind. Das Beispiel dient daher nur zur reinen Veranschaulichung.

**2 Bauliche Eigenschaften des Schiffes**

2.1 Das Beispiel ist auf zwei senkrechte Hauptbrandabschnitte (MVZ 1 und MVZ 2) eines hypothetischen Kreuzfahrtschiffes begrenzt. Für MVZ 1 wird ein Nachtszenario (Fall 1, siehe Abb. 1) betrachtet, während für MVZ 2 ein Tagesszenario (Fall 2, siehe Abb. 2) betrachtet wird.

2.2 In Fall 1 entspricht die Anfangsverteilung insgesamt 449 Personen, die sich wie folgt auf die Besatzungs- und Fahrgastkabinen verteilen: 42 in Deck 5, 65 in Deck 6 (davon 42 im vorderen Teil und 23 in hinteren Teil), 26 in Deck 7, 110 in Deck 9, 96 in Deck 10 und 110 in Deck 11. Deck 8 (Sammelplatz) ist leer.

2.3 In Fall 2 entspricht die Anfangsverteilung insgesamt 1138 Personen, die sich wie folgt auf die Gesellschaftsräume verteilen: 469 in Deck 6, 469 in Deck 7 und 200 in Deck 9. Deck 8 (Sammelplatz) ist leer.

**3 Beschreibung des Systems**

**3.1 Bestimmung der Sammelplätze**

Sowohl für MVZ 1 als auch für MVZ 2 befinden sich die Sammelplätze auf Deck 8, welches auch das Einbootungsdeck ist.

**3.2 Bestimmung der Fluchtwege**

3.2.1 In MVZ 1 verlaufen die Fluchtwege wie folgt (siehe Abb. 3):

.1 Deck 5 ist mit Deck 6 (und dann mit Deck 8, auf dem sich die Sammelplätze befinden) durch eine Treppe (Treppe A) im vorderen Teil des Abschnitts verbunden. Vier Gänge (Gang 1, 2, 3 und 4) und zwei Türen (Tür 1 bzw. 2) verbinden die Kabinen mit Treppe A. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand (Schiffsteil)	W <sub>c</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 5 – Gang 1	0,9	13	11,7	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 5 – Gang 2	0,9	20	18	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 5 – Gang 3	0,9	9,5	8,55	Zu Tür 2
MVZ1 – Deck 5 – Gang 4	0,9	20	18	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 5 – Tür 1	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe A
MVZ1 – Deck 5 – Tür 2	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe A
MVZ1 – Deck 5 – Treppe A	1,35	4,67	N.A.	Aufwärts zu Deck 6

N. A. = nicht anwendbar

.2 Deck 6 ist mit Deck 7 (und dann mit Deck 8) durch zwei Treppen (Treppen A bzw. B im vorderen bzw. hinteren Teil des Abschnitts) verbunden. Vier Gänge (Gang 1, 2, 3 und 4) und zwei Türen (Tür 1 und 2) verbinden die vorderen Kabinen mit Treppe A und zwei Gänge (Gang 5 und 6) und zwei Türen (Tür 3 und 4) verbinden die hinteren Kabinen mit Treppe B. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>c</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 6 – Gang 1	0,9	13	11,7	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 6 – Gang 2	0,9	20	18	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 6 – Gang 3	0,9	9,5	8,55	Zu Tür 2
MVZ1 – Deck 6 – Gang 4	0,9	20	18	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 6 – Tür 1	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe A
MVZ1 – Deck 6 – Tür 2	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe A
MVZ1 – Deck 6 – Treppe A	1,35	4,67	N.A.	Aufwärts zu Deck 7

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 6 – Gang 5	0,9	13	11,7	Zu Tür 3
MVZ1 – Deck 6 – Gang 6	0,9	20	18	Zu Tür 4
MVZ1 – Deck 6 – Tür 3	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe B
MVZ1 – Deck 6 – Tür 4	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe B
MVZ1 – Deck 6 – Treppe B	1,35	4,67	N.A.	Aufwärts zu Deck 7

N. A. = nicht anwendbar

- .3 Deck 7 ist mit Deck 8 durch Treppe C (von unten kommende Treppen A und B enden auf Deck 7) verbunden. Das obere Ende von Treppe A und B und die Kabinen auf Deck 7 sind mit Treppe C durch acht Gänge verbunden; die Türen werden zugunsten der Vereinfachung dieses Beispiels hier vernachlässigt. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 7 – Gang 1	0,9	6	5,4	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 7 – Gang 2	0,9	9	8,1	Zu Gang 7
MVZ1 – Deck 7 – Gang 3	0,9	15	13,5	Zu Gang 8
MVZ1 – Deck 7 – Gang 4	0,9	6	5,4	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 7 – Gang 5	0,9	14	12,6	Zu Gang 7
MVZ1 – Deck 7 – Gang 6	0,9	15	13,5	Zu Gang 8
MVZ1 – Deck 7 – Gang 7	2,4	11	26,4	Von Treppe B
MVZ1 – Deck 7 – Gang 8	2,4	9	21,6	Von Treppe A zu Treppe C
MVZ1 – Deck 7 – Treppe C	1,40	4,67	N.A.	Aufwärts zu Deck 8

N. A. = nicht anwendbar

- .4 Deck 11 ist mit Deck 10 durch eine Doppel-treppe (Treppe C) im hinteren Teil des Abschnitts verbunden. Zwei Gänge (Gang 1 und 2) verbinden die Kabinen mit Treppe C durch zwei Türen (Tür 1 bzw. 2). Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 11 – Gang 1	0,9	36	32,4	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 11 – Gang 2	0,9	36	32,4	Zu Tür 2
MVZ1 – Deck 11 – Tür 1	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 11 – Tür 2	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 11 – Treppe C	2,8	4,67	N.A.	Abwärts zu Deck 10

N. A. = nicht anwendbar

- .5 Deck 10 hat eine ähnliche Raumanordnung wie Deck 11. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 10 – Gang 1	0,9	36	32,4	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 10 – Gang 2	0,9	36	32,4	Zu Tür 2
MVZ1 – Deck 10 – Tür 1	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 10 – Tür 2	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 10 – Treppe C	2,8	4,67	N.A.	Abwärts zu Deck 9

N. A. = nicht anwendbar

- .6 Deck 9 hat eine ähnliche Raumanordnung wie Deck 11. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 9 – Gang 1	0,9	36	32,4	Zu Tür 1
MVZ1 – Deck 9 – Gang 2	0,9	36	32,4	Zu Tür 2

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 9 – Tür 1	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 9 – Tür 2	0,9	N.A.	N.A.	Zu Treppe C
MVZ1 – Deck 9 – Treppe C	2,8	4,67	N.A.	Abwärts zu Deck 8

N. A. = nicht anwendbar

- .7 Deck 8, von Deck 5, 6 und 7 (Treppe C) und von Deck 11, 10 und 9 (Treppe C) kommende Personen erreichen den Sammelplatz über die Wege 1 und 2. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Anmerkung
MVZ1 – Deck 8 – Weg 1	2,00	9,50	Zum Sammelplatz
MVZ1 – Deck 8 – Weg 2	2,50	7,50	Zum Sammelplatz

3.2.2 In MVZ 2 verlaufen die Fluchtwege wie folgt (siehe Abb. 4):

- .1 Deck 6 ist mit Deck 7 (und dann mit Deck 8, auf dem sich die Sammelplätze befinden) durch zwei Treppen (Treppe A bzw. B) im vorderen Teil des Abschnitts und durch eine Doppeltreppe (Treppe C) im hinteren Teil des Abschnitts verbunden. Zwei Türen (Tür A bzw. B) verbinden die Gesellschaftsräume mit den Treppen A und B, und zwei Türen (Tür Backbordseite (BB) bzw. Tür Steuerbordseite (StB)) verbinden den Gesellschaftsraum mit Treppe C. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Anmerkung
MVZ2 – Deck 6 – Tür A	1	N.A.	
MVZ2 – Deck 6 – Tür B	1	N.A.	
MVZ2 – Deck 6 – Tür C BB	1,35	N.A.	
MVZ2 – Deck 6 – Tür C StB	1,35	N.A.	
MVZ2 – Deck 6 – Treppe A	1,4	4,67	Aufwärts zu Deck 7
MVZ2 – Deck 6 – Treppe B	1,4	4,67	Aufwärts zu Deck 7
MVZ2 – Deck 6 – Treppe C	3,2	4,67	Aufwärts zu Deck 7

N. A. = nicht anwendbar

- .2 Deck 7 ist mit Deck 8 durch die gleichen baulichen Anordnungen wie Deck 6 mit Deck 7 verbunden. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Anmerkung
MVZ2 – Deck 7 – Tür A	1,7	N.A.	
MVZ2 – Deck 7 – Tür B	1,7	N.A.	
MVZ2 – Deck 7 – Tür C BB	0,9	N.A.	
MVZ2 – Deck 7 – Tür C StB	0,9	N.A.	
MVZ2 – Deck 7 – Treppe A	2,05	4,67	Aufwärts zu Deck 8
MVZ2 – Deck 7 – Treppe B	2,05	4,67	Aufwärts zu Deck 8
MVZ2 – Deck 7 – Treppe C	3,2	4,67	Aufwärts zu Deck 8

N. A. = nicht anwendbar

- .3 Deck 9 ist mit Deck 8 durch eine Doppeltreppe (Treppe C) im hinteren Teil des Abschnitts verbunden. Zwei Türen (Tür BB bzw. Tür StB) verbinden den Gesellschaftsraum mit Treppe C. Die lichten Breiten und Längen sind:

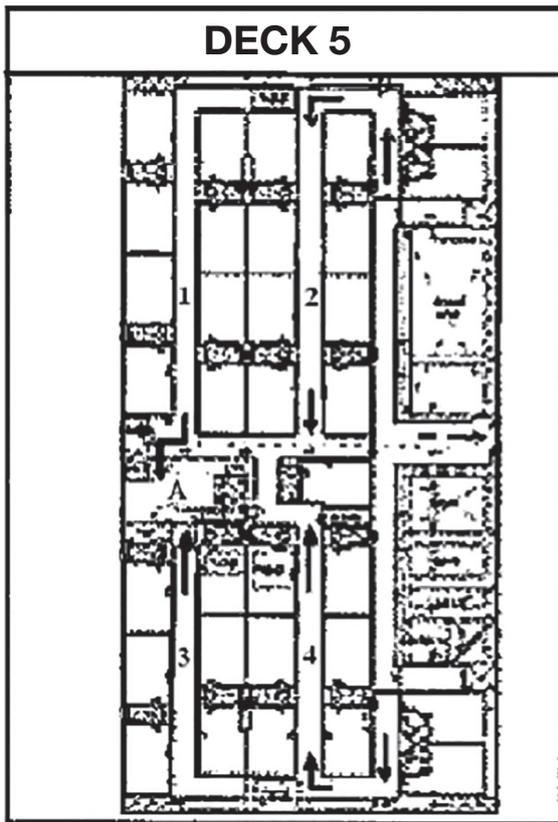
Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Anmerkung
MVZ2 – Deck 9 – Tür C BB	1	N.A.	
MVZ2 – Deck 9 – Tür C StB	1	N.A.	
MVZ2 – Deck 9 – Treppe C	3,2	4,67	Abwärts zu Deck 7

N. A. = nicht anwendbar

- .4 Deck 8, von Deck 6 und 7 (Treppe A und B) kommende Personen erreichen die Einbootungsstation (freies Deck) unmittelbar durch die Türen A und B, während die von Deck 9 (Treppe C) kommenden Personen den Sammelplatz über die Wege 1 und 2 erreichen. Die lichten Breiten und Längen sind:

Gegenstand	W <sub>e</sub> (lichte Breite) [m]	Länge [m]	Anmerkung
MVZ2 – Deck 8 – Tür A	2,05	N.A.	Zur Einbootungsstation
MVZ2 – Deck 8 – Tür B	2,05	N.A.	Zur Einbootungsstation
MVZ2 – Deck 8 – Weg 1	2	9,5	Zum Sammelplatz
MVZ2 – Deck 8 – Weg 2	2,5	7,5	Zum Sammelplatz

N. A. = nicht anwendbar



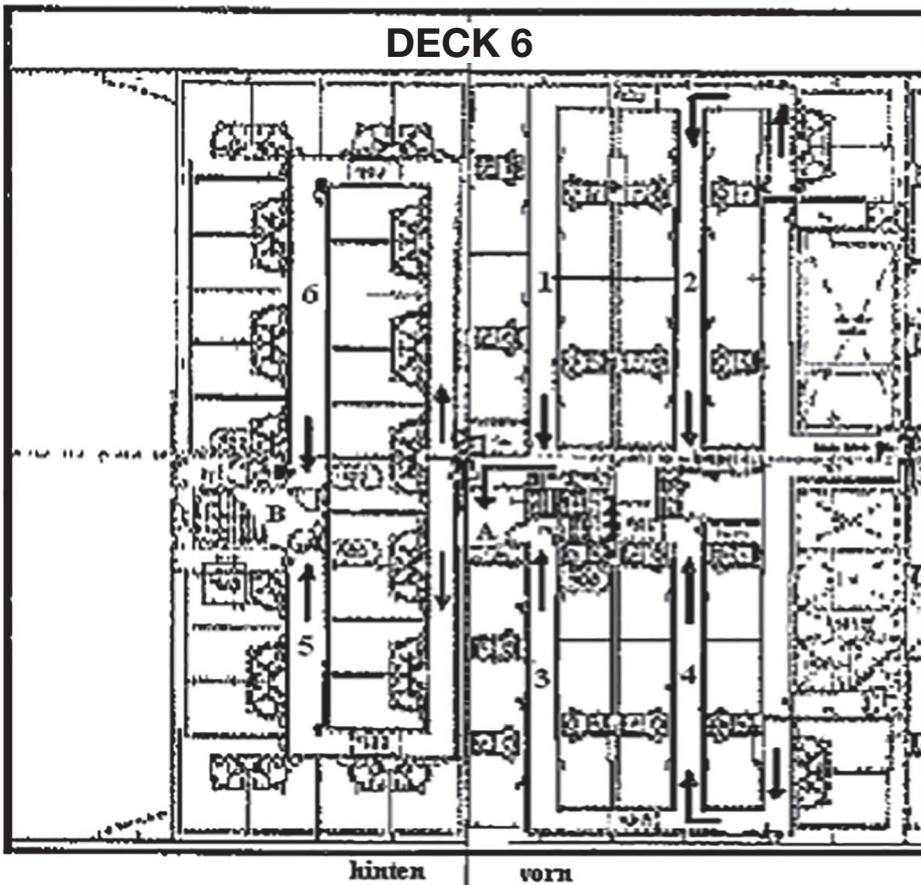
Besatzungskabinen  
(2 Betten)

Gangbreite 0,9m  
Treppenbreite 1,35m

Ganglängen:  
Gang 1: 13m  
Gang 2: 20m  
Gang 3: 9,5m  
Gang 4: 20m

Treppenvorfläche:  
Brutto 8m<sup>2</sup>  
Netto 6m<sup>2</sup>

Abbildung: 1.1 – Fall 1 (Nacht) – Deck 5



Besatzungskabinen  
(2 Betten)

Gangbreite 0,9m  
Treppenbreite 1,35m

Ganglängen:  
Gang 1: 13m  
Gang 2: 20m  
Gang 3: 9,5m  
Gang 4: 20m  
Gang 5: 13m  
Gang 6: 20m

Treppenvorfläche:  
Brutto 8m<sup>2</sup>  
Netto 6m<sup>2</sup>

Abbildung: 1.2 – Fall 1 (Nacht) – Deck 6

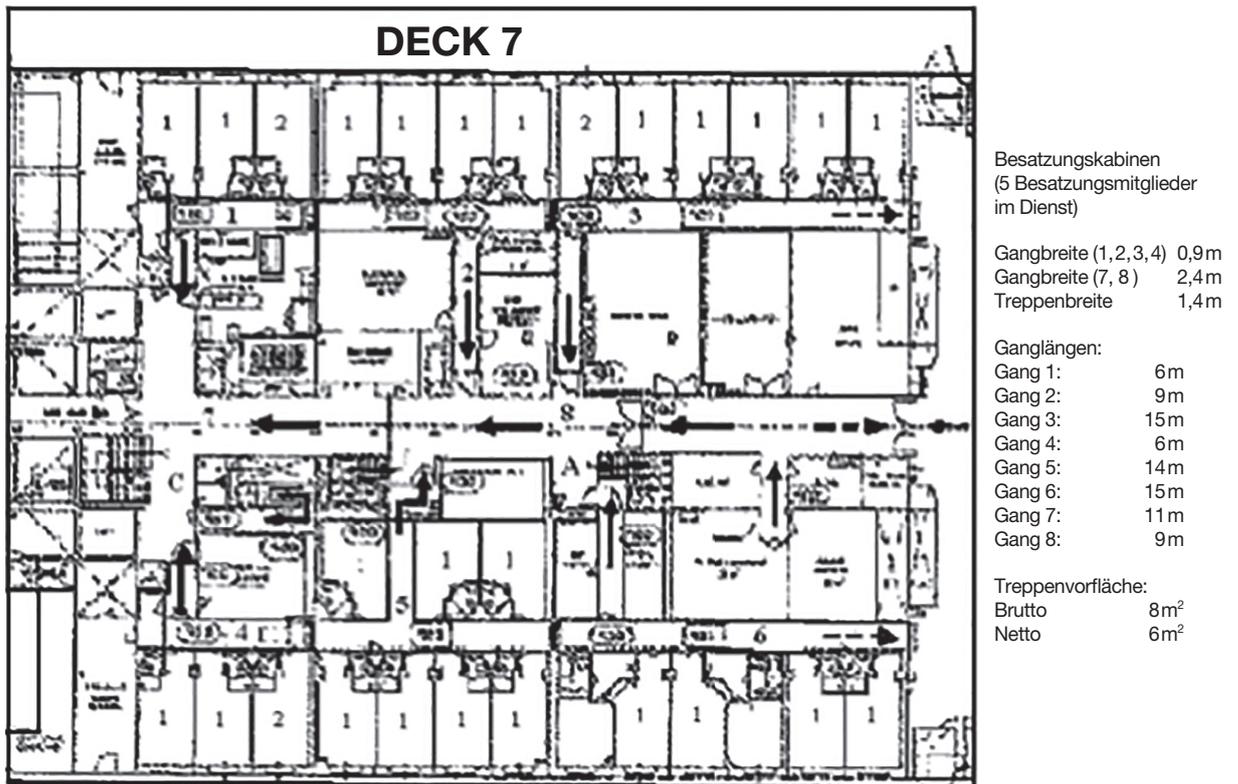


Abbildung: 1.3 – Fall 1 (Nacht) – Deck 7

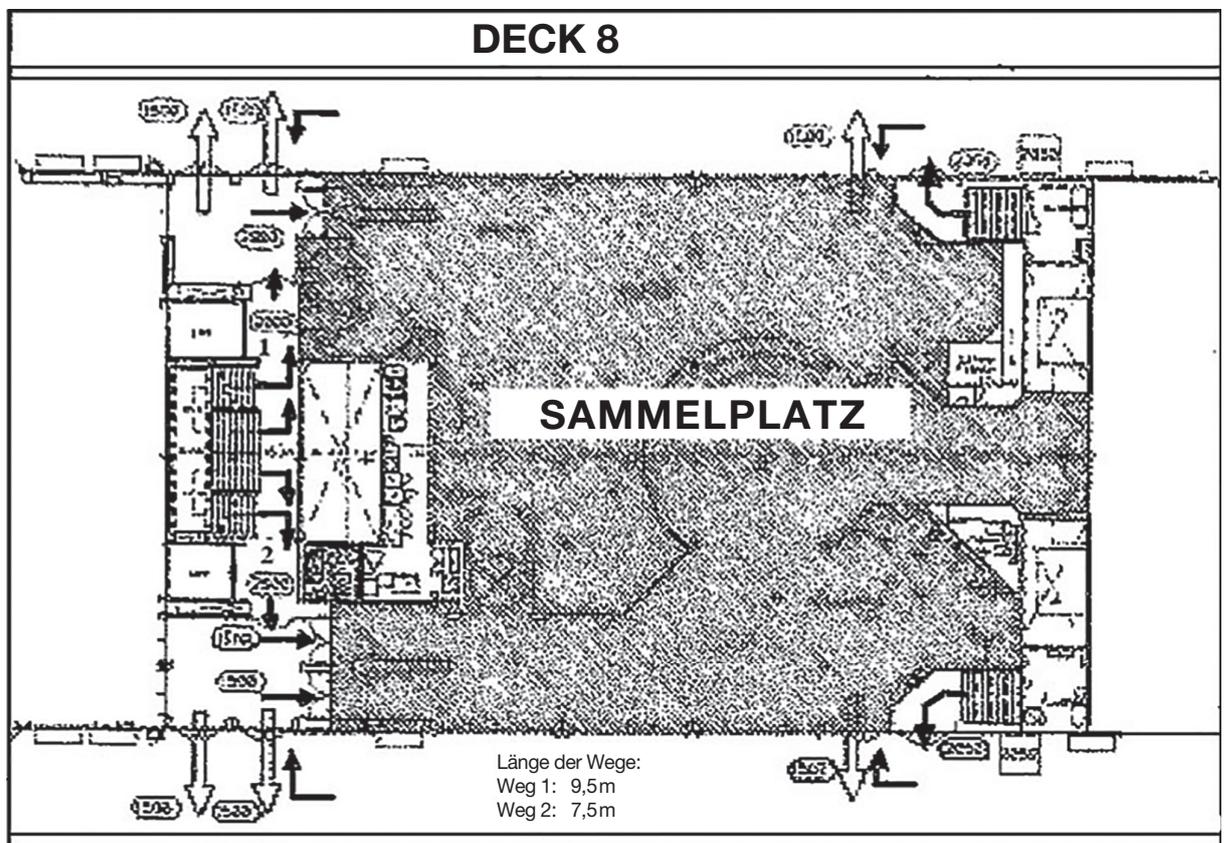


Abbildung: 1.4 – Fall 1 (Nacht) – Deck 8

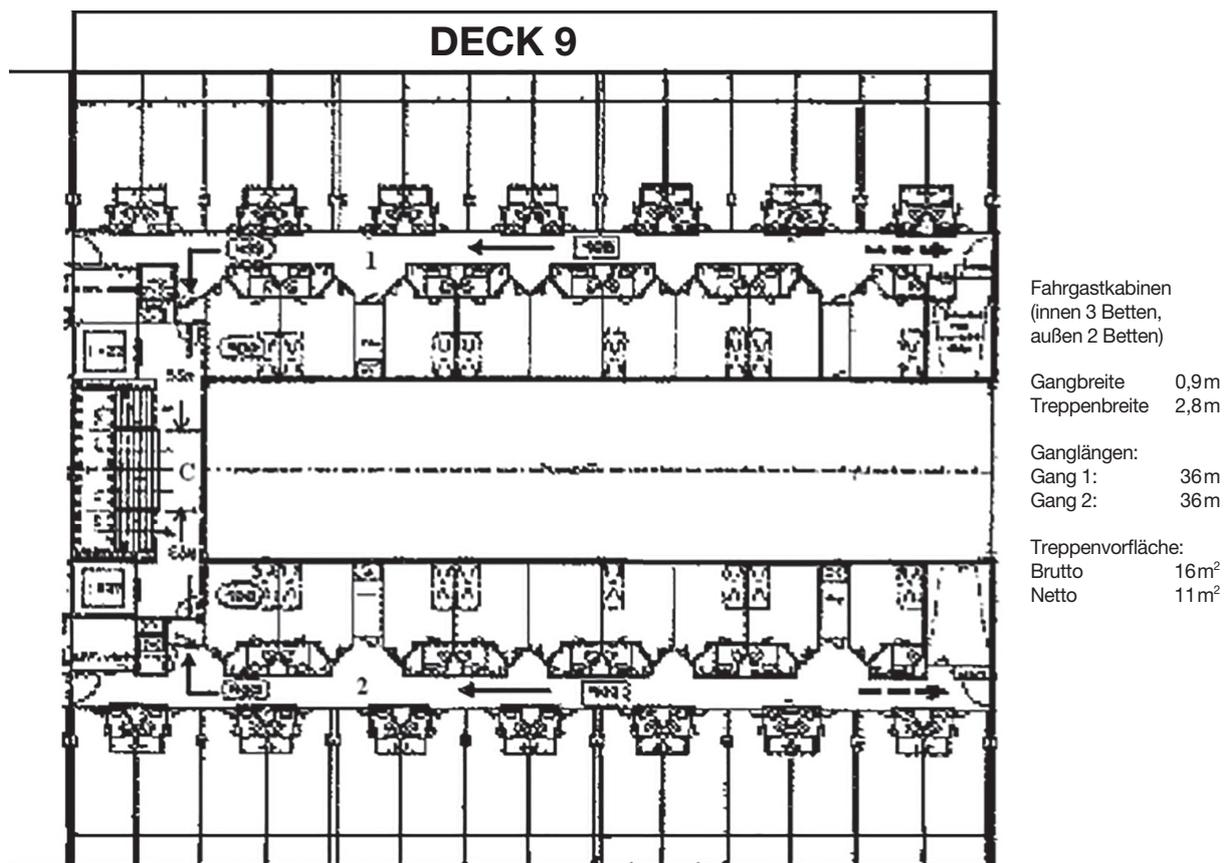


Abbildung: 1.5 – Fall 1 (Nacht) – Deck 9

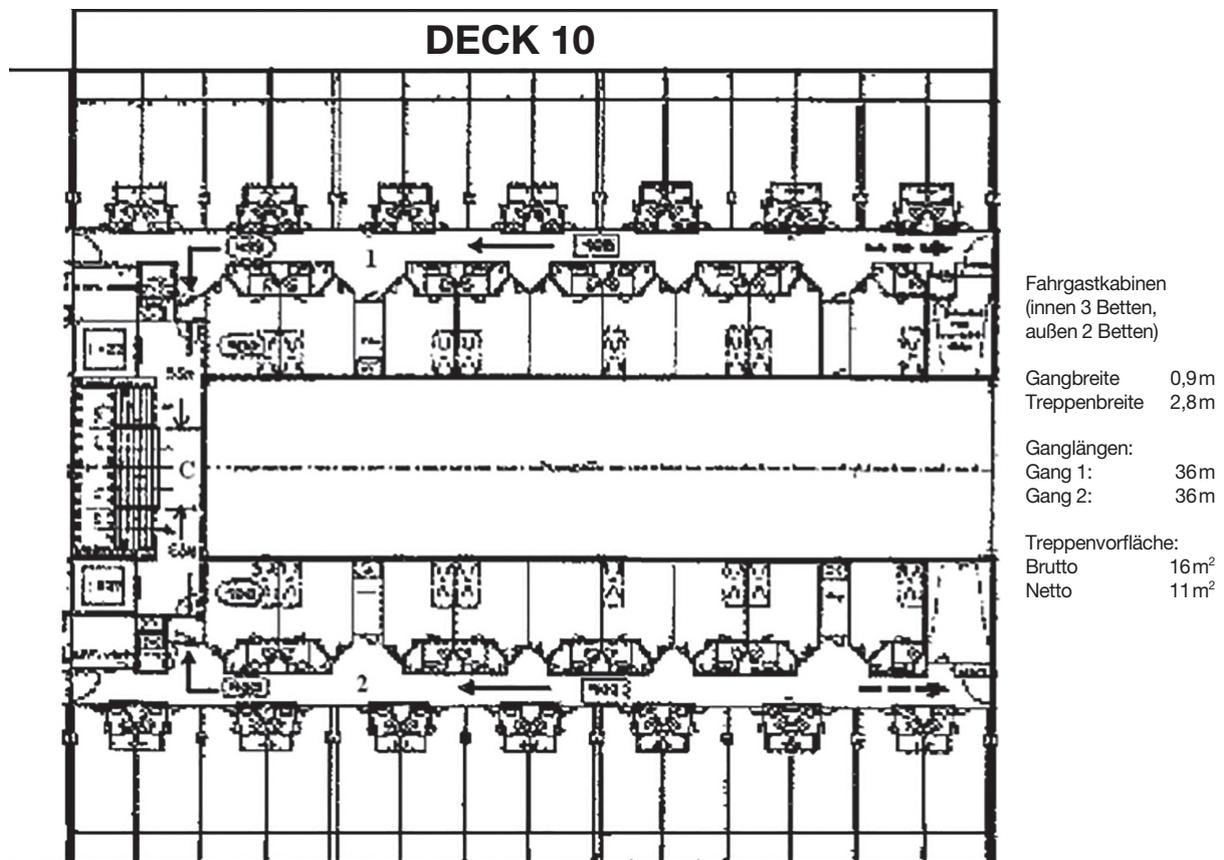
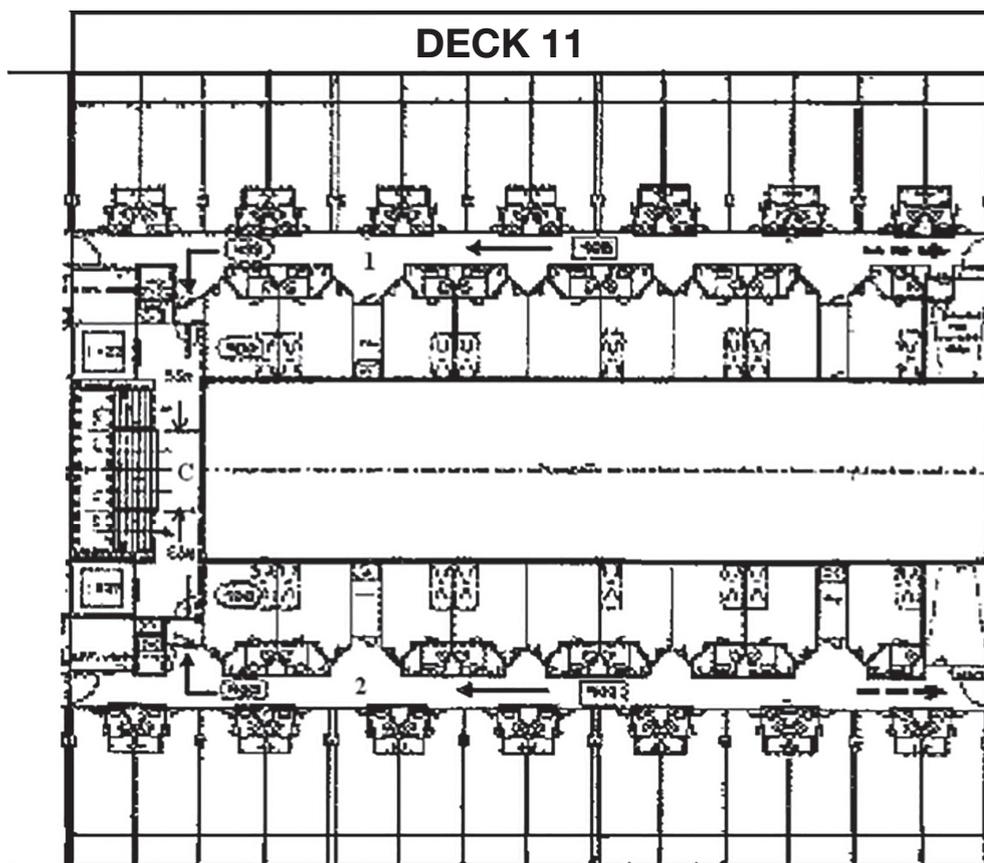


Abbildung: 1.6 – Fall 1 (Nacht) – Deck 10



Fahrgastkabinen  
(innen 3 Betten,  
außen 2 Betten)

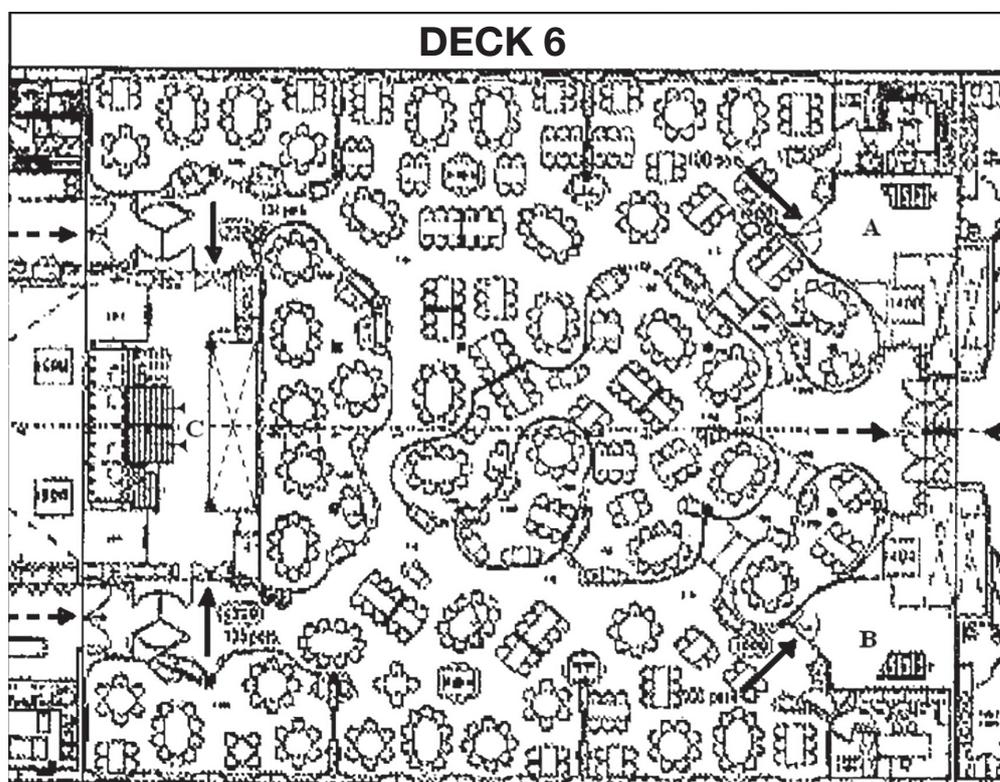
Gangbreite 0,9m  
Treppenbreite 2,8m

Ganglängen:  
Gang 1: 36m  
Gang 2: 36m

Treppenvorfläche:  
Brutto 16m<sup>2</sup>  
Netto 11m<sup>2</sup>

Abbildung: 1.7 – Fall 1 (Nacht) – Deck 11

HINWEIS: die englischen Ausdrücke „Muster Station“ und „Assembly Station“ sind gemäß Rundschreiben MSC/Circ.777 (*Indication of the assembly station in passenger ships*) bedeutungsgleich und werden beide mit „Sammelplatz“ übersetzt.



Treppenbreiten:  
A 1,4m  
B 1,4m  
C 3,2m

Treppenvorflächen:  
Treppen A und B  
Brutto 22m<sup>2</sup>  
Netto 18m<sup>2</sup>  
Treppe C  
Brutto 25m<sup>2</sup>  
Netto 20m<sup>2</sup>

Abbildung: 2.1 – Fall 2 (Tag) – Deck 6

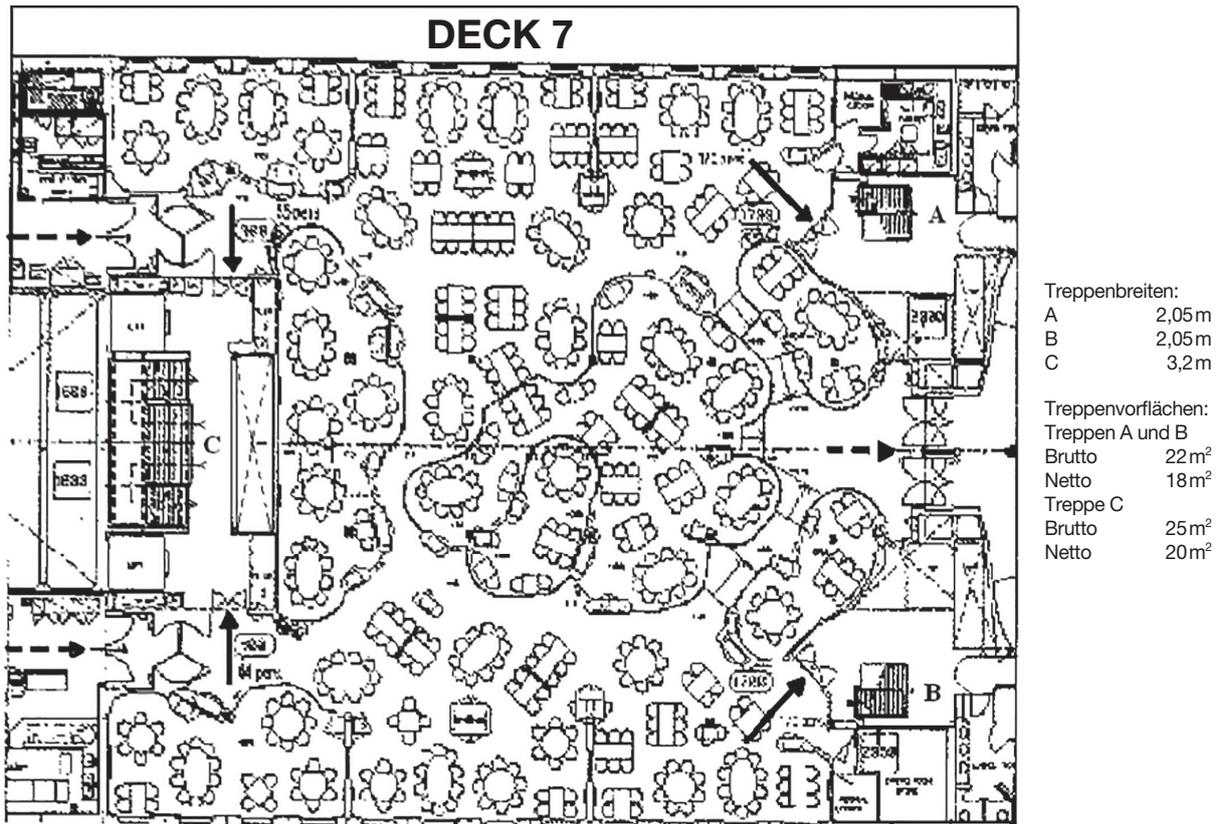


Abbildung: 2.2 – Fall 2 (Tag) – Deck 7

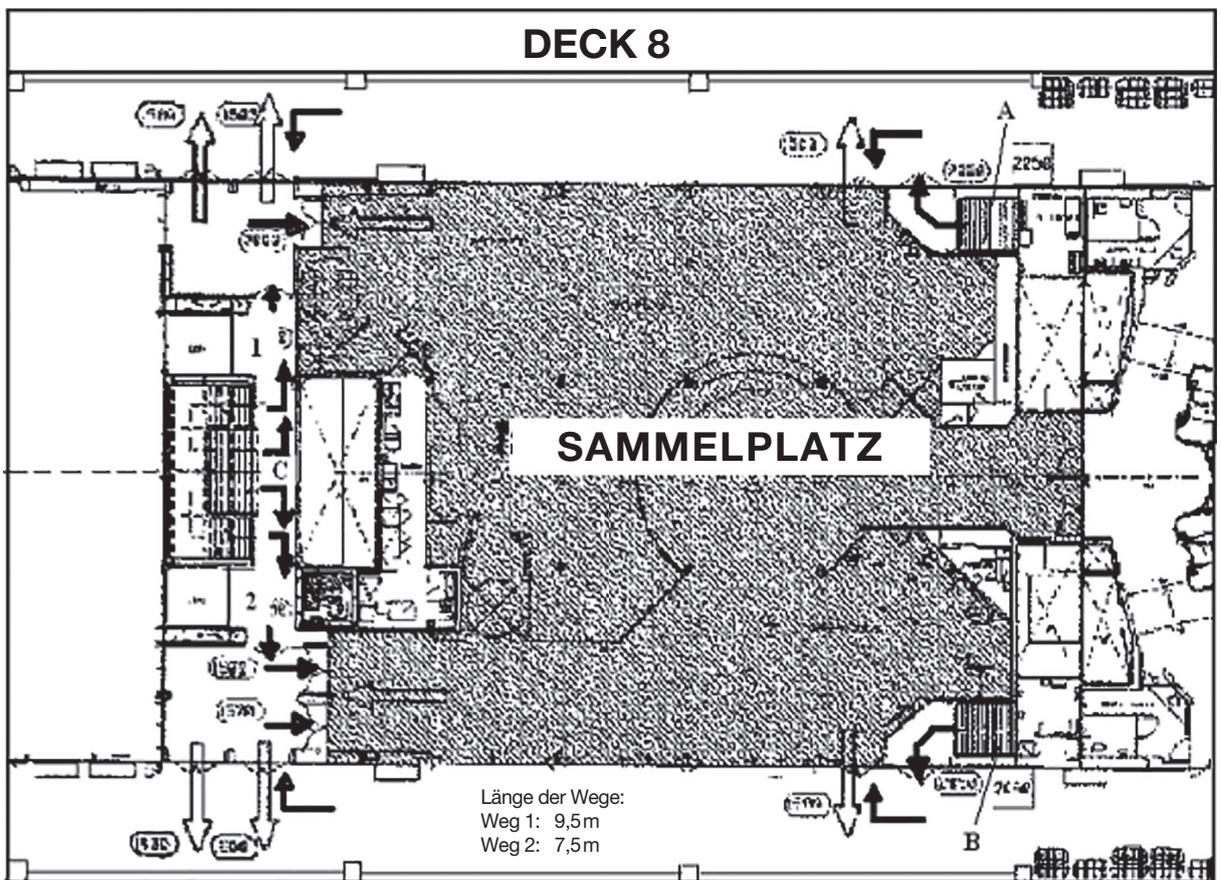


Abbildung: 2.3 – Fall 2 (Tag) – Deck 8

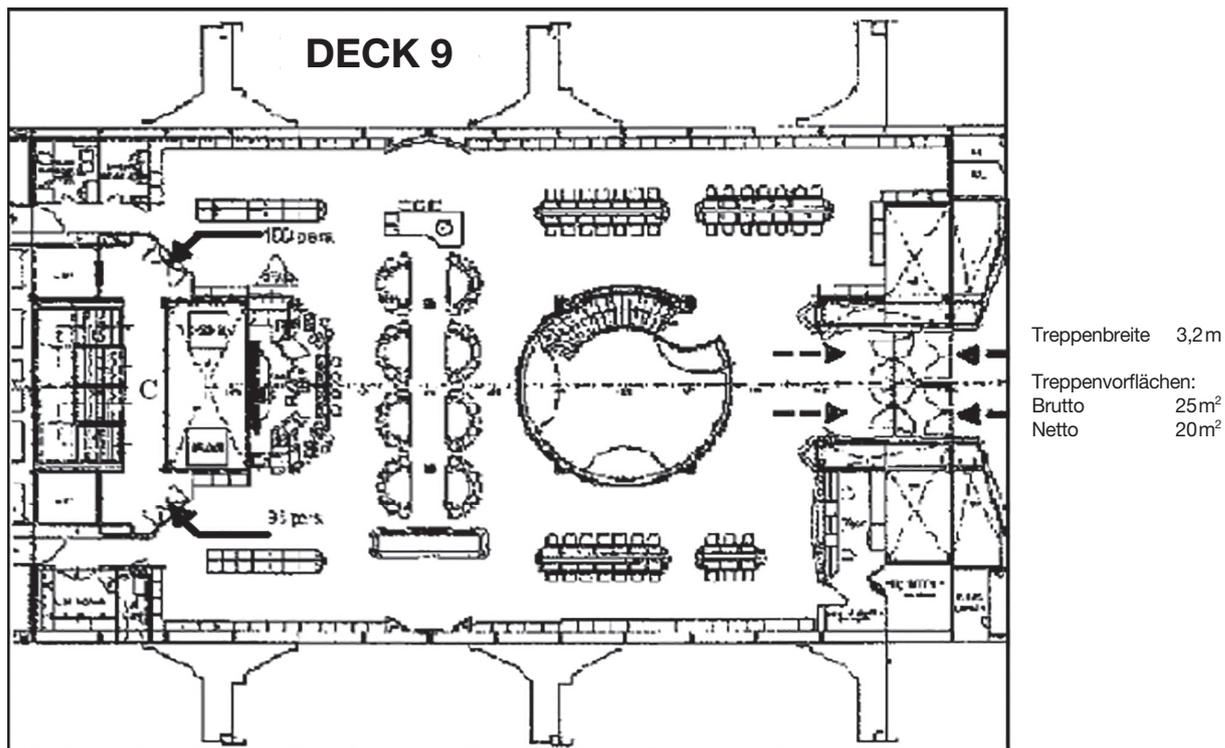


Abbildung: 2.4 – Fall 2 (Tag) – Deck 9

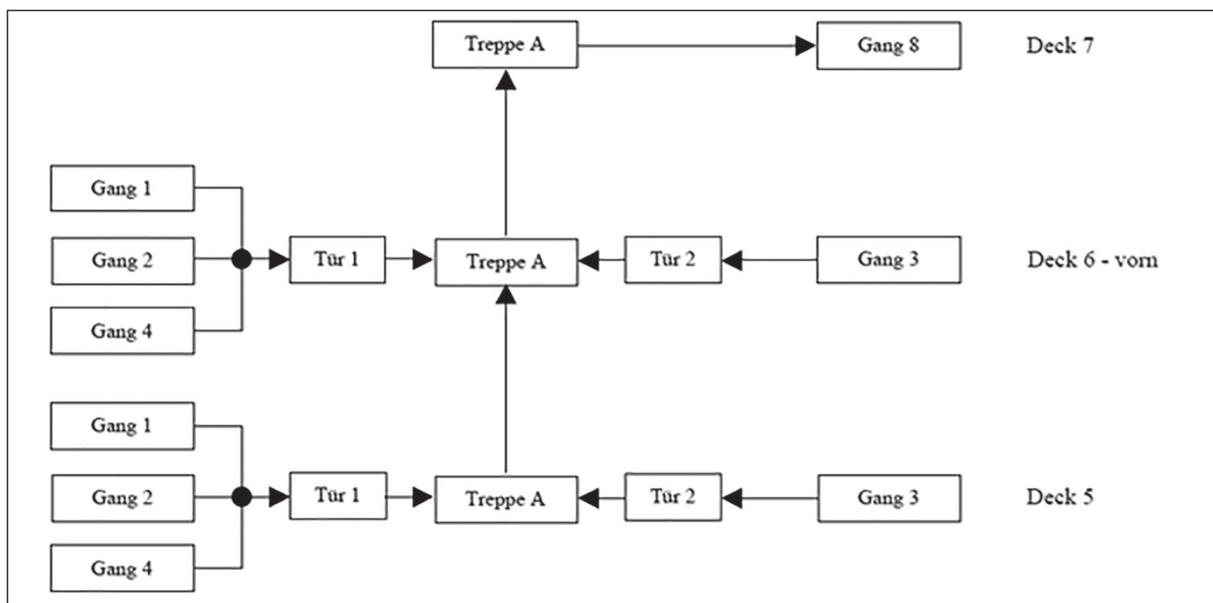


Abbildung: 3.1: Fall 1 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe A – Nachtzustand

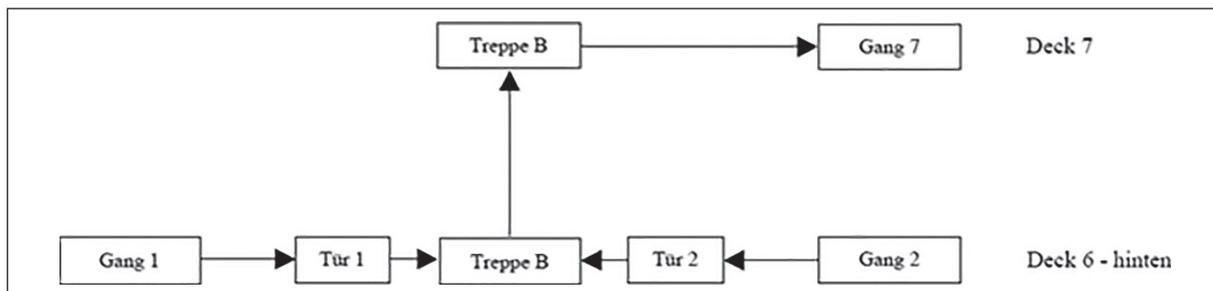


Abbildung: 3.2: Fall 1 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe B – Nachtzustand

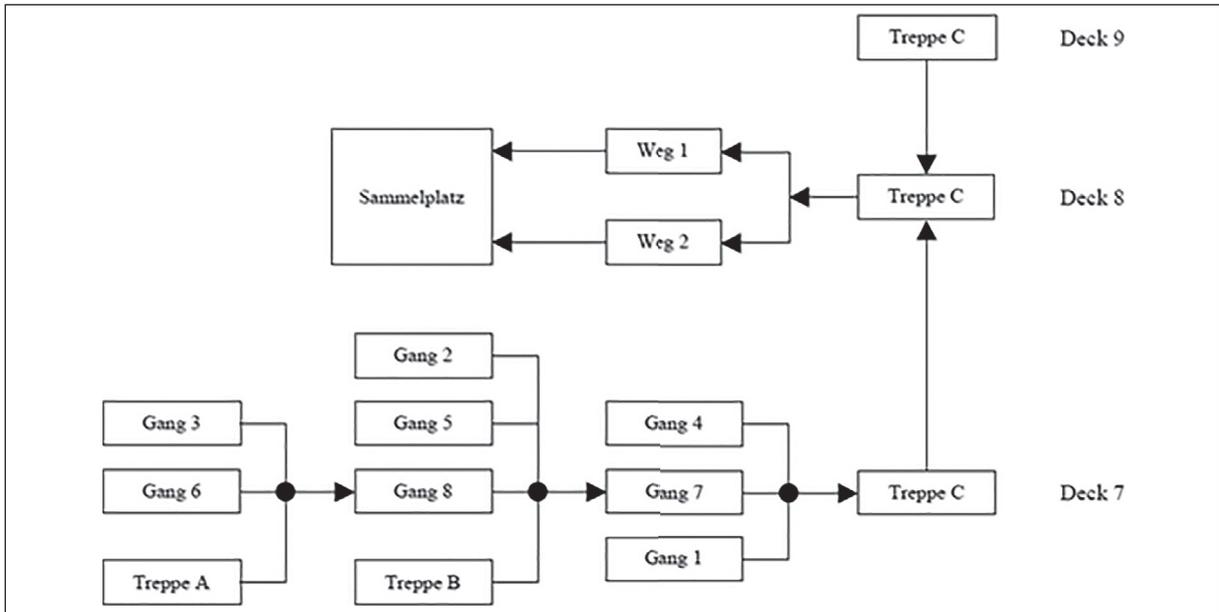


Abbildung: 3.3: Fall 1 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe C – Nachtzustand – unteres Deck und Sammelplatzdeck

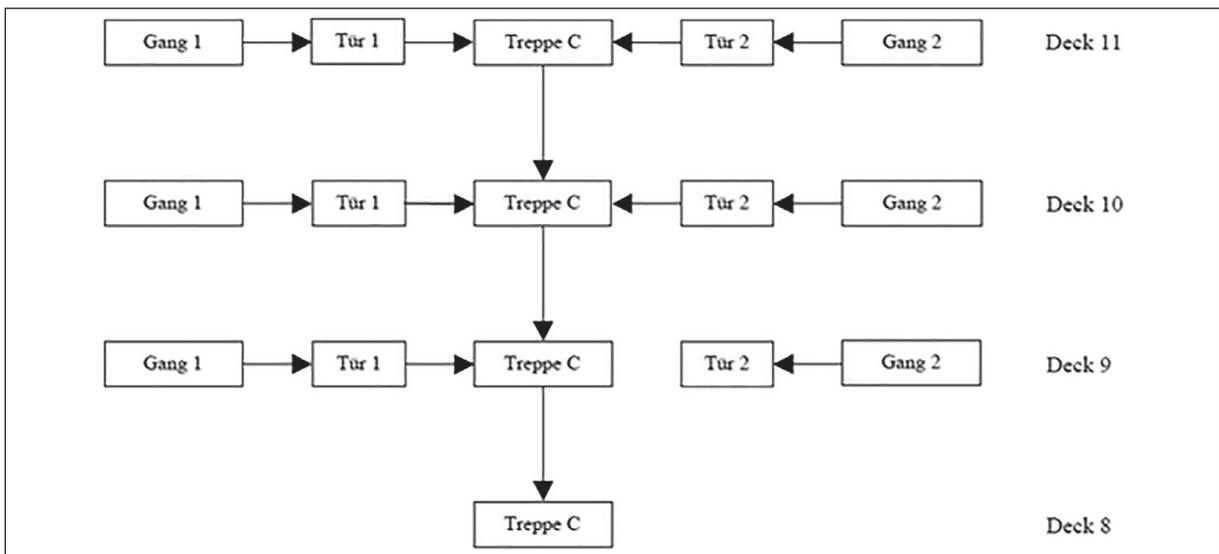


Abbildung: 3.4: Fall 1 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe C – Nachtzustand – obere Decks

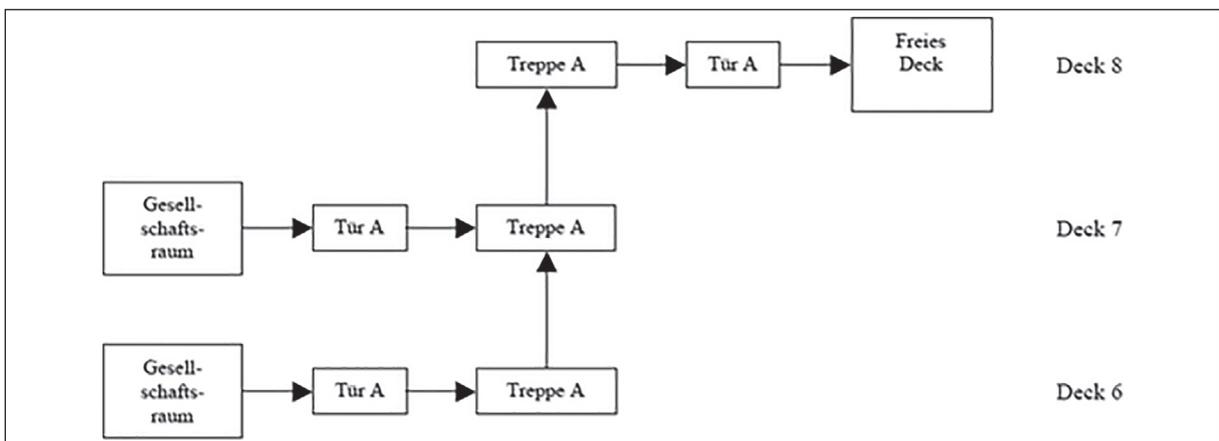


Abbildung: 4.1: Fall 2 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe A – Tagzustand

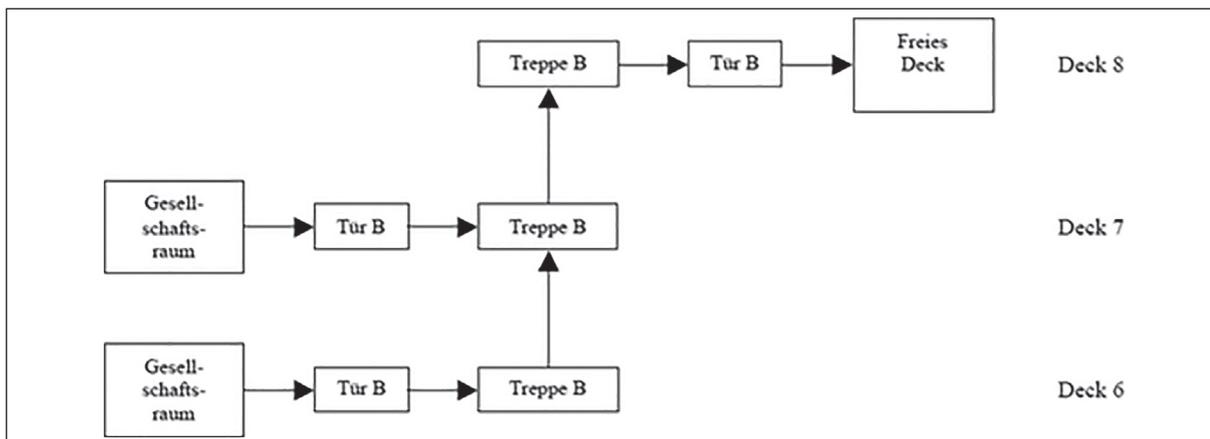


Abbildung: 4.2: Fall 2 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe B – Tagzustand

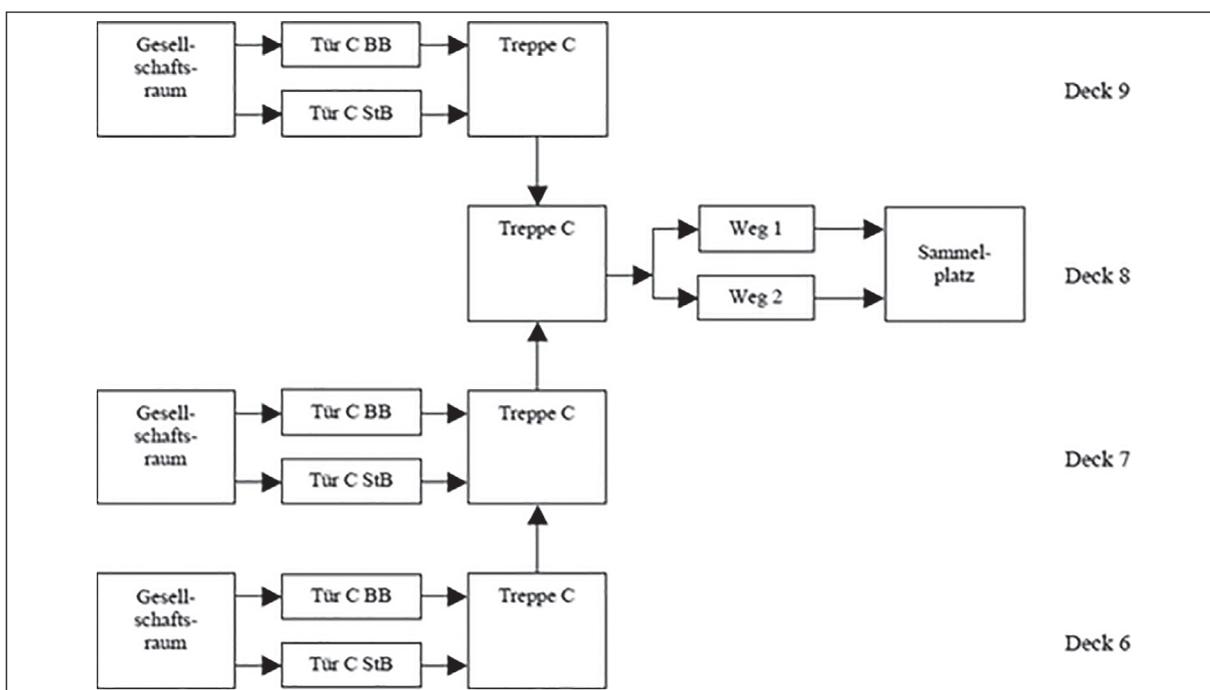


Abbildung: 4.3: Fall 2 – schematische Darstellung des hydraulischen Netzwerkes Treppe C – Tagzustand

HINWEIS: die englischen Ausdrücke „Muster Station“ und „Assembly Station“ sind gemäß Rundschreiben MSC/Circ.777 (*Indication of the assembly station in passenger ships*) bedeutungsgleich und werden beide mit „Sammelplatz“ übersetzt.

4 Betrachtete Szenarien

4.1 Fall 1 bezieht sich auf ein Tagesszenario in MVZ 1 entsprechend Kapitel 13 des Codes für Brandsicherheitssysteme; die 449 Personen sind zu Anfang wie folgt verteilt: 42 in Deck 5, 65 in Deck 6 (davon 42 im vorderen Teil und 23 im hinteren Teil), 26 in Deck 7, 110 in Deck 9, 96 in Deck 10 und 110 in Deck 11. Deck 8 (Sammelplatz) ist leer. In Übereinstimmung mit Absatz 2.2 des Anhangs 1 der Richtlinien wird angenommen, dass sich alle Personen in den Kabinen gleichzeitig in die Gänge begeben. Die entsprechenden Ausgangsbedingungen sind:

MVZ 1 – Gänge	Personen	Anfangsdichte D (p/m <sup>2</sup> )	Spezifischer Anfangsfluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Rechnerischer Fluss F <sub>c</sub> (p/s)	Anfangsgeschwindigkeit von Personen S (m/s)
Deck 5 – Gang 1	11	0,94	0,85	0,77	1,03
Deck 5 – Gang 2	12	0,67	0,73	0,65	1,14
Deck 5 – Gang 3	8	0,94	0,85	0,77	1,04
Deck 5 – Gang 4	11	0,61	0,7	0,63	1,16
Deck 6 – Gang 1	11	0,94	0,85	0,77	1,03

MVZ 1 – Gänge	Personen	Anfangsdichte D (p/m <sup>2</sup> )	Spezifischer Anfangsfluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Rechnerischer Fluss F <sub>c</sub> (p/s)	Anfangsgeschwindigkeit von Personen S (m/s)
Deck 6 – Gang 2	12	0,67	0,73	0,65	1,14
Deck 6 – Gang 3	8	0,94	0,85	0,77	1,04
Deck 6 – Gang 4	11	0,61	0,7	0,63	1,16
Deck 6 – Gang 5	11	0,94	0,85	0,77	1,03
Deck 6 – Gang 6	12	0,67	0,73	0,65	1,14
Deck 7 – Gang 1	4	0,74	0,76	0,69	1,11
Deck 7 – Gang 2	4	0,49	0,64	0,58	1,2
Deck 7 – Gang 3	6	0,44	0,58	0,52	1,2
Deck 7 – Gang 4	4	0,74	0,76	0,69	1,11
Deck 7 – Gang 5	6	0,48	0,62	0,56	1,2
Deck 7 – Gang 6	2	0,15	0,19	0,17	1,2
Deck 7 – Gang 7	0	0	N.A.	N.A.	N.A.
Deck 7 – Gang 8	0	0	N.A.	N.A.	N.A.
Deck 11 – Gang 1	55	1,7	1,21	1,09	0,75
Deck 11 – Gang 2	55	1,7	1,21	1,09	0,75
Deck 10 – Gang 1	48	1,48	1,11	1	0,83
Deck 10 – Gang 2	48	1,48	1,11	1	0,83
Deck 9 – Gang 1	55	1,7	1,21	1,09	0,74
Deck 9 – Gang 2	55	1,7	1,21	1,09	0,74

N. A. = nicht anwendbar

MVZ 1 – Treppen, Türen und Gänge	Personen (N)		Spezifischer Fluss F <sub>s</sub> in (p/m/s)	Maximaler spezifischer Fluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Spezifischer Fluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Rechnerischer Personenfluss F <sub>c</sub> (p/s)	Geschwindigkeit von Personen S (m/s)	Warteschlange	Erläuterungen	Anmerkungen
	Vom aktuellen Weg	Gesamt einschl. jenen von anderen Wegen								
Deck 5 – Tür 1	34	34	2,28	1,3	1,3	1,17	N.A.	Ja	Von Gang 1, 2 und 4	1
Deck 5 – Tür 2	8	8	1,85	1,3	0,85	0,77	N.A.		Von Gang 3	1
Deck 5 – Treppe A	42	42	1,43	0,88	0,88	1,188	0,44	Ja	von Türen 1 und 2	1, 2
Deck 6 – Tür 1	34	34	2,58	1,30	1,3	1,17	N.A.	Ja	Von Gang 1, 2 und 4;	1
Deck 6 – Tür 2	8	8	0,85	1,30	0,85	0,77	N.A.		Von Gang 3	1
Deck 6 – Treppe A	42	84	2,32	0,88	0,88	1,188	0,44	Ja	von Türen 1 und 2, von Deck 5	1, 2
Deck 6 – Tür 3	11	11	0,85	1,30	0,85	0,77	N.A.		Von Gang 5	1
Deck 6 – Tür 4	12	12	0,73	1,30	0,81	0,73	N.A.		Von Gang 4	1
Deck 6 – Treppe B	23	23	1,05	0,88	0,88	1,188	0,44	Ja	von Türen 3 und 4	1, 2
Deck 7 – Gang 8	8	92	0,78	1,3	0,78	1,88	1,09		Von Gang 3 und 6, von Deck 6, Treppe A	1, 3

MVZ 1 – Treppen, Türen und Gänge	Personen (N)		Spezifischer Fluss $F_s$ in (p/m/s)	Maximaler spezifischer Fluss $F_s$ (p/m/s)	Spezifischer Fluss $F_s$ (p/m/s)	Rechnerischer Personenfluss $F_c$ (p/s)	Geschwindigkeit von Personen S (m/s)	Warteschlange	Erläuterungen	Anmerkungen
	Vom aktuellen Weg	Gesamt einschl. jenen von anderen Wegen								
Deck 7 – Gang 7	18	125	1,75	1,3	1,3	3,12	0,67	Ja	Von Gang 2, 5 und 8, von Deck 6, Treppe B	1, 4
Deck 7 – Treppe C	8	133	3,21	0,88	0,88	1,232	0,44	Ja	Von Gang 1, 4 und 7; aufwärts zu Deck 8	1, 2, 5
Deck 11 – Tür 1	55	55	1,21	1,3	1,21	1,09	N.A.		Zu Treppe C	1
Deck 11 – Tür 2	55	55	1,21	1,3	1,21	1,09	N.A.		Zu Treppe C	1
Deck 11 – Treppe C	110	110	0,78	1,1	0,78	2,17	0,81		Abwärts zu Deck 10	1, 2
Deck 10 – Tür 1	48	48	1,11	1,3	1,11	1	N.A.		Zu Treppe C	1
Deck 10 – Tür 2	48	48	1,11	1,3	1,11	1	N.A.		Zu Treppe C	1
Deck 10 – Treppe C	96	206	1,49	1,1	1,10	3,08	0,55	Ja	Abwärts zu Deck 9	1, 2
Deck 9 – Tür 1	55	55	1,21	1,3	1,21	1,09	N.A.		Zu Treppe C	1
Deck 9 – Tür 2	55	55	1,21	1,3	1,21	1,09	N.A.		Zu Treppe C	1
Deck 9 – Treppe C	110	316	1,88	1,1	1,10	3,08	0,55	Ja	Abwärts zu Deck 8	1, 2
Deck 8 – Weg 1	0	200	0,96	1,3	0,96	1,92	0,95		Zum Sammelplatz	1, 6
Deck 8 – Weg 2	0	249	0,96	1,3	0,96	2,4	0,95		Zum Sammelplatz	1, 6

N. A. = nicht anwendbar

#### Anmerkungen:

- Der spezifische Fluss „ $F_s$  in“ ist der spezifische Fluss, der auf den Einzelabschnitt des Fluchtweges trifft; der maximale spezifische Fluss ist der in Tabelle 1.2 des Anhangs 1 von Anlage 2 angegebene maximal zulässige Fluss\*. Der spezifische Fluss ist der für die Berechnungen anzuwendende Fluss, d. h. der kleinere Wert von „ $F_s$  in“ und dem maximal zulässigen Fluss; wenn „ $F_s$  in“ größer ist als der maximal zulässige Fluss, bildet sich eine Warteschlange.

\* im englischen Original steht fälschlicherweise „table 1.3 of appendix 1 of the guidelines“

- Einige Treppen werden sowohl von den von unten (oder von oben) kommenden Personen als auch von dem gerade betrachteten Deck kommenden Personen benutzt; bei der Durchführung der Berechnung für eine Treppe, die Deck N mit Deck N+1 (oder Deck N-1) verbindet, sind die zu berücksichtigenden Personen diejenigen, welche die Treppe auf Deck N betreten zuzüglich diejenigen Personen, die von allen Decks unterhalb (oder oberhalb) von Deck N kommen.
- Auf Deck 7 begeben sich anfangs 8 Personen aus den Kabinen in Gang 8 und 84 Personen kommen von Deck 6 über Treppe A in Gang 8; insgesamt also 92 Personen.
- Auf Deck 7 begeben sich anfangs 18 Personen aus den Kabinen in Gang 7, 23 Personen kommen von Deck 6 über Treppe B in Gang 7 und 84 Personen betreten Gang 8 von Deck 7 über Gang 7 kommend; insgesamt also 125 Personen.

- 5 Auf Deck 7 begeben sich anfangs 8 Personen aus den Kabinen unmittelbar zur Treppe C und 125 Personen erreichen Treppe C von Gang 8 kommend; insgesamt also 133 Personen.
- 6 Auf Deck 8 (Sammelplatz) sind anfangs keine Personen anwesend, deshalb werden die Fluchtwege auf diesem Deck dann von der Gesamtanzahl der Personen benutzt, die von oben oder unten kommen.
- 4.2 Fall 2 bezieht sich auf ein Tagesszenario in MVZ 2 entsprechend Kapitel 13 des Codes für Brandsicherheitssysteme; die 1138 Personen sind zu Anfang wie folgt verteilt: 469 in Deck 6, 469 in Deck 7 und 200 in Deck 9. Deck 8 (Sammelplatz) ist anfangs leer. In Übereinstimmung mit Absatz 2.2 des Anhangs 1 der Richtlinien wird angenommen, dass alle Personen gleichzeitig mit der Evakuierung beginnen und die Ausgangstüren mit ihrem maximalen spezifischen Fluss benutzen. Die entsprechenden Ausgangsbedingungen sind:

MVZ 2 – Türen	Personen	Anfangsdichte D (p/m <sup>2</sup> )	Spezifischer Anfangsfluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Rechnerischer Fluss F <sub>c</sub> (p/s)	Anfangsgeschwindigkeit von Personen S (m/s)
Deck 6 – Tür A	100	N.A.	1,3	1,3	N.A.
Deck 6 – Tür B	100	N.A.	1,3	1,3	N.A.
Deck 6 – Tür C BB	134	N.A.	1,3	1,76	N.A.
Deck 6 – Tür C StB	135	N.A.	1,3	1,76	N.A.
Deck 7 – Tür A	170	N.A.	1,3	2,21	N.A.
Deck 7 – Tür B	170	N.A.	1,3	2,21	N.A.
Deck 7 – Tür C BB	65	N.A.	1,3	1,17	N.A.
Deck 7 – Tür C StB	64	N.A.	1,3	1,17	N.A.
Deck 9 – Tür C StB	100	N.A.	1,3	1,3	N.A.
Deck 9 – Tür C BB	100	N.A.	1,3	1,3	N.A.

N. A. = nicht anwendbar

MVZ 2 – Treppen	Personen (N)		Spezifischer Fluss F <sub>s i<sub>n</sub></sub> (p/m/s)	Maximaler spezifischer Fluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Spezifischer Fluss F <sub>s</sub> (p/m/s)	Rechnerischer Personenfluss F <sub>c</sub> (p/s)	Geschwindigkeit von Personen S (m/s)	Warteschlange	Erläuterungen	Anmerkungen
	Vom aktuellen Weg	Gesamt einschl. jenen von anderen Wegen								
Deck 6 – Treppe A	100	100	0,93	0,88	0,88	1,23	0,44	Ja	Aufwärts zu Deck 7	1
Deck 6 – Treppe B	100	100	0,93	0,88	0,88	1,23	0,44	Ja	Aufwärts zu Deck 7	1
Deck 6 – Treppe C	269	269	1,1	0,88	0,88	2,82	0,44	Ja	Aufwärts zu Deck 7	1
Deck 7 – Treppe A	170	270	1,68	0,88	0,88	1,8	0,44	Ja	Aufwärts zu Deck 8	1, 2
Deck 7 – Treppe B	170	270	1,68	0,88	0,88	1,8	0,44	Ja	Aufwärts zu Deck 8	1, 2
Deck 7 – Treppe C	129	398	1,61	0,88	0,88	2,82	0,44	Ja	Aufwärts zu Deck 8	1, 2
Deck 9 – Treppe C	200	200	0,81	1,1	0,81	2,60	0,78		Abwärts zu Deck 8	
Deck 8 – Weg 1	0	266	1,2	1,3	1,2	2,41	0,75		von Decks 7 and 9	1, 3
Deck 8 – Weg 2	0	332	1,2	1,3	1,2	3,01	0,75		von Decks 7 und 9	1, 3
Deck 8 – Tür A	0	270	0,88	1,3	0,88	1,8	N.A.		von Deck 7	1, 3
Deck 8 – Tür B	0	270	0,88	1,3	0,88	1,8	N.A.		von Deck 7	1, 3

N.A. = nicht anwendbar

### Anmerkungen:

- 1 Der spezifische Fluss „ $F_s$  in“ ist der spezifische Fluss, der auf den Einzelabschnitt des Fluchtweges trifft; der maximale spezifische Fluss ist der in Tabelle 1.2 des Anhangs 1 von Anlage 2 angegebene maximal zulässige Fluss\*. Der spezifische Fluss ist der für die Berechnungen anzuwendende Fluss, d. h. der kleinere Wert von „ $F_s$  in“ und dem maximal zulässigen Fluss; wenn „ $F_s$  in“ größer ist als der maximal zulässige Fluss, bildet sich eine Warteschlange.

\* im englischen Original steht fälschlicherweise „table 1.3 of appendix 1 of the guidelines“

- 2 Einige Treppen werden sowohl von den von unten (oder von oben) kommenden Personen als auch von dem gerade betrachteten Deck kommenden Personen benutzt; bei der Durchführung der Berechnung für eine Treppe, die Deck N mit Deck N+1 (oder Deck N-1) verbindet, sind die zu berücksichtigenden Personen diejenigen, welche die Treppe auf Deck N betreten zuzüglich diejenigen Personen, die von allen Decks unterhalb (oder oberhalb) von Deck N kommen.
- 3 Auf Deck 8 (Sammelplatz) sind anfangs keine Personen anwesend, deshalb werden die Fluchtwege auf diesem Deck dann von der Gesamtanzahl der Personen benutzt, die von oben oder unten kommen.

## 5 Berechnung von $t_F$ , $t_{deck}$ und $t_{stair}$

### 5.1 Für Fall 1:

Gegenstand (Schiffsteil)	Personen N	Länge L (m)	Rechnerischer Personenfluss $F_c$ (p/s)	Geschwindigkeit S (m/s)	Flusszeit-spanne $t_F$ (s) $t_F = N/F_c$	Deck- oder Treppenzeitspanne, $t_{deck}, t_{stairs} T = L/S$	Betreten/Erreichen von
Deck 5 – Gang 1	11	13	0,77	1,03	14,3	12,6	Tür 1
Deck 5 – Gang 2	12	20	0,65	1,14	18,3	17,6	Tür 1
Deck 5 – Gang 3	8	9,5	0,77	1,04	10,4	9,2	Tür 2
Deck 5 – Gang 4	11	20	0,63	1,16	17,4	17,3	Tür 1
Deck 5 – Tür 1	34	N.A.	1,17	N.A.	29,1	N.A.	Treppe A
Deck 5 – Tür 2	8	N.A.	0,77	N.A.	10,4	N.A.	Treppe A
Deck 5 – Treppe A	42	4,67	1,188	0,44	35,4	10,6	Deck 6
Deck 6 – Gang 1	11	13	0,77	1,03	14,3	12,6	Tür 1
Deck 6 – Gang 2	12	20	0,65	1,14	18,3	17,6	Tür 1
Deck 6 – Gang 3	8	9,5	0,77	1,04	10,4	9,2	Tür 2
Deck 6 – Gang 4	11	20	0,63	1,16	17,4	17,3	Tür 1
Deck 6 – Tür 1	34	N.A.	1,17	N.A.	29,1	N.A.	Treppe A
Deck 6 – Tür 2	8	N.A.	0,77	N.A.	10,4	N.A.	Treppe A
Deck 6 – Treppe A	84	4,67	1,188	0,44	70,7	10,6	Deck 7
Deck 6 – Gang 5	11	13	0,77	1,03	14,3	12,6	Tür 3
Deck 6 – Gang 6	12	20	0,65	1,14	18,3	17,6	Tür 4
Deck 6 – Tür 3	11	N.A.	0,77	N.A.	14,3	N.A.	Treppe B
Deck 6 – Tür 4	12	N.A.	0,65	N.A.	18,3	N.A.	Treppe B
Deck 6 – Treppe B	23	4,67	1,188	0,44	19,4	10,6	Deck 7
Deck 7 – Gang 1	4	6	0,69	1,11	5,8	5,4	Treppe C
Deck 7 – Gang 2	4	9	0,58	1,2	6,9	7,5	Gang 7
Deck 7 – Gang 3	6	15	0,52	1,2	11,5	12,5	Gang 8
Deck 7 – Gang 4	4	6	0,69	1,11	5,8	5,4	Treppe C
Deck 7 – Gang 5	6	14	0,56	1,2	10,8	11,7	Gang 7
Deck 7 – Gang 6	2	15	0,17	1,2	11,5	12,5	Gang 8
Deck 7 – Gang 8	92	9	1,88	1,09	48,9	8,2	Gang 7
Deck 7 – Gang 7	125	11	3,12	0,67	40,1	16,4	Treppe C
Deck 7 – Treppe C	133	4,67	1,232	0,44	108	10,6	Deck 8
Deck 11 – Gang 1	55	36	1,09	0,75	50,7	48,2	Tür 1
Deck 11 – Gang 2	55	36	1,09	0,75	50,7	48,2	Tür 2
Deck 11 – Tür 1	55	N.A.	1,09	N.A.	50,7	N.A.	Treppe C
Deck 11 – Tür 2	55	N.A.	1,09	N.A.	50,7	N.A.	Treppe C

Gegenstand (Schiffsteil)	Personen N	Länge L (m)	Rechnerischer Personenfluss $F_c$ (p/s)	Geschwindigkeit S (m/s)	Flusszeit-spanne $t_F$ (s) $t_F = N/F_c$	Deck- oder Treppenzeitspanne, $t_{deck}, t_{stairs} T = L/S$	Betreten/Erreichen von
Deck 11 – Treppe C	110	4,67	2,17	0,81	50,7	5,8	Deck 10
Deck 10– Gang 1	48	36	1	0,83	48,2	43,5	Tür 1
Deck 10– Gang 2	48	36	1	0,83	48,2	43,5	Tür 2
Deck 10 – Tür 1	48	N.A.	1	N.A.	48,2	N.A.	Treppe C
Deck 10 – Tür 2	48	N.A.	1	N.A.	48,2	N.A.	Treppe C
Deck 10 – Treppe C	206	4,67	3,08	0,55	66,9	8,5	Deck 9
Deck 9 – Gang 1	55	36	1,09	0,74	50,7	48,4	Tür 1
Deck 9 – Gang 2	55	36	1,09	0,74	50,7	48,4	Tür 2
Deck 9 – Tür 1	55	N.A.	1,09	N.A.	50,7	N.A.	Treppe C
Deck 9 – Tür 2	55	N.A.	1,09	N.A.	50,7	N.A.	Treppe C
Deck 9 – Treppe C	316	4,67	3,08	0,55	102,6	8,5	Deck 8

N.A. = nicht anwendbar

5.2 Für Fall 2: Da es bei dieser speziellen Anordnung keine Gänge gibt, ist die Deckzeitspanne gleich Null.

Gegenstand (Schiffsteil)	Personen N	Länge L (m)	Rechnerischer Personenfluss $F_c$ (p/s)	Geschwindigkeit S (m/s)	Flusszeit-spanne $t_F$ (s) $t_F = N/F_c$	Deck- oder Treppenzeitspanne, $t_{deck}, t_{stairs} T = L/S$	Betreten/Erreichen von
Deck 6 – Tür A	100	N.A.	1,3	N.A.	76,9	N.A.	Treppe A
Deck 6 – Tür B	100	N.A.	1,3	N.A.	76,9	N.A.	Treppe B
Deck 6 – Tür C BB	134	N.A.	1,76	N.A.	76,4	N.A.	Treppe C
Deck 6 – Tür C StB	135	N.A.	1,76	N.A.	76,9	N.A.	Treppe C
Deck 6 – Treppe A	100	4,67	1,23	0,44	81,2	10,6	Deck 7
Deck 6 – Treppe B	100	4,67	1,23	0,44	81,2	10,6	Deck 7
Deck 6 – Treppe C	269	4,67	2,82	0,44	95,5	10,6	Deck 7
Deck 7 – Tür A	170	N.A.	2,21	N.A.	76,9	N.A.	Treppe A
Deck 7 – Tür B	170	N.A.	2,21	N.A.	76,9	N.A.	Treppe B
Deck 7 – Tür C BB	65	N.A.	1,17	N.A.	55,6	N.A.	Treppe C
Deck 7 – Tür C StB	64	N.A.	1,17	N.A.	54,7	N.A.	Treppe C
Deck 7 – Treppe A	270	4,67	1,8	0,44	149,7	10,6	Deck 8
Deck 7 – Treppe B	270	4,67	1,8	0,44	149,7	10,6	Deck 8
Deck 7 – Treppe C	398	4,67	2,82	0,44	141,3	10,6	Deck 8
Deck 8 – Tür A	270	N.A.	1,8	N.A.	149,7	N.A.	Einbootung
Deck 8 – Tür B	270	N.A.	1,8	N.A.	149,7	N.A.	Einbootung
Deck 9 – Tür BB	100	N.A.	1,3	N.A.	76,9	N.A.	Treppe C
Deck 9 – Tür StB	100	N.A.	1,3	N.A.	76,9	N.A.	Treppe C
Deck 9 – Treppe C	200	4,67	2,6	0,78	76,9	6	Deck 8

N.A. = nicht anwendbar

## 6 Berechnung von $t_{assembly}$

6.1 Fall 1: In diesem Fall benutzen alle 429 Personen die Treppe C (316 von oberhalb Deck 8 kommend und 133 von unten kommend) und müssen unmittelbar nach ihrer Ankunft auf Deck 8 entweder auf Weg 1 oder Weg 2 auf Deck 8 weitergehen, um den Sammelplatz zu erreichen. Die entsprechende Zeitspanne ist wie folgt:

Gegenstand (Schiffsteil)	Personen N	Länge L (m)	Rechnerischer Personenfluss $F_c$ (p/s)	Geschwindigkeit S (m/s)	Flusszeit-spanne $t_F$ (s) $t_F = N/F_c$	Deck- oder Treppenzeitspanne, $t_{deck}, t_{stairs} T = L/S$	Betreten/Erreichen von
Deck 8 – Weg 1	200	9,5	1,92	0,95	104,4	10	Sammelplatz
Deck 8 – Weg 2	249	7,5	2,4	0,95	103,9	7,9	Sammelplatz

- 6.2 Fall 2: In diesem Fall müssen alle Personen, die die Treppe C benutzen (insgesamt 598), unmittelbar nach ihrer Ankunft auf Deck 8 entweder auf Weg 1 oder Weg 2 auf Deck 8 weitergehen, um den Sammelplatz zu erreichen. Die entsprechende Zeitspanne ist wie folgt:

Gegenstand (Schiffsteil)	Personen N	Länge L (m)	Rechnerischer Personenfluss $F_c$ (p/s)	Geschwindigkeit S (m/s)	Flusszeit-spanne $t_f$ (s) $t_f = N/F_c$	Deck- oder Treppenzeitspanne, $t_{deck}, t_{stairs} T = L/S$	Betretten/Erreichen von
Deck 8 – Weg 1	266	9,5	2,41	0,75	110,5	12,7	Sammelplatz
Deck 8 – Weg 2	332	7,5	3,01	0,75	110,3	10	Sammelplatz

## 7 Berechnung von T

- 7.1 Fall 1: Die Laufzeitspanne T entsprechend Anhang 1 der Richtlinien ist das Maximum  $t_i$  (Gleichung 2.2.11) multipliziert mit 2,3 (Summe von Sicherheitsfaktor und Gegenstrom-Korrekturfaktor). Die Maximalwerte von  $t_i$  für jeden Fluchtweg sind wie folgt:

Fluchtweg auf	$T_{deck}$	$t_f$	$t_{stair}$	$t_{assembly}$	$t_i$	T	Anmerkungen
Deck 11	48,2	104,4	22,7	10	185,3	426,2	1
Deck 10	43,5	104,4	17	10	174,8	402	1, 2
Deck 9	48,4	104,4	8,5	10	171,3	394	1, 2
Deck 8	0	104,4	0	10	114,4	286,1	
Deck 7	37,1	108	10,6	10	163,9	377	1
Deck 6 – Treppe A (vorn)	42,4	108	21,2	10	179,6	413,1	1, 3
Deck 6 – Treppe B (hinten)	34	108	21,2	10	170,2	391,5	1, 3
Deck 5	42,2	108	31,8	10	190,2	437,5	1, 3

### Anmerkungen:

- 1 Die Flusszeitspanne  $t_f$  ist die maximale Flusszeitspanne, die auf dem gesamten Fluchtweg von dem Deck, auf dem die Personen mit der Evakuierung begonnen haben, bis zum Sammelplatz gemessen wird.
- 2 Die Laufzeitspanne auf den Treppen ( $t_{stair}$ ) ist die insgesamt erforderliche Zeitspanne, um von dem Deck, auf dem die Personen ursprünglich mit der Evakuierung begonnen haben, bis zu dem Deck zu gelangen, auf dem sich der Sammelplatz befindet; im vorliegenden Fall ist deshalb  $t_{stair}$  für Personen, die sich von Deck 11 nach unten begeben, die Summe von  $t_{stair}$  von Deck 11 nach 10 (5,7 s), von Deck 10 nach 9 (8,5 s) und von Deck 9 nach 8 (8,5 s), insgesamt 22,7 s; dieses gilt gleichermaßen für die anderen Fälle.
- 3 Die Laufzeitspanne auf den Treppen ( $t_{stair}$ ) ist die insgesamt erforderliche Zeitspanne, um von dem Deck, auf dem die Personen ursprünglich mit der Evakuierung begonnen haben, bis zu dem Deck zu gelangen, auf dem sich der Sammelplatz befindet; im vorliegenden Fall ist deshalb  $t_{stair}$  für Personen, die sich von Deck 5 nach oben begeben, die Summe von  $t_{stair}$  von Deck 5 nach 6 (10,6 s), von Deck 6 nach 7 (10,6 s) und von Deck 7 nach 8 (10,6 s), insgesamt 31,8 s; dieses gilt gleichermaßen für die anderen Fälle.

Demzufolge ist der entsprechende Wert von T gleich 437,5 s.

- 7.2 Fall 2: Die Laufzeitspanne T entsprechend Anhang 1 der Richtlinien ist das Maximum  $t_i$  (Gleichung 2.2.11) multipliziert mit 2,3 (Summe von Sicherheitsfaktor und Gegenstrom-Korrekturfaktor). Die Maximalwerte von  $t_i$  für jeden Fluchtweg sind wie folgt:

Fluchtweg auf	$T_{deck}$	$t_f$	$t_{stair}$	$t_{assembly}$	$t_i$	T	Anmerkungen
Deck 9	0	110,4	6	12,7	168,3	387,2	1, 2
Deck 8	0	110,4	0	12,7	162,4	373,4	
Deck 7 – Treppe A	0	149,7	10,6	0	160,3	368,6	
Deck 7 – Treppe B	0	149,7	10,6	0	160,3	368,6	
Deck 7 – Treppe C	0	141,3	10,6	12,7	164,6	378,7	2
Deck 6 – Treppe A	0	149,7	21,2	0	170,9	393	1, 3
Deck 6 – Treppe B	0	149,7	21,2	0	170,9	393	1, 3
Deck 6 – Treppe C	0	141,3	21,2	12,7	175,2	403,1	1, 2, 3

**Anmerkungen:**

- 1 Die Flusszeitspanne  $t_f$  ist die maximale Flusszeitspanne, die auf dem gesamten Fluchtweg von dem Deck, auf dem die Personen mit der Evakuierung begonnen haben, bis zum Sammelplatz gemessen wird.
- 2 In diesem Beispiel führen die Treppen A und B bereits zur Einbootungsstation; deshalb benötigen nur diejenigen Fluchtwege zusätzliche Zeitspanne ( $t_{assembly}$ ) zum Erreichen des Sammelplatzes, die über Treppe C führen.
- 3 Die Laufzeitspanne auf den Treppen ( $t_{stair}$ ) ist die insgesamt erforderliche Zeitspanne, um von dem Deck, auf dem die Personen ursprünglich mit der Evakuierung begonnen haben, bis zu dem Deck zu gelangen, auf dem sich der Sammelplatz befindet; im vorliegenden Fall ist deshalb  $t_{stair}$  für von Deck 6 kommende Personen die Summe von  $t_{stair}$  von Deck 6 nach 7 (10,6 s) und von Deck 7 nach 8 (10,6 s).

Demzufolge ist der entsprechende Wert von T gleich 403,1 s.

**8 Ermittlung von Staus**

- 8.1 Fall 1: Ein Stau entsteht auf Deck 5 (Tür 1 und Treppe A), Deck 6 (Tür 1, Treppen A und B), Deck 7 (Gang 7 und Treppe C), Deck 10 (Treppe C) und Deck 9 (Treppe C). Da die Gesamtzeitspanne jedoch unter dem Grenzwert liegt (siehe Absatz 9.1 dieses Beispiels), sind keine Entwurfsänderungen erforderlich.
- 8.2 Fall 2: Ein Stau entsteht auf Deck 6 (Treppen A, B und C) und Deck 7 (Treppen A, B und C). Da die Gesamtzeitspanne jedoch unter dem Grenzwert liegt (siehe Absatz 9.2 dieses Beispiels), sind keine Entwurfsänderungen erforderlich.

**9 Leistungsanforderung**

- 9.1 Fall 1: Die Gesamt-Evakuierungszeitspanne entsprechend Absatz 5.1 der überarbeiteten Richtlinien ist wie folgt:

$$1,25 (R + T) + 2/3 (E + L) = 1,25 \cdot x (10' + 7' 18'') + 20 = 41' 38'' \quad (9.1)$$

wobei:

(E + L) mit 30' angenommen wird

R = 10' (Nachtfall)

T = 7' 18''

- 9.2 Fall 2: Die Gesamt-Evakuierungszeitspanne entsprechend Absatz 5.1 der überarbeiteten Richtlinien ist wie folgt:

$$1,25 (R + T) + 2/3 (E + L) = 1,25 \cdot x (5' + 6' 43'') + 20 = 34' 39'' \quad (9.2)$$

wobei:

(E + L) mit 30' angenommen wird

R = 5' (Tagfall)

T = 6' 43''.

\*\*\*

**Anlage 3****Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe<sup>3</sup>****1 Besondere Annahmen**

Die vorliegende Methode zur Abschätzung der Evakuierungszeitspanne beruht auf verschiedenen idealisierten Vergleichs-Szenarien; und es gelten die folgenden Annahmen:

- .1 Fahrgäste und Besatzungsmitglieder werden als einzelne Individuen mit festgelegten eigenen Fähigkeiten und Reaktionszeitspannen dargestellt,
- .2 Bei der Berechnung wird ein Sicherheitsfaktor mit einem Wert von 1,25 eingeführt, um die getroffenen Bauart-Vernachlässigungen, Annahmen und begrenzte Anzahl und Art der Vergleichs-Szenarien zu berücksichtigen.

**2 Berechnung der Evakuierungszeitspanne**

Die folgenden Komponenten sind in den Berechnungen der Evakuierungszeitspannen entsprechend dem Anhang zu berücksichtigen:

- .1 Die in der Berechnung zu verwendende Verteilung der Reaktionszeitspannen,
- .2 die Methode zur Bestimmung der Laufzeitspanne (T), und
- .3 die Einbootungs- und Aussetzzeitspanne (E + L)

**3 Feststellung von Staus**

- 3.1 Staus in bestimmten Bereichen werden dadurch festgestellt, dass die örtliche Personendichte über eine erhebliche Zeitspanne 4 p/m<sup>2</sup> übersteigt. Diese Werte für die Staus sind nicht notwendigerweise erheblich für den Gesamtablauf der Musterung.
- 3.2 Falls irgendein festgestellter Staubereich länger als 10 v. H. der simulierten Gesamt-Musterungszeitspanne ( $t_A$ ) besteht, ist er als erheblich anzusehen.

**Anhang 1****Methode zur Bestimmung der Laufzeitspanne (T) durch rechnergestützte Simulations-Verfahren für die erweiterte Evakuierungsanalyse****1 Eigenschaften der Modelle**

- 1.1 Jede Person (p) wird im Modell individuell dargestellt.
- 1.2 Die Leistungsfähigkeit jeder Person wird durch einen Parametersatz festgelegt; einige dieser Parameter sind wahrscheinlichkeitstheoretisch.
- 1.3 Die Bewegung jeder einzelnen Person wird aufgezeichnet.
- 1.4 Die Parameter sollen unter den Einzelpersonen einer Population variieren.

<sup>3</sup> Anmerkung: Unter erweiterter Evakuierungsanalyse wird die rechnergestützte Simulation verstanden, in der jede an Bord befindliche Person als Einzelperson, die eine genaue Stelle des Lageplans eines Schiffes einnimmt, abgebildet ist und welche die Wechselwirkung zwischen den Personen und dem Lageplan darstellt.

- 1.5 Die grundlegenden Regeln für die Entscheidungen und Bewegungen von Personen sind für alle gleich und werden durch einen allgemeingültigen Algorithmus (Rechenregel) beschrieben.
- 1.6 Der Zeitunterschied zwischen den Aktionen zweier Personen in der Simulation darf nicht größer sein als eine Sekunde der simulierten Zeit, d. h. alle Personen agieren innerhalb einer Sekunde (eine parallele Aktualisierung ist notwendig).

**2 Zu benutzende Parameter**

- 2.1 Um ihren Gebrauch zu erleichtern, werden die Parameter in die vier gleichen Kategorien unterteilt, wie sie auch in anderen Arbeitsfeldern benutzt werden, nämlich Geometrie, Population, Umgebung (umgebungsbedingt) und Ablauf (ablaufbedingt).
- 2.2 Kategorie Geometrie: räumliche Anordnung der Fluchtwege, ihre Verstopfung und teilweise Nichtverfügbarkeit, Anfangsverteilung von Fahrgästen und Besatzungsmitgliedern.
- 2.3 Kategorie Population: Bereiche der Personenparameter und Demografie der Population.
- 2.4 Kategorie Umgebung: statischer und dynamischer Zustand des Schiffes.
- 2.5 Kategorie Ablauf: Besatzungsmitglieder, die im Notfall für die Unterstützung zur Verfügung stehen.

**3 Empfohlene Parameterwerte**

**3.1 Kategorie Geometrie**

**3.1.1 Allgemeines**

Die in diesem Anhang beschriebene Evakuierungsanalyse bezweckt nicht etwa eine wirkliche Notfallsituation zu simulieren, sondern vielmehr die Leistungsfähigkeit des Schiffes durch die Wiedergabe von Vergleichs-Szenarien zu messen. Es sind vier Vergleichsfälle zu betrachten, nämlich die Fälle 1, 2, 3 und 4 (genaue Beschreibungen befinden sich in Absatz 4), die den Primär-Evakuierungsfällen (Fälle 1 und 2, bei denen angenommen wird, dass alle Fluchtwege zur Verfügung stehen) und den Sekundär-Evakuierungsfällen (Fälle 3 und 4, bei denen angenommen wird, dass einige der Fluchtwege nicht zur Verfügung stehen) entsprechen.

- 3.1.2 Räumliche Anordnung der Fluchtwege – Primär-Evakuierungsfälle (Fälle 1 und 2): Es wird angenommen, dass sich Fahrgäste und Besatzung entlang der Haupt-Fluchtwege bewegen und dass sie den Weg zu den Sammelplätzen kennen; hierbei wird unterstellt, dass die Beschilderung, das bodennahe Sicherheitsleitsystem, die Schulung der Besatzung und andere wichtige Aspekte bezüglich der Gestaltung und des Betriebs der Evakuierungseinrichtungen mit den Anforderungen der entsprechenden IMO Instrumente übereinstimmen.
- 3.1.3 Räumliche Anordnung der Fluchtwege – Sekundär-Evakuierungsfälle (Fälle 3 und 4): Es wird angenommen, dass diejenigen Fahrgäste und Besatzungsmitglieder, die vorher den nun nicht mehr verfügbaren Haupt-Fluchtwegen zugeordnet waren, nunmehr den Fluchtwegen folgen, die vom Schiffskonstrukteur im Entwurf festgelegt sind.

- 3.1.4 Anfangsverteilung von Fahrgästen und Besatzung: Die Verteilung der Personen erfolgt auf der Grundlage der in Kapitel 13 des Codes für Brandsicherheitssysteme (FSS-Code) festgelegten Fälle, wie sie in Abschnitt 4 dargestellt sind.

**3.2 Kategorie Population**

- 3.2.1 Diese Kategorie beschreibt die Zusammensetzung der Population hinsichtlich Alter, Geschlecht, physische Merkmale und Reaktionszeitspannen. Die Population ist identisch für alle Szenarien mit Ausnahme der Reaktionszeitspannen und der Ausgangspunkte der Fahrgäste. Die Population setzt sich wie folgt zusammen:

**Tabelle 3.1 – Zusammensetzung der Population (Alter und Geschlecht)**

Populationsgruppe – Fahrgäste	Prozentsatz (v.H.)
Weiblich, jünger als 30 Jahre	7
Weiblich, 30-50 Jahre alt	7
Weiblich, älter als 50 Jahre	16
Weiblich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (1)	10
Weiblich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (2)	10
Männlich, jünger als 30 Jahre	7
Männlich, 30-50 Jahre alt	7
Männlich, älter als 50 Jahre	16
Männlich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (1)	10
Männlich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (2)	10
Populationsgruppe – Besatzung	Prozentsatz (v.H.)
Besatzung, weiblich	50
Besatzung, männlich	50

Alle Merkmale im Zusammenhang mit dieser Populationsverteilung sollen aus einer statistischen Verteilung bestehen, die durch einen festgelegten Bereich gekennzeichnet ist. Der Bereich ist durch einen Minimal- und einen Maximalwert festgelegt, innerhalb dessen die Werte eine gleichmäßige Zufallsverteilung haben.

**3.2.2 Reaktionszeitspanne**

Bei der Verteilung der Reaktionszeitspannen für die Vergleichs-Szenarien ist eine abgeschnittene logarithmische Normalverteilung<sup>4</sup> wie folgt anzuwenden:

Für Fall 1 und Fall 3 (Nachtfälle):

$$y = \frac{1,01875}{\sqrt{2\pi} \cdot 0,84 (x - 400)} \exp \left[ -\frac{(\ln(x - 400) - 3,95)^2}{2 \times 0,84^2} \right] \quad (3.2.2.1)$$

$$400 < x < 700$$

<sup>4</sup> „Recommendations on the Nature of the Passenger Response Time Distribution to be used in the MSC.1033 Assembly Time Analysis Based on Data Derived from Sea Trials“, Galea, E. R., Deere, S., Sharp, G., Phillips, L., Lawrence, P. und Gwunne, S., The Transaction of The Royal Institution of Naval Architects, Part A – International Journal of Maritime Engineering ISSN 14798751.2007.

Für Fall 2 und Fall 4 (Tagfälle):

$$y = \frac{1,00808}{\sqrt{2\pi} \cdot 0,94 \cdot x} \exp \left[ -\frac{(\ln(x) - 3,44)^2}{2 \times 0,94^2} \right] \quad (3.2.2.2)$$

0 < x < 300

Hierbei ist:

x = die Reaktionszeitspanne in Sekunden, und

y = die Wahrscheinlichkeitsdichte bei der Reaktionszeitspanne „x“.

3.2.3 *Unbehinderte Laufgeschwindigkeit auf flacher Ebene (z. B. Gänge)*

Die anzusetzenden maximalen unbehinderten Laufgeschwindigkeiten sind diejenigen Daten, die von Ando<sup>5</sup> veröffentlicht wurden und Laufgeschwindigkeiten für Männer und Frauen in Abhängigkeit vom Alter angeben. Diese sind entsprechend Abbildung 3.1 verteilt und werden durch annähernde stückweise Funktionen nach Tabelle 3.3 wiedergegeben.

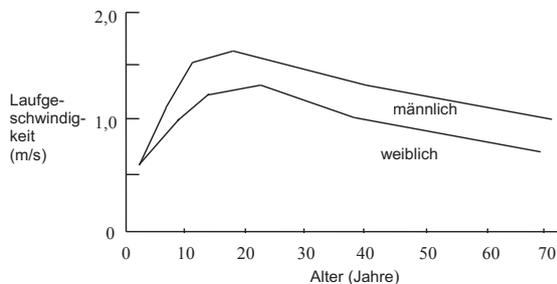


Abbildung 3.1 – Laufgeschwindigkeiten als Funktion von Alter und Geschlecht

Tabelle 3.3 Regressionsformeln für die mittleren Laufgeschwindigkeiten<sup>6</sup>

Geschlecht	Alter (Jahre)	Geschwindigkeit (m/s)
weiblich	2–8,3	0,06 * Alter + 0,5
	8,3–13,3	0,04 * Alter + 0,67
	13,3–22,25	0,02 * Alter + 0,94
	22,25–37,5	-0,018 * Alter + 1,78
	37,5–70	-0,01 * Alter + 1,45
männlich	2–5	0,16 * Alter + 0,3
	5–12,5	0,06 * Alter + 0,8
	12,5–18,8	0,008 * Alter + 1,45
	18,8–39,2	-0,01 * Alter + 1,78
	39,2–70	-0,009 * Alter + 1,75

Für jede in Tabelle 3.1 festgelegte geschlechtsbezogene Gruppe ist die Laufgeschwindigkeit als eine

statistische einheitliche Verteilung zu modellieren, deren Minimal- und Maximalwerte wie folgt angegeben sind:

Tabelle 3.4 Laufgeschwindigkeit auf flacher Ebene (z. B. Gänge)

Populationsgruppe – Fahrgäste	Laufgeschwindigkeit auf flacher Ebene (z. B. Gänge)	
	Minimalwert (m/s)	Maximalwert (m/s)
Weiblich, jünger als 30 Jahre	0,93	1,55
Weiblich, 30-50 Jahre alt	0,71	1,19
Weiblich, älter als 50 Jahre	0,56	0,94
Weiblich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (1)	0,43	0,71
Weiblich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (2)	0,37	0,61
Männlich, jünger als 30 Jahre	1,11	1,85
Männlich, 30-50 Jahre alt	0,97	1,62
Männlich, älter als 50 Jahre	0,84	1,4
Männlich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (1)	0,64	1,06
Männlich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (2)	0,55	0,91
Populationsgruppe – Besatzung	Laufgeschwindigkeit auf flacher Ebene (z. B. Gänge)	
	Minimum (m/s)	Maximum (m/s)
Besatzung, weiblich	0,93	1,55
Besatzung, männlich	1,11	1,85

3.2.4 *Ungehinderte Geschwindigkeiten auf Treppen<sup>7</sup>*

Die Geschwindigkeiten sind auf der Grundlage von Geschlecht, Alter und Laufrichtung (aufwärts und abwärts) angegeben. Die Geschwindigkeiten in Tabelle 3.5 entsprechen denen entlang der geneigten Treppen. Es wird erwartet, dass alle folgenden Daten aktualisiert werden, sobald genauere Daten und Messwerte verfügbar sind.

Tabelle 3.5 Laufgeschwindigkeit auf Treppen

Populationsgruppe – Fahrgäste	Laufgeschwindigkeit auf Treppen (m/s)			
	treppab		treppauf	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Weiblich, jünger als 30 Jahre	0,56	0,94	0,47	0,79
Weiblich, 30-50 Jahre alt	0,49	0,81	0,44	0,74
Weiblich, älter als 50 Jahre	0,45	0,75	0,37	0,61

<sup>5</sup> Ando K, Ota H, und Oki T, Forecasting The Flow Of People, Railway Research Review, (45), Seiten 8-14, 1988.

<sup>6</sup> Maritime EXODUS V4.0, USER GUIDE AND TECHNICAL MANUAL, Autoren: E R Galea, S Gwynne, P. J. Lawrence, L. Filippidis, D. Blackshields und D. Cooney, CMS Press, Mai 2003 Revision 1.0, ISBN: 1 904521 38 X.

<sup>7</sup> Die maximalen unbehinderten Laufgeschwindigkeiten auf Treppen sind Daten, die von J. Fruin – Pedestrian planning and design, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, New York, 1971 – ermittelt wurden. Die Studie umfasst zwei Treppenhaus-Gestaltungen.

Populationsgruppe – Fahrgäste	Laufgeschwindigkeit auf Treppen (m/s)			
	treppab		treppauf	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Weiblich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (1)	0,34	0,56	0,28	0,46
Weiblich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (2)	0,29	0,49	0,23	0,39
Männlich, jünger als 30 Jahre	0,76	1,26	0,5	0,84
Männlich, 30-50 Jahre alt	0,64	1,07	0,47	0,79
Männlich, älter als 50 Jahre	0,5	0,84	0,38	0,64
Männlich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (1)	0,38	0,64	0,29	0,49
Männlich, älter als 50 Jahre, beeinträchtigte Mobilität (2)	0,33	0,55	0,25	0,41
Populationsgruppe – Besatzung	Laufgeschwindigkeit auf Treppen (m/s)			
	treppab		treppauf	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Besatzung, weiblich	0,56	0,94	0,47	0,79
Besatzung, männlich	0,76	1,26	0,5	0,84

### 3.2.5 *Stimmigkeit der Laufgeschwindigkeit*

Die ungehinderten Geschwindigkeiten jeder flüchtenden Person auf flacher Ebene und auf Treppen (abwärts und aufwärts) liegen innerhalb der betreffenden in den Tabellen 3.4 und 3.5 festgelegten Bereiche.

### 3.2.6 *Ausgangs-Flussrate (Türen)*

Die spezifische Einheit Fluss ist die Anzahl der flüchtenden Personen, die eine Stelle des Fluchtweges pro Zeiteinheit und pro Einheit der Breite des entsprechenden Weges passieren; und sie wird in Personenanzahl ( $p$ ) gemessen. Die spezifische Flusseinheit<sup>8</sup> darf für keinen der Ausgänge 1,33  $p/m/s$  überschreiten.

### 3.3 *Kategorie Umgebung*

Statischer und dynamischer Zustand des Schiffes. Diese Parameter beeinflussen die Laufgeschwindigkeit der Personen. Zur Zeit liegen keine verlässlichen Zahlenwerte vor, um diesen Einfluss zu bewerten; deshalb konnten diese Parameter noch nicht berücksichtigt werden. Dieser Einfluss wird in den Szenarien (Fälle 1, 2, 3 und 4) solange nicht berücksichtigt, bis mehr Daten gesammelt worden sind.

### 3.4 *Kategorie Ablauf*

Für den Zweck der vier Szenarien (Vergleichsfälle) ist nicht gefordert, ein besonderes spezifisches Verhalten der Besatzung darzustellen. Die Verteilung der Besatzung für die Szenarien (Vergleichsfälle) muss jedoch in Übereinstimmung mit Abschnitt 4 sein.

<sup>8</sup> Die Werte basieren auf Daten, die für Anwendungen auf öffentliche Gebäude in Japan, dem Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten von Amerika akzeptiert sind; dieser Wert stimmt auch mit der Methode der vereinfachten Evakuierungsanalyse überein.

3.5 Es wird erwartet, dass alle in den Absätzen 3.2 und 3.3 angegebenen Daten aktualisiert werden, wenn genauere Daten und Messwerte zur Verfügung stehen.

## 4 **Genaue Beschreibung (Szenarien) für die vier zu betrachtenden Fälle**

Zwecks Durchführung der Evakuierungsanalyse sind die folgenden Anfangsverteilungen für Fahrgäste und Besatzung zu berücksichtigen, die unter Beachtung ergänzender Hinweise, die nur für die erweiterte Evakuierungsanalyse von Bedeutung sind, aus Kapitel 13 des Codes für Brandsicherheitssysteme (FSS-Code) abgeleitet sind. Falls umfangreichere Daten zur Berücksichtigung der Verteilung der Besatzung verfügbar sind, darf die Verteilung von den folgenden Vorgaben abweichen.

### 4.1 Fälle 1 und 3 (Nachtfälle)

Fahrgäste in den Kabinen unter voller Ausnutzung der gesamten Bettenkapazität, 2/3 der Besatzungsmitglieder in ihren Kabinen und vom restlichen 1/3 der Besatzungsmitglieder:

- .1 befinden sich anfangs 50 v.H. in Wirtschaftsräumen,
- .2 befinden sich 25 v.H. an den Notfallstationen und werden nicht ausdrücklich in der Simulation berücksichtigt, und
- .3 befinden sich anfangs 25 v. H. an den Sammelplätzen und bewegen sich im Gegenstrom zu den evakuierenden Personen in Richtung der entferntesten Fahrgastkabine, die dem betreffenden Sammelplatz zugeteilt ist; sobald diese Fahrgastkabine erreicht ist, werden diese Besatzungsmitglieder in der Simulation nicht mehr berücksichtigt. Das Verhältnis von Fahrgästen zu Besatzungsmitgliedern im Gegenstrom muss in jedem senkrechten Hauptbrandabschnitt das Gleiche sein.

### 4.2 Fälle 2 und 4 (Tagfälle)

Gesellschaftsräume nach der Begriffsbestimmung in Regel II-2/3.39 sind zu 75 v. H. des maximalen Fassungsvermögens dieser Räume mit Fahrgästen besetzt. Die Besatzung ist wie folgt verteilt

- .1 1/3 der Besatzungsmitglieder ist anfangs in den Unterkunftsräumen für die Besatzung (Kabinen und Tagesräume für die Besatzung) verteilt,
- .2 1/3 der Besatzungsmitglieder ist anfangs in den Gesellschaftsräumen verteilt,
- .3 das restliche 1/3 der Besatzungsmitglieder wird wie folgt verteilt:
  - .1 50 v. H. befinden sich in Wirtschaftsräumen,
  - .2 25 v. H. befinden sich an den ihnen im Notfall zugewiesenen Stationen und werden nicht ausdrücklich in der Simulation berücksichtigt, und
  - .3 25 v. H. befinden sich anfangs an den Sammelplätzen und bewegen sich im Gegenstrom zu den evakuierenden Personen in Richtung der entferntesten Fahrgastkabine, die dem betreffenden Sammelplatz zugeteilt ist; sobald diese Fahrgastkabine

erreicht ist, werden diese Besatzungsmitglieder in der Simulation nicht mehr berücksichtigt. Das Verhältnis von Fahrgästen zu Besatzungsmitgliedern im Gegenstrom muss in jedem senkrechten Hauptbrandabschnitt das Gleiche sein.

## 5 Verfahren zur Berechnung der Laufzeitspanne T

- 5.1 Sowohl die vom Modell vorhergesagte als auch die in der Realität gemessene Laufzeitspanne ist eine Zufallsgröße infolge der wahrscheinlichkeitstheoretischen Eigenschaft des Evakuierungsprozesses.
- 5.2 Insgesamt müssen für jeden der Vergleichsfälle mindestens 500 verschiedene Simulationen durchgeführt werden. Das ergibt für jeden Fall mindestens 500 Werte für  $t_A$ .
- 5.3 Diese Simulationen bestehen aus mindestens 100 verschiedenen, zufällig gebildeten Populationen (innerhalb des Bereichs der Populationsdemografie nach Absatz 3). Die Simulationen auf der Grundlage von jeder dieser verschiedenen Populationen sind mindestens fünfmal zu wiederholen. Wenn diese fünf Wiederholungen nur geringfügige Abweichungen in ihren Ergebnissen aufweisen, ist die Gesamtanzahl der untersuchten Populationen 500-mal anstelle von 100-mal auszuführen, wobei nur eine einzelne Simulation für jede Population durchgeführt wird.
- 5.4 Die Mindestanzahl von 500 verschiedenen Simulationen kann verringert werden, wenn mit einer geeigneten Methode wie der in Anhang 3 dargestellten, eine Konvergenz festgestellt wird. In diesem Fall darf die Gesamtzahl verschiedener Simulationen nicht weniger als 50 betragen.
- 5.5 Der Wert für die Laufzeitspanne für jeden der Fälle 1 bis 4: Als Wert  $t_i$  wird der Wert angenommen, der größer ist als 95 v. H. aller berechneten Werte (d. h. für jeden der Fälle 1 bis 4 werden die Zeitspannen  $t_A$  vom niedrigsten bis zum höchsten Wert aufgereiht und der Wert  $t_i$  wird ausgewählt, für den 95 v. H. der aufgereihten Werte kleiner sind als dieser).
- 5.6 Der Wert der Laufzeitspanne, der die Leistungsanforderung für T einhält, ist der größte Wert unter den vier berechneten Laufzeitspannen  $t_i$  (eine für jeden der Fälle 1 bis 4).
- 5.7 Das Verfahren für die Berechnung der Laufzeitspanne für die Fälle 5 und 6 muss auf denselben Grundlagen beruhen wie das für die Fälle 1 bis 4.

## 6 Dokumentation des verwendeten Simulationsmodells

- 6.1 Die Annahmen, die in der Simulation gemacht wurden, müssen angegeben werden. Es dürfen keine Annahmen getroffen werden, die Vereinfachungen enthalten, die über diejenigen in Absatz 3.2 der *Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe* hinausgehen.
- 6.2 Die Dokumentation der Algorithmen hat folgende Bestandteile zu enthalten:
  - .1 Die im Modell zur Beschreibung der Dynamik benutzten Variablen, z. B. Laufgeschwindigkeit und Laufrichtung jeder Person,

- .2 den funktionalen Zusammenhang zwischen den Parametern und den Variablen,
- .3 die Art der Aktualisierung, z. B. die Reihenfolge, in der sich die Personen während der Simulation bewegen (parallel, zufällig sequenziell, geordnet sequenziell oder anders),
- .4 die Darstellung von Treppen, Türen, Sammelplätzen, Einbootungsstationen und anderen besonderen räumlichen Bauelementen und ihren Einfluss auf die Variablen während der Simulation (sofern es einen gibt) und die jeweiligen Parameter, die diesen Einfluss quantifizieren, und
- .5 ein ausführliches Benutzerhandbuch, das die Art des Modells und die zugrunde liegenden Annahmen beschreibt; ferner müssen Richtlinien für die sachgemäße Benutzung des Modells und die Interpretation der Ergebnisse jederzeit zur Verfügung stehen.

## Anhang 2

### Anleitung zur Bewertung/Überprüfung von rechnergestützten Verfahren zur Simulation von Evakuierungen

- 1 Die Überprüfung von Software ist eine andauernde Tätigkeit. Für jede komplexe Simulationssoftware ist die Überprüfung eine andauernde Tätigkeit und ein integraler Bestandteil ihrer Lebensdauer. Es gibt mindestens vier Formen der Überprüfung, denen Evakuierungsmodelle unterzogen werden sollen. Diese sind<sup>9</sup>:
  - .1 Überprüfung der Einzelkomponenten,
  - .2 funktionale Überprüfung,
  - .3 qualitative Überprüfung, und
  - .4 quantitative Überprüfung.

#### Überprüfung der Einzelkomponenten

- 2 Die Überprüfung der Einzelkomponenten schließt die Überprüfung ein, ob die verschiedenen Einzelkomponenten der Software wie vorgesehen funktionieren. Dieses umfasst das Durchlaufen der Software in einer Reihe von elementaren Testfällen, um sicherzustellen, dass die wichtigsten Teilkomponenten des Modells wie beabsichtigt funktionieren. Die folgende Auflistung ist eine nicht abschließende Aufzählung vorgeschlagener Prüfungen, die im Überprüfungsprozess zu berücksichtigen sind.

#### Prüfung 1: Beibehalten der vorgegebenen Laufgeschwindigkeit in einem Gang

- 3 Es ist nachzuweisen, dass eine Person in einem 2 m breiten und 40 m langen Gang mit einer Laufgeschwindigkeit von 1 m/s diese Entfernung in 40 s zurücklegt.

#### Prüfung 2: Beibehalten der vorgegebenen Laufgeschwindigkeit treppaufwärts

- 4 Es ist nachzuweisen, dass eine Person auf einer 2 m breiten und 10 m langen Treppe, gemessen

<sup>9</sup> Diese Vorgehensweise ist in ISO Dokument ISO/TR 13387-8:1999 dargestellt.

entlang der Treppenneigung, mit einer Laufgeschwindigkeit von 1 m/s diese Entfernung in 10 s zurücklegt.

**Prüfung 3: Beibehalten der vorgegebenen Laufgeschwindigkeit treppabwärts**

- 5 Es ist nachzuweisen, dass eine Person auf einer 2 m breiten und 10 m langen Treppe, gemessen entlang der Treppenneigung, mit einer Laufgeschwindigkeit von 1 m/s diese Entfernung in 10 s zurücklegt.

**Prüfung 4: Ausganga-Flussrate**

- 6 100 Personen (p) befinden sich in einem Raum der Größe 8 m mal 5 m mit einem 1 m breiten Ausgang, der in der Mitte der 5 m langen Wand angeordnet ist. Die Flussrate darf während der gesamten Zeitdauer 1,33 p/s nicht überschreiten.

**Prüfung 5: Reaktionszeitspanne**

- 7 Zehn Personen befinden sich in einem Raum der Größe 8 m mal 5 m mit einem 1 m breiten Ausgang, der in der Mitte der 5 m langen Wand angeordnet ist. Die Reaktionszeitspannen werden wie folgt festgelegt: gleichmäßig verteilt im Bereich von 10 s bis 100 s. Es ist nachzuweisen, dass jede Versuchsperson zum vorgegebenen Zeitpunkt mit dem Laufen beginnt.

**Prüfung 6: Umrunden von Ecken**

- 8 Zwanzig Personen, die sich auf eine Ecke mit einem nach links abbiegenden Quergang zubewegen (siehe Abbildung 1), umrunden die Ecke erfolgreich, ohne die Begrenzungen zu überschreiten.

**Prüfung 7: Zuordnung der Populationsdemografie-Parameter**

- 9 Eine aus 30- bis 50-jährigen Männern bestehende Gruppe entsprechend der Tabelle 3.4 im Anhang der *Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe* ist auszuwählen, und die Laufgeschwindigkeiten sind über eine Population von 50 Personen zu verteilen. Es ist nachzuweisen, dass die Verteilung der Laufgeschwindigkeiten mit der in der Tabelle angegebenen Verteilung übereinstimmt.

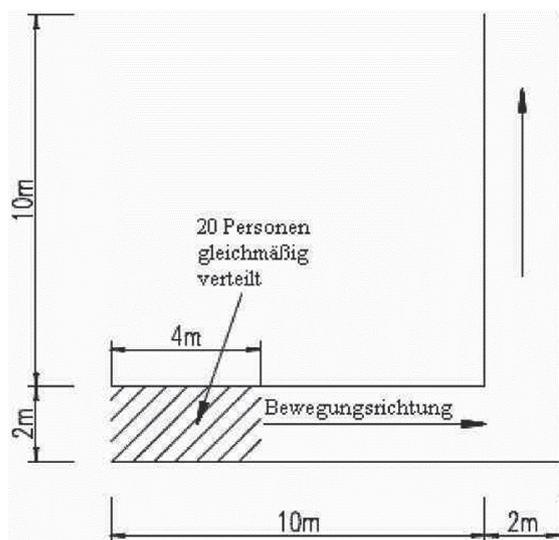


Abbildung 1: Quergang

**Funktionale Überprüfung**

- 10 Die funktionale Überprüfung schließt die Überprüfung ein, ob das Modell die Leistungsfähigkeit besitzt, den Bereich der Einsatzmöglichkeiten, die für die Durchführung der vorgesehenen Simulation erforderlich sind, abzudecken. Diese Anforderung ist aufgabenspezifisch. Um die funktionale Überprüfung zu erfüllen, müssen die Entwickler des Modells in verständlicher Weise den gesamten Bereich der Einsatzmöglichkeiten des Modells und der damit zusammenhängenden Annahmen darstellen und eine Anleitung für den sachgemäßen Gebrauch dieser Einsatzmöglichkeiten zur Verfügung stellen. Diese Informationen müssen in der technischen Dokumentation zur Software griffbereit sein.

**Qualitative Überprüfung**

- 11 Die dritte Form der Modellbestätigung betrifft die Erscheinungsform des vorhergesagten menschlichen Verhaltens mit fundierten Erwartungen. Obwohl dieses nur eine qualitative Form der Überprüfung darstellt, ist sie nichtsdestoweniger wichtig, da sie aufzeigt, dass die in dem Modell eingebauten Verhaltensweisen in der Lage sind, ein realistisches Verhalten zu bewirken.

**Prüfung 8: Gegenstrom – Zwei durch einen Gang miteinander verbundene Räume**

- 12 Zwei 10 m breite und lange Räume sind durch einen 10 m langen und 2 m breiten Gang miteinander verbunden, der in der Mitte einer Seite jedes Raumes beginnt bzw. endet. Eine aus 30- bis 50-jährigen Männern bestehende Gruppe entsprechend der Tabelle 3.4 im Anhang der *Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe* mit sofortiger Reaktionszeit ist auszuwählen, und die Laufgeschwindigkeiten sind über eine Population von 100 Personen zu verteilen.
- 13 Schritt 1: 100 Personen bewegen sich von Raum 1 nach Raum 2, wobei die Anfangsverteilung so ist, dass die linke Seite des Raumes 1 mit der maximal möglichen Dichte besetzt wird (siehe Abbildung 2). Die Zeit, zu der die letzte Person Raum 2 betritt, ist aufzuzeichnen.
- 14 Schritt 2: Schritt 1 wird wiederholt mit zusätzlichen 10, 50 und 100 Personen in Raum 2. Diese Personen haben die gleichen Eigenschaften wie diejenigen in Raum 1. In beiden Räumen wird gleichzeitig mit dem Verlassen begonnen, und die Zeitspanne, nach der die letzte Person aus Raum 1 den Raum 2 erreicht, ist aufzuzeichnen. Das erwartete Ergebnis ist, dass die aufgezeichnete Zeitspanne mit der Anzahl der Personen im Gegenstrom zunimmt.

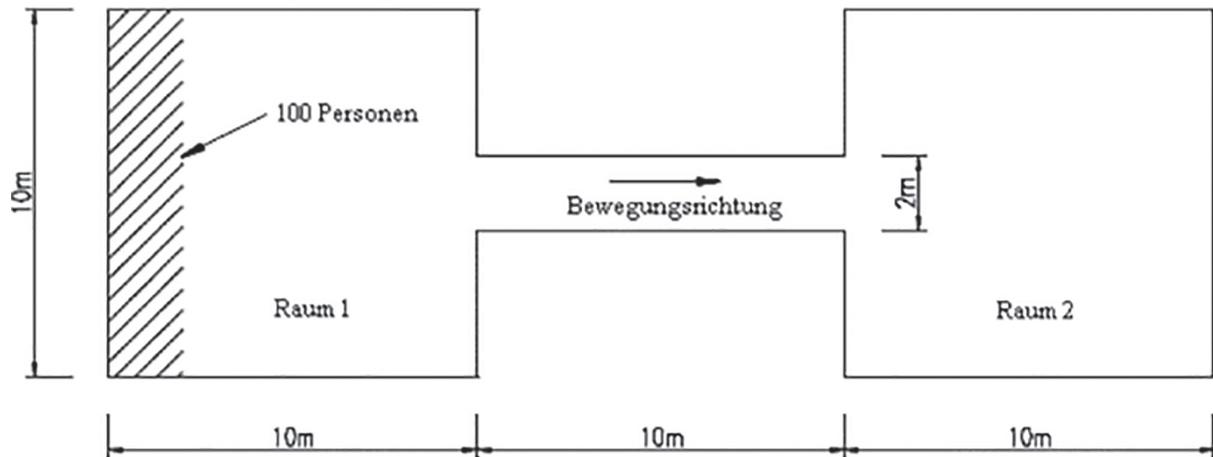


Abbildung 2: Zwei durch einen Gang miteinander verbundene Räume

### Prüfung 9: Ausgangs-Fluss – Flucht einer Menschenmenge aus einem großen Gesellschaftsraum

- 15 In einem Gesellschaftsraum mit vier Ausgängen sind 1000 Personen in dem Raum gleichmäßig verteilt (siehe Abbildung 3). Die Personen verlassen den Raum durch den nächstliegenden Ausgang. Eine aus 30- bis 50-jährigen Männern bestehende Gruppe entsprechend der Tabelle 3.4 im Anhang der Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe mit sofortiger Reaktionszeit ist auszuwählen, und die Laufgeschwindigkeiten sind über eine Population von 1000 Personen zu verteilen.

Schritt 1: Die Zeitdauer, die die letzte Person zum Verlassen des Raumes benötigt, ist aufzuzeichnen.

Schritt 2: Die Türen 1 und 2 werden geschlossen und Schritt 1 ist zu wiederholen.

Das erwartete Ergebnis ist eine ungefähre Verdopplung der Zeitspanne zum Verlassen des Raumes.

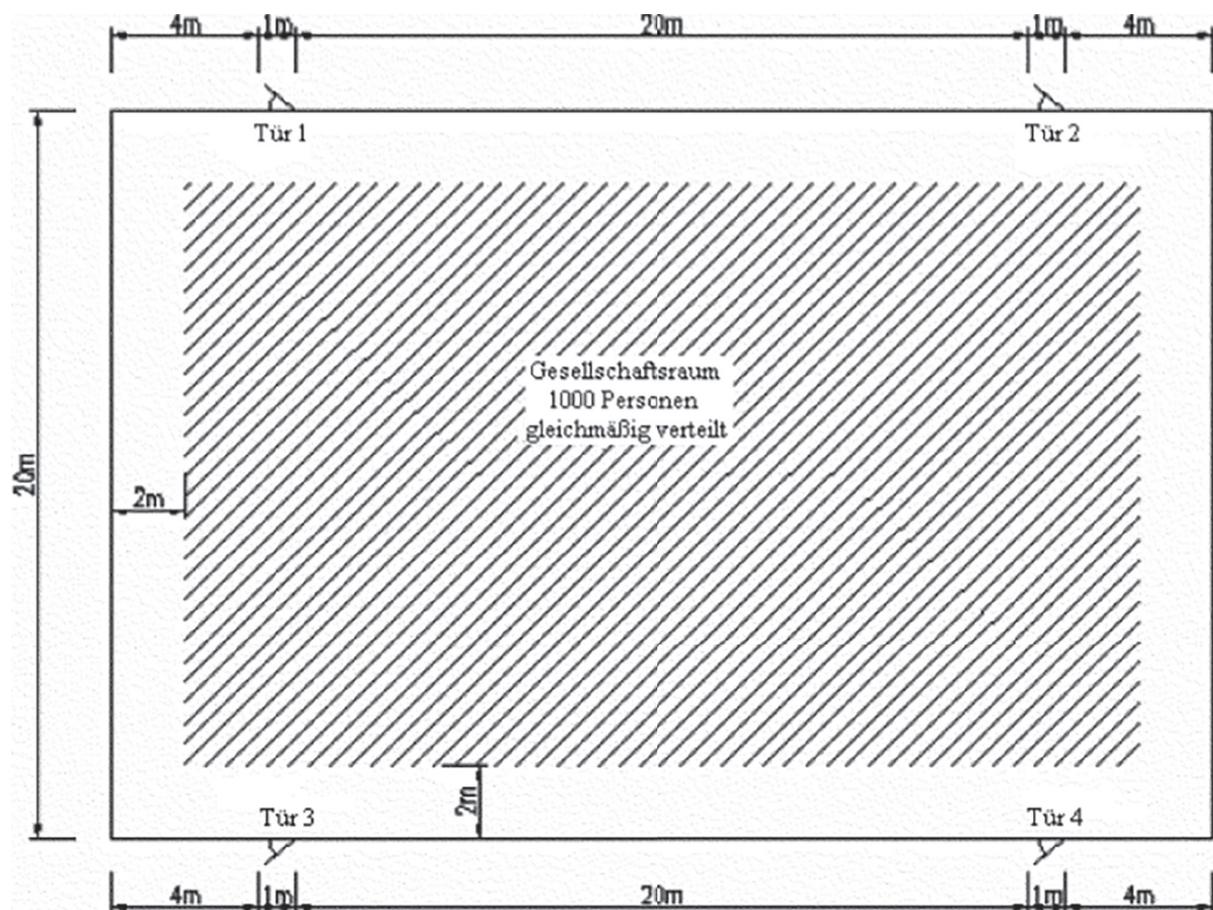
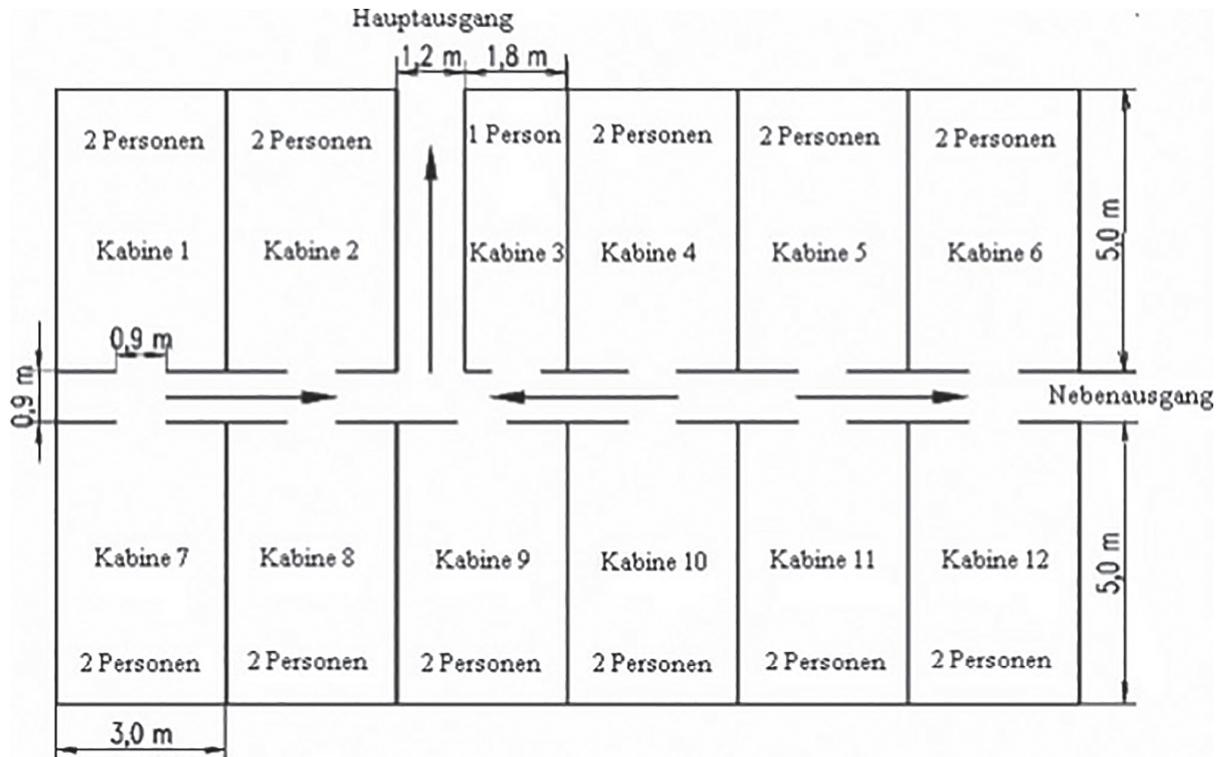


Abbildung 3: Ausgangs-Fluss aus einem großen Gesellschaftsraum

**Prüfung 10: Zuweisung von Fluchtwegen**

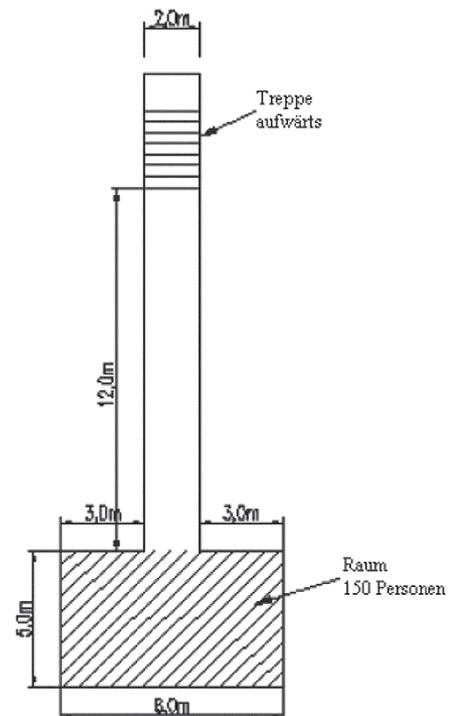
- 16 Es ist die Sektion eines Kabinengangs entsprechend Abbildung 4 und der darin angegebenen Population aufzubauen, die mit einer aus 30- bis 50-jährigen Männern bestehenden Gruppe entsprechend der Tabelle 3.4 im Anhang der Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe mit sofortiger Reaktionszeit besetzt ist, und die Laufgeschwindigkeiten sind über eine Population von 23 Personen zu verteilen. Die Personen in den Kabinen 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 und 10 sind dem Hauptausgang zugewiesen. Alle übrigen Fahrgäste sind dem Nebenausgang zugewiesen. Das erwartete Ergebnis ist, dass alle Fahrgäste zu den ihnen zugewiesenen Ausgängen gehen.



**Abbildung 4: Kabinenbereich**

**Prüfung 11: Treppe**

- 17 Es ist ein Raum, der mit einer Treppe durch einen Gang verbundener ist, entsprechend Abbildung 5 und der darin angegebenen Population aufzubauen, der mit einer aus 30- bis 50-jährigen Männern bestehenden Gruppe entsprechend der Tabelle 3.4 im Anhang der Richtlinien für eine erweiterte Evakuierungsanalyse für neue und vorhandene Fahrgastschiffe mit sofortiger Reaktionszeit besetzt ist, und die Laufgeschwindigkeiten sind über eine Population von 150 Personen zu verteilen. Das erwartete Ergebnis ist, dass sich am Ausgang des Raumes ein Stau bildet, der einen stetigen Fluss im Gang und eine Staubildung am Fuß der Treppe entstehen lässt.



**Abbildung 5: Fluchweg über eine Treppe**

**Prüfung 12: Beziehung zwischen Fluss und Dichte**

- 18 Die Software muss für einen Gang ohne jegliche Hindernisse geprüft werden. Es muss nachgewiesen werden, dass der Personenfluss im Gang bei sehr hohen Populationsdichten generell geringer ist gegenüber dem bei mäßigen Dichten.

**Quantitative Überprüfung**

- 19 Die quantitative Überprüfung beinhaltet den Vergleich von Modellvorhersagen mit verlässlichen Daten aus Evakuierungsübungen. Bei dem derzeitigen Entwicklungsstand sind nicht genügend verlässliche experimentelle Daten vorhanden, um eine gründliche quantitative Überprüfung von Evakuierungsmodellen zu ermöglichen. Die ersten drei Komponenten des Überprüfungsprozesses werden solange als ausreichend angesehen, bis solche Daten verfügbar werden.

**Anhang 3****Beispiel für ein Konvergenzkriterium**

Mit dem folgenden Prozess wird ein Beispiel für das in Absatz 5.4 des Anhangs 1 angeführte Konvergenzkriterium gegeben.

- 1 Insgesamt müssen für jeden der Vergleichsfälle mindestens 50 verschiedene Simulationen durchgeführt werden. Das ergibt für jeden Fall mindestens 50 Werte für  $t_A$ . In Abhängigkeit vom Ergebnis der Konvergenztests (3 und 4 weiter unten) können mehr als 50 Simulationen erforderlich werden, was eine Erhöhung der Anzahl der Simulationen um jeweils eine weitere (siehe 3) erfordert und eine Prüfung des Kriteriums nach jeder Serie von 50 Simulationenläufen (siehe 4).
- 2 Diese Simulationen müssen sich aus mindestens 10 verschiedenen, zufällig gebildeten Populationen (innerhalb des Bereichs der Populationsdemografie nach Absatz 3 des Anhangs 1) zusammensetzen. Die Simulationen auf der Grundlage von jeder dieser verschiedenen Populationen müssen mindestens fünfmal wiederholt werden. Wenn diese fünf Wiederholungen nur geringfügig voneinander abweichende Ergebnisse erbringen, muss die Gesamtanzahl der untersuchten Populationen 50 statt 10 betragen, wobei dann nur eine einzelne Simulation für jede Population durchgeführt wird.
- 3 **Die beobachtete 95. Perzentile von  $t_A$**
- 3.1 Für jeden Fall ist die Ermittlung der 95. Perzentile ein inkrementeller Vorgang, der bei jedem Simulationenlauf unter Verwendung aller verfügbaren Werte für  $t_A$  durchgeführt wird, die zuvor, beginnend mit dem ersten und endend mit dem letzten Simulationenlauf, aus den für den untersuchten Fall bereits erfolgten Simulationenläufen errechnet wurden.
- 3.2 Als Wert der 95. Perzentile aller berechneten Gesamt-Musterungszeiten (noted  $T_{0,95}$ ) wird derjenige Wert angenommen, der größer ist als 95 v. H. aller zuvor errechneten Werte (d. h. für jeden der vier Fälle, für jeden weiteren unten mit dem Buchstaben „i“ indexierten Simulationenlauf, werden alle verfügbaren Werte für Musterungszeiten  $t_A$  des Falles vom niedrigsten bis zum höchsten Wert aufgereiht und dann wird der Wert  $T_{0,95}^i$  ausgewählt, für den 95 v. H. der aufgereihten Werte kleiner sind als dieser. Fol-

lich ergibt sich bei der Simulation Nummer i eine Reihe von i Werten für  $T_{0,95}^i$ .

**4 Konvergenzkriterium**

- 4.1 Für jeden Fall ist der Konvergenztest eine Bewertung des folgenden Kriteriums, die für jede Serie von 50 Simulationenläufen durchgeführt wird. N bezeichnet die Anzahl der Simulationen, die jedes Mal durchgeführt wurden, wenn das Kriterium geprüft wurde (d. h. N = 50 für die erste Testserie, N = 100 für die zweite Testserie usw.).
- 4.2 Die Differenz zwischen dem im Verlauf der 50 letzten Simulationen erhaltenen Höchst- und Tiefstwert  $T_{0,95}^i$  von darf die (als Absolutwert betrachtete) Differenz zwischen dem Mittelwert von  $T_{0,95}^i$  aus den letzten 50 Simulationen und der längsten zulässigen Musterungszeit ( $T_{lim}$ ) nicht überschreiten:

$$|T_{lim} - T_{0,95}^{mean50}| \geq T_{0,95}^{max50} - T_{0,95}^{min50}$$

Wobei:

$$n - \frac{2}{3}(E+L)$$

1,25

$T_{lim}$  = mit n, E und L wie in der Anlage 1, Absatz 5.1(1) definiert,

$T_{0,95}^{mean50}$  = Mittelwert ( $T_{0,95}^i$ ), mit i zwischen (N-49) und N,

$T_{0,95}^{max50}$  = Höchstwert ( $T_{0,95}^i$ ), mit i zwischen (N-49) und N, und

$T_{0,95}^{min50}$  = Tiefstwert ( $T_{0,95}^i$ ), mit i zwischen (N-49) und N.

- 4.3 Für jeden der vier Fälle muss die im Folgenden angegebene iterative Methode zur Bestimmung der Laufzeit  $T_{case}$  angewandt werden:
  - Falls das Kriterium nicht erfüllt wird, muss eine weitere Serie von 50 Simulationenläufen durchgeführt werden,
  - falls das Kriterium erfüllt wird, war die Anzahl der Simulationenläufe für den Fall ausreichend. Als die Laufzeit  $T_{case}$  wird  $T_{0,95}^{mean50}$  (für das erste N, mit dem das Kriterium erfüllt wird) gewählt, und
  - falls eine Gesamtanzahl von 500 Simulationenläufen für den Fall durchgeführt wurde, muss der Prozess abgebrochen werden und als die Laufzeit  $T_{case}$  wird  $T_{0,95}^{mean50}$  gewählt.
- 5 Der für die Erfüllung der Leistungsanforderung geforderte Wert der Laufzeit T ist die längste der vier errechneten Laufzeiten  $T_{case}$  (jeweils eine für jeden der vier Fälle).
- 6 Dasselbe Verfahren für ein Konvergenzkriterium für Fall 5 und die Laufzeitspanne im Fall 6 (Laufzeitspanne von Sammelplätzen zu den Einstiegspunkten der Rettungsmittel) kann auf demselben Prinzip gegründet werden (Absätze 1 bis 5). Für Fall 6 erfordert das Verfahren eine Anpassung der Formelzeichen ( $t_A$ ) und die Berücksichtigung der Bedingung  $(E+L) \leq 30'$  (siehe Anlage 1, Absatz 5.1 (2) für die Begriffsbestimmung von  $T_{lim}$ ).

(VkBl. 2016 S. 834)