

Der 2. Rettungsweg

Analysen zur Beurteilung des 2. Rettungsweges aus Höhen mehrgeschossiger Gebäude unter Berücksichtigung von Leitern der Feuerwehren

Dirk Hagebölling und Marco Fortkamp

1. Einleitung

Bei Bränden in Gebäuden ist eine maßgebliche Gefährdung von Personen darin zu sehen, daß direkte Brandeinwirkungen oder Brandrauch die Möglichkeit der Flucht über Flure und Treppen ausschließen können. Aus diesem Grunde sehen die Landesbauordnungen als repräsentative Vorschriften des Baurechts das Grundprinzip der redundanten Auslegung von Rettungswegen vor. Während der 1. Rettungsweg, häufig auch Fluchtweg genannt, gefährdeten Personen ein eigenständiges Verlassen des Gebäudes einräumen muß, wird beim 2. Rettungsweg eine eigenständige Handlungsweise gefährdeter Personen zur Sicherung ihrer Gesundheit nicht vorausgesetzt. Demnach muß ein 1. Rettungsweg grundsätzlich baulich hergestellt werden; für die Gestaltung des 2. Rettungsweges können verschiedene Varianten zur Anwendung kommen. Die derzeit aktuellen Varianten zur Rettung aus Höhen lassen sich hinsichtlich ihres Sicherheitsstandards in verschiedene Kategorien aufteilen:

Kategorie I:

Baulicher Rettungsweg
2. Treppenraum

Kategorie II:

Leitern der Feuerwehren

Kategorie III:

Sprungrettungsgeräte

Kategorie IV:

Sonstige Einrichtungen
Rettungsschläuche, Abseleinrichtungen
u. ä.

Findet man die Forderung hinsichtlich der redundanten Rettungsweggestaltung in vertikaler Richtung bei baulichen Anlagen besonderer Art und Nutzung häufig durch die Ausbildung von zwei Treppenträumen

Verfasser:

Dipl.-Ing. Dirk Hagebölling
BF Bochum
und
Dipl.-Ing. Marco Fortkamp
Bergische Universität
- GH - Wuppertal

realisiert (Versammlungsstätten, Geschäftshäuser), wird bekanntlich diese Variante i. d. R. bei „normalen“ Gebäuden nicht zuletzt aus wirtschaftlichen und bauästhetischen Gründen weder gefordert noch baulich umgesetzt. So müssen Rettungsgeräte der Feuerwehren für die Sicherstellung des 2. Rettungsweges aus Höhen bei Gebäuden unterhalb der Hochhausgrenze (22 m) als fester Bestandteil des o. a. Sicherheitskonzeptes angesehen werden. Rettungsgeräte der Kategorien III und IV sind von vornherein als extrem risikobehaftet einzustufen, werden auch nur in Ausnahmefällen eingesetzt und nehmen im Rahmen der durchgeführten Analysen aufgrund ihrer zudem begrenzten Einsatzmöglichkeiten nur einen untergeordneten Stellenwert ein. Analysen zu baulich gestalteten Rettungswegen (Kategorie I) sind bereits mehrfach durchgeführt worden, signifikante Daten über deren Leistungsfähigkeit (Rettungsraten, Personenströme usw.) sind in der Fachliteratur dokumentiert und führten auch zu baurechtlichen Forderungen hinsichtlich der Dimensionierung in Abhängigkeit von der im Notfall maximal aufzunehmenden Personenzahl. So konzentrierten sich die Untersuchungen im wesentlichen auf Rettungsgeräte der Kategorie II, und es stand die Frage im Vordergrund, in welchem Maße die Feuerwehren der ihnen übertragenen Aufgabe zur Sicherstellung des 2. Rettungsweges ausreichend gerecht werden können. Aus diesem Anlaß wurde vom *Ordinariat Brand- und Explosionsschutz des Fachbereichs Sicherheitstechnik an der Bergischen Universität - GH - Wuppertal* eine Diplomarbeit in Auftrag gegeben, die sich der o. g. Fragestellung widmete.

2. Versuchsprogramm

2.1 Festlegung der Rettungsgeräte

Es wurden vornehmlich die Rettungsgeräte der Feuerwehren zu den Untersuchungen herangezogen, die am häufigsten eingesetzt werden und weite Verbreitung aufweisen:

Tragbare Leitern:

- vierteilige Steckleiter
- dreiteilige Schiebleiter

Auf Fahrgestellen aufgebaute Leitern:

- Drehleiter 23/12 (DLK 23/12)

Klappleitern und Hakenleitern wurden aufgrund der begrenzten und besonderer Einsatzmöglichkeiten nicht berücksichtigt. Anhängeleitern und Drehleitern, die nicht das gesamte Höhenspektrum unterhalb der Hochhausgrenze abdecken lassen, sind nicht in die Untersuchungsreihen aufgenommen worden.

2.2. Mittlere Personenbelegung von Wohneinheiten

Vor Versuchsbeginn war die Frage zu klären, wie groß die mittlere Anzahl zu retten der Personen je Wohneinheit anzusetzen ist. Dabei wurde auf die statistische Wohnungsdichte in der Bundesrepublik Deutschland nach der letzten Mikrozensus-Ergänzungserhebung zurückgegriffen, die im Mittel einen Wert von 2,5 Personen/Wohnung angab. Damit wurden die Versuchsreihen so konzipiert, daß eine Rettung von jeweils 3 Personen als Versuchsziel vorgegeben werden konnte

2.3. Versuchsdurchführung

2.3.1 Versuchsbedingungen

Für die Gestaltung der Versuchsreihen wurden sowohl Berufsfeuerwehrmänner (SB) als auch Freiwillige Feuerwehrmänner (SB) eingesetzt. Voraussetzung war eine Ausbildung als Truppmann (Ausbildung nach Laufbahnrecht bzw. FwDV 2 sowie mehrjährige Tätigkeit im Übungs- und Einsatzdienst.

Als zu rettende Personen konnten nur Feuerwehrmänner eingesetzt werden, da aus versicherungstechnischen Gründen der wünschenswerte Einsatz von Zivilpersonen aller Altersklassen ausscheidete. Im wesentlichen wurde auf Mitglieder der Jugendfeuerwehr zurückgegriffen, so daß der Personenkreis der Rettungsprobanden aufgrund der folgende Eigenschaften

- jugendlich
 - gesund, sportlich
 - im Leitersteigen geübt
 - ohne Höhenangst
- als idealisierte Gruppe zu charakterisiert ist. Als Rettungsgeräte wurden geprüfte Leitern öffentlicher Feuerwehren genutzt. Die Rettungsöffnungen (Fenster) entsprechen in ihren Abmessungen den Anforderungen des Baurechtes.

Die Rettungsversuche wurden bei trockener Witterung, ausgehend von festem Untergrund (Asphalt, Betonsteinpflasterung), gestartet. An unterschiedlichen Objekten wurden die Versuche mehrfach mit wechselnden Mannschaften verschiedener Standorte durchgeführt.

Nach jedem Arbeitsschritt wurden die Zwischenzeiten festgehalten. In den folgenden Ausführungen werden jedoch nur wesentliche Zeitdaten aufgeführt.

Ein im realen Einsatzfall parallel zur Rettungsaktion einzuleitender Löschangriff wurde nicht in das Versuchskonzept einbezogen, da die Versuchsziele ausschließlich auf die Personenrettung aus Höhen ausgerichtet waren.

2.3.2 Versuche mit der vierteiligen Steckleiter

Die tragbare Leiter war jeweils auf einem LF 16 verlastet, das jeweils etwa 10 m vom Gebäude entfernt abgestellt war. Die Vornahme erfolgte nach FwDV 10.

Als für die Praxis aussagekräftige Eckdaten sollen folgende Zeitwerte Erwähnung finden:

$t_{Rüst}$ = Rüstzeit, Zeitdauer von der Aufstellung des Fahrzeuges bis zum Abschluß des Anleiterns am entsprechenden Geschos

$t_{Rett(1)}$ = Zeitdauer für die Rettung einer Person, einschließlich Aufstellung der Leiter, Aufstieg eines Rettungstrupps und Abstieg des Probanden

$t_{ges.(3)}$ = Zeitdauer der gesamten Rettungsaktion für 3 Personen inklusive Vornahme der Leiter

t_{Stell} = Zeitdauer für einen anschließenden Stellungswechsel der Leiter an den Anleiterpunkt einer benachbarten Nutzungseinheit

2.3.2.1 Rettung von 3 Personen aus dem 2. Obergeschoß

Der Versuchsverlauf sah die Entnahme der Leiter vom Fahrzeug, Aufstellung am Objekt, Einsteigen eines Rettungstrupps (1/1) und die Rettung von 3 Personen über die Leiter mit Hilfestellung beim Übersteigen der Fensterbrüstung unter jeweiliger Sicherung der absteigenden Person durch einen unterhalb vorhersteigenden Feuerwehrmann vor.

Folgende Mittelwerte* konnten gewonnen werden:

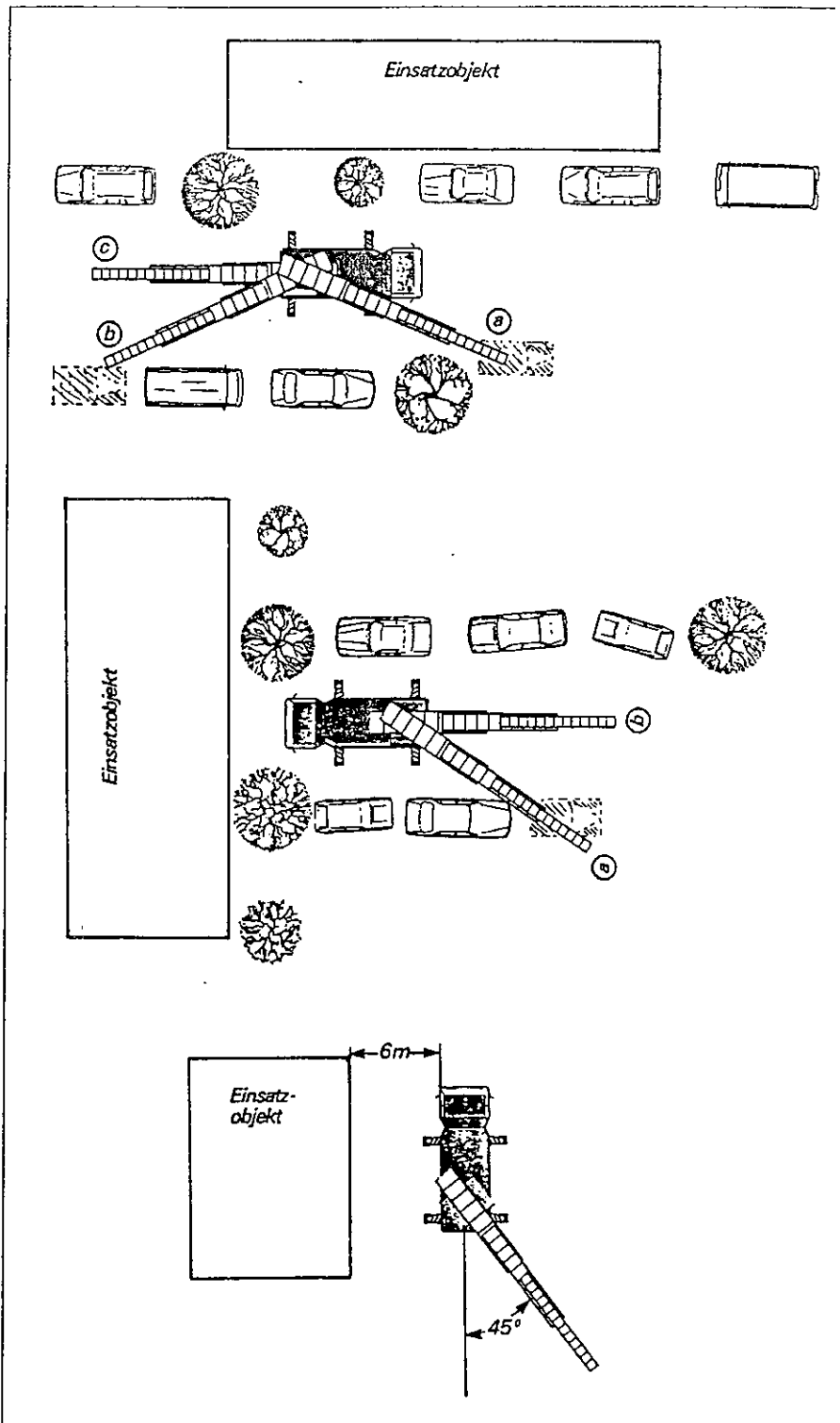
$t_{Rüst}$	1 min 24 s
$t_{Rett(1)}$	2 min 25 s
$t_{ges.(3)}$	3 min 50 s
t_{Stell}	58 s

2.3.2.2 Rettung von 3 Personen aus dem 2. Obergeschoß mit Fangleinensicherung

Die Durchführung erfolgte analog zur o.g. Versuchsreihe. Die Sicherheit der abstei-

* Anmerkungen:

$t_{ges.(3)}$ ist nicht als Summenwert des Produktes $3 \times (t_{Rett(1)} - t_{Rüst}) + t_{Rüst}$ zu sehen, da jeweils die Einzelwerte von Zwischenzeiten der Versuchsreihen zur Berechnung der Mittelwerte genutzt wurden.



1-3 Stand- und Rüstpositionen als Ausgangslagen für Rettungsversuche mit Drehleitern

genden Probanden wurde jedoch zusätzlich durch das Anlegen einer Fangleine (Rettungsknoten) und Sicherung mit Hilfe des im 2. Obergeschoß verbliebenen Feuerwehrmannes erhöht.

Folgende Mittelwerte* konnten gewonnen werden:

$t_{Rüst}$	1 min 22 s
$t_{Rett(1)}$	3 min 17 s
$t_{ges.(3)}$	5 min 55 s
t_{Stell}	58 s

Die Ergebnisse der o.a. Versuchsreihe kennzeichnen den taktischen Wert c Steckleiter als einfach und flexibel handhabendes Rettungsgerät bis z Höhe des 2. Obergeschosses. Der zeitliche Mehraufwand für eine durch Fangleinen gesicherte Rettung ist ein Hinweis z mögliche Verzögerungen im Einsatzfall, wenn widrige Einsatzbedingungen vorliegen (Regen, Schnee- und Eisglätte) oder ungeübte bzw. nicht uneingeschränkt gefähige Personen gerettet werden.

müssen. Bei der Betrachtung der Ergebnisse darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß hier unter optimalen Bedingungen gearbeitet werden konnte, Rettungsprobanden sowie Rettungspersonal auf ihre Aufgabe vorbereitet waren und der Übungseffekt bei Wiederholung der Aktionen zu verbesserten Rettungszeiten führte. Im Einsatzfall werden sich mit hoher Wahrscheinlichkeit diese Werte nicht erzielen lassen.

2.3.3 Versuche mit der dreiteiligen Schiebleiter:

Rettung von 3 Personen aus dem 3. Obergeschoß

Die Rettungsversuche mit der dreiteiligen Schiebleiter wurden unter gleichwertigen Konditionen und mit identischer Zielsetzung durchgeführt wie die Versuche mit den Steckleitern, abgesehen vom Anleitern am höhergelegenen 3. Obergeschoß. Aufgrund der Einsatzhöhe war von vornherein vorgesehen, eine Rettung von Personen nur unter Sicherung mit Fangleinen vorzunehmen.

Die Versuche ergaben die nachstehenden Mittelwerte:

$t_{Rüst}$	4 min 51 s
$t_{Rett(1)}$	7 min 42 s
$t_{ges.(3)}$	11 min 13 s
t_{Stell}	5 min 30 s

Die Versuchsergebnisse dokumentieren eindrucksvoll den relativ großen Zeitaufwand für den Rettungseinsatz mit der dreiteiligen Schiebleiter. Vergleicht man die gewonnenen Werte mit denen der Steckleiterversuche, fallen die hohen Werte für $t_{Rüst}$ und t_{Stell} auf und geben Rückschluß auf die erheblich anspruchsvollere Handhabung der Schiebleiter. Ein weiterer Aspekt, der im Verlauf der Versuche beobachtet werden konnte, kennzeichnet deutliche Zeitgewinne durch wachsende Routine beim Umgang mit diesem Rettungsgerät. Bei Wiederholungsübungen konnten bis zu 90 s geringere Rettungszeiten registriert werden. Diese Tatsache verdeutlicht die Notwendigkeit, regelmäßig mit diesen Rettungsgeräten zu üben.

Mit Hilfe der o. a. Werte läßt sich der Einsatzwert der dreiteiligen Schiebleiter bei der Rettung von Personen bis zum 2. Obergeschoß im Vergleich zur Steckleiter absehen. Im Vordergrund der Untersuchungen stand jedoch die Erreichbarkeit des 3. Obergeschosses. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß neben dem zeitlichen Mehraufwand auch der personelle Aufwand höher anzusetzen ist als beim Steckleitereinsatz.

2.3.4 Versuche mit Drehleitern

Oberhalb der Einsatzhöhe tragbarer Leitern bieten abgesehen von Anhängel Leitern quasi nur noch Drehleitern den Feuerwehren eine technische Alternative zur Personenrettung aus Obergeschossen unterhalb der Hochhausgrenze. Als Standardhubrettungsfahrzeug in der Bundesrepublik Deutschland ist mittlerweile die

DL(K) 23-12 zu bezeichnen, deren Bestand bei etwa 1150 Einheiten liegt.

Eine Drehleiter mit einhängbarem Korb (DLK) ermöglicht prinzipiell zwei Rettungsvarianten:

- Verwendung des Rettungskorbes an der Leiterspitze zum Anfahren betroffener Geschosse und Aufnahme von zu rettenden Personen, in der Regel ist das jeweils eine Person pro Rettungsvorgang,
- Einsatz des ausgefahrenen Leiterparks als Rettungsbrücke nach Auflegen am betroffenen Geschöß.

Bei den nachfolgend dargestellten Versuchen konnte das Drehleiterfahrzeug jeweils in einem Abstand zwischen 6 m und 9 m vom Gebäude entfernt parallel aufgestellt werden.

2.3.4.1 Versuche mit der Drehleiter und eingehängtem Rettungskorb:

Rettung von 3 Personen aus Geschossen unterhalb der Hochhausgrenze

Der Versuchsverlauf sah die Abstützung des Fahrzeuges, die Installation des Rettungskorbes an der Leiterspitze, die Besetzung des Korbes mit einem Feuerwehrmann, das Anfahren des gewählten Geschosses, die Aufnahme einer zu rettenden Person und den Transport zu ebener Erde vor.

Als relevante Zeitwerte wurden aus der Gesamtheit der ermittelten Daten für diese Ausarbeitung die folgenden Werte selektiert:

- $t_{Rüst}$ = Rüstzeit, Zeitdauer von der Aufstellung des Fahrzeuges bis zum Erreichen des entsprechenden Geschosses mit dem Rettungskorb
- $t_{Rett(1)}$ = Zeitdauer für die Rettung einer Person aus dem entsprechenden Geschöß bis zum Ausstieg am Boden
- $t_{ges.(3)}$ = Zeitdauer der gesamten Rettungsaktion für 3 Personen inklusive Rüstzeit

Als anzufahrende Geschosse wurden das 3., 5. und 7. Obergeschoß gewählt. Das 3. Obergeschoß wurde mit in die Versuchsreihe aufgenommen, um eine Vergleichsbasis zu den Versuchen mit der dreiteiligen Schiebleiter zu schaffen. Das 7. Obergeschoß stellte mit einer Fußbodenhöhe nahe 22 m die festgelegte Rettungsgrenze für die herangezogenen Drehleiterfahrzeuge dar.

Folgende Werte wurden ermittelt:

3. Obergeschoß	
$t_{Rüst}$	3 min 5 s
$t_{Rett(1)}$	3 min 56 s
$t_{ges.(3)}$	7 min 35 s

5. Obergeschoß	
$t_{Rüst}$	3 min 20 s
$t_{Rett(1)}$	4 min 26 s
$t_{ges.(3)}$	9 min 5 s

7. Obergeschoß	
$t_{Rüst}$	3 min 48 s
$t_{Rett(1)}$	4 min 59 s
$t_{ges.(3)}$	10 min 22 s

Erwähnenswert sind noch die durchschnittlichen Zeitwerte für die Rettung einer Person nach Betriebsbereitschaft des Rettungskorbes. So betrug der gemittelte Zeitwert für einen Transportzyklus

- aus dem 3. Obergeschoß 1 min 50 s
 - aus dem 5. Obergeschoß 2 min 21 s
 - aus dem 7. Obergeschoß 2 min 39 s.
- Demnach kann die durchschnittliche Rettungsrate mit Hilfe einer Drehleiter unter Verwendung des Rettungskorbes unter optimalen Bedingungen (kein Stellungswechsel) mit 22 bis 32 Personen je Stunde kalkuliert werden.

2.3.4.2 Versuche mit der Drehleiter als Rettungsbrücke

In dieser Versuchsreihe wurde nach Abstützung des Fahrzeuges der Leiterpark am gewählten Geschöß aufgelegt, ein Rettungstrupp stieg auf, und unter Sicherung durch einen unterhalb der zu rettenden Person ebenfalls absteigenden Feuerwehrmann wurde die Rettungsaktion zum Abschluß gebracht.

Für eine Vergleichsanalyse sind folgende Zeitwerte von Bedeutung:

- $t_{Rüst}$ = Rüstzeit, Zeitdauer von der Aufstellung des Fahrzeuges bis zum Abschluß des Anleiterns am entsprechenden Geschöß
- $t_{Rett(1)}$ = Zeitdauer für die Rettung einer Person, einschließlich Auflegen des Leiterparks, Aufstieg eines Rettungstrupps und Abstieg mit dem Probanden
- $t_{ges.(3)}$ = Zeitdauer der gesamten Rettungsaktion für 3 Personen inklusive Instellungbringen des Leiterparks

Die Rettungsaktionen wurden aus dem 3., 5. und 7. Obergeschoß durchgeführt. Diese Rettungsvariante ermöglicht der gleichzeitigen Abstieg der zu rettenden Personen. Es wurde lediglich darauf geachtet, daß sich nur jeweils ein Duo (Proband und Feuerwehrmann als Sicherungsperson) auf einem Leiterteil befand.

Als Zeitwerte wurden erfaßt:

3. Obergeschoß	
$t_{Rüst}$	2 min 15 s
$t_{Rett(1)}$	5 min 7 s
$t_{ges.(3)}$	6 min 14 s

5. Obergeschoß	
$t_{Rüst}$	2 min 40 s
$t_{Rett(1)}$	5 min 48 s
$t_{ges.(3)}$	6 min 53 s

7. Obergeschoß	
$t_{Rüst}$	2 min 40 s
$t_{Rett(1)}$	6 min 6 s
$t_{ges.(3)}$	7 min 33 s

Als durchschnittliche Abstiegswerte aus den einzelnen Geschossen ergaben sich für jeweils ein Duo:

- aus dem 3. Obergeschoß 1 min 42 s
- aus dem 5. Obergeschoß 1 min 48 s
- aus dem 7. Obergeschoß 1 min 54 s.

Der Vergleich der beiden Rettungsvarianten favorisiert aufgrund der geringeren Rettungszeiten die Verwendung der Dreh-

leiter als Rettungsbrücke. Allerdings besteht beim Einsatz des Rettungskorbes ein erhöhtes Maß an Flexibilität, verschiedene Rettungsöffnungen auf unterschiedlichen Geschoßebenen anzufahren. Es erscheint auch nicht akzeptabel, zu rettende Personen im Einsatzfall ohne Begleitung durch einen Feuerwehrmann als Sicherungsmaßnahme absteigen zu lassen. Damit wird die Verwendung der Drehleiter ohne Korb zwangsläufig zur personalintensiveren Alternative. Auch gilt wie in den bisherigen Versuchsreihen zu berücksichtigen, daß die Probanden geübt im Leitersteigen waren. Eine fehlende Routine, Einschränkung der Gefähigkeit bzw. Höhenangst von zu rettenden Personen im Notfall führen zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Rettung über den Leiterpark. In diesem Falle stellt die Rettung mit dem Korb, unabhängig vom erhöhten Zeitaufwand betrachtet, gewiß die Maßnahme mit dem höheren Sicherheitsniveau dar.

2.3.4.3 Ermittlung von Rüstzeiten für Drehleitern

Zu den wesentlichen Kenndaten zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Drehleitern im Rettungseinsatz ist die Rüstzeit zu zählen. Aus diesem Grund fordert die DIN 14701 für Hubrettungsfahrzeuge vom Typ DL(K) 23-12 die Einhaltung einer Rüstzeit von 180 s; innerhalb dieses Zeitraumes muß die Nennrettungshöhe von 23 m mit einer Nennausladung von 12 m bei einem Winkel von 90° zwischen Leiterpark und Fahrzeuglängsachse erreicht sein. Falls für den Drehleitereinsatz erforderlich, muß in diesem Zeitraum zusätzlich noch die Schlauchhaspel (falls vorhanden) abgeprotzt und der Rettungskorb zugerüstet werden. Analog zu den oben geschilderten Einsatzvarianten wurden Versuchsreihen entworfen, die sich im wesentlichen auf die Rüstzeiten von Drehleitern bezogen, aber auch ungünstige Randbedingungen für den Einsatzfall vorgaben. Für diese Untersuchungen wurden Drehleitern (Besatzung 1/2) von zwei deutschen Herstellerfirmen genutzt, die Untersuchungsergebnisse sind für diese Ausarbeitung gemittelt worden. Bei allen Versuchen waren die Bodenverhältnisse optimal, d. h., die Aufstellfläche war flach und für eine Abstützung entsprechend belastbar.

Als $t_{Rüst}$ ist der Zeitraum definiert, der vom Abstellen des Fahrzeuges benötigt wird, bis der Leitersatz in Nennrettungshöhe aufgelegt ist oder ein installierter Rettungskorb sich einstiegsbereit vor einem Geschoß in Nennrettungshöhe befindet. Neben der nach Norm für die Ermittlung der Rüstzeiten vorgeschriebenen Aufstellung des Drehleiterfahrzeuges parallel zum Gebäude wurde zusätzlich die lotrechte Position eines Hubrettungsfahrzeuges (Sackgassensituation) mit in das Konzept aufgenommen.

► Einsatz einer Drehleiter mit Rettungskorb:

Bild 1 verdeutlicht die Standpositionen

des Fahrzeuges und kennzeichnet die vorgegebenen Freiräume für das Zurüsten des Rettungskorbes für die Versuche 1a-1c. Schon die Fahrwege des Leiterparks bis zum Erreichen der vorgegebenen Zurüstpositionen ließen unterschiedliche Zeitwerte erwarten. Bei der Versuchsdurchführung wurde darauf geachtet, daß der Leiterpark während der Drehmanöver nahezu vollständig aufgerichtet wurde, um die ungünstigen Umgebungsbedingungen in engen Straßen zu simulieren.

Folgende Durchschnittszeitwerte wurden ermittelt:

Versuch 1a:
 $t_{Rüst\ 1a} = 3\ \text{min}\ 18\ \text{s}$

Versuch 1b:
 $t_{Rüst\ 1b} = 3\ \text{min}\ 28\ \text{s}$

Versuch 1c:
 $t_{Rüst\ 1c} = 3\ \text{min}\ 45\ \text{s}$

Bild 2 veranschaulicht die Stand- und Zurüstpositionen für das Drehleiterfahrzeug während der Versuchsreihe 2. Die denkbar ungünstigen Positionen für die Zurüstung eines Rettungskorbes sind durch die Buchstaben a und b gekennzeichnet. Im Mittel ergaben sich folgende Zeitwerte:

Versuch 2a:
 $t_{Rüst\ 2a} = 3\ \text{min}\ 24\ \text{s}$

Versuch 2b:
 $t_{Rüst\ 2b} = 3\ \text{min}\ 53\ \text{s}$

► Einsatz einer Drehleiter als Rettungsbrücke:

Versuch 3a:

Aufstellung parallel zur Gebäudelängsachse mit einem Abstand von 6 m und Anleitern lotrecht zur Fahrzeuglängsachse (Standardsituation nach Norm)

Mittlere Rüstzeit $t_{Rüst\ 3a} =$
1 min 53 s

Versuch 3b:

Aufstellung lotrecht zur Gebäudelängsachse mit einem Abstand von 6 m und Anleitern über das Führerhaus des Fahrzeuges

Mittlere Rüstzeit $t_{Rüst\ 3b} =$
1 min 11 s

Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß lediglich beim Einsatz von Drehleitern als Rettungsbrücke die nach Norm vorgegebenen Rüstzeiten erreichbar werden. Diese Erkenntnisse belegen jedoch auch, daß mit der modifizierten Form einer DLK 23-12, der SE-Version (SE = Soforteinstieg; der Leiterpark ist mit ständig zugestütztem Korb zum Heck des Fahrzeuges abgesenkt) die Rettungsfristen im Vergleich zur untersuchten Version mit separiertem Korb ohne weiteres um mehr als die Hälfte des Rüstzeitanteils gesenkt werden können. Dabei lassen sich jedoch, wie bereits erwähnt, nicht die Ret-

tungsraten erreichen wie bei der Verwendung einer Drehleiter als Rettungsbrücke insbesondere bei Einsätzen mit einer Vielzahl zu rettender Personen.

2.3.4.4 Versuche mit Drehleitern Rettungskorb und Krankentrage

Zur Vervollständigung der Versuchsreihe wurde abschließend auch die zeitaufwendigste Rettungsaktion mit Hilfe ein Drehleiterfahrzeuges betrachtet. Versuchsziel war es, die Rettung einer nicht gehfähigen Person unter Verwendung des Rettungskorbes und einer auf diesem installierten Krankentrage zu simulieren. Bild 3 gibt Aufschluß über die Ausgangssituation. Die Rettung erfolgte aus einer Geschoß mit Nennrettungshöhe. Folgende Zeiten waren von Bedeutung:

$t_{Betrieb}$ =
Zeit, bis der Betriebszustand Korb mit montierter Krankentrage nach Abstellen des Fahrzeuges erreicht war

$t_{Rüst\ KT}$ =
Zeit, bis die Krankentrage aufnahmebereit die entsprechende Geschoß in Nennrettungshöhe erreicht hatte

$t_{Rett\ KT}$ =
Zeit, bis eine Person unter Verwendung des Rettungskorbes mit Krankentragenhalterung gerettet und zu ebener Erde gebracht wurde

Als Mittelwerte konnten festgehalten werden:

$t_{Betrieb}$	= 2 min 34 s
$t_{Rüst\ KT}$	= 5 min 20 s
$t_{Rett\ KT}$	= 7 min 39 s

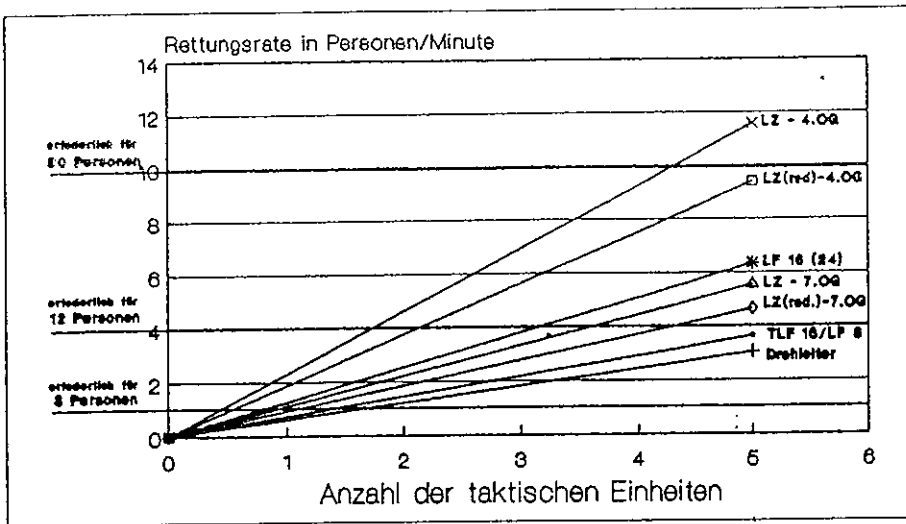
Anhand dieser Zahlen läßt sich in etwa die Rettungsrate mit dieser Zusatzeinrichtung kalkulieren, wenn im Einsatzfall zum Beispiel die Evakuierung nicht gehfähiger oder stark hilfsbedürftiger Personen (Krankenhaus, Altenheim u. ä.) aus höher gelegenen Geschossen in Erwägung gezogen werden muß.

3. Modell zur Kalkulation von Rettungsfristen

Auf der Basis der gewonnenen Versuchsergebnisse läßt sich durch Summation verschiedener Rettungsraten der einzelnen Rettungsgeräte unter Berücksichtigung von Gebäudehöhen die objekt spezifische Rettungsfrist für die ausschließliche Nutzung des 2. Rettungsweges kalkulieren.

Damit kann alsdann eine Risikoeinstufung des betreffenden Gebäudes hinsichtlich des Rettungserfolges im Schadensfall erfolgen. Hierbei muß im Rahmen einer probabilistischen Analyse von der maximal erwartenden Personenzahl ausgegangen werden.

Somit eröffnet sich die Möglichkeit in Ablehnung an empirisch ermittelte Reanimationsfristen, die Rettungswahrscheinlichkeit für alle in einem Gebäude erwarteten Personen abzuschätzen. Als ortsspezifische Kenngrößen sind Alarmierungs- und Anfahrzeiten vorab einzuplanen. Wird b



4 Rettungsdauer-Kennwerte taktischer Einheiten in Abhängigkeit von der Zahl der zu Rettenden

LF 8 bzw. TroTLF 16 oder TLF 16
DL mit Korb
DL als Brücke

LF 16 bzw. LF 24
LZ - 4. OG
LZ [red.] - 4. OG

LZ - 7. OG
LZ [red.] - 7. OG

LZ [red.] = Vornahme von nur zwei tragbaren Leitern; Schiebleiter und Steckleiter. Die Geschoßan-
gabe bezieht sich auf die kennwertspezifische maximale Einsatzhöhe der taktischen Einheit.

der Ermittlung der Rettungswahrscheinlichkeit ein nicht akzeptabler Wert erreicht, kann dieses die Notwendigkeit zur Schaffung eines zweiten baulichen Rettungsweges begründen.

Die wesentliche Kenngröße zur Beurteilung des Einsatzwertes eines Rettungsgerätes ist die Rettungsrate, die wie folgt berechnet wird:

$$\text{Rettungsrate } R = \frac{\text{Anzahl der geretteten Personen}}{\text{Zeit (min)}} = \frac{N_{\text{Pers}}}{t}$$

Aufgrund der durchschnittlichen Zwischenzeiten für den reinen Rettungsvorgang nach Ablauf der Rüstzeiten ergeben sich folgende Rettungsrate für die Rettung von Personen über den 2. Rettungsweg:

Ungesicherte Rettung über vierteilige Steckleiter

$$R_{\text{Steck/u}} = 1,43 \frac{\text{Pers}}{\text{min}}$$

Gesicherte Rettung über vierteilige Steckleiter

$$R_{\text{Steck/g}} = 0,73 \frac{\text{Pers}}{\text{min}}$$

Gesicherte Rettung über dreiteilige Schiebleiter

$$R_{\text{Schieb}} = 0,54 \frac{\text{Pers}}{\text{min}}$$

Rettung über DLK 23-12 mit Korb*

$$R_{\text{DLK}} = 0,38 \frac{\text{Pers}}{\text{min}}$$

Rettung über DLK 23-12 als Rettungsbrücke*

$$R_{\text{DL}} = 0,61 \frac{\text{Pers}}{\text{min}}$$

Beim kombinierten Einsatz mehrerer Leitern ergibt sich theoretisch bei gleichmäßiger Verteilung von zu rettenden Personen im 2., 3. und in darüberliegenden Geschossen aus der Summe der einzelnen Rettungsrate:

$$R_{\text{theor.ges}} = \sum_{x=1}^m (R_x \cdot n_x)$$

mit R = Rettungsrate des einzelnen Gerätes
mit n = Anzahl der jeweiligen Geräte
 $x_1 \dots x_m$ = Index für die einzelnen herangezogenen Gerätetypen

Diese rein theoretische Kalkulation muß allerdings bei praxisorientierter Betrachtung sofort verworfen werden, da die maximalen Einsatzhöhen der einzelnen Geräte differieren und nach erschöpfender Rettung aus dem 1., 2. und 3. Obergeschoß nur noch die Rettungsrate von Drehleitern für den Bereich bis zum 7. Obergeschoß zählen. Somit kann die o. g. Formel sehr wohl für Gebäude mit 4 Obergeschossen herangezogen werden; für eine allgemeine Handhabung im Bereich bis zur Hochhausgrenze bedarf es einer Modifikation:

*Bei der Bemessung der Rettungsrate für Drehleitern wurde jeweils der ungünstige Fall der Rettung aus dem 7. Obergeschoß zugrunde gelegt.

$$R_{\text{ges.}} = \frac{(R_{\text{St}} \cdot n_{\text{St}} + R_{\text{Sb}} \cdot n_{\text{Sb}})}{N_{\text{G}}} + R_{\text{DL(K)}} \cdot n_{\text{DL(K)}}$$

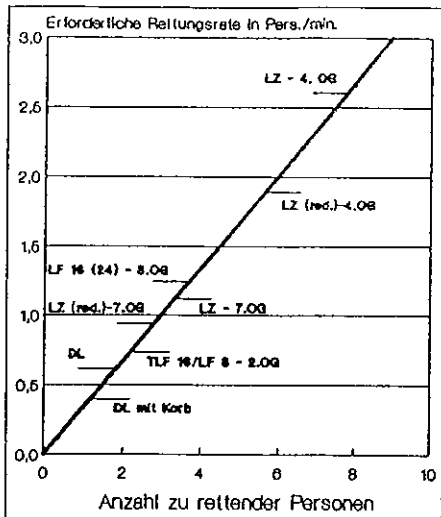
mit R_{St} = Rettungsrate der vierteiligen Steckleiter
mit R_{Sb} = Rettungsrate der dreiteiligen Schiebleiter
mit $R_{\text{DL(K)}}$ = Rettungsrate der Drehleiter (DLK = Korbeinsatz)
mit n = Anzahl der jeweiligen Geräte
mit N_{G} = Anzahl der Geschosse oberhalb des 3. Obergeschosses

Nach wie vor muß die gleichmäßige Verteilung von zu rettenden Personen auf die einzelnen Geschosse vorausgesetzt werden. Der Einsatz der Steckleiter zur Rettung von Personen aus dem 1. Obergeschoß (zwei- bzw. dreiteilig) wird geringfügig günstigere Rettungsrate aufweisen als bei der angenommenen Rettung aus dem 2. Obergeschoß. Hier muß im Rahmen einer Vereinfachung lediglich pauschal auf die Kennwerte des 2. Obergeschosses zurückgegriffen werden; etwaig auftretende Zeitreserven decken den Zeitbedarf der Umrüstung von Steckleitern für die Rettung aus der alternativen Geschoßebene.

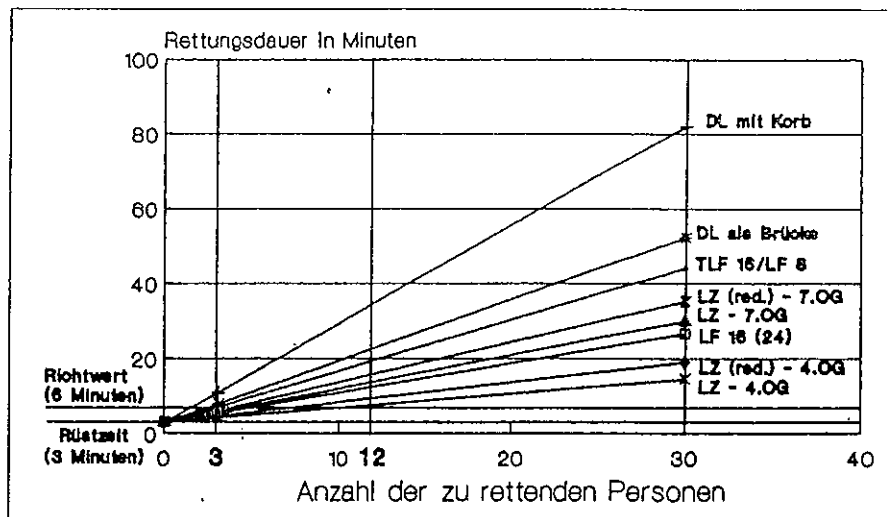
Die Rettung von Personen über die dreiteilige Schiebleiter auch aus dem 1. und 2. Obergeschoß ist nicht auszuschließen. Allerdings ist nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, daß dieser Leitertyp nach dem erstmaligen Anleiten auch in einem niedriger liegenden Geschoß eingesetzt wird, da er nur in Kombination mit einer vierteiligen Steckleiter auf Einsatzfahrzeugen verlastet ist, diese sicherlich schon bis zum 2. Obergeschoß zur Verwendung gekommen ist und ein Umrüsten für das Anleiten einer anderen Geschoßebene oder gar ein Stellungswechsel einen unverhältnismäßig hohen Zeitaufwand mit sich bringt (s. 2.3.3).

Liegt eine ungleichmäßige Verteilung vor zu rettenden Personen auf die einzelnen Geschosse vor – zum Beispiel durch Vermischung von Wohn-, Büro- und Technikgeschossen –, muß zur Kalkulation der Gesamtrettungsrate die Verteilung durch prozentuale Wichtung der einzelnen Summanden berücksichtigt werden.

Mit dem o. g. Ansatz kann nun die Gesamtrettungsrate taktischer Einheiten festgelegt werden. So beträgt diese für ein LF 8 bzw. TroTLF 16 oder TLF 16, geht man davon aus, daß nur die mit Fangleine gesicherte Rettung von Personen der Großteil der Risiken einer Rettungsmaßnahme auch aus dem 2. Obergeschoß ausräumt, 0,73 Personen/Minute. Geh man wiederum von einer homogenen Personenbelegung über alle Geschosse aus ergibt sich für ein LF 16 bzw. LF 24 eine Gesamtrettungsrate von $(0,73 + 0,54) : 1,27$ Personen/Minute bis zum 3. Obergeschoß. Bei der Betrachtung der Gesamtrettungsrate eines Löschzuges ist für den Höhenbereich bis einschließlich zum 4. Obergeschoß der reine Summenwert der einzelnen Rettungsrate/Gerät aus schlaggebend:



5 Erforderliche Rettungsraten in Abhängigkeit von der Zahl der zu Rettenden.



LZ [red.] = Vornahme von nur zwei tragbaren Leitern: Schiebleiter und Steckleiter. Die Geschosßangabe bezieht sich auf die kennwertspezische maximale Einsatzhöhe der taktischen Einheit.

$$R_{ges, LZ (4. OG)} = 0,73 \times 2 + 0,54 + 0,61 (0,38) = 2,61 (2,38) \text{ Pers./min.}$$

* = Einsatz der DL mit Rettungskorb

Für höhere Gebäude bis zur Hochhausgrenze senkt sich die Rate mit zunehmender Einsatzzeit auf einen Endwert bei

- 5 Obergeschossen: 1,61 (1,38) Pers./min.
- 6 Obergeschossen: 1,28 (1,05) Pers./min.
- 7 Obergeschossen: 1,11 (0,88) Pers./min. (= $R_{ges, LZ (7. OG)}$)

aus den genannten Gründen. Fraglich bleibt, ob die derzeit verfügbare Personalstärke insbesondere von Berufsfeuerwehren die gleichzeitige Vornahme aller auf einem Löschzug mitgeführten Leitern zuläßt. Geht man von einer durchschnittlichen Besatzung von 1/12/13 (LZ red. = Löschzug mit reduziertem Personal) aus, muß die Gesamtrettungsrate sicherlich um den anteiligen Wert einer tragbaren Leiter (Steckleiter) reduziert werden (von 2,61 auf 1,88 bzw. von 1,11 auf 0,93). Wie eingangs bereits erwähnt, findet im Rahmen dieser Betrachtung der Zeitaufwand für parallel durchzuführende Löschnmaßnahmen keine Berücksichtigung.

Zur Kalkulation der Gesamtrettungsdauer t_{Rges} muß man folgende Randbedingungen vorausschicken:

- die eingeplanten taktischen Einheiten sind in ausreichender Stärke gleichzeitig am Einsatzort
- ein Stellungswechsel von Rettungsgeräten wird nicht vorgesehen
- als Rüstzeit $t_{Rüst}$ wird aufgrund der Versuchsergebnisse ein pauschaler Wert von 3,00 Minuten für alle Rettungsgeräte festgelegt.

Die Gesamtrettungsdauer (t_{Rges}) ergibt sich aus der Division von Anzahl der zu rettenden Personen (N_{Pers}) durch die gewichtete Gesamtrettungsrate der eingeplanten taktischen Einheit(en) (R_{ges}) zuzüglich des fixen Wertes für die Rüstzeit ($t_{Rüst}$):

$$t_{Rges} = \frac{N_{Pers.}}{R_{ges.}} + t_{Rüst}$$

Das deutsche Baurecht geht bei der Behandlung der Rettungssituation über den 2. Rettungsweg vom allgemeinen Vorhandensein einer vierteiligen Steckleiter aus. Dieses belegt nicht zuletzt § 17 der Musterbauordnung (auch Landesbauordnung NW), der aussagt, daß Gebäude, deren zweiter Rettungsweg über Rettungsgeräte der Feuerwehr führt und bei denen die Oberkante der Brüstungen notwendiger Fenster oder sonstiger zum Anleitern bestimmter Stellen mehr als 8,00 m über der Geländeoberfläche liegen, nur errichtet werden dürfen, wenn die erforderlichen Rettungsgeräte von der Feuerwehr vorgehalten werden. Es liegt also der logische Schluß nahe, daß die Gesamtrettungsdauer, die mit der vierteiligen Steckleiter bei der Rettung von Personen aus einer durchschnittlich belegten Wohneinheit (3 Personen) erreichbar erscheint, als Basiswert für weitere Überlegungen zur grundsätzlichen Beurteilung der Rettungssituation über den 2. Rettungsweg (Leitern der Feuerwehr) bei allen anderen baulichen Anlagen unterhalb der Hochhausgrenze herangezogen werden kann.

Aufgrund der Untersuchungen kann dieser Richtwert (t_{RRicht}) mit aufgerundet 6,00 Minuten angesetzt werden (s. 2.3.2.2). Die Rettungsdauerkennwerte verschiedener taktischer Einheiten lassen sich auch grafisch unter Verwendung einer Geraden-

gleichung $y = mx + b$ in der cartesisch Normalform darstellen. Dabei gibt

- y die Gesamtrettungsdauer t_{Rges} ,
- m den Steigungsgrad in Abhängigkeit von der Rettungsrate (R_{ges}^{-1}),
- x die Anzahl der zu rettenden Person (N_{Pers}) und
- b den fixen Wert für die Rüstzeit (t_{R} wieder.

Zur Schaffung von Orientierungsgrößen wurden neben der Standardbelegung einer Wohneinheit mit drei Personen noch folgende charakteristische Größen für rettende Personengruppen festgelegt:

- Mehrfamilienhaus mit vier Wohneinheiten = 12 Personen
 - Versammlungsraum, zum Beispiel Schulklassen = 30 Personen
- Bild 4 verdeutlicht die Relationen von Tabelle 1 und ermöglicht den Bezug zu festgelegten Richtwert (6,00 Minute) wobei die homogene Verteilung von rettenden Personen über die einzelnen Geschosse wiederum zugrunde gelegt werden muß.

Das vorgestellte Modell räumt nun auch den Umkehrschluß ein; das heißt, ausgehend von dem festgelegten Richtwert und den spezifischen Rettungsraten kann nach Vorgabe der Größe des zu rettenden Personenkreises über die Feststellung der erforderlichen Rettungsrate der Bedarf taktischer Einheiten ermittelt werden, c den Wahrscheinlichkeitsanforderung für eine erfolgreiche Rettung nachkommt. Durch Umstellung der o. a. Formel ergibt sich:

$$R_{erf. (N_{ges})} = \frac{N_{Pers.}}{t_{RRicht} - t_{Rüst}}$$

Für die aufgestellten charakteristische

Rettungskennwerte taktischer Einheiten				
Taktische Einheit	Spezifische Rettungsrate [Pers./min.]	Rettungsdauer [min.]		
		3 Personen	12 Personen	30 Personen
Drehleiter mit Korb, max. Rettungshöhe 7. OG	0,38	10,9	34,6	82,0
Drehleiter ohne Korb, max. Rettungshöhe 7. OG	0,61	7,9	22,7	52,2
LF 8, max. Rettungshöhe 2. OG	0,73	7,1	19,4	44,1
Löschzug red. (1/12/13), max. Rettungshöhe 7. OG	0,93	6,2	15,9	35,3
Löschzug (Standard), max. Rettungshöhe 7. OG	1,11	5,7	13,8	30,0
LF 16/LF 24, max. Rettungshöhe 3. OG	1,27	5,4	12,5	26,6
Löschzug red. (1/12/13), max. Rettungshöhe 4. OG	1,88	4,6	9,4	19,0
Löschzug (Standard), max. Rettungshöhe 4. OG	2,61	4,2	9,4	14,5

Tabelle 1

Personengruppen sind somit die folgenden Rettungsraten erforderlich, die als leicht einzuprägende Kennwerte genutzt werden können:

$$R_{\text{erf.}} (3 \text{ Pers.}) = 1 \text{ Pers./min}$$

$$R_{\text{erf.}} (12 \text{ Pers.}) = 4 \text{ Pers./min}$$

$$R_{\text{erf.}} (30 \text{ Pers.}) = 10 \text{ Pers./min}$$

Bild 5 zeigt die erforderlichen Rettungsraten in Abhängigkeit von der im Gebäude zu erwartenden Personenzahl, mit Kennzeichnung der Leistungsfähigkeit taktischer Einheiten.

Mit Kenntnis dieser Leistungsfähigkeit in Hinsicht auf die Rettung von Personen aus Höhen können nun die entsprechenden Geraden grafisch in Relation zu den erforderlichen Rettungsraten gebracht werden, und der Betrachter ist unverzüglich in der Lage, den notwendigen Bedarf an taktischen Einheiten zu ersehen.

Bild 6 kennzeichnet die Relationen zwischen Einheitenbedarf und den aufgrund des Denkansatzes erforderlichen Rettungsraten. Bei der Interpretation der vorliegenden Darstellung sind die höhenbezogenen Leistungsgrenzen der einzelnen taktischen Einheiten bei der Rettung von Personen zu beachten, wodurch eine differenzierte Betrachtung für Bereiche oberhalb des 2. Obergeschosses erforderlich wird. Die Grafik läßt zudem erkennen, daß die Entsendung eines LF 8 bzw. TroTLF 16 oder TLF 16 für eine dem Richtwert angemessene Rettung von 3 Personen nicht ausreicht und die Rettung von 12 Personen schon den Einsatz von 3 Löschzügen erforderlich macht. Für die Sicherstellung der Höhenrettung von 30 Personen aus lebensbedrohenden Lagen in adäquater Zeit ergibt sich unter günstigen Konditionen ein Mindestbedarf von 5 Löschzügen.

Um den ortsspezifischen Bestand an taktischen Einheiten angemessen zu berücksichtigen, bedarf es lediglich einer individuellen Aufstellung der jeweiligen Leistungsdaten von taktischen Einheiten und Verbänden, um festzustellen, ob nach dem vorliegenden Modell die Rettung von Personen im Rahmen der oben erwähnten Richtzeiten gewährleistet werden kann. Eine praxisorientierte Beurteilung der Leistungsfähigkeit taktischer Einheiten muß unter Einbeziehung der verfügbaren

Personalkapazitäten erfolgen; ein Umstand, der erwarten läßt, daß vielerorts reduzierte Rettungsraten die Ergebnisse einer diesbezüglichen Kalkulation prägen. So wurde auch in Bild 6 die Leistungsfähigkeit von Löschzügen unterschiedlich vorgegeben.

4. Zusammenfassung

Das durch das deutsche Baurecht verfolgte Rettungskonzept für Personen aus mehrgeschossigen Gebäuden unterhalb der Hochhausgrenze sieht neben der Sicherstellung vertikaler baulicher Rettungswege auch eine Rettung über Geräte der Feuerwehren vor. Die Leistungsfähigkeit baulicher Rettungswege ist aufgrund empirischer Analysen hinreichend bekannt; die Favorisierung gegenüber Rettungsalternativen unumstritten. Allerdings kann eine 100%ige Verfügbarkeit nicht garantiert werden. Unter der Vorgabe einer redundanten Auslegung der Rettungsvarianten kommt den Rettungsgeräten der Feuerwehren eine besondere Bedeutung zu. Nicht alle vorgehaltenen Rettungsgeräte entsprechen den zeitgemäßen Sicherheitsanforderungen; bei anderen erscheint die bestimmungsgemäße Handhabung aufgrund fehlender personeller Kapazitäten fraglich (Sprungtuch). So wurden im Rahmen einer Diplomarbeit die verfügbaren Rettungsgeräte erfaßt, analysiert und hinsichtlich ihrer Eignung eingestuft. Für Untersuchungsreihen wurden geeignete Geräte selektiert und zu Rettungsversuchen herangezogen, da signifikante Werte zur Leistungsfähigkeit dieser Geräte derzeit nicht oder nur in geringem Umfang vorlagen. Die Rettungsversuche, die sowohl von Feuerwehrbeamten als auch von freiwilligen Kräften durchgeführt wurden, erfuhren eine chronologische Erfassung und Auswertung. Ziel dieser Auswertung war es, Rüstzeiten und Rettungsraten zu ermitteln, die bei der Beurteilung von baulichen Anlagen hinsichtlich der spezifischen Rettungssituation als allgemein gültige Bezugswerte herangezogen werden können. Darüber hinaus sollte ein allgemein anwendbares Kalkulationsmodell geschaffen werden,

mit dem auch ortsspezifisch die Voraussetzungen für eine bedarfsorientierte Rettung von Personen aus Höhen mehrgeschossiger Gebäude grundsätzlich überprüft werden können. Das Ergebnis einer diesbezüglichen Überprüfung führt zwangsläufig zu einer Aussage, wobei die Konsequenzen bei einer Negativ-Feststellung folgende Alternativen zur Behebung eines Mißstandes zu erörtern sind:

- **Nachrüstung eines baulichen, ggf. technischen vertikalen Rettungsweges**
- **Ergänzung der technischen Ausstattung der vorgehaltenen taktischen Einheiten.**
- **Modifikation des Konzepts für die vorhandenen taktischen Einheiten durch Austausch oder Neubeschaffung technischer Ausstattung sowie individuelle Anpassung des Personalbedarfs**
- **Punktueller Änderung der Alarm- und Ausrückeordnungen in Anlehnung an die Ermittlung erforderlicher Rettungsraten**

Die vorgestellte Arbeit ist als Einstieg in einen Problembereich zu betrachten, der von Seiten der Feuerwehren, denen letztlich die Rettungsverantwortung bei Versagen baulicher Sicherheitseinrichtungen zugewiesen wurde, mit uneingeschränktem Interesse beobachtet werden sollte. In diesem Zusammenhang muß die Initiative zur fortschreitenden und ggf. noch intensiveren Analyse auch von dieser Interessengruppe ausgehen. Es ist zwar kurzfristig nicht zu erwarten, daß technische Innovationen zu einer erheblichen Veränderung der Leistungsfähigkeit etablierter taktischer Einheiten führen werden, jedoch müssen Entwicklungen kritisch begleitet werden. Dabei ist auch der Gesetzgeber mit in die Pflicht zu nehmen, durch die Unterstützung von Forschungsvorhaben Indizien an die Hand zu bekommen, die einen angemessenen Einsatz der Feuerwehren im Rahmen der allgemeinen Sicherheitsgewährleistung relementieren lassen.