
Hans M Jappsen, Aufzugsanlagen in: Hochhausatlas, München 2002

1. Vorschriften

1.1 EG-Recht

Aufzugsrichtlinie (AufzR) 95/16/EG

Maschinenrichtlinie(MR) 89/392/EG

CE-Kennzeichnungsrichtlinie 93/68/EWG

1.2 Bundesrecht

12. Gerätesicherheitsgesetz (12. GSG) für Aufzüge mit Personenbeförderung

DIN EN 81, Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Personen- und Lastenaufzügen, sowie Kleingüteraufzügen. Die noch in Bearbeitung befindliche EN 81.72 betrifft speziell Feuerwehraufzüge.

Technische Regeln für Aufzüge, TRA, mittlerweile weitgehend durch DIN EN 81 ersetzt. Die TRA 200 für Personen- und Lastenaufzüge darf seit dem 01.07.1999 für neu errichtete Aufzüge nicht mehr angewendet werden und gilt nur noch für damals bereits bestehende Aufzüge. Die mit „F“ bezeichneten Abschnitte gelten bis zur Einführung der DIN EN 81.72 noch für neue Feuerwehraufzüge.

1.3 Landesrecht

Landesbauordnungen und Hochhausrichtlinien

Vorschriften der örtlichen Brandschutzbehörde

2. Personenaufzüge

Wir unterscheiden Aufzüge in Wohnhochhäusern, Aufzüge in Hotelhochhäusern, Aufzüge in normalen Bürogebäuden, Aufzüge in "kleinen" Bürohochhäusern und Aufzüge in „hohen“ Bürohochhäusern. Unterschiedlichen Nutzungen stellen unterschiedliche Anforderungen an Architekten, Aufzugsplaner und Aufzugsbauer.

Aufzüge in Hochhäusern müssen gebäudeabhängig eine bestimmte Förderleistung erbringen. Der Aufzugsplaner hat die Aufgabe, die erforderliche Förderleistung zu bestimmen und die für die Bewältigung dieser Förderleistung notwendigen Aufzüge unter Berücksichtigung der sich ergebenden Wartezeiten zu ermitteln.

Anforderungen an Aufzüge sind entsprechend der vorgesehenen Nutzung klar zu definieren, als Voraussetzung der Planung von Aufzugsanlagen und der dafür erforderlichen Verkehrsberechnung.

2.1 Gebäudedaten

2.1.1 Nutzflächen

Grundlage einer Aufzugsverkehrsberechnung ist in Bürogebäuden die (geplante) Büronutzfläche, in Hotelgebäuden die Anzahl der Hotelzimmer und in Wohngebäuden die Anzahl und Größe der Wohnungen. Büronutzfläche bzw. Anzahl der Hotelzimmer oder Wohnungen müssen je Geschöß bekannt ermittelt werden. Bekannt sein müssen Anzahl und Höhe der einzelnen Geschosse.

2.1.2 Personenzahlen

Aus der Nutzfläche wird die Personenzahl je Geschöß ermittelt. Dabei werden in der Literatur (Barney + Santos 1977) folgende Kennwerte genannt:

Bürogebäude mit einem Nutzer	8 – 10 m ² net area (Büronettonutzfläche)/Person
Bürogebäude mit vielen Nutzern	10 – 12 m ² net area (Büronettonutzfläche)/Person
Wohngebäude und Hotels	1,5 – 1,9 Personen/Raum

J+S empfehlen:

Bürogebäude	13 m ² Büronettonutzfläche/Person
Hotel	1,5 – 1,7 Personen je Doppelzimmer 1 Person je Einzelzimmer
Wohngebäude	je nach Wohnungsgröße 1, 2 oder 3 Personen je Wohnung

Diese Werte gelten für hochwertige Gebäude, wie sie im westlichen Europa, in den USA und in Kanada errichtet sind.

Mit den vorgenannten Kennwerten wird die wahrscheinliche mittlere Belegung der Geschosse und des Gebäudes ermittelt. Die tatsächliche Belegung einzelner Geschosse kann davon nach oben und unten deutlich abweichen.

2.1.3 Erforderliche Förderleistung

Aus der Summe der wahrscheinlichen mittleren Personenanzahl je Geschöß für die von der jeweiligen Aufzugsgruppe bedienten Geschosse wird die erforderliche Förderleistung beim Füllen des Gebäudes für jede Aufzugsgruppe ermittelt.

Die Periode des Füllens wird als Grundlage des Verkehrsberechnungsmodells gewählt, weil die Anforderungen an das Füllen eines Gebäudes standardisierbar und vergleichbar sind. Die Zeit des Füllens eines Gebäudes ist jedoch bei vielen Gebäuden nicht die verkehrskritischste Zeit innerhalb des Tagesablaufes. Die

Gewichtung des kritischen Verkehrs außerhalb der Füllzeit wird durch die Wahl des Prozentsatzes der 5-Minuten-Förderleistungsfähigkeit (HC5) berücksichtigt.

2.2 Aufzugsdaten

2.2.1 5-Minuten-Förderleistung

Entsprechend der Literatur gilt eine Aufzugsanlage für alle üblichen Verkehrsarten als ausreichend, wenn die 5-Minuten-Förderleistung beim Füllen eines Gebäudes nachstehenden in der Literatur genannten Prozentsätzen der Belegschaft mindestens entspricht.

Strakosch (1967)	11 - 20 %
Müller (1969)	14 - 15 %
Barney + Santos (1977)	
Bürogebäude mit mehreren Nutzern	11 - 15 %
dito mit hohem Prestige	17 %
Bürogebäude mit einem Nutzer	15 %
dito mit hohem Prestige	17 - 25 %

Für die Aufzüge in den Hochhäusern in Frankfurt/Main ist eine 5-Minuten-Förderleistungsfähigkeit (HC5) von 15 bis 16,5 % zugrunde gelegt.

2.2.2 Mittlere Wartezeit bzw. Mittlere Intervallzeit

In Deutschland dient üblicherweise die Mittlere Wartezeit als Beurteilungskriterium, während in den USA die Intervallzeit (Suitable Interval Time) betrachtet wird. Die Mittlere Wartezeit ist definiert als die halbe Mittlere Intervallzeit. Die Mittlere Intervallzeit ist definiert als der mittlere Zeitabstand zwischen zwei Aufzugsabfahrten in der Haupthaltestelle beim Füllen des Gebäudes.

Die Mittlere Wartezeit (Intervallzeit) ist ein Maß für die Qualität einer Aufzugsanlage. In der Literatur werden folgende Werte genannt:

Barney + Santos (1977)	
Bürogebäude mit Prestige	20 - 25 s
Andere Bürogebäude	25 – 30 s
Wohn- und Hotelgebäude	40 – 100 s

Die Mittleren Intervallzeiten in Bürogebäuden werden wie folgt beurteilt:

Mittlere Wartezeit in Sekunden			Beurteilung
20 s	bis	25 s	sehr gut
25 s	bis	30 s	gut
30 s	bis	35 s	befriedigend
35 s	bis	40 s	ausreichend
über		40 s	unbefriedigend

Da Wartezeiten subjektiv empfunden werden, werden längere Wartezeiten toleriert, wenn die Wartezonen durch Anordnung, Gestaltung und Transparenz die Wartezeiten subjektiv kürzer erscheinen lassen.

2.2.3 Kabinenkapazität

Die erforderliche Grundfläche von Kabinen ergibt sich aus der Anzahl der Personen, die zum Erreichen der erforderlichen Förderleistung bei guten Mittleren Wartezeiten je Umlauf transportiert werden müssen. Es ist anzustreben, daß für diese Personen eine Nettogrundfläche je Person von mindestens 0,22 m² zur Verfügung steht.

Hohe Kabinen wirken sich positiv auf die Förderleistung aus, weil Personen in hohen Kabinen eher bereit sind, enger zusammenzurücken, als in niedrigen Kabinen.

2.2.4 Halteverlustzeit

Die Halteverlustzeit ist die Zeitdifferenz zwischen einer Fahrt von Geschoß A nach Geschoß B ohne Zwischenhalt und einer Fahrt von Geschoß A nach Geschoß B mit einem Zwischenhalt, plus einer definierten Tür-offen-Zeit.

Der Begriff Halteverlustzeit wurde von J+S geprägt, um für Verkehrsberechnungen, Ausschreibungen und Abnahmen übereinstimmende und prüfbare Qualitätsmerkmale zu schaffen. Die Halteverlustzeit kann an jeder Aufzugsanlage leicht mit einer Stoppuhr ermittelt werden.

Bei Aufzugsverkehrsberechnungen für Hochhäuser muß zur Minimierung der Aufzüge und insbesondere zur Minimierung des für die Aufzüge erforderlichen Gebäudevolumens hochwertige Aufzugstechnik vorausgesetzt werden.

Mit hochwertigen Antrieben und Antriebsregelungen sowie mit hochwertigen mittig öffnenden Schiebetüren mit einer Türbreite von 1,1 m lassen sich je nach Geschwindigkeit Halteverlustzeiten zwischen 8,5 s und 10 s erzielen. Die Tür-offen-Zeit (Nutzzeit) ist darin jeweils mit 2 s enthalten.

2.2.5 Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit von Aufzügen in Hochhäusern wird abhängig von der Hubhöhe auf der Grundlage der Verkehrsberechnung gewählt.

Nachstehende Tabelle zeigt vereinfacht die Auswirkungen der Geschwindigkeit auf die Fahrzeit bei einer mittleren Beschleunigung von 1 m/s²:

Geschwindigkeit (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kürzeste Fahrstrecke (m)	4	9	16	25	36	49	64	91	100
Fahrzeit für 100 m (s)	52,0	36,3	29,0	25	22,7	21,3	20,5	20,1	20
Zeitersparnis gegenüber 4 m/s (s)			0	4	6,3	7,7	8,5	8,9	9
Zeitersparnis gegenüber 7 m/s (s)						0	0,8	1,2	1,3

Die Tabelle zeigt, daß höhere Geschwindigkeiten nur sinnvoll sind bei großen Haltestellenabständen, bei denen die volle Geschwindigkeit erreicht werden kann, und, daß die Zeitersparnis durch hohe Geschwindigkeiten klein ist.

Die höchste Geschwindigkeit bei Aufzügen in Frankfurt/Main beträgt 7 m/s bei der Expressgruppe im Maintower. Diese Aufzugsgruppe verbindet das Erdgeschoß mit der Skylobby im 38.OG. Die schnellste Aufzugsanlage in Deutschland befindet sich in Berlin am Potsdamer Platz und führt zu einer Aussichtsplattform. Die Geschwindigkeit beträgt in Aufwärtsrichtung eine Sekunde lang 8,5 m/s. In Abwärtsrichtung beträgt die Maximalgeschwindigkeit 7 m/s. In Japan gibt es Aufzüge mit 12,5 m/s Geschwindigkeit, die ebenfalls nur sehr kurz diese Geschwindigkeit erreichen. Im Taipeh Financial Center, das sich derzeit im Bau befindet, sollen Aufzüge mit 16,7 m/s Geschwindigkeit in Aufwärtsrichtung und ca. 10 m/s in Abwärtsrichtung eingebaut werden, die ohne Zwischenhalt 370 m fahren.

Die Grenzen für Beschleunigung und Geschwindigkeit setzt nicht die Technik, sondern der Mensch. Hohe Beschleunigungen und Verzögerungen werden von vielen Menschen als unangenehm empfunden. Geschwindigkeiten über 7 m/s führen insbesondere in Abwärtsfahrtrichtung bei vielen Menschen zu einem unangenehmen Druck auf den Ohren, wie er von schnellen Autofahrten bergabwärts bekannt ist. Dies wird verursacht durch die schnelle höhenbedingte Luftdruckänderung.

Schnelle Aufzüge benötigen eine aufwendige Technik bezüglich Antrieb, Kabinen- und Gegengewichtsführung, Puffer und Seilspannvorrichtung in der Schachtgrube, aufwendige Maßnahmen zur Körperschall- und Luftschalldämmung und haben sehr hohe Stromanschlußwerte.

Aus wirtschaftlicher und fördertechnischer Sicht sind Aufzüge mit über 7 m/s Geschwindigkeit unsinnig.

3. Feuerwehraufzüge

In Deutschland sind gemäß Landesbauordnungen bzw. Hochhausrichtlinien in neu zu errichtenden Hochhäusern über 30 m Höhe Feuerwehraufzüge vorzusehen.

Feuerwehraufzüge dienen in erster Linie zur Brandbekämpfung, d.h., der Feuerwehr den Weg zum Brandherd zu erleichtern. Feuerwehraufzüge können als Rettungsaufzüge genutzt werden, wenn dies dem Einsatzleiter der Feuerwehr richtig erscheint.

Ansonsten sind Feuerwehraufzüge normale Aufzüge, die entsprechend ihrer geplanten Funktion zum Personen- oder zum Lastentransport dienen.

3.1 Bauliche Forderungen an Feuerwehraufzüge:

Der Abstand vom Arbeitsplatz bzw. Aufenthaltsplatz zum Feuerwehraufzug darf 50 m nicht überschreiten.

Feuerwehraufzüge müssen in einem separaten feuerbeständigen Schacht angeordnet sein.

Der Aufzugsvorraum muß ausreichend groß sein, daß eine Krankentrage in den Aufzugsvorraum eingebracht und die Tür danach geschlossen werden kann. In einigen Bundesländern wird ein exaktes Maß vorgegeben für die Tiefe des Aufzugsvorraumes, in anderen Ländern wird dies pragmatisch gesehen und muß im Zweifelsfall nachgewiesen werden. In der prEN 81.72 wird darüber hinaus eine Mindestgröße des Aufzugsvorraumes von 5 m² verlangt.

3.2 Technische Forderungen an Feuerwehraufzüge:

Bezüglich der Aufzugsverordnung sind wir derzeit in einer äußerst ungewöhnlichen Situation. Die technischen Forderungen bezüglich Feuerwehraufzüge gibt es nach geltendem Recht derzeit nur in der (deutschen) TRA 200, die ansonsten seit dem 1.7.1999 für neue Aufzüge nicht mehr angewendet werden darf. Die ab 1.7.1999 geltende Europäische Norm EN 81.1 für Personen- und Lastenaufzüge mit Seilantrieb enthält keine Zusatzforderungen für Feuerwehraufzüge. Dafür ist eine neu Norm, die EN 81.72 vorgesehen, die derzeit als Entwurf prEN 81.72 vorliegt.

Kabinen von Feuerwehraufzügen müssen mindestens 1,10 m breit, mindestens 2,10 m tief, und die Zugangstüren müssen mindestens 900 mm breit sein.

Feuerwehraufzüge müssen eine separate Elektrozuleitung erhalten, die im Brandfall für eine Dauer von mindestens 90 Minuten (oder 120 Minuten) betriebsfähig bleiben muß. Darüber hinaus benötigen Feuerwehraufzüge eine redundante Stromversorgung.

Die Fahrkörbe von Feuerwehraufzügen, einschließlich ihrer Verkleidungen und Beläge, müssen aus nichtbrennbaren Stoffen bestehen (DIN 4102 Klasse A).

Gemäß TRA 244.3 müssen Feuerwehraufzüge eine Ausstiegsluke im Dach haben, sowie eine Leiter (oder Stufen), um diese Luke erreichen zu können. Durch die Luke können Feuerwehrleute im Notfall die Aufzugskabine mit oder ohne Hilfe von außen verlassen. Auf dem Kabinendach muß eine Leiter bereitgehalten werden, mit der die Feuerwehrleute die nächst höhere Schachttür entriegeln und öffnen können, um den Aufzugsschacht zu verlassen.

Gemäß TRA 200 muß die Geschwindigkeit von Feuerwehraufzügen mindestens 1,0 m/s betragen für Aufzüge mit weniger als 60 m Förderhöhe und mindestens 2,0 m/s für höhere Förderhöhen. Die prEN 81.72 enthält derzeit die Forderung, daß ab Feuerwehruzugangsebene jedes Geschoß innerhalb von 60 s erreichbar sein muß.

Die Steuerung muß den Forderungen der TRA 266.5 entsprechen.

Schutz gegen Wasser wird in der TRA nicht gefordert. In der prEN 81.72 ist eine derartige Forderung halbherzig aufgenommen. Alle (elektrischen) Einbauteile im vorderen Schachtbereich müssen gegen Spritzwasser geschützt sein. Als vorderer

Schachtbereich ist der Bereich von 1 m ab Schachtvorderwand definiert. Darüber hinaus muß eine Pumpe in der Schachtgrube fest eingebaut werden, um Wasser automatisch abpumpen zu können.

3.3 Rauchfreihaltung der Feuerwehraufzugsschächte

Feuerwehraufzugsschächte müssen im Brandfall rauchfrei bleiben. Dies kann durch eine Druckbelüftung sichergestellt werden, die im Brandfall in den im Brandbereich befindlichen Aufzugsvorräumen einen Überdruck erzeugt, um das Eindringen von Rauch in den Aufzugsschacht zu verhindern.

In den meisten bestehenden Hochhäusern wurde für diese Druckbelüftung ein eigener Luftschaft vorgesehen, aus dem die Luft im Brandfall in die betreffenden Aufzugsvorräume gepreßt wird. In neuen Frankfurter Hochhäusern wird die Luft statt durch einen separaten Schacht durch den Aufzugsschacht geführt. Diese Lösung ist umstritten. Es ist problematisch, bei jeder Außentemperatur einen ausreichenden Druck über die gesamte Höhe des Aufzugsschachtes zu halten und trotzdem das Öffnen der Zugangstüren zu den Aufzugsvorräumen gegen den Überdruck sicher zu stellen.

4. Lastenaufzüge

Lastenaufzüge in Bürohochhäusern werden benötigt für alle betriebsbedingten Transporte von der Anlieferung zu den Büros, zum Transport der Abfälle zur Abfallsammelstelle, zum Transport von Maschinen und Maschinenteilen zu den Technikgeschossen, zum Transport bei Einzug, Umzug und Auszug, für alle Transporte bei Umbau von Büros und dabei gegebenenfalls auch für den Transport von Trennwänden. Meist werden die Lastenaufzüge bereits während der Bauzeit des Gebäudes für Personen- und Materialtransporte genutzt.

Die Größe der Kabine muß für diese Bedarfsfälle bemessen werden.

Im Bedarfsfall werden Lastenaufzüge zum Transport von Krankentragen genutzt.

In hohen Hochhäusern bieten sich die Lastenaufzüge als Feuerwehraufzüge an, da ein Integrieren der Feuerwehraufzüge in die Personenaufzugsgruppen nicht möglich ist.

Lastenaufzüge in Hotels haben ähnliche Aufgaben wie Lastenaufzüge in Büros.. Sie dienen darüber hinaus als sogenannte Serviceaufzüge für Wäschetransporte und für Speisentransporte zu den Gästezimmern.

In Wohnhochhäuser werden üblicherweise keine besonderen Lastenaufzüge vorgesehen. Lastentransporte werden mit den normalen Personenaufzügen durchgeführt.

5. Aufzugstechnik

5.1 Antriebstechnik

Personenaufzüge in Hochhäusern sind schnell laufende Seilauzüge (Geschwindigkeit 2,5 m/s und mehr) mit getriebelosen Antrieben. Getriebelose Antriebe haben langsam laufende Antriebsmotore, bei denen die Treibscheibe direkt auf der Motorwelle sitzt.

Lastenaufzüge in hohen Hochhäusern werden mit getriebelosen Antrieben ausgeführt, nur in Ausnahmefällen mit Getriebe.

Wichtig für die Qualität von Seilauzügen ist das Verhältnis von Trageseildurchmesser zu Seilrollendurchmesser. Laut Vorschrift muß dieses Verhältnis mindestens 1 zu 40 betragen. Größere Seilrollen verbessern die Lebensdauer der Seile und die Laufruhe, benötigen jedoch mehr Schachtkopfhöhe und mehr Triebwerksraumhöhe.

Die Aufzugsantriebe müssen die Kabinen schnell bis zur Nenngeschwindigkeit beschleunigen und bei Erreichen der Zielhaltestelle so verzögern, daß die Kabinen ohne zusätzliche Korrektur bodenbündig anhalten. Beschleunigung und Verzögerung sowie Beschleunigungsänderung und Verzögerungsänderung müssen so hoch sein, daß sie noch als komfortabel empfunden werden. Fahrten über kurze Fahrstrecken, bei denen die Nenngeschwindigkeit nicht erreicht wird, müssen mit der höchstmöglichen Geschwindigkeit durchgeführt werden.

5.1.1 Ward-Leonard-Antrieb

Ward-Leonard-Antriebe bestehen aus einem Gleichstromantriebsmotor und einem dynamischen Umformer, der den Gleichstrom erzeugt. Der dynamische Umformer besteht aus einem Gleichstromgenerator, der mechanisch mit einem Asynchronstrommotor verbunden ist und von diesem angetrieben wird.

Die Regelfähigkeit der Ward-Leonard-Antriebe ist gut. Die Belastung des Stromversorgungsnetzes in bezug auf Oberwellen ist sehr gut. Stromspitzen beim Beschleunigen des Aufzuges werden nur gering ans Netz weitergegeben, da der Umformer als Dämpfer wirkt. Der Stromverbrauch ist relativ hoch, da der Umformer fast ununterbrochen läuft und nur bei längeren Stillstandszeiten des Aufzuges abgeschaltet wird. Stromrückspeisung ins Netz erfolgt nicht. Bremsenergie wird über Widerstände in Wärme umgesetzt, die aus dem Triebwerksraum abgeführt werden muß.

Eine große Anzahl bestehender Aufzugsanlagen in Hochhäusern ist mit Ward-Leonard-Antrieben ausgerüstet.

5.1.2 Gleichstrommotor mit statischem Umformer

Etwa Mitte der 80er Jahre ermöglichte die Entwicklung der Leistungselektronik, Gleichstrom zum Antrieb von Gleichstrommotoren mittels Transistoren direkt aus Drehstrom zu erzeugen.

Die Regelfähigkeit dieser Antriebe ist gut. Die Belastung des Stromversorgungsnetzes in bezug auf Oberwellen ist sehr hoch. Beim Anfahren und Abbremsen fließt ein sehr hoher Blindstrom. Stromspitzen beim Beschleunigen des Aufzuges werden direkt ans Netz weitergegeben. Der Stromverbrauch ist etwas niedriger als beim Ward-Leonard-Antriebe. Stromrückspeisung ins Netz erfolgt nicht.

In einigen Frankfurter Hochhäusern sind die Aufzugsanlagen mit diesen Antrieben ausgerüstet.

5.1.3 Asynchrondrehstrommotor mit Frequenzumformer

Etwa Mitte der 90er Jahre ermöglichte die Weiterentwicklung der Leistungselektronik den Bau von Frequenzumformern, die auch im Bereich der Drehzahl „Null“ ausreichend regelbar waren. Asynchrondrehstrommotore sind bei gleicher Leistung kleiner und platzsparender als Gleichstrommotore und benötigen erheblich weniger Wartungsaufwand.

Die Regelfähigkeit dieser Antriebe ist gut. Die Belastung des Stromversorgungsnetzes in bezug auf Oberwellen ist erheblich niedriger als bei Antrieben mit statischem Umformer. Der Blindstrom ist bei allen Lastzuständen nur sehr gering. Stromspitzen beim Beschleunigen des Aufzuges werden direkt ans Netz weitergegeben. Der Stromverbrauch ist niedriger als beim Gleichstrommotor mit statischem Umformer. Stromrückspeisung ins Netz ist mit entsprechendem Zusatzaufwand möglich.

Im Maintower und Eurotheum, beide in Frankfurt, sind die Aufzugsanlagen mit frequenzgeregelten Antrieben ausgerüstet.

5.1.4 Synchrondrehstrommotor mit Frequenzumformer

Die neueste Entwicklung bei Aufzugsantrieben sind Synchrondrehstrommotore. Die Entwicklung leistungsfähiger Magnete und die Leistungselektronik haben diesen seit etwa hundert Jahren als Antrieb nicht verwendeten Motortyp wieder interessant gemacht. Synchrondrehstrommotore sind noch kleiner und noch platzsparender als Asynchrondrehstrommotore.

Die Regelfähigkeit dieser Antriebe ist sehr gut. Die Belastung des Stromversorgungsnetzes in bezug auf Oberwellen ist gering. Der Blindstrom ist bei allen Lastzuständen gering. Stromspitzen beim Beschleunigen des Aufzuges werden direkt ans Netz weitergegeben. Der Stromverbrauch ist niedriger als bei allen bisher beschriebenen Antriebssystemen. Stromrückspeisung ins Netz ist mit entsprechendem Zusatzaufwand möglich.

Im neuen Hochhaus Gallileo in Frankfurt/Main werden die Aufzugsanlagen mit diesen Antrieben ausgerüstet.

5.2 Türen und Türüberwachung

Türen an leistungsfähigen Hochhausaufzügen müssen schnell öffnen und bereits geöffnet sein, wenn der Fahrkorb hält. Sie müssen so lange offen bleiben, wie Personen aus- oder einsteigen, aber nicht länger, und sie müssen schnell schließen. Beim Schließen der Türen sollen keine Personen oder Gegenstände angerempelt werden. Dazu müssen die Schließkanten der Türen mit einer Schließkantenüberwachung ausgerüstet werden, die ein vor der Schließkante befindliches Hindernis so frühzeitig erkennt, daß die Türblätter vor Erreichen des Hindernisses bis zum Stillstand abgebremst werden können und wieder öffnen.

Hochwertige Türen müssen auch nach vielen Jahren störungsfrei und möglichst geräuscharm laufen.

Leider werden weltweit nur wenige Türtypen angeboten, die diese Anforderungen erfüllen. Türen sind jedoch die Teile einer Aufzugsanlage, mit denen die Förderleistung verbessert oder dramatisch verschlechtert werden können.

5.2.1 Türantrieb

Türantriebe für leistungsfähige Hochhausaufzüge müssen so bemessen sein, daß die Massen der Türblätter schnell und schwingungsarm beschleunigt und insbesondere schnell und schwingungsarm verzögert und die Bewegungsrichtung umgekehrt werden kann.

Türmotore und Türantriebsregelungen müssen auch bei Schmutz in den Rillen der Türschwellen oder bei unterschiedlichem Druck zwischen Schacht und Schachtvorraum in der Lage sein, die Bewegungen der Türblätter entsprechend den vorgewählten Fahrkurven exakt zu steuern.

5.2.2 Türblätter

Türblätter für leistungsfähige Hochhausaufzüge müssen verwindungssteif sein, um die engen Toleranzen zwischen Türleibung und Türblatt bei den unterschiedlichen Druckverhältnissen im Schacht einhalten zu können und sicher zu stellen, daß die Türleibungen nicht berührt werden, damit keine Schleifspuren entstehen. Je höher die Türen, um so wichtiger die Steifigkeit der Türblätter.

Die Tragrollen der Türblätter müssen ausreichend groß und so angeordnet sein, daß ein ruhiger und kippfreier Lauf der Türblätter ermöglicht wird.

5.2.3 Türschließkantenüberwachung

Die Türschließkantenüberwachung soll ein Anrempeln von Personen oder Gegenständen beim Schließen der Türen verhindern.

Vor etwa 30 Jahren waren hochwertige Aufzugstüren mit einer elektromechanischen Schließkantenüberwachung ausgestattet, bei der eine bewegliche Leiste vor der Schließkante der Fahrkorbtür bei Auftreffen auf ein Hindernis sich relativ zum Türblatt bewegte und über Elektroschalter die Tür umsteuerte. In Hongkong ist die elektromechanische Schließkantenüberwachung vorgeschrieben.

Zwischenzeitlich gab es Systeme, bei denen vor der Schließkante ein elektrisches Feld erzeugt wurde, das bei Störung eine Bewegungsumkehr bzw. eine Unterbrechung des Türschließvorgangs bewirkte. Die elektrischen Felder waren instabil und abhängig von der Einstellung durch das Wartungspersonal und haben sich nicht bewährt.

Heute werden zur Schließkantenüberwachung überwiegend Lichtgitter verwendet, die die gesamte Türöffnung erfassen und bei Unterbrechung eines Lichtstrahls den Türschließvorgang unterbrechen. Zweidimensionale Lichtgitter können nicht die gesamte Breite des aus Fahrkorbtür und Schachttür bestehenden Türpaketes überwachen. Neu entwickelte dreidimensional wirkende Lichtgitter können nahezu den gesamten Bereich vor den Türen erfassen und überwachen.

5.3 Steuerung

Steuerungen von Hochhausaufzugsgruppen sollen sicherstellen, daß jeder Fahrgast nach kurzer Wartezeit in eine Aufzugskabine einsteigen kann, die ihn mit einem Minimum an Zwischenstops zu seiner Zielhaltestelle bringt. Die ankommende Kabine sollte ausreichend Platz für einen oder mehrere Fahrgäste bieten.

Wir unterscheiden heute konventionelle Steuerungen, bei denen der Fahrgast in der Starthaltestelle die gewünschte Fahrtrichtung wählt, in die nächste in der gewünschten Fahrtrichtung abfahrende Kabine einsteigt und in der Kabine die gewünschte Zielhaltestelle wählt, und Zielwahlsteuerungen, bei denen der Fahrgast bereits in der Starthaltestelle die Zielhaltestelle wählt und in die vorgegebene Kabine einsteigt, die ihn ohne weitere Kommandogabe zur Zielhaltestelle bringt.

5.3.1 Konventionelle Steuerung

Moderne konventionelle Steuerungen für Hochhausaufzüge sind hochentwickelte lernfähige Systeme mit Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis, bei denen ständig erfaßt wird, wieviel Personen sich in einer Kabine, in jedem Geschoß und im Gebäude befinden. Bei jedem Ruf wird erfaßt und bis zur Ankunft der Kabine ständig überprüft und hochgerechnet, wieviel Zeit vergeht zwischen Rufeingabe und Ankunft der Kabine, um bei längeren Wartezeiten diesem Ruf eine höhere Priorität zu geben, mit dem Ziel, sicher zu stellen, daß die Wartezeiten möglichst kurz und keine größeren Abweichungen vom Mittelwert zugelassen werden.

5.3.2 Zielwahlsteuerung

Zielwahlsteuerungen haben durch die Kenntnis der Fahrziele der einzelnen Benutzer die Möglichkeit, Personen mit gleichem Ziel in der gleichen Kabine zu transportieren und damit Stops zu sparen. Die Förderleistung kann durch Einsparung von Stops deutlich erhöht werden. Dies geht allerdings zu Lasten der Wartezeit, weil der Fahrgast nach Eingabe des Fahrziels nicht die als nächstes abfahrende Kabine benutzen kann, sondern die ihm zugewiesene Kabine, die eventuell erst als nächste oder übernächste Kabine abfährt.

Die Entwicklung der Zielwahlsteuerungen steht am Anfang. Entscheidende Verbesserungen sind zu erwarten.

Die Wahl der Steuerungsart hat Einfluß auf Anzahl und Anordnung der Aufzüge in einem Hochhaus.

6. Aufzugskonfiguration

6.1 Eine Gruppe für alle Geschosse

Bei Häusern bis zu ca. 20 bis 25 Geschosse werden üblicherweise alle Geschosse von einer einzigen Aufzugsgruppe angefahren. Alle Geschosse können von jedem Geschoß aus mit einer Aufzugsfahrt ohne Umsteigen erreicht werden.

Die Grenze für diese Lösung wird in etwa erreicht, wenn mehr als 6 Aufzüge notwendig werden. In diesem Fall muß untersucht werden, ob eine Aufteilung der Aufzüge in zwei Gruppen sinnvoll ist.

6.2 Aufzugsgruppen ab Eingangsebene

Die Aufteilung in Nahgruppe und Ferngruppe bewirkt eine Reduzierung der Haltestellen je Aufzug, erhöht die Förderleistung und reduziert die Wartezeit. Die erforderliche Anzahl der Personen in den Kabinen sinkt und die Kabinen können kleiner ausgeführt werden. Die oberen Geschosse werden schneller und mit einer geringeren Anzahl von Zwischenstops erreicht.

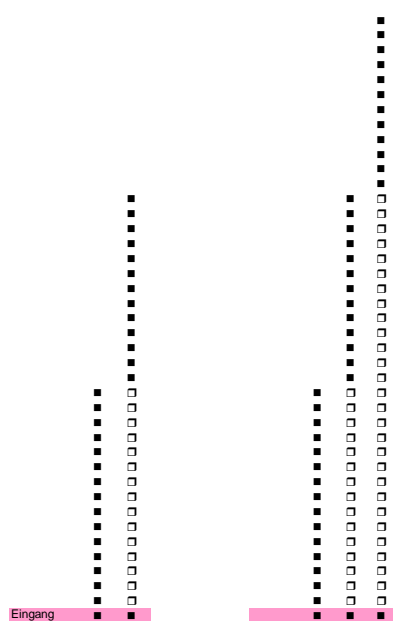


Abb. 1: Hochhausaufzugsgruppen

Nah- und Ferngruppen sind passend bei Gebäuden mit ca. 20 bis ca. 35 Geschossen. Bei höheren Gebäuden bis ca. 45 Geschosse können drei Gruppen (Nah-, Mittel- und Ferngruppe) sinnvoll sein und bei Gebäuden bis ca. 60 Geschosse auch vier Gruppen. Bei allen diesen Lösungen können von der Eingangsebene alle Geschosse ohne Umsteigen erreicht werden. Mit einmaligem Umsteigen kann von jedem Geschoß jedes von einer anderen Aufzugsgruppe bediente Geschoß erreicht werden. Verkehrstechnisch sind diese Lösungen hervorragend zur komfortablen

Erschließung von Hochhäusern geeignet. Nachteilig ist bei mehr als drei Aufzugsgruppen das große Schachtvolumen sowie der hohe Flächenbedarf in der Eingangsebene. Beide werden mit zunehmender Gebäudehöhe überproportional größer.

6.3 Aufzugsgruppen übereinander und Skylobby

Um Schachtvolumen insgesamt und Flächenbedarf in der Eingangsebene zu reduzieren, bietet sich bei 200 m Höhe die Möglichkeit an, Aufzüge übereinander anzuordnen.

Beispiele für übereinander angeordnete Aufzugsgruppen sind in Frankfurt das Hochhaus der DG-Bank, 208 m hoch, Baujahr 1993 und der Maintower, 200 m hoch, Baujahr 1999. Beide Häuser haben eine Skylobby, die mittels Expressaufzügen direkt mit der Eingangshalle verbunden sind. Von den Eingangsebenen in beiden Häusern bedient je eine Nahgruppe und eine Mittelgruppe die untere Gebäudehälfte und je eine untere und obere Ferngruppe von der Skylobby aus die obere Gebäudehälfte.

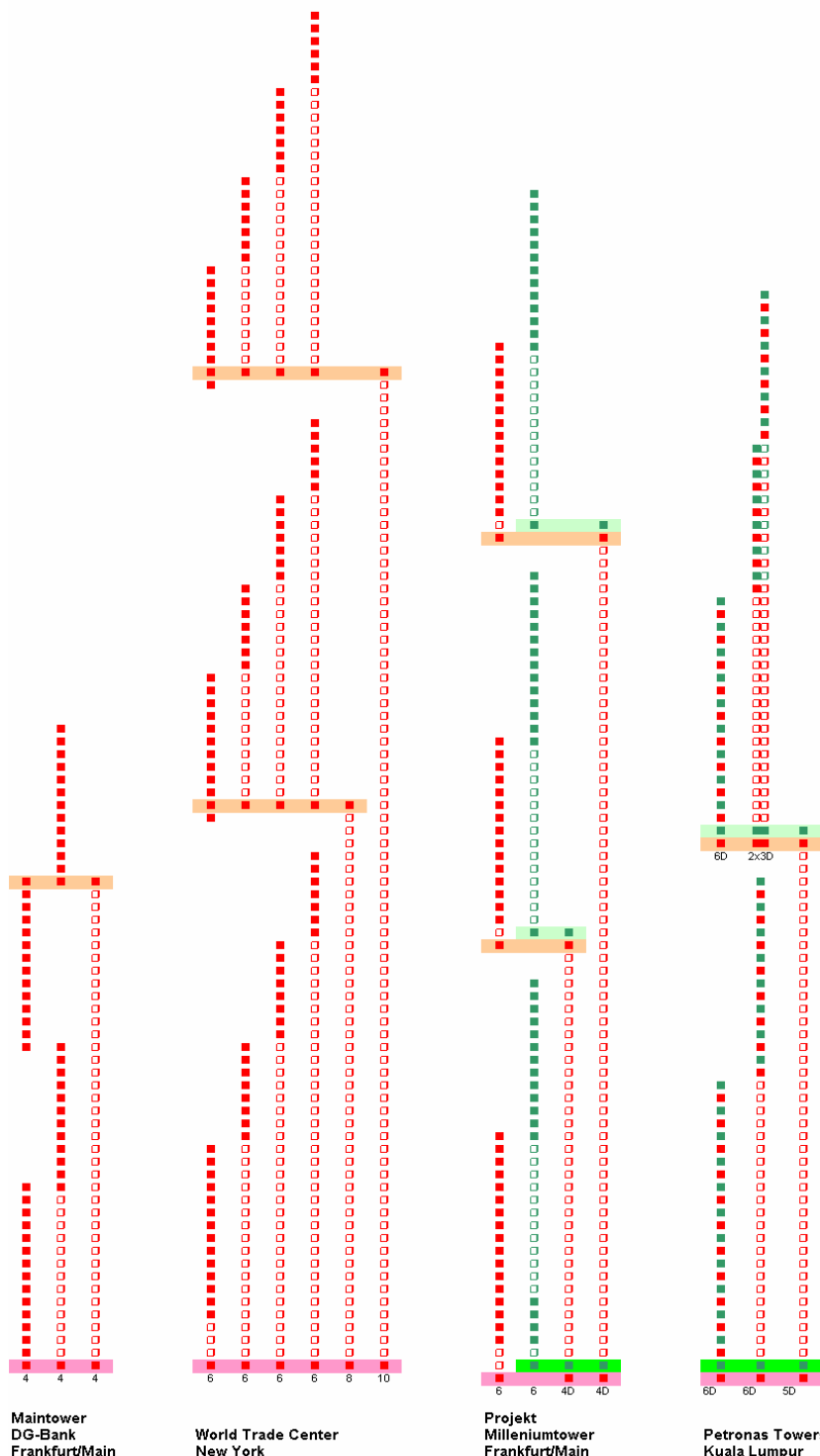


Abb. 2: Hochhausaufzugsgruppen mit Skylobby

Weltweit sind viele hohe Hochhäuser mit übereinander angeordneten Aufzügen in Verbindung mit einen oder zwei Skylobbies ausgerüstet. Im World Trade Center beispielsweise befand sich je eine Skylobby im 44. und im 78. Geschoß. Von der Eingangsebene und von den beiden Skylobbies führten jeweils vier

Aufzugsgruppen, bestehend aus jeweils 6 Aufzügen nach oben zur Versorgung der einzelnen Geschosse.

6.4 Doppeldecker-Aufzugsgruppen

Doppeldeckeraufzüge haben einen Fahrkorb mit zwei übereinander angeordneten Kabinen, deren Fußbodenabstand dem Geschoßabstand entspricht. Doppeldeckeraufzüge benötigen eine doppelstöckige Eingangshalle und eine gleichbleibende Geschoßhöhe im gesamten Gebäude. Beim Füllen des Gebäudes hält die untere Kabine beispielsweise in allen Geschossen mit ungerader Bezeichnung und die obere Kabine in allen Geschossen mit gerader Bezeichnung. Doppeldeckeraufzügen bieten bei gleicher Schachtfläche eine erheblich höhere Förderleistung beim Füllen und Entleeren eines Gebäudes gegenüber Aufzügen mit einer Kabine. Die Förderleistung beim Zwischengeschoßverkehr wird nicht verbessert. Nachteilig ist für den Fahrgast, wenn der Fahrkorb hält und in der „anderen“ Kabine jemand ein- oder aussteigt, ohne daß in der eigenen Kabine ein Bedarf für Anhalten und Warten erkennbar ist. Doppeldeckeraufzüge eignen sich als Expressaufzüge zwischen Eingangsebene und Skylobby und als normale Aufzugsgruppen für Gebäude mit sehr großen Geschoßflächen.

In den Petronas Twin Towers in Kuala Lumpur, dem derzeit höchsten Bürogebäude der Welt, sind beispielsweise alle Personenaufzüge als Doppeldeckeraufzüge ausgeführt. Je Geschoß gibt es nach oben abnehmend ca. 120 bis 200 Arbeitsplätze. In europäischen Hochhäusern sind demgegenüber selten mehr als 50 oder 60 Arbeitsplätze je Geschoß realisierbar. Für andere als Expressaufzüge sind Doppeldeckeraufzüge in Hochhäusern in Europa ungeeignet.

Gliederung

1. Vorschriften
 - 1.1 EG-Recht
 - 1.2 Bundesrecht
 - 1.3 Landesrecht

2. Personenaufzüge
 - 2.1 Gebäudedaten
 - 2.1.1 Nutzflächen
 - 2.1.2 Personenzahlen
 - 2.1.3 Erforderliche Förderleistung

 - 2.2 Aufzugsdaten
 - 2.2.1 5-Minuten-Förderleistung
 - 2.2.2 Mittlere Wartezeit bzw. Mittlere Intervallzeit
 - 2.2.3 Kabinenkapazität
 - 2.2.4 Halteverlustzeit
 - 2.2.5 Geschwindigkeit

3. Feuerwehraufzüge
 - 3.1 Bauliche Forderungen an Feuerwehraufzüge
 - 3.2 Technische Forderungen an Feuerwehraufzüge
 - 3.3 Rauchfreihaltung der Feuerwehraufzugsschächte

4. Lastenaufzüge

5. Aufzugstechnik
 - 5.1 Antriebstechnik
 - 5.1.1 Ward-Leonard-Antrieb
 - 5.1.2 Gleichstrommotor mit statischem Umformer
 - 5.1.3 Asynchrondrehstrommotor mit Frequenzregelung
 - 5.1.4 Synchrondrehstrommotor mit Frequenzregelung

 - 5.2 Türen und Türüberwachung
 - 5.2.1 Türantrieb
 - 5.2.2 Türblätter
 - 5.2.3 Türschließkantenüberwachung

 - 5.3 Steuerung
 - 5.3.1 Konventionelle Steuerung
 - 5.3.2 Zielwahlsteuerung

6. Aufzugskonfiguration
 - 6.1 Eine Gruppe für alle Geschosse
 - 6.2 Aufzugsgruppen ab Eingangsebene
 - 6.3 Aufzugsgruppen übereinander und Skylobby
 - 6.4 Doppeldecker-Aufzugsgruppen