

AUFZUGSSICHERHEIT IN ERDBEBENGEBIETEN

DR. F. CELIK¹⁾

Vor noch nicht allzu langer Zeit sind wir Zeugen etlicher Naturkatastrophen auf dieser Welt geworden. Im Jahre 2004 wurde Florida in den USA von vier gewaltigen Stürmen heimgesucht. Der Hurrikan Ivan hat in Florida und an der Golfküste immense Schäden verursacht. Das letzte Beben im Indischen Ozean und der darauf folgende Tsunami haben fast 220 000 Menschen das Leben gekostet und in einem unvorstellbaren Maße Häuser und Städte beschädigt oder zerstört. Und das sind ganz gewiss nicht die letzten Katastrophen gewesen. Andere werden sicherlich folgen.

Wenn sich Naturkatastrophen nicht vermeiden lassen, so kann aber durch Einleitung von Präventions- und Schutzmaßnahmen das Ausmaß der Leiden reduziert werden. In diesem Aufsatz wird die Eignung verschiedener Aufzugsarten in Erdbebengebieten erörtert und gefolgert, dass Hydraulikaufzüge sich für diese Regionen am besten eignen.

In vielen Ländern der Welt und speziell in der Türkei sind Erdbeben an der Tagesordnung, häufig ausgehend von der nord-anatolischen Störungszone (NASZ), die sich über das Land erstreckt und für viele der schweren Erdbeben in der Türkei verantwortlich zeichnet. Zwei der jüngsten Beispiele sind die Erdbeben von Izmit und Düzce aus dem Jahre 1999, die sich im Bereich der NASZ ereigneten. Erdbeben lassen sich nicht im Sinne von „wo, wann und wie stark?“ vorhersagen. Glücklicherweise sind die meisten von Erdbeben betroffenen Gebiete kartiert und die Wahrscheinlichkeit und Heftigkeit eines dort auftretenden Bebens bekannt. Die Untersuchung der NASZ im Marmarameer hat gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit eines starken Bebens in der Riesenmetropole Istanbul in den nächsten 30 Jahren $62 \pm 15\%$ und in der nächsten Dekade $32 \pm 12\%$ ist [1]. Die Planer und Ingenieure können derartige Informationen dazu nutzen, geeignete Maßnahmen zu treffen, damit Erdbeben nicht zu größeren Katastrophen führen.

Bauingenieure erwarten nicht, dass sich die meisten Gebäuden nach einem größeren Beben noch in einem perfekten Zustand befinden. Das oberste Ziel dabei ist, dass sie stehen bleiben und die Bewohner sie sicher verlassen können. Die durch ein Beben hervorgerufenen Kräfte sind unheimlich stark. In den meisten Fällen wäre es zu teuer, ein Haus zu kon-

struieren, das ein Beben unbeschadet übersteht. Die Philosophie der Nichtschädigung bleibt traditionell den kritischen Bauwerken wie z. B. Kernkraftwerken vorbehalten. Für die meisten Gebäude gilt die Prämisse, dass man auch nach einem größeren Beben zu ihnen zurückkehrt und sie repariert. Die Gebäude sollten aber bei moderaten Beben intakt bleiben. Seit einigen Jahren haben Ingenieure versucht, eine „leistungsbasierte Konstruktion“ einzuführen, die es Eigentümern erlaubt, zu spezifizieren, welches Maß der Schädigung akzeptabel ist und damit den Ingenieuren einen Leitfaden über die erforderliche Stärke an die Hand zu geben. Bei einer vorgegebenen Erdbebenstärke sollten Gebäude intakt und gleichzeitig die Strom-, Gas- und Wasserversorgungen, Aufzüge, Fahrtreppen und andere Ausrüstungen funktionsfähig bleiben. Beim Treffen der geeigneten Präventions- und Schutzmaßnahmen gegen seismische Phänomene ist deshalb

die Wahl der in den Gebäuden zum Einsatz kommenden Technik und Ausrüstung besonders wichtig.

Seit dem Erdbeben in Alaska im Jahre 1964 ist das Studium der Aufzugssicherheit und -leistung im Falle eines Erdbebens eines der wichtigsten Anliegen der Aufzugsingenieure. Eine Anzahl von Studien hat dazu geführt, dass die Normen für die Aufzugskonstruktion stark geändert wurden [1]. Die US-Sicherheitsnorm A17.1 für Aufzüge und Fahrtreppen in Erdbebengebieten versucht, durch den Einsatz von seismischen Schaltern als Schutz gegen Kollisionen zwischen der Kabine und dem Gegengewicht, durch die Einführung einer größeren Elastizität beim Einbau der Führungsschienen, durch die Entwicklung neuer Konsolen und Rollen, durch die Einführung eines strukturellen Stützrahmens, in dem sich

1) Blain Hydraulics GmbH, Heilbronn, Deutschland

der Aufzug bei einem Beben frei auf- und abbewegen kann, und durch weitere Maßnahmen eine minimale Schädigung der Aufzugsanlagen zu gewährleisten [1, 2]. Trotz der strukturellen Verbesserungen an neuen und bestehenden Anlagen erleiden Aufzüge immer noch ein nicht akzeptables Maß an Schäden auch bei moderaten Beben (der Stärke 6 oder 7,1 auf der Richterskala) [2]. Die heftigsten Beben können eine Stärke von mehr als 8,0 haben, sodass angenommen werden darf, dass sich bei künftigen Beben noch größere Schäden als die bisher erwarteten einstellen werden.

Das Erdbeben von Izmit im Jahre 1999 fügte den Wohn- und Industriegebäuden in Izmit und den umliegenden Gebieten bei Istanbul umfangreiche Schäden zu. In der nachfolgenden Aufstellung sind die Schäden aufgeführt, die Komponenten der Aufzugsanlagen durch dieses Beben erlitten haben [1]:

- Gegengewichte gerieten aus den Führungsschienen und kollidierten teilweise mit den Kabinen.
- Tragmittel wurden beschädigt oder sprangen aus den Seilrollen.
- Schienenkonsolen brachen oder wurden beschädigt.
- Begrenzerseile rissen ab.
- Rollenführungen brachen oder lösten sich.
- Ausgleichsseile schwangen unkontrolliert aus oder wurden beschädigt.
- Einige der Schächte brachen zusammen und Kabinen wurden am Schachtboden verschüttet.

Aufzugsarten

Die Gründe, weshalb bei moderaten Beben die Aufzüge gefährdet sind:

1 Die bestehende Sicherheitsnorm für Aufzüge und Fahrtreppen in Erdbebengebieten ist unzureichend, und verschiedene Komponenten in einer Aufzugsanlage müssen modernisiert werden.

2 Einsatz der falschen Aufzugsart in Erdbebengebieten.

3 Die zuständigen Behörden vor Ort kommen ihrer Verpflichtung zur Durchsetzung von Modernisierungen von Aufzügen in Erdbebengebieten nicht nach.

Einer der o. g. Punkte oder alle Punkte zusammen können der Grund für eine Schädigung sein. Die bestehende Sicherheitsnorm kann zu Lasten einer Steigerung der Aufzugskosten verbessert werden. Die Verantwortung der lokalen oder zentralen Behörden ist nicht das, was Aufzugsingenieure interessiert. Daher besteht das Dilemma darin, festzustellen, „welcher Aufzugstyp sich am besten für Erdbebengebiete eignet“ und später die Norm dahingehend zu verbessern, dass man den am besten geeigneten Aufzugstyp berücksichtigt. So können die Ingenieure Zeit und Energie bei der Entwicklung zuverlässiger Aufzüge für Erdbebengebiete sparen. Hier wurden Vergleiche angestellt, die uns zu der richtigen Antwort führen.

Unter den Treibscheibenaufzügen gibt es Antriebe mit oder ohne Getriebe (getriebebelose Antriebe). Die mit einem Getriebe ausgestatteten Antriebe werden in den kleinen bis mittelgroßen Gebäuden eingesetzt. Die getriebebelosen Antriebe kommen dagegen in der Regel in größeren Gebäuden mit größeren Förderleistungen und höheren Geschwindigkeiten zum Einsatz. Die Übersetzung ist üblicherweise 20:1 bis 40:1 je nach Last und Geschwindigkeit des Aufzugs. Je größer die Übersetzung, desto geringer der Wirkungsgrad der Anlage, da ein Großteil der Leistung vom Getriebe verbraucht wird. Bei den Treibscheibenaufzügen, ob mit oder ohne Getriebe, wird ein Gegengewicht benutzt, um das Kabinengewicht und 40 bis 50 % der Nutzlast auszugleichen [3]. Das Gegengewicht neigt zu einer Abwärtsbewegung, sobald die Bremse gelöst wird.

Bei Treibscheibenaufzügen sind die Gegengewichtsschienen, ihre Konsolen und Führungseinrichtungen die am stärksten gefährdeten Bauteile. Im Falle eines Be-

bens schwingt die obere Etage mit einer größeren Amplitude als das Parterre. Deshalb ist die Anordnung eines Triebwerks und der dazugehörigen Ausrüstungen im oberen Teil des Gebäudes als kritischer einzuordnen. Das Gegengewicht als schwerstes Bauteil der Aufzugsanlage und die Kabine üben wegen ihrer großen Masse starke Massenkraft auf die Schienen aus und sind die Ursache für Schäden und Entgleisungen. Ein Abheben des Gegengewichts von den Schienen, ein Pendeln im Schacht und eine Kollision mit der Kabine sind die am häufigsten auftretenden Gefahren. Der vorgeschlagene seismische Schalter soll die ersten Wellen eines Bebens (P-Welle) erfassen und den Aufzug zur nächsten Haltestelle in einer vom Gegengewicht wegführenden Richtung bringen bzw. den Aufzug abschalten, wenn weitere schädliche Schockwellen (S-Wellen) eintreffen. Wenn jedoch das Epizentrum des Bebens ganz in der Nähe des Gebäudes liegt (d. h. die P- und S-Wellen treffen gleichzeitig ein), kann es sein, dass eine kontrollierte Abschaltung nicht mehr vollendet werden kann und sich ein durch das Gegengewicht hervorgerufener Schaden nicht mehr verhindern lässt. Es gibt einige Methoden, mit denen ein Gegengewicht daran gehindert werden kann, sich von den Schienen zu lösen. Diese würden aber eine durch Gegengewichte hervorgerufene Gefahr nicht ganz verhindern können, wären sehr teuer und könnten die durch eine gegengewichtslose Anlage gebotenen Vorteile niemals aufwiegen. Ein Kontrollschema von 822 Treibscheibenaufzügen in der Region Cigli um Ankara herum hat gezeigt, dass die durch das Vorhandensein eines Gegengewichts hervorgerufenen Unzulänglichkeiten zu den zwanzig vorrangigsten Kontrollpunkten gehören [4].

Bei einem mit einem Gegengewicht ausgestatteten Aufzug hängt die Richtung der Bewegung vom Kabinengewicht nach dem Lösen der Bremse ab. Bewegt sich die Kabine auf Grund der ausbalancierten Gewichte nicht, muss ein Handrad betätigt werden, wodurch wertvolle Zeit verloren geht.

Erdbeben können auch die Strom-, Gas- und Wasserversorgungen der Gebäude beschädigen und Gefahren durch Explosionen, Feuer und Überschwemmungen auslösen. Diese späteren Auswirkungen können die Zahl der Todesopfer noch erhöhen. Die Aufzüge sollten den seismischen Kräften während des Bebens widerstehen und mindestens solange intakt bleiben, bis die Rettungskräfte ihre Aktionen zur Rettung eventuell eingeschlossener Personen abgeschlossen haben. Wegen möglicher Nachbeben oder dem Eindringen von Rauch in den Schacht müssen Aufzugsbenutzer

schnellstmöglich gerettet werden. Unter diesen Bedingungen ist es nicht realistisch, auf die Feuerwehr oder das Wartungspersonal zu warten, um die Fahrgäste zu befreien. Deshalb ist bei einer Überarbeitung der Sicherheitsnorm für Aufzüge in Erdbebengebieten die leichte Befreiung von eingeschlossenen Personen ein wesentlicher Faktor.

Hydraulikaufzüge

Allgemein hat der Hydraulikaufzug den Kleingebäudemarkt erobert, weil er günstiger in der Errichtung, Installation und Wartung ist und über eine wesentlich bessere Sicherheitsstatistik als andere Aufzugsarten verfügt. Insbesondere in erdbebengefährdeten Regionen hat sich der Hydraulikaufzug als die klar sicherere Option herausgestellt. Während des Erdbebens von Seattle im Februar 2001 wurden 11 % der Treibscheibenaufzüge unterschiedlich stark beschädigt, wogegen dies bei nur 1 % der Hydraulikaufzüge der Fall war. Allein diese Tatsache sollte bei uns zu einem Umdenken in Sachen Installation von Treibscheibenaufzügen in Regionen mit einem natürlichen Gefährdungspotential führen.

Hydraulikaufzüge eignen sich für kleinere Gebäude mit bis zu 6 Etagen und verfügen üblicherweise über keine Gegengewichte. Die Kabine wird über einen Hydraulikkolben bewegt, der direkt oder indirekt durch ein Hydraulikaggregat angetrieben wird. In den meisten Fällen kommt dabei ein getrennter Triebwerksraum zum Einsatz, obwohl manchmal auch die Option eines triebwerksraumlosen Hydraulikaufzugs gewählt wird. Ein sicherer Triebwerksraum lässt sich in den allermeisten Fällen bequem im Untergeschoss oder Parterre eines Gebäudes unterbringen. Die unmittelbare Nachbar-

schaft zum Schacht ist dabei nicht ausschlaggebend. Die möglichen Lärmquellen des Antriebs werden größtenteils durch den Triebwerksraum abgeschottet. In einigen Fällen sind die Schachtabmessungen hydraulischer Aufzüge kleiner als die der Treibscheibenaufzüge, weil sich der Hydraulikkolben in vielfältiger Weise an der Kabine anlenken lässt.

Der zentrale (direkt wirkende) Kolben, für den eine Grube und eine Öffnung unterhalb der Kabine erforderlich sind, stellt die einfachste Anordnung dar, die so ausbalanciert werden kann, dass die Belastung auf den Führungsschuhen reduziert wird. Mit einer indirekt wirkenden Ausführung mit einer Seil-Scheibenanordnung lassen sich zwar größere Höhen ohne kostspielige Teleskopkolben und tiefere Gruben bewältigen, sie erfordert aber eine Fangvorrichtung für den Fall eines Seilbruchs oder einer Übergeschwindigkeit.

Das Herunterfahren einer Kabine auf eine Etage ist einfach durch die manuelle Betätigung des Absenktasters oder -hebels im Triebwerksraum möglich. Indem man wahlweise eine kleine Handpumpe vorsieht, lässt sich die Kabine im Bedarfsfall auch auf eine höhere Etage hochfahren [5].

Hydraulikanlagen benötigen weniger Bauteile als Treibscheibenanlagen. Je weniger Bauteile, desto einfacher gestaltet sich der Einbau und desto kleiner ist die Möglichkeit eines Fehlers oder Ausfalls. Deshalb sind sie zuverlässiger und leichter einzubauen als vergleichbare Treibscheibenaufzüge. Darüber hinaus sind sie äußerst kostenwirksam, da sie ohne Bezug auf einen der größeren Aufzugshersteller geplant werden können. Alle erforderlichen Bauteile sind auf dem Markt der Hydraulikkomponenten er-

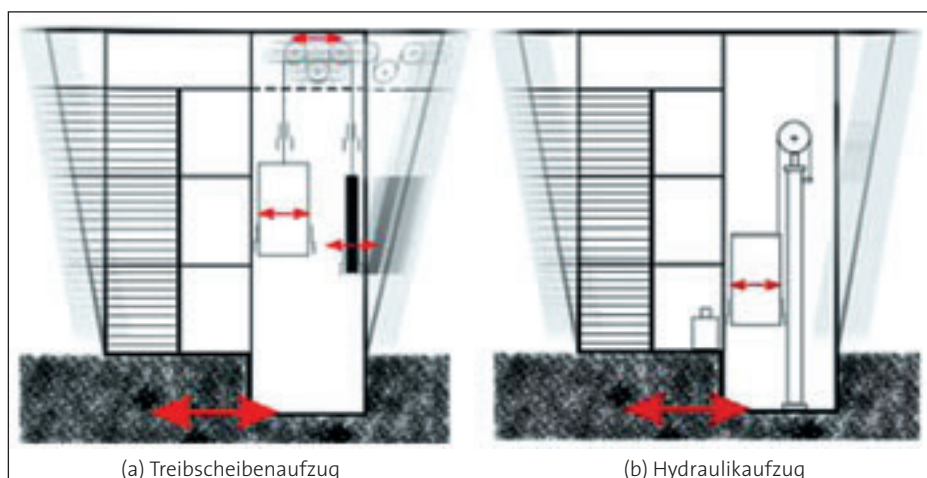
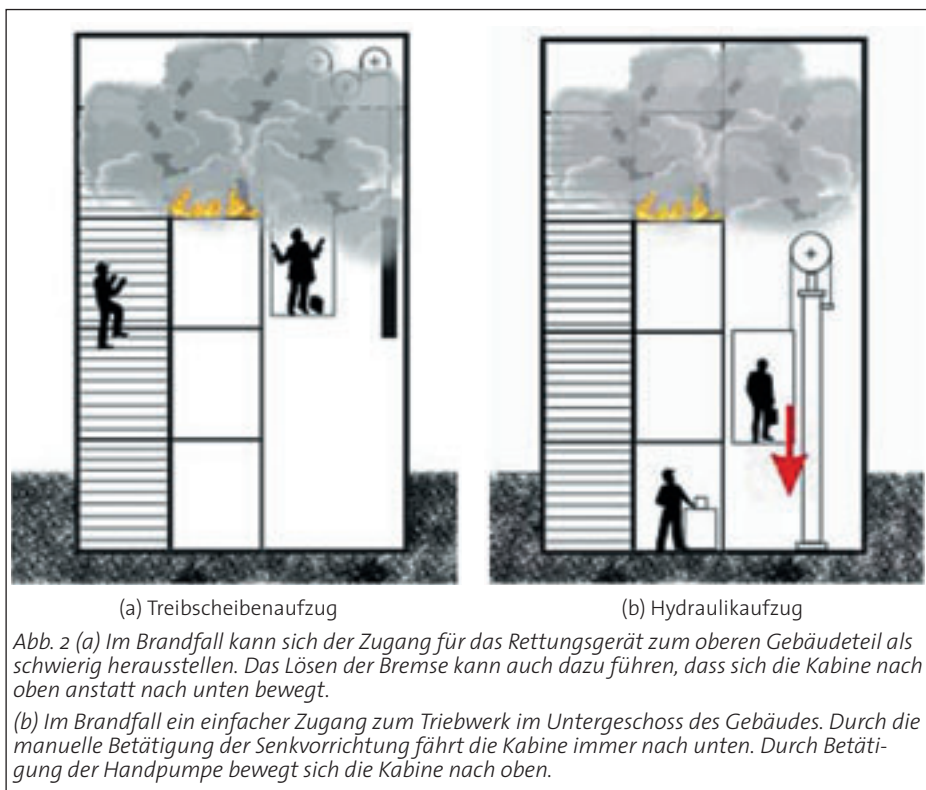


Abb. 1 (a) Massive Trägheitslasten, die durch das Schwingen des Gebäudes in Kombination mit dem schweren Hauptantrieb, der Kabine und den Gegengewichten in Bewegung versetzt werden. Mögliche schwere Schäden und Verletzungen.
(b) Verringerte Trägheitslasten, wobei die Aufzugslast komplett durch das Gebäudefundament getragen wird. Die Möglichkeit schwerer Schäden oder Verletzungen wird erheblich verringert, voraussichtlich um den Faktor 10 zu 1.



hältlich, was zu einem gesunden Wettbewerb bei der Beschaffung und Instandhaltung derartiger Anlagen führt [6].

Zu den Hauptvorteilen hydraulischer Aufzüge gehören:

- 1) Die Aufzugslast wird durch das Gebäudefundament und nicht wie bei Treibscheibenaufzügen durch das Gebäude selbst getragen (Abb. 1).
- 2) Der Triebwerksraum ist im Untergeschoss oder Parterre untergebracht und so bequem für die Wartung und Rettungseinsätze erreichbar.
- 3) Die Rettungsmaßnahmen können normalerweise innerhalb von Minuten durch ein informiertes Mitglied der Hausverwaltung eingeleitet werden (Abb. 2).
- 4) Die Einbau- und Wartungskosten sind geringer. Alternative Wartungsfirmen können einen besseren und kostengünstigeren Service bieten.

5) Die durch Erdbeben an Hydraulikaufzügen hervorgerufenen Schäden stellen allgemein nur einen Bruchteil der Schäden dar, die Treibscheibenaufzüge erleiden.

6) Der Hydraulikaufzug benötigt kein Gegengewicht, das bei Katastrophen zu einem lebensbedrohlichen Bauteil werden kann.

Herkömmliche Treibscheibenaufzüge

In kleineren Gebäuden ist der herkömmliche Treibscheibenaufzug eine Alternative zum Hydraulikaufzug. Er ist mit einem Gegengewicht ausgestattet, mit dem der Stromverbrauch des Aufzugs gesenkt wird. Derartige Anlagen können mit oder ohne Getriebe geplant werden, was Auswirkungen auf den Energieverbrauch und Fahrkomfort hat. In der Regel wird ein getrennter Triebwerksraum benötigt, der sich entweder oberhalb des Aufzugschachts, dahinter oder am Boden des Schachtes befindet. Dabei ist es aber wichtig, dass sich der Standort immer unmittelbar am Schacht befindet. Alle für diese Anlage benötigten Bauteile sind ebenfalls auf dem Komponentenmarkt erhältlich, was zu einem gesunden Wettbewerb führt [3]. Treibscheibenaufzüge mit Triebwerksräumen bieten folgende wesentliche Vorteile:

- Höhere Geschwindigkeiten
- Geringerer Energieverbrauch auf Grund der Gegengewichte

Andererseits wird für Rettungsaktionen erfahrenes Personal benötigt, um schnellstmöglich Hilfe leisten und mit

den bereits angesprochenen und von den Gegengewichten ausgehenden Gefahren in Erdbebengebieten umgehen zu können. Darüber hinaus sind bei niedrigen Gebäuden auch selten Geschwindigkeiten von mehr als 1 m/s notwendig.

Die getrennte Anordnung des Triebwerksraums bietet bei der Wartung und Instandsetzung der Anlage zwar Vorteile, aber im Brandfall und bei Rauchentwicklung gestaltet sich die Rettung der Aufzugsbenutzer schwierig, wenn sich der Triebwerksraum oberhalb des Schachts befindet.

Triebwerksraumlose Aufzüge

Seit ihrer Einführung im Jahre 1995 bieten die meisten Aufzugshersteller auch triebwerksraumlose (TRL) Aufzüge an. Auf der Grundlage der auf dem Gebiet der Permanentmagnete (PM) erzielten Fortschritte wurden PM-synchronisierte (PMS) getriebelose Triebwerke mit hohem Drehmoment und geringer Drehzahl entwickelt, die darauf abzielen, auf das Untersetzungsgetriebe zu verzichten und den Wirkungsgrad der Anlage zu erhöhen. Zusammen mit den Einrichtungen zur Geschwindigkeitsreduzierung, wie Schnecken- und Planetengetriebe, muss das Triebwerk große Ausmaße haben und schwer sein. Dagegen sitzt die Treibscheibe eines getriebelosen Triebwerks auf der gleichen Motorwelle und bietet dadurch eine einfachere Art der Kraftübertragung. Die merkbare Verringerung der Größe und des Gewichts der PMS-Triebwerke sowie ihre einzigartigen dynamischen Eigenschaften wie die hohe Stabilität und Genauigkeit, das stärkere Drehmoment und die niedrigere Drehzahl, die präzise Steuerung der Rotorstellung und der selbsthemmende Halt ohne Stromverbrauch haben ein breites Anwendungsfeld bei Aufzugsantrieben gefunden und es den Ingenieuren erlaubt, triebwerksraumlose Aufzüge zu konstruieren. Und weil sie kein Getriebe haben, benötigen TRL-Antriebe keine Schmierung und verbrauchen weniger Energie [7].

TRL-Aufzüge mit einem Triebwerk, das im oder neben dem Schacht angeordnet ist, werden für Aufzugsanlagen in kleineren bis mittleren Gebäuden verwendet und finden immer mehr Anklang. Die Hauptvorteile der TRL-Aufzüge:

- Der Triebwerksraum entfällt.
- Der Energieverbrauch ist noch geringer.

Die Risiken

Andererseits haben TRL-Aufzüge im Allgemeinen den Ruf, weniger sicher als die Anlagen mit herkömmlichen Triebwerks-

Tabelle 1: Bewertung von Aufzügen für kleinere Gebäude

		Hydraulik- aufzug	Treib- scheiben- aufzug	TRL- Aufzug	Anmerkung	
Gesamt	Sicherheit	Geschwindigkeit	0	2	1	
		Rettung	2,5	0,5	0	Einfache Rettung eingeschlossener Fahrgäste
		Sicherheit/Wartung	2	1	0	
		Sicherheit/Funktion	1,5	1	0,5	
		Erdbebenfestigkeit	3	0	0	
		Sicherheitspunkte %	9 75	2,5 21	0,5 4	= 12 Punkte = 100
	Kostenwirksamkeit	Energieverbrauch	0	1	2	In Betrieb
		Installationskosten	2	0	1	
		Instandhaltungskosten	2	1	0	
		Kundenabhängigkeit	1,5	1,5	0	
		Instandhaltungsbedarf	2	0	1	
		Umweltfreundlichkeit	0	1	2	Ölleckage
		Kostenpunkte %	7,5 42	4,5 25	6 33	= 18 Punkte = 100
	Gesamtwertung	Geräusche im Schacht	1	1	1	
		Abhängigkeit im Triebwerksraum	1	0	2	Standort und Notwendigkeit
		Gesamtpunktzahl %	18,5 47	10 26	10,5 27	= 39 Punkte = 100

räumen zu sein. Ein Titel aus Elevator World zu diesem Thema stellt die Frage: „Ist der TRL-Aufzug gefährlich?“. Es zeigt, dass es noch genügend Diskussionsbedarf zum Thema Verbesserung der Sicherheit in Aufzügen gibt, und dies noch zu wenig umgesetzt wurde, insbesondere in den erdbebengefährdeten Regionen unserer Erde. Das beste Beispiel sind die Treibscheibenaufzüge ohne Triebwerksraum, die offensichtlich neue Risiken für die Arbeit der Monteure beim Bau und bei der Wartung des Aufzugs mit sich bringen. Die Rettung der Fahrgäste im Notfall gestaltet sich komplizierter und gefährdet die Bemühungen der Monteure und Feuerwehrleute, die sich häufig nicht mit den Besonderheiten der Konstruktion auskennen. Darüber hinaus sind die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen im Schacht für die mechanischen, elektromechanischen und elektrischen/elektronischen Ausrüstungen äußerst schädlich. Es ist noch immer unklar, ob die Hersteller bei ihren Konstruktionen hierfür einen ausreichenden zusätzlichen Schutz der Ausrüstungen in dieser heißen und feuchten Umgebung (insbesondere in tropischen Regionen) vorgesehen haben. Aus der unter Pos. 4 der Referenzliste aufgeführten Untersuchung ist hervorgegangen, dass der Prozentsatz an Feuchtigkeit und Schmutz in den Schächten 81 % beträgt. Der neueste Trend, die Steuertafel im Schacht anzuordnen, lässt den Sicherheitsfaktor außer

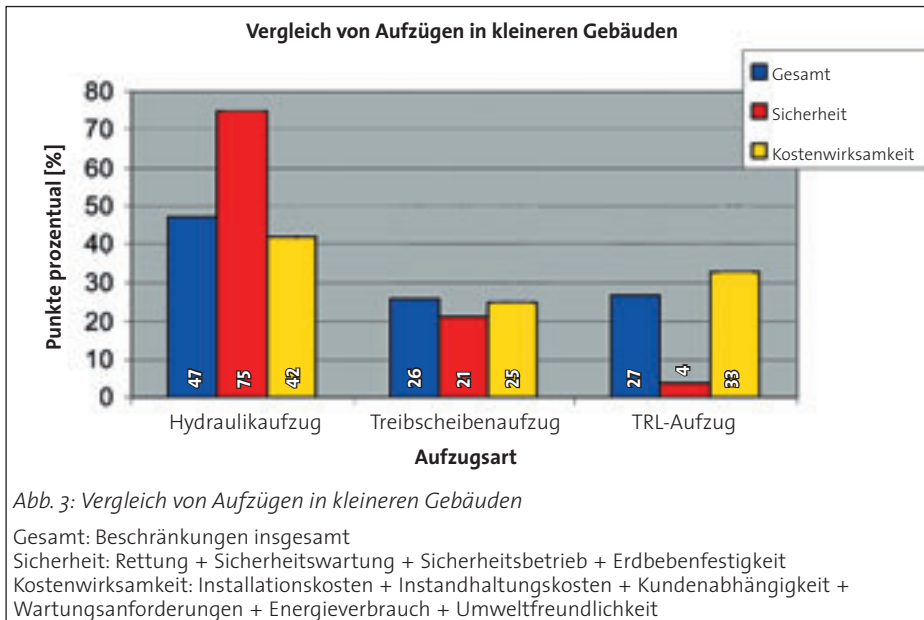
Acht. Eine kuriose Entwicklung in einer Branche, die sich bisher immer gerühmt hat, über die höchstmöglichen Sicherheitsstandards zu verfügen.

Das Monopol

Der Grund, weshalb viele der großen Firmen auf die Sicherheit des Triebwerksraums verzichten, liegt auf der Hand. Auf der einen Seite sparen sie sich die Kosten für den Triebwerksraum, und auf der anderen Seite patentieren sie jede Lösung, die sie anwenden, um einen Spezialantrieb im oder neben dem Schacht zu installieren. Das Patent, meistens mit einem fragwürdigen innovativen Inhalt, wird dann zum Ausschluss von eventuell besseren und kostengünstigeren Bedingungen genutzt, die durch andere qualifizierte Unternehmen aus der Instandhaltungsbranche angeboten werden. Wenn es um die Wartung und Beschaffung von Ersatzteilen geht, ist der Kunde natürlich in vielfacher Hinsicht stark an den Lieferanten gebunden, was sich in alarmierender Weise auf die Preise auswirken kann [6].

Aufzugsvergleich

Es gibt viele, die der irrigen Auffassung sind, dass TRL-Aufzüge am Ende die Hydraulikaufzüge vollständig verdrängen werden [8]. Hydraulikaufzüge haben in den letzten vierzig Jahren ihre Sicherheit



und Zuverlässigkeit unter Beweis gestellt und gezeigt, dass sie die kostenwirksamste und am leichtesten zu installierende Möglichkeit des Vertikaltransports sind. Trotz der mit den TRL-Aufzügen erzielten Raumersparnisse und der positiven Auswirkungen auf die Gebäudekonstruktion ist nur der Hydraulikaufzug in der Lage, große Förderleistungen mit einem minimalen Wartungsaufwand bei gleichzeitiger Einhaltung der Sicherheitsanforderungen zu bewältigen.

Die Umwelt- und Energiefaktoren

Es gibt weitere Argumente, die besagen, dass Hydraulikaufzüge aus umwelttechnischer Sicht unsicher sind und mehr Energie verbrauchen. Diese vorsätzlichen Aussagen spiegeln in keinsten Weise die Realität wider. Umweltfreundliche Hydraulikaufzüge können ohne großen Aufwand sehr wohl in Übereinstimmung mit der Norm errichtet werden. Darüber hinaus wurden bereits biologisch abbaubare Hydraulikflüssigkeiten eingeführt, die immer häufiger Anwendung finden [9].

Zieht man in Betracht, dass Treibscheibenaufzüge elektrische Energie in beiden Fahrtrichtungen und Hydraulikaufzüge nur in Fahrtrichtung nach oben benöti-

gen, ist der Unterschied im Energieverbrauch während des Betriebs nicht sehr groß, wenn man das richtige Versorgungsaggregat wählt. Wegen der häufiger notwendigen Wartungseinsätze bei den Treibscheibenaufzügen verschiebt der Energieverbrauch an Brennstoffen die Umwelt- und Energiegleichung zu Gunsten der Hydraulikanlage [5].

Die Gebäude in erdbebengefährdeten Gebieten sind allgemein nicht hoch, weil die zentralen oder örtlichen Behörden das Errichten von Gebäuden in der Nähe von Störungszonen verbieten. Die Anforderungen der Normen hinsichtlich einer höheren Sicherheit bei Erdbeben [1, 2] führen zu Lösungen, die wegen des Gegengewichts und der anderen zusätzlich erforderlichen Ausrüstungen bei Treibscheibenaufzügen kostspieliger sind als bei Hydraulikaufzügen.

Hydraulikaufzüge, herkömmliche Treibscheibenaufzüge und TRL-Aufzüge werden hinsichtlich verschiedener Konstruktionsbeschränkungen in kleineren Gebäuden miteinander verglichen, und die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 dargestellt. Die Gesamtbewertungsmarke 3 wird auf die drei Aufzugsarten für jede Konstruktionsbeschränkung aufgeteilt, und die Prozentpunkte für Gesamtpunktzahl, Sicherheit und Kostenwirksamkeit sind in Abb. 3 dargestellt.

Je nach Bewerter können die zuerkannten Punktzahlen für die unterschiedlichen Bedingungen abweichend sein, am allgemeinen Trend würde sich dabei jedoch nichts ändern. Wie aus der Tabelle 1 und Abbildung 3 ersichtlich, erreichen Hydraulikaufzüge insgesamt 47% der Gesamtpunktzahl, gefolgt von den TRL-Aufzügen mit 27% und den herkömmlichen Treibscheibenaufzügen mit 26%. Wenn eine Kombination aus Beschränkungen (Sicherheit) aus Rettung + Si-

cherheitswartung + Sicherheitsbetrieb + Erdbebenfestigkeit verglichen wird, stellen sich die Prozentzahlen wie folgt dar: 75, 21 und 4 für Hydraulik-, herkömmliche Treibscheiben- bzw. TRL-Aufzüge. Bei der Betrachtung der Kostenwirksamkeit erreichen Hydraulikaufzüge die höchste Punktzahl mit 42% gefolgt von den TRL-Aufzügen mit 33% und den herkömmlichen Treibscheibenaufzügen mit 25%.

Schlussfolgerungen

Die Türkei ist eine stark erdbebengefährdete Region. Das letzte Beben von Marmara hat enorme Schäden verursacht. Die Menschen vergessen aber allzu schnell, dass sich ähnliche Beben jederzeit wiederholen können.

Speziell in Erdbebengebieten sollten die Fachleute aus der Branche des Vertikaltransports die Sicherheit der Fahrgäste vor die Steigerung des Profits durch den Vertrieb nicht ganz so sicherer Ausrüstungen stellen. Das Festhalten am Profitdenken und an den triebwerksraumlosen Lösungen bis die zuständigen nationalen Normenausschüsse korrigierend eingreifen, könnte sich in von Naturkatastrophen heimgesuchten Regionen als zu kostspielig herausstellen. Bis dahin sind herkömmliche Aufzüge in kleineren Gebäuden teurer und weniger sicher.

Durch den Wegfall des Triebwerksraums hat die Industrie einen gewaltigen Schritt rückwärts gemacht und ist jetzt durch kleine unzureichende seitliche Schritte bemüht, Verbesserungen der Sicherheit vorzutauschen.

Hydraulikaufzüge sind die idealen vertikalen Transportgeräte in erdbebengefährdeten Regionen, in denen überwiegend kleinere Gebäude vorkommen. Im Falle eines Bebens ist der Betrieb eines Hydraulikaufzugs sicherer als der eines Treibscheibenaufzugs. Weil sie im Fundament des Gebäudes verankert sind, kommen sie normalerweise ohne Gegengewichte aus. Für den Fall einer Übergeschwindigkeit der Kabine sind Sicherheitsventile vorgesehen, die die Kabine zum Halten bringen, wenn die Hauptleitung beschädigt ist. Bei Stromausfall kann die Kabine einfach und schnell abgesenkt werden. Für den Fall, dass die Kabine nach oben gefahren werden muss, müssen lediglich kleinere Handpumpen im Triebwerksraum vorgesehen werden.

In Anbetracht der vorhergehenden Ausführungen scheint der Hydraulikaufzug die am besten geeignete Aufzugsart für erdbebengefährdete Regionen zu sein.

Referenzen

am Ende des englischen Artikels auf Seite 54.