

„Bitte nehmen Sie Aufzug B“

Computer schlossen Menschenmassen effektiv durch moderne Fahrstuhlanelagen – solange die Menschen mitspielen

Dem Paternoster war es stets egal, wohin seine Fahrgäste wollten. Stoisch schob er ertümliche Aufzüge, einst in vielen deutschen Hochhäusern eingesetzt, seine offenen Kabinen nach oben und nebenan nach unten. Sie hingen an einer Kette wie die Perlen auf dem Rosenkranz, mit dem Katholiken ihre Ave-Marias und Vaterunsers zählen – daher der Spitzname. In welchem Stockwerk Fahrgäste den offiziell Personenlauf-Aufzug genannten Lift verließen, ob sie beim Einstieg plauderten oder sich auf den Schritt in den schrankartigen Fahrkorb konzentrierten, war viele Menschen sich in einer Kabine drängten, bis sie verbote-nerweise Lasten transportierten oder abenteuerlustig das Schild „Letztes Stockwerk, Weiterfahrt ungefährlich“ missachteten, all das registrierte die Mechanik nicht. Keine Mikrochips waren zur Steuerung nötig, nirgendwo konnte irgendwer einen Knopf drücken, um den Lauf der Kabinen zu beeinflussen – außer auf die Notbremse natürlich.

In modernen Hochhäusern wachen Computer über die vertikale Personenbeförderung – 125 Jahre nachdem 1824 der erste Paternoster in England installiert wurde. Diesen Technologiesprung hat auch die Redaktion der Süddeutschen Zeitung im November 2008 mit dem Umzug in ein neues Verlagsgebäude erlebt. Im denkmalgeschützten Redaktionsgebäude an der Sendlinger Straße gab es einen Paternoster, im Hochhaus an der Hultschiner Straße hängen zwischen den Türen der sechs Aufzüge berührungsempfindliche Monitore. Das gehört mittlerweile zur Ausstattung moderner Bürogebäude. Um von einem Stockwerk in ein anderes zu gelangen, tippen Mitarbeiter und Besucher ihr gewünschtes Ziel auf dem Bildschirm ein. Ein Steuerungscomputer weist einen Fahrstuhl zu, der sich in den folgenden Sekunden (bis Minuten) öffnet. Innerhalb der Kabine lässt sich das Ziel nicht mehr ändern.

„Zielfrauswahl“ heißt das nach neuesten Methoden der Mathematik entwickelte Konzept, das Aufzughersteller den Bauherren neuer Hochhäuser anbieten. Im Prinzip könnte der Computer den Fahrgästen sogar voraussagen, wie viele Sekunden sie warten müssen. Und bei großem Andrang wechselt die Anlage die Strategie, mit der sie ihre Passagiere den Kabinen zuweist.

„Fahrstühle in Echtzeit zu kontrollieren ist eines der schönsten Beispiele für sogenannte Online-Steuerungsverfahren“, sagt der Mathematiker Benjamin Hiller vom Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik in Berlin. Unter dieser Art von Problemen verstehen Wissenschaftler die Steuerung von Maschinen, deren Aufgaben erst nach und nach bekannt werden. Der Aufzug erfährt ja erst durch die Zielangaben der Passagiere, wohin er soll, anders etwa als ein monoton arbeitender Schweißroboter in der Autofabrik. „Die beste Lösung kann man nur finden, wenn man genügend In-

Die Steuerung bringt Angestellte 28 Prozent schneller ins Büro

formation hat“, sagt Hiller. „Geben die Passagiere ihr Ziel erst in der Kabine an, lässt sich nicht mehr viel machen.“

Seit 1970 möchten Aufzug-Entwickler daher die Fahrgäste schon im Korridor vor den Aufzügen nach ihrem Ziel fragen – doch der Erfinder, ein Forscher aus Manchester, erkannte schnell, dass die Rechenkapazität seiner Ära für die nötige Steuerung nicht ausreichte. Stattdessen haben Planer bauliche Lösungen gesucht. In manchen Gebäuden fahren die Lifte nur Blöcke von Stockwerken an, oder nur ungerade Etagen, oder es gibt Express-Aufzüge zu einer zentralen Umsteigezone irgendwo auf halber Höhe, von der aus sich hereinströmende Mitarbeiter weiter verteilen.

Neuerdings soll der Computer die Fahrwege optimieren. Das Gerät weiß im Prinzip alles: Wo die Kabinen sind und wo sie hin müssen, wie viele Menschen in welchem Stockwerk warten, wie lange die Fahrten sowie die Türen öffnen und schließen, Einsteigen, Türschließen in Abhängigkeit von der Personenzahl dauern. Korrekt verrechnet, führen diese Daten zu schnellerer Beförderung. Benjamin Hiller, der auch Mitglied im Berliner DFG-Forschungszentrum Methoden ist, hat das anhand eines Modellhauses mit 16 Stockwerken und vier Aufzügen demonstriert. Während bei einem konventionellen System die Fahrgäste morgens im Mittel 89 Sekunden in ihr Stockwerk brauchen, sind es mit der Zielfrauswahl nur 64 Sekunden. Die maximalen Reisezeiten sanken in seiner Simulation sogar von 272 auf 184 Sekunden.

In den 27 Stockwerken des Süddeutschen Verlages verringert die Computer-Steuerung die Beförderungszeit um 28 Prozent, wenn die Fahrstühle an ihrer Kapazitätsgrenze arbeiten, schätzt Gerhard Thumm vom Aufzugshersteller Thyssen-Krupp Elevator. Eine kurze Hochrechnung zeigt, dass allein die Zeit, die alle Angestellten zusammen morgens weniger im Aufzug verbringen, jeden Tag fast neun Arbeitsstunden ausmacht.

Um das zu erreichen, rechnet der Computer mit festen Zeitspannen: Türen öffnen und -schließen, jeweils zwei Sekunden; Aus- oder Einsteigen: knapp eine Sekunde pro Person; ein Stockwerk fahren: sieben Sekunden, fünf Stockwerke am Stück fahren: zwölf Sekunden, vom Erdgeschoss zum großen Konferenzraum in der 25. Etage: 27 Sekunden Reisezzeit. Der Aufzug braucht also auf langen Strecken weniger Zeit pro Stockwerk als auf kurzen – ein weiterer Grund, die Fahrgäste zu bündeln.



Wo viele Menschen hoch hinaus wollen, steuern Computer die Fahrstühle am effektivsten – zumindest in der Theorie. Carl Purcell / Corbis

Die Sekunden gerecht verteilen

Anforderungen an eine Aufzugsteuerung sind gewaltig

Die Steuerung moderner Fahrstühle sei mit folgendem Beispiel illustriert: Im Erdgeschoss warten fünf Personen, zwei möchten in die 15. Etage, drei andere in höhere Stockwerke. Der Computer hat ihnen allen bereits Aufzug A zugewiesen, der in acht Sekunden seine Türen öffnen wird. Aufzug B wird hingegen erst in 32 Sekunden verfügbar sein. Jetzt kommt ein sechster Passagier, der in den neunten Stock möchte. Er könnte sein Ziel mit Aufzug A in 33 Sekunden erreichen (acht, bis der Aufzug kommt; sechs, bis alle Personen eingestiegen sind; zwei für das Schließen der Türen, 15 Sekunden Fahrzeit, zwei weitere, bis die Türen offen sind).

Das System schiebt ihn aber zu Aufzug B. Er verliert also 19 Sekunden (24 davon, weil der Fahrstuhl später kommt, minus fünf, weil weniger Leute einsteigen). Der Grund dafür ist, dass der sechste Fahrgast im Aufzug A jeden der bereits wartenden fünf Passagiere 14 Sekunden kosten würde (eine, weil eine Person mehr einsteigt; acht, weil der Fahrstuhl bis zum 15. Stock zwei Etagen macht und dabei 28 statt 20 Sekunden reine Fahrzeit hat; fünf für den Zwischenstopp in der 9. Etage). Dem sechsten Fahrgast wäre also sogar eine deutlich längere Wartezeit zuzumuten. Die Aufzugssteuerung könnte aber per Sonderregel so programmiert werden, dass zum Beispiel der sechste Fahrgast in letzter Sekunde zu ihren Aufzügen bewegen und mehr Gedränge in der Wartezone entsteht.

teilen treffen – und im Sekundentakt, wenn überall Mitarbeiter Fahrten anmelden. Die Logik kann dabei nicht wissen, ob der sechste Passagier in diesem Beispiel in den Sekunden, bis der Aufzug B kommt, noch Gesellschaft in der Wartezone erhält. Wollten diese Neuankommlinge in Stockwerke unterhalb der 9. Etage, steigen sie also eher aus, könnte sich die Rechnung zu seinen Ungunsten nochmal verändern. Im Nachhinein könnte es sich als Fehler erweisen, den sechsten Passagier an den Aufzug B gebucht zu haben.

Das zu beklagen hilft wenig, denn Abhilfe vermag zum Beispiel nur eine weitere Sonderregel zu schaffen, die besagt, dass nach dem ersten Passagier nur noch höhere Fahrziele für einen Aufzug gebucht werden. Doch solche Sonderregeln haben mitunter unerwartete Folgen und verlangsamen die Entscheidung.

Um dem sechsten Passagier gerecht zu werden, müsste die Steuerung die Zuteilung der Aufzüge offenhalten, bis ein Fahrstuhl tatsächlich ankommt. Für den Fall, dass sich die Situation in diesen acht Sekunden entscheidend ändert, dürfte der Passagier Nummer sechs dann noch in Aufzug A mitfahren. Ein zentrales Display würde dann kurz vor Ankunft der Kabine anzeigen, welche Stockwerke sie bedient. Der Preis wäre allerdings, dass die Aufzüge länger warten müssen, weil die Passagiere sich erst in letzter Sekunde zu ihren Aufzügen bewegen und mehr Gedränge in der Wartezone entsteht.

Mit diesen Daten beginnt der zentrale Computer bei jedem neuen Knopfdruck zu planen. Er berechnet für jeden Aufzug die zusätzlichen Sekunden, die ihre Fahrgäste länger unterwegs wären, wenn er den neuen Passagier dort zuweist. Dabei muss die Steuerung den hochgerechneten Zeitverlust der schon gebuchten Fahrgäste, die weiter fahren als der Neuzugang, mit dessen Wartezeit vergleichen (siehe Kasten). Am Ende bekommt der Aufzug den Zuschlag, der in der Summe die geringsten Warte- und Fahrzeiten verursacht. Dabei ergibt sich sozusagen automatisch, dass die im morgendlichen Gedränge unten abfahrenden Fahrstühle jeweils etwa die gleiche Anzahl von Stockwerken anfahren, bevor sie ins Erdgeschoss zurückkehren.

In der Logik des Steuercomputers steckt viel geheimes Wissen, die Aufzugfirmen reden nicht gern über die Details; ein genauere Blick auf das SZ-Fahrstuhlsystem wurde jedoch gestattet. Die Fachleute sprechen von „Kosten“, denn die Sekundenwerte, die in die Berechnung einfließen, können unterschiedlich gewichtet werden. Werden sie einfach addiert, ergibt sich ein anderes Ergebnis, als wenn der Rechner die Ergebnisse für jeden Fahrgast vorher quadriert. Dann bekommen nämlich besonders lange Wartezeiten oder Fahrtdauern ein überproportionales Gewicht, die Steuerung würde sich anders entscheiden. Außerdem können die Hersteller wählen, ob das System die Wartezeit vor dem Fahrstuhl oder die gesamte Reisedauer der Passagiere minimieren soll.

Die Anlage im Verlagshaus der SZ schaltet automatisch zwischen diesen Optionen um, berichtet Gerhard Thumm. Bei wenig Andrang ist die Wartezeit das wichtigste Kriterium. „Wir bekämpfen dann den gefühlten Ärger, dass der Aufzug nicht kommt.“ Bei hohem Verkehrsaufkommen hingegen geht es darum, das Ziel möglichst schnell zu erreichen. Dann steigt die mittlere Wartezeit von 12,7 auf 14 Sekunden, während die Fahrgäste im Mittel nach 76 statt nach 80 Sekunden auf ihrer Etage ankommen. Diesen Strategiewechsel vollzieht die Steuerung.

Menschen sind doch keine kleinen blauen Lichtpunkte

rung, wenn die Aufzüge nahe an ihrer Kapazitätsgrenze fahren. Sie sind darauf ausgelegt, in jeweils fünf Minuten 14 Prozent der anwesenden Mitarbeiter zu transportieren; im Süddeutschen Verlag sind das 147 Fahrgäste pro Fünf-Minuten-Intervall. „Solche Anforderungen schwanken zwischen zwölf und 15 Prozent“, sagt Thumm. „Die Vorgabe von 14 Prozent ist schon sportlich.“

Um sicherzustellen, dass die Aufzüge die Aufgabe auch schaffen, haben die Ingenieure von Thyssen-Krupp Elevator die Steuerung vorher per Computersimulation getestet. Fahrgäste erscheinen hierbei auf dem Bildschirm als kleine blaue Punkte vor den Aufzügen, geben ihre Fahrtwünsche ein und steigen in die ankommenden Kabinen. Die Planer des Systems konnten so die Stoßzeiten nachschauen, wenn morgens die Arbeit beginnt und die Angestellten mittags in die Kantine strömen. Die Verkehrsmuster dafür lieferte ein spezielles Software-Paket. Es fütterte die virtuelle Aufzugsteuerung mit zufällig erzeugten Fahrtwünschen in gewünschter Anzahl und Verteilung.

Allerdings verhalten sich reale Nutzer nicht so wie die Lichtpunkte in der Simulation. Die Theorie setzt nämlich darauf, dass jeder Fahrgast sein Ziel eingibt. Tatsächlich schließen Mitarbeiter sich auch gern ohne Umweg zum Touchscreen einem Kollegen, von dem klar ist, dass er ins gleiche Stockwerk will. Dieses „Schwarzfahren“ hat Nachteile für die Passagiere. Zum einen kann es sein, dass es im Fahrstuhl eng wird, weil der Computer weitere Kollegen zuweist. Oder der Fahrstuhl hält später an einem Stockwerk, um jemanden aufzunehmen, der nicht mehr hineinpasst.

Das zweite Problem ist subtiler: Wer sein Ziel nicht eintippt, verlässt sich die Kosten, die durch einen weiteren Stopp auf dem Weg entstehen. Die Aufzugsteuerung unterschätzt dann, wie viele Personen Zeit verlieren, wenn sie einen Zwischenhalt einschleibt. Umgekehrt können Aufzugsnutzer versucht sein, sich mit diesem Wissen Vorteile zu verschaffen: Wer alleine fährt, aber zehnmal sein Ziel eingibt, müsste theoretisch die Wahrscheinlichkeit für Zwischenstopps und Mitfahrer verringern. Tatsächlich aber prüft die Aufzugsteuerung, ob die Gewichtszunahme der Kabine zu den Zielangaben passt. Bei einem auffälligen Missverhältnis gibt sie den betreffenden Aufzug für andere Fahrziele frei.

Die sorgfältigste Lift-Software kann aber durch die menschliche Natur, wenn zum Beispiel Benutzer eine Unterhaltung betreiben wollen und die Lichtschranke der Türen blockieren. Dann einer Weile nimmt die Aufzugsteuerung diesen Fahrstuhl aus der Planung heraus. So kann es passieren, dass anderswo ein Fahrgast minutenlang auf den Fahrstuhl B wartet, dann entwert seinen Wunsch noch einmal eintippt und vom System zur Kabine E beordert wird, wo sich die Türen ohne Verzögerung öffnen.

Häufige Nutzer berichten zudem von einer skurrilen Form der Gewöhnung. Unterwegs in einem Hochhaus mit klassischen Aufzügen kommt es vor, dass Kollegen zwar beim Einsteigen den Richtungsknopf gedrückt haben, aber in der Kabine tatenlos bleiben, bis sie zufällig irgendwo landen. So etwas ist im Paternoster nie jemandem passiert.

CHRISTOPHER SCHRADER

„Bitte nehmen Sie Aufzug B“

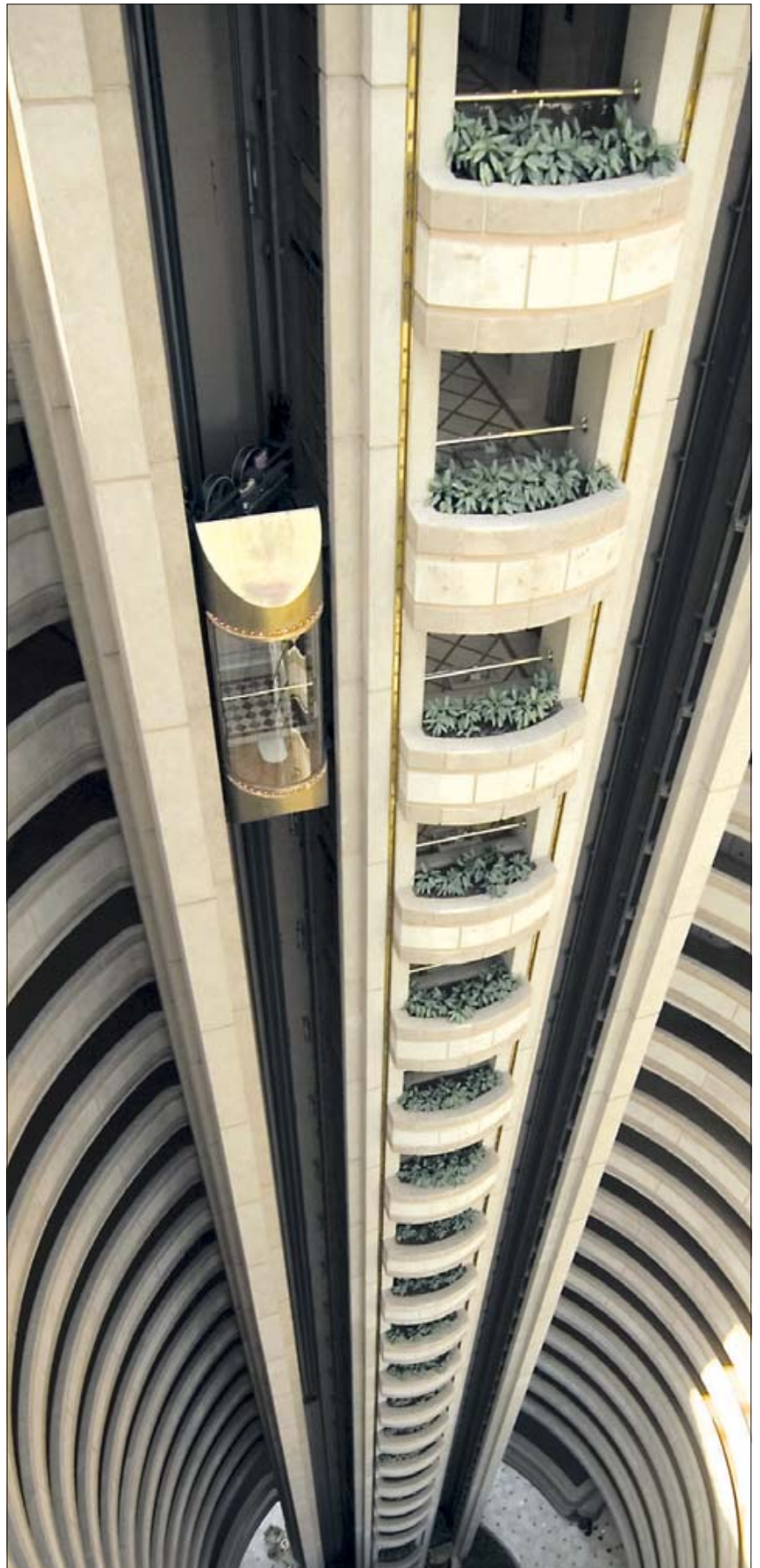
Computer schleusen Menschenmassen effektiv durch moderne Fahrstuhlanelagen – solange

Dem Paternoster war es stets egal, wohin seine Fahrgäste wollten. Stoisch schob der urtümliche Aufzug, einst in vielen deutschen Hochhäusern eingesetzt, seine offenen Kabinen nach oben und nebenan nach unten. Sie hingen an einer Kette wie die Perlen auf dem Rosenkranz, mit dem Katholiken ihre Ave-Marias und Vaterunser zählen – daher der Spitzname. In welchem Stockwerk Fahrgäste den offiziell Personenumlauf-Aufzug genannten Lift verließen, ob sie beim Einstieg plauderten oder sich auf den Schritt in den schrankartigen Fahrkorb konzentrierten, wie viele Menschen sich in einer Kabine drängten, ob sie verbottenerweise Lasten transportierten oder abenteuerlustig das Schild „Letztes Stockwerk, Weiterfahrt ungefährlich“ missachteten, all das registrierte die Mechanik nicht. Keine Mikrochips waren zur Steuerung nötig; nirgendwo konnte irgendwer einen Knopf drücken, um den Lauf der Kabinen zu beeinflussen – außer auf die Notbremse natürlich.

In modernen Hochhäusern wachen Computer über die vertikale Personenbeförderung – 125 Jahre nachdem 1884 der erste Paternoster in England installiert wurde. Diesen Technologiesprung hat auch die Redaktion der *Süddeutschen Zeitung* im November 2008 mit dem Umzug in ein neues Verlagsgebäude erlebt. Im denkmalgeschützten Redaktionssitz an der Sendlinger Straße gab es einen Paternoster, im Hochhaus an der Hultschiner Straße hängen zwischen den Türen der sechs Aufzüge berührungsempfindliche Monitore. Das gehört mittlerweile zur Ausstattung moderner Bürogebäude. Um von einem Stockwerk in ein anderes zu gelangen, tippen Mitarbeiter und Besucher ihr gewünschtes Ziel auf dem Bildschirm ein. Ein Steuerungscomputer weist einen Fahrstuhl zu, der sich in den folgenden Sekunden (bis Minuten) öffnet. Innerhalb der Kabine lässt sich das Ziel nicht mehr ändern.

„Zielrufauswahl“ heißt das nach neuesten Methoden der Mathematik entwickelte Konzept, das Aufzughersteller den Bauherren neuer Hochhäuser anbieten. Im Prinzip könnte der Computer den Fahrgästen sogar voraussagen, wie viele Sekunden sie warten müssen. Und bei großem Andrang wechselt die Anlage die Strategie, mit der sie ihre Passagiere den Kabinen zuweist.

„Fahrstühle in Echtzeit zu kontrollieren ist eines der schönsten Beispiele für sogenannte Online-Steuerungsverfahren“, sagt der Mathematiker Benjamin Hiller vom Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik in Berlin. Unter dieser Art von Problemen verstehen Wissenschaftler die Steuerung von Maschinen, deren Aufgaben erst nach und nach bekannt werden. Der Aufzug erfährt ja erst durch die Zieleingaben der Passagiere, wohin er soll, anders etwa als ein monoton arbeitender Schweißroboter in der



durch die Zieleingaben der Passagiere, wohin er soll, anders etwa als ein monoton arbeitender Schweißroboter in der Autofabrik. „Die beste Lösung kann man nur finden, wenn man genügend In-

Die Steuerung bringt Angestellte 28 Prozent schneller ins Büro

formation hat“, sagt Hiller. „Geben die Passagiere ihr Ziel erst in der Kabine an, lässt sich nicht mehr viel machen.“

Seit 1970 möchten Aufzug-Entwickler daher die Fahrgäste schon im Korridor vor den Aufzügen nach ihrem Ziel fragen – doch der Erfinder, ein Forscher aus Manchester, erkannte schnell, dass die Rechenkapazität seiner Ära für die nötige Steuerung nicht ausreichte. Stattdessen haben Planer bauliche Lösungen gesucht. In manchen Hochhäusern fahren die Lifte nur Blöcke von Stockwerken an, oder nur ungerade Etagen, oder es gibt Express-Aufzüge zu einer zentralen Umsteigezone irgendwo auf halber Höhe, von der aus sich hereinströmende Mitarbeiter weiter verteilen.

Neuerdings soll der Computer die Fahrwege optimieren. Das Gerät weiß im Prinzip alles: Wo die Kabinen sind und wo sie hin müssen, wie viele Menschen in welchem Stockwerk warten, wie lange die Fahrten sowie das Türenöffnen, Aussteigen, Einsteigen, Türenschließen in Abhängigkeit von der Personenzahl dauern. Korrekt verrechnet, führen diese Daten zu schnellerer Beförderung. Benjamin Hiller, der auch Mitglied im Berliner DFG-Forschungszentrum Matheon ist, hat das anhand eines Modellhauses mit 16 Stockwerken und vier Aufzügen demonstriert. Während bei einem konventionellen System die Fahrgäste morgens im Mittel 89 Sekunden in ihr Stockwerk brauchen, sind es mit Zielrufauswahl 64 Sekunden. Die maximalen Reisezeiten sanken in seiner Simulation sogar von 272 auf 184 Sekunden.

In den 27 Stockwerken des Süddeutschen Verlages verringert die Computer-Steuerung die Beförderungszeiten um 28 Prozent, wenn die Fahrstühle an ihrer Kapazitätsgrenze arbeiten, schätzt Gerhard Thumm vom Aufzugshersteller Thyssen-Krupp Elevator. Eine kurze Hochrechnung zeigt, dass allein die Zeit, die alle Angestellten zusammen morgens weniger im Aufzug verbringen, jeden Tag fast neun Arbeitsstunden ausmacht.

Um das zu erreichen, rechnet der Computer mit festen Zeitspannen: Türöffnen und -schließen: jeweils zwei Sekunden; Aus- oder Einsteigen: knapp eine Sekunde pro Person; ein Stockwerk fahren: sieben Sekunden, fünf Stockwerke am Stück fahren: zwölf Sekunden, vom Erdgeschoss zum großen Konferenzraum in der 25. Etage: 27 Sekunden reine Fahrzeit. Der Aufzug braucht also auf langen Strecken weniger Zeit pro Stockwerk als auf kurzen – ein weiterer Grund, die Fahrgäste zu bündeln.



Wo viele Menschen hoch hinaus wollen, steuern Computer die Fahrstühle am effektivsten – zumindest in der Theorie. Carl Purcell / Corbis

Die Sekunden gerecht verteilen

Anforderungen an eine Aufzugsteuerung sind gewaltig

Die Steuerung moderner Fahrstühle sei mit folgendem Beispiel illustriert: Im Erdgeschoss warten fünf Personen, zwei möchten in die 15. Etage, drei andere in höhere Stockwerke. Der Computer hat ihnen allen bereits Aufzug A zugewiesen, der in acht Sekunden seine Türen öffnen wird. Aufzug B wird hingegen erst in 32 Sekunden verfügbar sein. Jetzt kommt ein sechster Passagier, der in den neunten Stock möchte. Er könnte sein Ziel mit Aufzug A in 33 Sekunden erreichen (acht, bis der Aufzug kommt; sechs, bis alle Personen eingestiegen sind; zwei für das Schließen der Türen, 15 Sekunden Fahrzeit, zwei weitere, bis die Türen oben offen sind).

Das System schickt ihn aber zu Aufzug B. Er verliert also 19 Sekunden (24 davon, weil der Fahrstuhl später kommt, minus fünf, weil weniger Leute einsteigen). Der Grund dafür ist, dass der sechste Fahrgast im Aufzug A jeden der bereits wartenden fünf Passagiere 14 Sekunden kosten würde (eine, weil eine Person mehr einsteigt; acht, weil der Fahrstuhl bis zum 15. Stock zwei Etappen macht und dabei 28 statt 20 Sekunden reine Fahrzeit hat; fünf für den Zwischenstopp in der 9. Etage). Dem sechsten Fahrgast wäre also sogar eine deutlich längere Wartezeit zuzumuten. Die Aufzugssteuerung könnte aber per Sonderregel so programmiert werden, dass zum Beispiel bei Wartezeiten ab 50 Sekunden ein anderes Zuteilungsverfahren gilt.

Solche Entscheidungen muss die Aufzugssteuerung in Sekundenbruch-

teilen treffen – und im Sekundentakt, wenn überall Mitarbeiter Fahrten anmelden. Die Logik kann dabei nicht wissen, ob der sechste Passagier in diesem Beispiel in den Sekunden, bis der Aufzug B kommt, noch Gesellschaft in der Wartezone erhält. Wollen diese Neuankömmlinge in Stockwerke unterhalb der 9. Etage, steigen sie also eher aus, könnte sich die Rechnung zu seinen Ungunsten nochmal verändern. Im Nachhinein könnte es sich als Fehler erweisen, den sechsten Passagier auf den Aufzug B gebucht zu haben.

Das zu beklagen hilft wenig, denn Abhilfe vermag zum Beispiel nur eine weitere Sonderregel zu schaffen, die besagt, dass nach dem ersten Passagier nur noch höhere Fahrziele für einen Aufzugskorb gebucht werden. Doch solche Sonderregeln haben mitunter unerwartete Folgen und verlangsamten die Entscheidung.

Um dem sechsten Passagier gerecht zu werden, müsste die Steuerung die Zuteilung der Aufzüge offenhalten, bis ein Fahrstuhl tatsächlich ankommt. Für den Fall, dass sich die Situation in diesen acht Sekunden entscheidend ändert, dürfte der Passagier Nummer sechs dann noch in Aufzug A mitfahren. Ein zentrales Display müsste dann kurz vor Ankunft der Kabine anzeigen, welche Stockwerke sie bedient. Der Preis wäre allerdings, dass die Aufzüge länger warten müssen, weil die Passagiere sich erst in letzter Sekunde zu ihren Aufzügen bewegen und mehr Gedrängel in der Wartezone entsteht.

cris

B“

solange die Menschen mitspielen

Mit diesen Daten beginnt der zentrale Computer bei jedem neuen Knopfdruck zu planen. Er berechnet für jeden Aufzug die zusätzlichen Sekunden, die ihre Fahrgäste länger unterwegs wären, wenn er den neuen Passagier dort zuweist. Dabei muss die Steuerung den hochgerechneten Zeitverlust der schon gebuchten Fahrgäste, die weiter fahren als der Neuzugang, mit dessen Wartezeit vergleichen (siehe Kasten). Am Ende bekommt der Aufzug den Zuschlag, der in der Summe die geringsten Warte- und Fahrzeiten verursacht. Dabei ergibt sich sozusagen automatisch, dass die im morgendlichen Gedränge unten abfahrenden Fahrstühle jeweils etwa die gleiche Anzahl von Stockwerken anfahren, bevor sie ins Erdgeschoss zurückkehren.

In der Logik des Steuercomputers steckt viel geheimes Wissen, die Aufzugsfirmen reden nicht gern über die Details; ein genauerer Blick auf das SZ-Fahrsystem wurde jedoch gestattet. Die Fachleute sprechen von „Kosten“, denn die Sekundenwerte, die in die Berechnung einfließen, können unterschiedlich gewichtet werden. Werden sie einfach addiert, ergibt sich ein anderes Ergebnis, als wenn der Rechner die Ergebnisse für jeden Fahrgast vorher quadriert. Dann bekommen nämlich besonders lange Wartezeiten oder Fahrtdauern ein überproportionales Gewicht, die Steuerung würde sich anders entscheiden. Außerdem können die Hersteller wählen, ob das System die Wartezeit vor dem Fahrstuhl oder die gesamte Reisedauer der Passagiere minimieren soll.

Die Anlage im Verlagshaus der SZ schaltet automatisch zwischen diesen Optionen um, berichtet Gerhard Thumm. Bei wenig Andrang ist die Wartezeit das wichtigste Kriterium. „Wir bekämpfen dann den gefühlten Ärger, dass der Aufzug nicht kommt.“ Bei hohem Verkehrsaufkommen hingegen geht es darum, das Ziel möglichst schnell zu erreichen. Dann steigt die mittlere Wartezeit von 12,7 auf 14 Sekunden, während die Fahrgäste im Mittel nach 76 statt nach 80 Sekunden auf ihrer Etage ankommen. Diesen Strategiewechsel vollzieht die Steu-

Menschen sind doch keine kleinen blauen Lichtpunkte

rung, wenn die Aufzüge nahe an ihrer Kapazitätsgrenze fahren. Sie sind darauf ausgelegt, in jeweils fünf Minuten 14 Prozent der anwesenden Mitarbeiter zu transportieren; im Süddeutschen Verlag sind das 147 Fahrgäste pro Fünf-Minuten-Intervall. „Solche Anforderungen schwanken zwischen zwölf und 15 Prozent“, sagt Thumm. „Die Vorgabe von 14 Prozent ist schon sportlich.“

Um sicherzustellen, dass die Aufzüge



ühle
orbis

zent, sagt Inumm. „Die Vorgabe von 14 Prozent ist schon sportlich.“

Um sicherzustellen, dass die Aufzüge die Aufgabe auch schaffen, haben die Ingenieure von Thyssen-Krupp Elevator die Steuerung vorher per Computersimulation getestet. Fahrgäste erscheinen hierbei auf dem Bildschirm als kleine blaue Punkte vor den Aufzügen, geben ihre Fahrtwünsche ein und steigen in die ankommenden Kabinen. Die Planer des Systems konnten so die Stoßzeiten nachstellen, wenn morgens die Arbeit beginnt und die Angestellten mittags in die Kantine strömen. Die Verkehrsmuster dafür lieferte ein spezielles Software-Paket. Es fütterte die virtuelle Aufzugsteuerung mit zufällig erzeugten Fahrtwünschen in gewünschter Anzahl und Verteilung.

Allerdings verhalten sich reale Nutzer nicht so wie die Lichtpunkte in der Simulation. Die Theorie setzt nämlich darauf, dass jeder Fahrgast sein Ziel eingibt. Tatsächlich schließen Mitarbeiter sich auch gern ohne Umweg zum Touchscreen einem Kollegen, von dem klar ist, dass er ins gleiche Stockwerk will. Dieses „Schwarzfahren“ hat Nachteile für die Passagiere. Zum einen kann es sein, dass es im Fahrstuhl eng wird, weil der Computer weitere Kollegen zuweist. Oder der Fahrstuhl hält später an einem Stockwerk, um jemanden aufzunehmen, der nicht mehr hineinpasst.

Das zweite Problem ist subtiler: Wer sein Ziel nicht eintippt, verfälscht die Kosten, die durch einen weiteren Stopp auf dem Weg entstehen. Die Aufzugsteuerung unterschätzt dann, wie viele Personen Zeit verlieren, wenn sie einen Zwischenhalt einschleibt. Umgekehrt könnten Aufzugsnutzer versucht sein, sich mit diesem Wissen Vorteile zu verschaffen: Wer alleine fährt, aber zehnmal sein Ziel eingibt, müsste theoretisch die Wahrscheinlichkeit für Zwischenstopps und Mitfahrer verringern. Tatsächlich aber prüft die Aufzugsteuerung, ob die Gewichtszunahme der Kabine zu den Zielangaben passt. Bei einem auffälligen Missverhältnis gibt sie den betreffenden Aufzug für andere Fahrtziele frei.

Die sorgfältigste Lift-Software kann aber durcheinander geraten, wenn zum Beispiel Benutzer eine Unterhaltung beenden wollen und die Lichtschranke der Türen blockieren. Nach einer Weile nimmt die Aufzugsteuerung diesen Fahrstuhl aus der Planung heraus. So kann es passieren, dass anderswo ein Fahrgast minutenlang auf den Fahrstuhl B wartet, dann entnervt seinen Wunsch noch einmal eintippt und vom System zur Kabine E beordert wird, wo sich die Türen ohne Verzug öffnen.

Häufige Nutzer berichten zudem von einer skurrilen Form der Gewöhnung. Unterwegs in einem Hochhaus mit klassischen Aufzügen kommt es vor, dass Kollegen zwar beim Einsteigen den Richtungsknopf gedrückt haben, aber in der Kabine tatenlos bleiben, bis sie zufällig irgendwo landen. So etwas ist im Paternoster nie jemandem passiert.

CHRISTOPHER SCHRADER