

42 Weniger Flugzeugabstürze aufgrund besserer Wahrscheinlichkeitsmodelle

Die meisten Flugunfälle werden durch eine Kombination von technischen, menschlichen und Umweltfaktoren verursacht. Bessere mathematische Wahrscheinlichkeitsmodelle verringern die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls.



In den letzten fünfzig Jahren ist das Risiko eines tödlichen Flugunfalls in der Zivilluftfahrt spektakulär gesunken: von rund 30 tödlichen Unfällen bei einer Million Flügen im Jahr 1959 auf weniger als 0,5 bei einer Million Flügen im Jahr 2012. Weil jeder Unfall natürlich immer noch einer zu viel ist, suchen Flugzeughersteller und Luftfahrtbehörden ständig nach Möglichkeiten, die Flugsicherheit weiter zu verbessern.

Der Sicherheitsforscher Alfred Roelen vom National Aerospace Laboratory (NLR) in Amsterdam verwendet die Mathematik als Hilfsmittel bei der Modellierung der Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes. „Wir suchen nach Faktoren, die die größte Rolle bei der Entstehung von Unfällen spielen, und reduzieren sie dann“, sagt Roelen. „Einerseits tun wir dies, indem wir große Mengen von Flugdaten sammeln und statistisch analysieren. Und auf der anderen Seite, indem man bessere Modelle der Wahrscheinlichkeit erstellt, dass während eines Fluges etwas schief geht.“

Es kann ein technisches Problem geben, zum Beispiel mit einem Flügel, einem Motor oder dem Autopiloten. Aber auch auf menschlicher Ebene kann etwas schief gehen, zum Beispiel beim Piloten oder beim Fluglotsen. Darüber hinaus können wetterbedingte Probleme auftreten. Fast immer ist ein Flugunfall auf eine Kettenreaktion von Faktoren zurückzuführen.

Eis auf dem Flügel

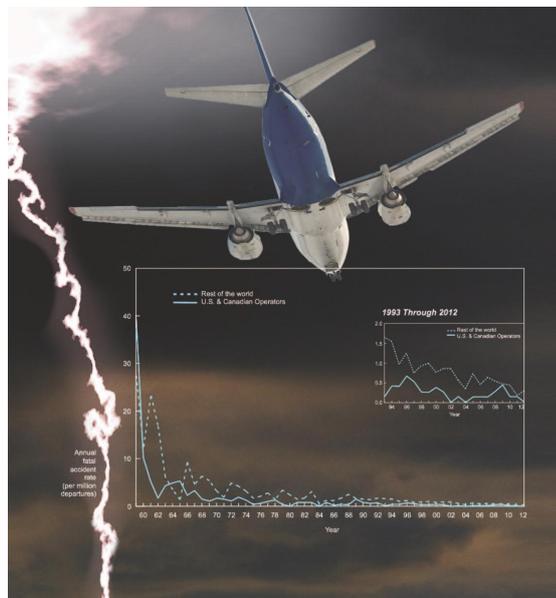
Roelen gibt ein Beispiel für eine Kettenreaktion, die er mathematisch modellieren kann: „Angenommen, es schneit auf einem Flughafen. Nach dem üblichen Verfahren werden Schnee und Eis vor dem Abflug aus einem Flugzeug entfernt. Es besteht jedoch immer die Möglichkeit, dass dies aus welchen Gründen auch immer nicht ordnungsgemäß

geschieht. Wie groß ist die Chance, dass ein Flugzeug mit Schnee oder Eis auf einem seiner Flügel abhebt? Wie groß ist dann die Chance, dass sich – einmal in der Luft – die Strömung um diesen Flügel löst und das Flugzeug abrupt absinkt? Und schließlich, wie groß ist die Chance, dass der Pilot dies rechtzeitig bemerkt und angemessene Maßnahmen ergreift?“

Die europäischen und amerikanischen Luftfahrtbehörden stellen strenge Anforderungen an die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Flugzeugs. Unter anderem müssen die Flugzeughersteller durch mathematische Analysen nachweisen, dass die Wahrscheinlichkeit eines katastrophalen Unfalls weniger als 1 in einer Milliarde Flugstunden beträgt (mit anderen Worten: etwa 1 Unfall in mehr als hunderttausend Jahren). Roelen: „Diese Wahrscheinlichkeit ist so gering, dass man das Flugzeug nicht in der Praxis testen kann. Wir müssen uns also etwas anderes einfallen lassen. Wir tun dies, indem wir das Flugzeug in einzelne Komponenten zerlegen und die Ausfallwahrscheinlichkeit für jede Komponente messen oder abschätzen.“

Die Ausfallhäufigkeiten für die technischen Komponenten sind am einfachsten zu bestimmen, in der Regel durch Versuche im Labor. Die Bestimmung von Ausfallhäufigkeiten für menschliches Verhalten ist viel schwieriger. Wenn ein Fluglotse während eines Landeverfahrens zum Piloten „tausend Fuß tief“ sagt und er meinte „zweitausend Fuß tief“, kann das tödlich sein. Mit psychologischen Tests wird ermittelt, wie oft Menschen in Abhängigkeit von der Hektik in ihren Köpfen Fehler machen.

Roelen: „Das einfachste Modell bestimmt die Wahrscheinlichkeit für menschliches Versagen in drei Situationen: eine Person ist sehr beschäftigt, mittelmäßig beschäftigt oder ruhig. Es ist logisch, dass ein Mensch die meisten Fehler macht, wenn er sehr beschäftigt ist. Aber wenn er sehr ruhig ist, ist seine Aufmerksamkeit nicht so konzentriert und er macht auch mehr Fehler als wenn er im Durchschnitt beschäftigt ist.“



Killer

Vor zwanzig Jahren war einer der größten „Killer“ in der Zivilluftfahrt eine Art Unfall, der als kontrollierter Flug ins Gelände bezeichnet wird: Ein Flugzeug ist normalerweise auf dem Weg zu einem Flughafen. Mit dem Flugzeug ist alles in Ordnung, aber unerwartet fliegt es unweit des Flughafens in einen Berg. Dank einer detaillierten statistischen Analyse dieser Art von Unfällen konnten Roelen und seine Kollegen zeigen, was die Hauptursache war.

Roelen: „Auf Flughäfen, die keine Funksignale zur Führung eines Flugzeugs bei der Landung verwendeten, war die Wahrscheinlichkeit eines solchen Unfalls fünfmal höher. Es ist zum Teil unserer Arbeit zu verdanken, dass mehr Flughäfen die notwendige Funkausrüstung angeschafft haben. Heutzutage werden diese Geräte zunehmend durch GPS-Geräte ersetzt. Auch hier werden mathematische Modelle verwendet, um die Wahrscheinlichkeit eines Misserfolgs abzuschätzen.“