



Eine zerbrochene Boeing 747-400 schwimmt im Hafen von Hongkong. Am 20. Oktober 2025 kam die Maschine bei der Landung mit einem deaktivierten Reverser von der Bahn ab. Zwei unbeteiligte Flughafenmitarbeiter kamen dabei ums Leben.
South China Morning Post

Umkehrschub: Risiken, Versagen, Fehlbedienungen ...

Umkehrschub ist eine feine Sache, wenn man ihn nach der Landung zur Verfügung hat. Es hat aber mit diesem System immer wieder technische Ausfälle, schwerwiegende Unfälle sowie Fehlbedienungen gegeben. Die Risiken im Zusammenhang mit dem Umkehrschub sind selbst erfahrenen Verkehrspiloten nicht immer geläufig. Daher hier ein Überblick über die Tücken im Zusammenhang mit dem Umkehrschub.

Worum es hier geht

Über die Risiken im Zusammenhang mit dem Umkehrschub habe ich bereits in zwei Arti-

keln berichtet: Im Artikel „Go-Around Probleme“ (*Pilot und Flugzeug* 2023-03) schrieb ich u.a. über das Thema „Go-Around after Reverse Selection“. In *Pilot und Flugzeug* 2015-01 habe ich im Artikel „Prop Failure“ Probleme mit dem Umkehrschub bei Propellermaschinen vorgestellt.

In diesem Artikel möchte ich über die Risiken mit dem Umkehrschub bei Strahlverkehrsflugzeugen schreiben. Denn die bedrohen nach wie vor die Flugsicherheit. Unfälle und Zwischenfälle mit den Thrust Reversern wiederholen sich leider immer wieder.

Bangkok, 26. Mai 1991

1990 habe ich als Copilot auf die brandneue Boeing 747-400 umgeschult. Ein Jahr später flog ich die Maschine bereits als Senior First Officer. Bangkok gehörte neben Hongkong und Singapore zu den ersten Luftansa-Zielen mit der Boeing 747-400. Im Mai 1991 war ich zu zwei Bangkok-Umläufen eingeplant. Ein Ziel, wohin ich immer gerne geflogen bin. Beim zweiten Umlauf hatten wir bestes, warmes Wetter und einen schönen Aufenthalt in der tropischen Metropole. Am 26. Mai 1991 flogen wir zurück nach Frankfurt. Daran kann ich mich besonders gut erinnern, denn es war – ohne dass wir das in Bangkok mitbekommen hätten – ein schlimmer Tag für die zivile Luftfahrt.

Das Wetter in dieser Nacht war ruhig, teilweise bewölkt und es war noch 26 °C warm. Zwei Stunden und 40 Minuten vor uns war eine Boeing 767 der Lauda Air Richtung Wien gestartet. Wir flogen auf derselben Strecke. Aber erst in Frankfurt erfuhren wir, dass diese Maschine abgestürzt war.



Niki Lauda an der Absturzstelle der Lauda Air 004 im thailändischen Dschungel Foto AP via admiralcloudberg

15 Minuten nach dem Start war die Funkverbindung mit der Lauda Air abgerissen. Die Absturzstelle mit den weit verstreuten zum Teil brennenden Wrackteilen wurde im

Dschungelgebiet nahe der thailändisch-birmanischen Grenze gefunden. Wir waren direkt darüber geflogen, ohne das Feuer am Boden zu sehen. Alle 223 Menschen an Bord waren ums Leben gekommen. Es war der schwerste Unfall in der Geschichte der österreichischen Luftfahrt und auch das bis heute größte Flugzeugunglück in Thailand. Im Trümmerfeld wurden beide Hälften (Sleeves) des linken Thrust Reversers vollständig geöffnet vorgefunden.

Natürlich habe ich jede Nachricht über den Absturz und die Suche nach der Ursache aufmerksam verfolgt. Nicht nur, weil wir direkt über die Unfallstelle geflogen waren, sondern auch, weil unsere Boeing 747-400 dasselbe Thrust Reverser System wie die B 767 hatte.

Die Unfalluntersuchungen wurden dadurch erschwert, dass der DFDR (Digital Flight Data Recorder) durch das Feuer so stark zerstört war, dass er nicht mehr ausgelesen werden konnte.

Der Unfall triggerte eine ganze Kette von NTSB-Empfehlungen und FAA Airworthiness Directives (ADs). Am 15. August 1991 verfügte die FAA, dass die Thrust Reverser bei allen Boeing 767 deaktiviert werden mussten. Diese Einschränkung für den Flugbetrieb wurde am 21. August 1991 für alle 767-Modelle außer denen mit Pratt and Whitney PW4000 aufgehoben.

Nach dem 11. Oktober 1991 durften auch die PW4000 Reverser nach verpflichtender Modifizierung wieder in Betrieb genommen werden.

Niki Lauda hatte sich nach dem Unfall nicht unbedingt mit Ruhm bekleckert. Statt sich erst mal hinter seine getötete Crew zu stellen, setzte er sich in den 767 Simulator und zeigte, dass ein offener Umkehrschub für

eine gute Crew leicht zu beherrschen war. Aha: Die Crew war's! Die Untersuchungen haben später jedoch etwas ganz anderes ergeben.

Der abschließende thailändische Unfallbericht wurde erst am 21. Juli 1993 veröffentlicht. Eine englische Übersetzung wurde damals von Prof. Peter Ladkin von der Universität Bielefeld, AG Rechnernetze und verteilte Systeme, im Internet veröffentlicht (Link am Ende des Artikels).

Auf dem Cockpit Voice Recorder ist zu hören, dass 5:45 Minuten nach dem Start eine Diskussion über eine Warnmeldung beginnt, die später als eine Thrust Reverser Isolation Valve Caution identifiziert wurde. Das Quick Reference Handbook (QRH) wurde zu Rate gezogen und die Crew sagte dazu:

„What's it say in there about that just oh 'additional system failures may cause in-flight deployment. Expect normal reverse operation after landing.'“

Danach wies der Copilot noch auf die Notwendigkeit zu etwas Seitenruder-Trim hin. Offenbar kam die Meldung mehrmals an, ging aber wieder aus. Das wurde von den Ermittlern als kurzzeitige Aktivierung der Auto-Stow-Funktion interpretiert, mit der der Reverser geschlossen werden würde, sollte er im Flug noch nicht ganz zu sein. Insgesamt diskutierten die Piloten etwa zehn Minuten über dieses Problem. Dann (15 Minuten nach dem Start) hört man den Copiloten auf dem Band:

„Oh reverser's deployed.“

Zu diesem Zeitpunkt betrug die Flughöhe nach den etwas ungenauen Daten eines EEC (Electronic Engine Control) Chips etwa 24.700 Fuß, bei einer Geschwindigkeit von Mach 0.78 mit Climb Power.

Unmittelbar nach dem Callout des Copiloten hört man heftiges Schütteln, Geräusche metallischen Knackens, Warntöne, zunehmende Fahrtgeräusche und einen Sirenenalarm, der bis zum Ende der Aufnahme 15 Sekunden nach dem Callout des Copiloten dauert.

Die letzte aufgezeichnete Geschwindigkeit auf dem EEC Chip war jenseits der Dive Speed von Mach 0,91.

Das Flugzeug zerlegte sich unter den Airloads noch in der Luft.

Obwohl viele Teile des Thrust Reverser Systems gefunden wurden (ein Ventil erst neun Monate nach dem Unfall), konnte die Ursache des Versagens des Umkehrschubs nicht einwandfrei festgestellt werden. Festgestellt wurde jedoch, dass der PR-Stunt von Niki Lauda im Simulator absolut nichts mit der Situation zu tun hatte, der sich die Crew auf dem Unfallflug gegenüber sah: Der Simulator war lediglich mit Daten gefüttert, die bei der Zertifizierung nur bis 10.000 Fuß und 250 Knoten erfliegen worden waren. Ein Versagen bei höheren Geschwindigkeiten war nicht berücksichtigt worden. Auch gab es kein Crew-Verfahren für die Recovery aus so einer Situation.

Nach Windtunneltests und umfangreichen Analysen wurde bei Boeing ein Engineering-Simulator mit den neuen aerodynamischen Daten programmiert. Boeing-Testpiloten konnte zeigen, dass eine erfolgreiche Recovery nach dem Öffnen des Reversers nur innerhalb der ersten vier Sekunden bei opti-

maler (nicht trainierter) Reaktion möglich gewesen wäre. Nur zwei Sekunden mehr Zeit für die Recovery, also insgesamt nur sechs Sekunden, hätte man gehabt, wenn das andere Triebwerk sofort auf Leerlauf gezogen worden wäre. Letzteres gehörte und gehört ebenfalls nicht zur trainierten Reaktion auf einen im Flug geöffneten Reverser. Die Crew traf also keinerlei Schuld an dem Unfall, sie hatte keine realistische Chance gehabt, das Flugzeug zu retten.

Bei der Unfalluntersuchung kam heraus, dass es beim linken Reverser des Unfallflugzeugs schon mindestens 13-mal eine Maintenance Message gegeben hatte, die jedes Mal vollständig nach dem Boeing Troubleshooting Manual abgearbeitet worden war.

Außerdem wurde die Message noch öfter generiert, als in den Bordbüchern des Flugzeugs dokumentiert worden war. Mit dieser Message hätte man 500 Flugstunden fliegen können. Nach den Wartungsarbeiten war die Message jedes Mal weg, poppte aber nach ein paar Flügen wieder auf. Dann begann die 500 Stundenfrist erneut. Der österreichische Repräsentant in der Untersuchungskommission beanstandete diese Boeing-Regel. Durch den jeweiligen Neubeginn konnte das Flugzeug mehr als 1.800 Stunden fliegen, obwohl der Fehler nie gefunden wurde. Die Lauda Maintenance hatte alles Mögliche versucht, dem Fehler beizukommen. Dabei wurden immer wieder andere Komponenten gewechselt, darunter auch Ventile, die laut Boeing nichts mit der Fehlermeldung zu tun



Überreste der C5-A Galaxy in Ramstein 1990

Foto: USAF

hatten. Boeing wurde von Lauda Air nie wegen dieser Probleme kontaktiert. Die letzte Maintenance Action am linken Reverser war unmittelbar vor dem Flug nach Asien, als in Wien am 25. Mai 1991 der left engine thrust reverser locking actuator gewechselt worden war.

Um sicherzugehen, dass sich so ein Unfall nie wiederholen würde, wurde die ganze Zertifizierung des 767 Reverser Systems komplett neu aufgerollt und eine ganze Reihe an Modifikationen verpflichtend angeordnet, um mögliche Schwachstellen zu beseitigen. Auch bei anderen Flugzeugtypen wurden Änderungen am Reverser System vorgenommen.

Zulassungsfragen

Der Lauda-Air-Unfall war eine schlimme Katastrophe, aber es war leider nicht der erste und nicht der letzte Unfall dieser Art. Bereits knapp ein Jahr zuvor, am 29. August 1990, war eine Lockheed C5-A Galaxy der USAF kurz nach dem Start in Ramstein verunglückt. Unmittelbar nach dem Abheben zwischen 50 und 100 Fuß Höhe begann sich das Flugzeug bei 161 Knoten heftig zu schüttern, verlor an Fahrt und sank wieder zu Boden. Die Crew hatte sofort die Kontrolle verloren. Als Ursache wurde das unkommandierte Öffnen des Umkehrschubs am Triebwerk #1, dem linken äußeren Motor, ermittelt. Von den 17 Personen an Bord kamen 13 bei dem Absturz ums Leben.

Beim Lauda-Air-Unfall hat man herausgefunden, dass bei der hohen Geschwindigkeit und dem Öffnen des Umkehrschubs bei Climb Power die nach vorne gerichteten Abgase fast wie ein Fallschirm ein enormes

Drehmoment um die Hochachse erzeugten. Zudem brach durch die dadurch entstandene Störung der Strömung der Auftrieb über der linken Tragfläche zusammen. Er reduzierte sich auf dieser Seite schlagartig um 25 %. Für die Zulassung wurde lediglich ein Leerlauf-Powersetting mit geöffnetem Reverser berücksichtigt, denn die EEC regelt bei unplanmäßigem Umkehrschub das Triebwerk sofort auf Idle herunter. Im ersten Moment jedoch lief das Triebwerk noch auf Climb Power und lieferte in den entscheidenden ersten Sekunden eine extrem starke Bremswirkung.

Bei der C5-A hat derselbe Effekt die V_{mca} ¹ so in die Höhe geschellt, dass das Flugzeug nicht mehr kontrollierbar werden konnte. Zudem kollidierte die heruntergehende Tragfläche mit einem Baum, der das Triebwerk #1 abriß.

Wieso – wird man sich vielleicht fragen – werden solche Effekte bei der Zulassung nicht berücksichtigt? Das liegt zum Teil daran, dass bei der Zulassung eines Flugzeugs nur einzelne Punkte nachgewiesen werden müssen: Ein Engine Failure bei $V_1 = V_{mcg}$ ² muss kontrollierbar sein, nicht aber ein Öffnen des Reversers an diesem Punkt. Ein geöffneter Reverser in Idle Power muss kontrollierbar sein, nicht aber bei hohem Powersetting. Der Hersteller muss sicherstellen, dass das Triebwerk bei unkommandiertem Öffnen des Umkehrschubs sofort in Idle geht. Bei modernen Fly-by-Wire-Triebwerken macht das die EEC, unabhängig von der Trustlever Position. Bei anderen Flugzeugen wie der Boeing 737-100 oder 737-200 mit den alten handgeschmiedeten

1) V_{mca} – Minimum Control Speed Air

2) V_{mcg} – Minimum Control Speed Ground

JT8-D-Motoren unter den Flügeln sind die Schubhebel mechanisch mit den Reversern verbunden. Geht ein Reverser von alleine auf, wird durch diese Verbindung der Thrust Lever auf Idle zurückgerissen. Eine ernstzunehmende Verletzungsgefahr im Simulator, wenn man zu diesem Zeitpunkt die Hand an den Thrust Levern hat. Da habe ich mir schon mal die Hand verstaucht.

Dennoch gibt es weitere Zulassungskriterien: Die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Thrust Reverser in der Luft öffnet, muss nahezu so gering sein wie die, dass ein Flügel abbricht. Der Triebwerkshersteller muss durch eine Analyse des Systems nachweisen, dass diese Wahrscheinlichkeit kleiner ist als 10^{-9} (extremely unlikely). 10^{-9} entspricht 1 : 1.000.000.000. Die Wahrscheinlichkeit, sechs Richtige plus Zusatzzahl zu tippen, ist 1:140.000.000. Und obwohl die Gewinnchance so gering ist, haben regelmäßig Leute den Hauptgewinn im Lotto.

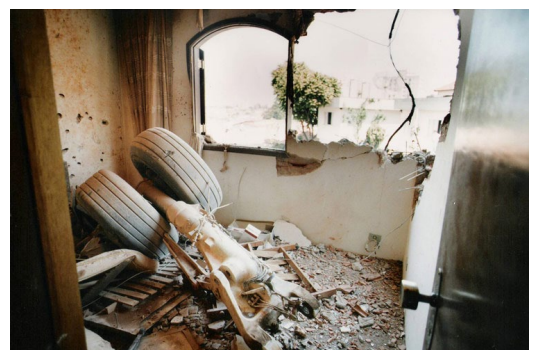
Der „Reverser Fault Tree Report“ für die Fokker 100, die am 31. Oktober 1996 in Sao Paulo abgestürzt ist (siehe unten), gab die Wahrscheinlichkeit der Öffnung eines Reversers im Flug mit 10^{-11} an. Und dennoch ist es passiert. Beim Lauda-Air-Unfall hat die Fault-Tree-Analyse bei der Zulassung sicher nicht berücksichtigt, dass eine Airline mit einem bekannten, aber letztlich doch unbekanntem Fehler im System 1.800 Flugstunden herumfliegen würde. Bei der Fokker 100 stellte sich später heraus, dass der Reverser Fault Tree Report aus der Zulassung „faulty“ war, denn er berücksichtigte nicht alle möglichen Fehler im System. Nach Berücksichtigung dieser möglichen Fehler betrug die Wahrscheinlichkeit für ein Versagen nur noch 10^{-6} und entsprach so nicht mehr den Zulassungskriterien. Auch bei der Fokker 100

musste das System nach dem Unfall geändert werden.

Autothrottle! – Ein tödlicher Irrtum in Sao Paulo

Am 31. Oktober 1996 startete eine Fokker 100 mit der Flugnummer TAM 402 vom Flughafen Sao Paulo (Congonhas - SBSP) nach Rio de Janeiro (Santos Dumont - SBRJ). Congonhas ist der dicht umbaute Cityflughafen von Sao Paulo (längste Runway 1.939 m), der nur noch für Inlandsflüge genutzt wird. Der Flug war nur 26 Sekunden in der Luft und endete in einer Katastrophe. Während des Starts fiel noch unter 80 Knoten erst der eine, dann auch der andere Autothrottle Channel aus. Bis zum Abheben erwähnte der „Pilot“, offenbar der Kapitän, dreimal den Ausfall des Autothrottle Systems (ein GO-Item).

Exakt beim Abheben schnellte der Schubhebel des Triebwerks #2 von selbst auf Idle (erste Sekunde des Fluges). Auf dem Cockpit Voice Recorder (CVR) hörte man einen überraschten Ausruf, dann informierte der Copilot bei Sekunde 5, der Schubhebel sei blockiert. Sofort darauf wurde der Schub-



**Ein Fahrwerksbein der in Sao Paulo verunglückten Fokker 100. Die TAM 402 stürzte in ein dichtbesiedeltes Wohngebiet
Foto: FAA – Lessons Learned**

hebel #2 innerhalb einer Sekunde von Idle wieder auf Takeoff-Power vorgeschoben. Bei Sekunde 6 bewegten sich beide Schubhebel Richtung Idle, wobei der Schubhebel #1 auf halben Weg stehenblieb (eine deutliche Schubreduzierung). Die Schubhebel wurden wieder nach vorne geschoben.

Zwei Sekunden später verlangte der Kapitän:

„turn it off up there -auto-throttle -pull here“

Eine Sekunde später lief der Schubhebel #2 wieder auf Idle, wo er für zwei Sekunden verblieb. Dann schob einer der Piloten beide Schubhebel ganz nach vorne und hielt sie dort eisern fest.

Die Geschwindigkeit verringerte sich um zwei Knoten je Sekunde, die Querlage erreichte 39° nach rechts, man hört den Stick Shaker und das GPWS. 26 Sekunden nach dem Abheben stürzte das Flugzeug in mehrere Häuser etwa 1.500 m jenseits der Flugplatzgrenze.

Es entstand ein enormes Feuer, alle 89 Passagiere, die sechs Crewmitglieder sowie vier Personen am Boden kamen ums Leben.

Sehr schnell wurde klar: Bei der Maschine war beim Abheben das Triebwerk #2 in Umkehrschub gegangen. Das bestätigten sowohl der CVR, der SSFDR (Solid State Flight Recorder) als auch sachkundige Zeugen, die beobachtet hatten, dass der Umkehrschub sich mindestens zweimal geöffnet und wieder geschlossen hatte.

Für die Crew gab es eine Verkettung unglücklicher Umstände, die verhinderten, dass sie den Fehler erkannt haben:

- Nach der vorherigen Landung in Sao Paulo blieb nach dem SSFDR der Reverser # 2 in Transit. Dies wurde aber weder der reinkommenden Crew noch der Unglückscrew angezeigt.
- Einer der Auslöser für einen Auto-throttle Fault (wurde angezeigt) ist ein Fehler im Thrust Reverser System (wurde nicht angezeigt).
- Die Warnung „Reverser Unlocked“ war damals bei der Fokker 100 von 80 Knoten bis 1.000 Fuß unterdrückt.
- Im System konnte ein Fehler gefunden werden (hängender Kontakt), der zu mehrmaligem selbsttätigen Öffnen und Schließen des Umkehrschub im Flug führt.
- „Reverser Unlocked“ wurde bei der Fokker 100 im Climbout – anders als z.B. auf der 737 – nie trainiert, weil nach einem Brief des Herstellers ausgeschlossen ist, dass der Fehler in dieser Flugphase auftreten kann. Es gab auch kein Verfahren dafür.
- Wegen der unterdrückten Warnung wäre einzig der in Idle blockierte Schubhebel ein Indiz für ein Reverser-Versagen gewesen. Aber der Schubhebel war immer nur ganz kurz blockiert und ließ sich dann wieder vorschieben.
- Beim letzten Vorschieben – es ist nicht klar, ob durch den Kapitän oder den Copiloten, muss der Thrust Lever mit aller Gewalt vorne gehalten worden sein. Das Feedback Kabel des Reverser hält wie bei der 737 den Thrust Lever in Idle. Er lässt sich dann nicht bewegen. Hält man den Thrust Lever jedoch mit ausgestrecktem Arm mit aller Kraft und gestützt in die Rückenlehne vorne, dann kann das Feedback-

kabel „disengagen“, was bei diesem Flug passiert ist. Das Triebwerk geht dann mit geöffnetem Reverser in vollen Umkehrschub.

- Auch wenn der Reverser durch den Fehler einen weiteren Cycle in Richtung closed machen wollte: Mit Full Reverse auf dem Triebwerk reichen die 3.000 PSI Druck des Hydrauliksystems dann nicht mehr zum Schließen. Das haben spätere Tests ergeben.

Der Final Report erwähnt, dass das Fahrwerk nie eingefahren wurde. Es wird aber die besondere verwirrende Situation anerkannt, in der sich die Crew befunden hatte. Dennoch: „Haste makes Waste“. Um schnelle, aber falsche Reaktionen zu verhindern, galt auch bei der TAM „keine Actions unter 400 Fuß“. Im Unfallbericht steht dazu: *„Doctrinally, any action by a crew, in face of any abnormality, in the cockpit environment, below 400 Ft, is NOT RECOMMENDED. Statistically, making decisions below such height does, as a rule, aggravate the circumstances of the danger situation, increasing the risk.“*

Klar wurden auch hier das Reverser System und die Crew-Verfahren für die Fokker 100 geändert. Die Thrust-Reverser-Warnung wird nun nicht mehr unterdrückt. Wieder eine Unfallursache beseitigt. Leider gibt es aber noch viele andere mehr ...

Umkehrschub im Flug – Missachtung der Limitations

Ein erstaunliches Flugzeug: Die Douglas DC-8 (Erstflug 1958) war ein vierstrahliges Verkehrsflugzeug, bei dem die Nutzung des

Umkehrschubs im Flug zugelassen war. Bis zur maximalen Fluggeschwindigkeit $V_{MO} M_{MO}$ konnten die inneren Triebwerke mit Reversern in Maximum Continuous Thrust betrieben werden. Dieser Modus hieß „Thrust Brake“. Die Ingenieure hatten diese Lösung gewählt, weil sich bei der Flugerprobung gezeigt hatte, dass die Wing Spoiler die Strömung über den Flächen so verwirbelten, dass deren Benutzung in der Luft zu gefährlich war. „Thrust Brake“ konnte immer benutzt werden, nicht nur beim Emergency Descent. Ich habe Berichte von Piloten gefunden, die als Passagiere mitgeflogen waren. Sie erzählten von Cockpit-Ansagen, man sei ein wenig hoch auf dem Downwind und es würde gleich etwas wackelig und laut. Die Limitation für die Benutzung war Minimum Speed 190 Knoten und Flaps Up. Mit Gear Down durften zusätzlich die äußeren Reverser in Idle benutzt werden.

Die Spoiler auf den Tragflächen durften nur am Boden als Speedbrake benutzt werden, die äußeren arbeiteten im Langsamflugbereich gemeinsam mit den Querrudern.



Eine Douglas DC-8 der Aeronaves de Mexico. Auch die Luft-hansa flog eine Zeit lang eine DC-8, nachdem eine ihrer ersten Boeing 707 bei einem Werkstattflug abgestürzt war. Foto aus dem Buch „Douglas DC-8“ von Bernd Vetter, 2001

Die Möglichkeit, bei der DC-8 den Umkehrschub im Flug nutzen zu können, hat zu mindestens zwei Unfällen geführt. Beim Ersten

AFM

THRUST REVERSER RESTRICTIONS

The inboard reversers may be operated anytime up to V_{mo}/M_{mo} up to maximum continuous thrust (DC-8-50/60).

The outboard reversers are restricted automatically to use at such time as the landing gear is extended. Do not use power settings beyond idle reverse detent until the nosewheel is on the ground (oleo compressed).

Reverser Standby Pump -62/63 Series (no flow) – 2600-3100 psi

Ground - The use of Thrust Reversers for backing the aircraft is prohibited. Maximum Reverse Thrust is prohibited below 60 KIAS on landing.

Do not use Wing Flaps and thrust Reversers simultaneously inflight.

AFM

THRUST REVERSER SPEED LIMITATIONS

INFLIGHT SPEEDS

Minimum 190 KIAS

Maximum V_{mo}/M_{mo}

Maximum Speed for Stowing Reversers 300 KIAS or M.80, whichever is lower.

Limitations der DC-8 für die Benutzung der „Thrust Brake“ im Flug, die eigentlich jeder DC-8 Pilot kennen müsste...
 DC-8 Flight Operation Manual, American International Airways, 1996

durch konsequentes Missachten der SOP (Standard Operation Procedures) sowie der Limitations, beim Zweiten durch eine unglückliche, im Design nicht beachtete Möglichkeit, wie der Reverser, ohne den Reverse Lever anzufassen, im Flug in Umkehrschub gehen konnte.

Am 15. September 1970 flog eine Alitalia DC-8 von Rom nach New York. An Bord waren 146 Passagiere sowie zehn Besatzungsmitglieder. Der Copilot flog die Maschine. Das Wetter war IFR und die Fluglotsen führten die Maschine eng und schnell in den Endanflug auf die Bahn 4R. Obwohl auf der ATIS zu hören war „Expect ILS 4R“, wurde auf derselben ATIS nochmal auf das NOTAM hingewiesen: „Glide slope out of service.“ Die Maschine wurde zu lange zu hoch und zu schnell gehalten – nach dem Untersuchungsbericht entgegen den gültigen ATC-Verfahren. In 600 Fuß kam die Bahn

in Sicht. Man war zu hoch. Statt Ruhe in den Flug zu bringen und einen Go-Around zu fliegen, übernahm der Kapitän die Kontrolle. Gegenüber dem NTSB sagte er später:

„I decided to perform a steep approach. I took over the controls and put the four engines at idle-reverse, then selected reverse thrust on Nos. 2 and 3 engines deciding to select forward thrust when on the proper slope.

Close to the ground I realized that I could not leave the controls to regain forward thrust since I was too busy in rotating the aircraft ...“

Das Flugzeug setzte extrem hart auf, ein Fahrwerk brach zusammen, die Maschine verließ die Runway und überquerte eine Service Road. Als die DC-8 zum Stillstand kam, waren drei Triebwerke abgerissen und das Flugzeug in zwei Teile zerbrochen. Von den 156 Insassen wurden 69 verletzt, elf davon

schwer. Zum Glück gab es keine Todesopfer.

Zu dem Zeitpunkt, als der Kapitän den Umkehrschub selected hatte, waren die Klappen bereits voll ausgefahren und die Geschwindigkeit bei 150 Knoten. Eine klare Missachtung aller Limitations für die DC-8.

1966 Air New Zealand DC-8 Crash

Am 4. Juli 1966 verunglückte eine Air New Zealand Douglas DC-8 bei einem Trainingsflug auf dem Auckland International Airport. Der Flug diente zur Schulung des Ersten Offiziers Ruffell, der auf dem linken Sitz saß. Ungewöhnlich aus heutiger Sicht, wurde aber so kommentarlos im Abschlussbericht erwähnt. Im rechten Pilotensitz saß Trainingskapitän McLachlan, der im Jahr zuvor bei der ersten Gruppe Air New Zealand Piloten auf die neue DC-8 umgeschult worden war. Außer den beiden war noch Flugingenieur Tonkin im Cockpit sowie Kapitän Wyatt auf dem Observer Seat und der Erste Offizier Sawyer auf dem Sitz des Navigators. Die beiden letzten Personen hatten auf diesem Flug keine Aufgaben. Es ist auch heute noch nicht ungewöhnlich, dass Piloten, die z.B. später nach vorne wechseln, bei einem Trainingsflug mit im Cockpit sitzen. Der Flug begann mit einiger Verzögerung am Nachmittag.

14 sachkundige Zeugen hatten den Start bzw. Teile davon beobachten können. Bis zum Rotieren sah der Start normal aus, dann aber ging die Nase recht schnell hoch, das Heck blieb nur knapp von der Runway frei. Das Seitenruder ging in den linken Endausschlag, die Querruder blieben offenbar neutral. Die Maschine hob ab, stieg dann nicht mehr weiter, rollte nach rechts und

rutschte dann über die rechte Tragfläche in den Boden. Das Flugzeug wirbelte herum, zerbrach in mehrere Teile, Triebwerke flogen herum und alles ging in Flammen auf.



Auckland 1966: Es grenzt an ein Wunder, dass aus den Trümmern dieses DC-8 Cockpits noch drei Crewmitglieder lebend gerettet werden konnten.

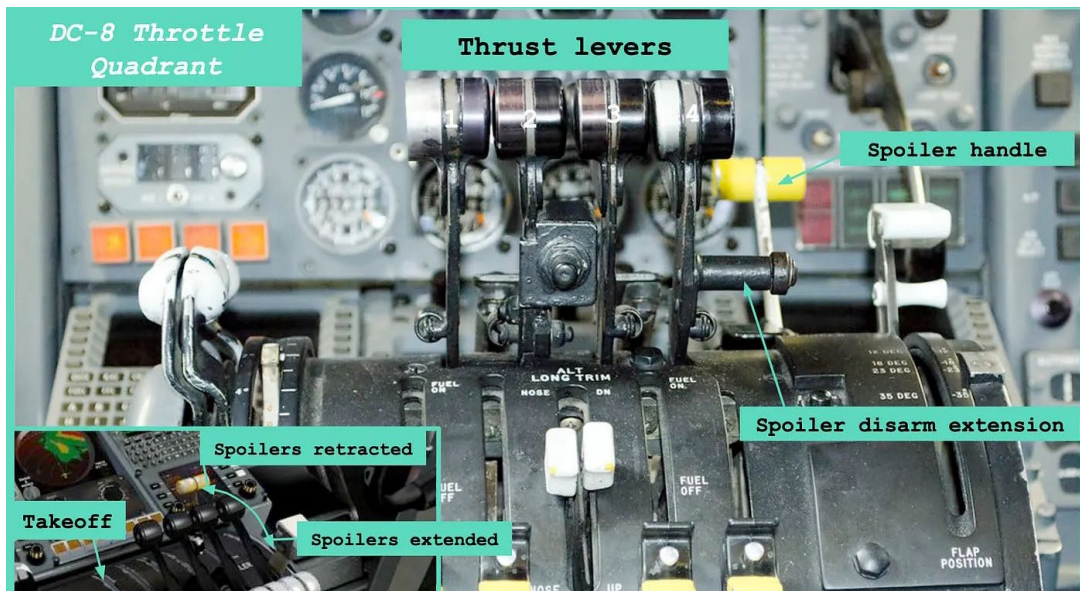
Bureau of Aircraft Accidents Archives

Menschen, die im Terminal warteten, fürchteten um ihr Leben, weil es so aussah, als würde das Wrack in ihre Richtung driften. Andere waren schockiert, denn sie hatten das Flugzeug verwechselt: Sie dachten, es sei die Maschine mit ihren Angehörigen an Bord, die jedoch vorher gestartet war. Das dachten auch die Feuerwehrleute, die kurz darauf das Flammenmeer erreichten. Sie waren sicher sehr glücklich darüber, dass sie keine Menschen in der brennenden Passagierkabine finden konnten.

Trotz der gewaltigen Zerstörungen des losgerissenen Cockpits hatten zunächst alle fünf Besatzungsmitglieder überlebt. Bis sich die Feuerwehr endlich zu ihnen vorgearbeitet hatten, konnten sie den Trainingskapitän und den Flugingenieur nur noch tot bergen. Die drei anderen konnten schwer verletzt aus den Trümmern befreit werden.

Was war passiert?

Beim Start sollte der First Officer mit einem Triebwerksausfall bei V1 konfrontiert werden.



DC-8 Throttle Quadrant mit der Spoiler Disarm Extension, mit der der Kapitän beim Trainingsflug den Schubhebel zurückgerissen hatte. Admiral Cloudbery

Das wurde damals im Flugzeug trainiert und auch 1980 noch, als ich als Copilot auf der Boeing 737 ausgebildet wurde. Die folgenden Geschwindigkeiten waren vor dem Start korrekt berechnet worden:

- V1: 103 kts
- Vmca: 113 kts³
- VR: 118 kts

Zwei Tage nach dem Unfall konnten nach ärztlicher Freigabe FO Ruffell und CPT Wyatt befragt werden, die seit dem Unfall noch keinen Kontakt zueinander gehabt hatten. Kapitän Wyatt gab zu Protokoll, er sei kurz vor V1 aufgestanden, um besser sehen zu können. Bei V1 habe CPT McLachlan den Schubhebel #4 mittels der sog. Spoiler Disarm Extension ruckartig auf Leerlauf gezogen. Die Spoiler Disarm Extension ist eine etwa 5 cm lange Stange, die seitlich am Schubhebel #4 herausragt. Ihr Zweck ist es,

beim Start die Spoiler einzufahren, sollte eine Crew das vergessen haben.

Wyatt hatte eine Yaw-Bewegung bemerkt, die sofort vom Copiloten korrigiert wurde. Er bemerkte, dass der Copilot bei VR ziemlich rasch rotierte, aber die Pitch bei 10° Nose Up eingefangen hatte. Alarmiert über den Blick aus dem Seitenfenster bei etwa 35° Querlage und über das Gefühl, wieder zu sinken, warf er sich auf den Boden hinter dem linken Pilotensitz. Zum Anschnallen reichte die Zeit nicht mehr. Nach V1 habe es keine Kommunikation mehr im Cockpit gegeben, er habe auch keine Warnanzeigen gesehen. Dann sei die Tragfläche am Boden aufgeschlagen.

FO Ruffell berichtete, er habe einen Motorausfall bei V1 erwartet. Die Drehung um die Hochachse habe sich leicht mit dem Seitenruder korrigieren lassen. Richtig los ging es erst nach dem Rotieren. Ein voller Seitenru-

3) Vmca – Minimum Control Speed Air

derausschlag sei erforderlich gewesen. Ob er auch Querruder gegeben hatte, daran konnte er sich nicht erinnern. Seine Vermutung war, dass der Kapitän zusätzlich auch das Triebwerk #3 zurückgezogen hatte. Er hatte aber keine Zeit, zu den Triebwerksinstrumenten zu schauen. Jedenfalls habe er keinen Stickshaker wahrgenommen und auch keine Stallwarning. Dann habe er die Kontrolle verloren.⁴

Unter den Zeugen, die den Unfall beobachtet hatten, waren vier, die angaben, die Motorengeräusche hätten sich beim Rotieren geändert. Zudem hätten sie gesehen, dass die Fan Cascade Doors am Triebwerk #4 geöffnet waren, die sich nur bei Aktivierung des Umkehrschubs öffnen.

Um herauszufinden, ob diese Beobachtung korrekt war, stellte man eine DC-8 an die Stelle, an der das Unfallflugzeug rotiert worden war. Und tatsächlich konnte man von den Zeugenstandorten aus deutlich erkennen, ob die Reverser aktiviert wurden oder nicht.

Kapitän Wyatt hatte ja schon erklärt, der Trainingskapitän habe nie die Hand auf dem Thrust Lever gehabt. Wie konnte dann der Reverser aufgehen? Tests mit einer anderen DC-8 im Standlauf haben dann ergeben, das ruckartige Zurückreißen des Schubhebels über die Spoiler Disarm Extension dem Reverse Lever so viel Schwung gab, dass der beim heftigen Anschlag des Thrustlevers in der Idle Position von allein hochschnellte und den Reverse Schub aktivierte.

4) Zeugenaussagen waren damals bei Flugzeugunfällen wichtiger als heute, denn die ersten Strahlverkehrsflugzeuge hatten nur einen 5-Kanal-Flugdatenschreiber. Aufgezeichnet wurden lediglich Geschwindigkeit, Höhe, Heading, Vertical g-load und das Drücken des Mikrophons.

Man hat dann weltweit nachgefragt, ob so etwas schon mal vorgekommen sei. Zwei First Officer der Air New Zealand meldeten sich. Bei ihnen war mit demselben Trainingskapitän bei einem simulierten Triebwerksausfall kurz nach VR ebenfalls ein Reverser aufgegangen. Das war aber bereits bei höherer Geschwindigkeit gewesen und der Reverser wurde sofort wieder geschlossen. Der Kapitän hatte den Thrust Lever beim Herausziehen seitlich angefasst, sodass die sonst obendrauf liegende Hand den Reverse Lever nicht blockiert hatte. Die Ermittler vermuteten, dass der Trainingskapitän glaubte, bei diesem Zwischenfall versehentlich selbst den Reverser aktiviert zu haben. Mit dem Griff zur Spoiler Disarm Extension wollte er wahrscheinlich eine Wiederholung dieses vermeintlichen Fehlers verhindern.

Man hat auch untersucht, warum der Schubhebel überhaupt so zackig zurückgerissen wurde, obwohl dieses Triebwerk sowieso 14 Sekunden benötigte, um von Takeoff-Schub auf Idle runterzulaufen. Das hatte zwei Gründe: Zum einen musste es schnell gehen. Zwischen V1 und VR lagen nur drei Sekunden. Wenn man bei V1 einen Ausfall simulieren wollte, konnte man nicht trödeln. Zum anderen verhinderte das schnelle Zurückziehen des Thrust Levers, dass der andere Pilot aus den Augenwinkeln erkennen konnte, welches Triebwerk „ausfallen“ würde. Dem Triebwerk konnte man durch diese Bedienung jedenfalls nicht schaden.

Mit der Erkenntnis, dass sich beim Rotieren unkommandiert der Reverser geöffnet hatte, wurde bei Douglas ermittelt, dass in dieser Konfiguration die Vmca, also die Minimum Control Speed in der Luft, 141 Knoten war. Die maximale Geschwindigkeit, die erreicht wurde, war jedoch nur 124,5 Knoten. Egal

mit welchen Steuerausschlägen von Seiten- und Querruder, es wäre nicht möglich gewesen, das Flugzeug zu kontrollieren. Die schnelle Rotation durch den Copiloten hat nicht zu dem Unfall beigetragen. Am Ende muss der Trainingskapitän – anders als die überlebenden Crewmitglieder – den aktivierten Umkehrschub bemerkt und behoben haben. Denn der Reverser in dem Trümmerefeld wurde vollständig geschlossen vorgefunden. Diese Maßnahme kam aber zu spät.

Als einzige Ursache des Unfalls wurde im Abschlussbericht das Öffnen des Reversers bei einem simulierten Triebwerksausfall festgestellt. Bis heute hat sich so ein Unfall nicht wiederholt. Außerdem werden solche Manöver bei großen Verkehrsflugzeugen nur noch im Simulator trainiert.

Runway Excursion

Die Vereinigung Cockpit schreibt zur Runway Excursion:

„Als Runway Excursion wird das unbeabsichtigte Verlassen des vorgesehenen Bereichs einer Start- und Landebahn durch ein Luftfahrzeug bezeichnet. Sowohl die ICAO als auch die EASA bewerten Runway Excursions als eines der zentralen Risiken der kommerziellen Luftfahrt.“

Runway Excursions im hohen Geschwindigkeitsbereich können erhebliche Folgen für Passagiere und das Luftfahrzeug haben. In diesem Abschnitt möchte ich einige Unfälle vorstellen, bei denen die Thrust Reverser bzw. der Umgang damit eine solche Runway Excursion verursacht haben. Ich habe in der Vergangenheit schon beschrieben, wie gefährlich es sein kann, wenn man nach

einem Triebwerksausfall den Schubhebel des Triebwerks nach dem Abstellen in Idle stehen lässt, statt danach alle Schubhebel zusammen zu benutzen. Drastisches Beispiel dafür war der Absturz einer C-5 Galaxy beim Go-Around.⁵ Ähnliche Risiken entstehen, wenn man mit einem deaktivierten Thrust Reverser landet und dann diesen Thrust Reverser bei der Landung nicht betätigt. Der kleinste Fehler wäre, den falschen Reverse Lever zu betätigen. Der größte Fehler, sich so auf den deaktivierten Reverser zu konzentrieren, dass man bei der Landung den zugehörigen Schubhebel nicht zurückzieht – mit tödlichen Folgen ...

Die schlimmste Flug-Katastrophe Südamerikas

In Brasilien gab es eine Zeit lang eine Entwicklung, in der es mit der Flugsicherheit bergab ging. Sowohl die Flugsicherheit, die Flughäfen und auch die Airlines waren durch das stetige Wachstum im Luftverkehr völlig überfordert. Unfälle sind immer nur die Spitze des Eisbergs, wenn es um die Flugsicherheit geht. Und in Brasilien trieb viel Eis im Wasser. Anfang der 2000er-Jahre geriet die VARIG ins Schlingern. Die VARIG, gegründet 1927 als erste Airline in Brasilien, war einst der Gigant der brasilianischen Luftfahrt. Die rasch aufsteigende TAM Linhas Aéreas und der Newcomer Gol Transportes Aéreas gruben der VARIG das Wasser ab. 2005 beantragte die VARIG Gläubigerschutz, 2006 war die Airline am Ende.

Der dennoch steigende Flugverkehr brachte die Aufsteiger TAM und Gol ans Limit. Und

5) Siehe dazu mein Artikel „Go-Around Probleme“, *Pilot und Flugzeug* 2023-03.

dann passierte das Undenkbare: Am 29. September 2006 kollidierte eine Gol 737 über dem Amazonas mit einem Business Jet. Alle 154 Personen an Bord fanden den Tod. Der Unfall deckte den völlig desolaten Zustand der brasilianischen Flugsicherung auf, die immer noch vom Militär betrieben wurde. Die Lotsen forderten Verbesserungen auf allen Gebieten, durften aber als Soldaten nicht streiken. Es folgte eine schwere Zeit für Passagiere und Airlines: Die Lotsen machten Dienst nach Vorschrift und es entstand großes Chaos an den Flughäfen. Besonders am Flughafen Sao Paulo Congonhas zeigte sich, wie sehr die Luftfahrtindustrie mit dem Rücken zur Wand stand. Die Internationale Luftfahrt war längst zum Flughafen Guarulhos umgezogen. Dennoch erlebte der inzwischen völlig von der Stadt umbaute Flughafen Congonhas ungeahnte Steigerungsraten. Mitte der 2000er-Jahre arbeitete er 50 % über der eigentlich maximalen Kapazität. Die beiden Runways lagen auf einem flachen Hügel mit steilen Abhängen an den Enden. Ein Ausbau unmöglich. 1996 stürzte hier – wie oben beschrieben – die TAM 402 beim Start ab. Aber die Sorgen der Verantwortlichen und der Anwohner galten eher den Landungen auf diesem Flugzeugträger. Bei Regen – es regnet oft in Sao Paulo – war die Piste glatt und gefährlich. Die längste Bahn (1.900 Meter kurz) hatte erst kürzlich einen neuen Belag erhalten. Man hatte aber noch nicht die erforderlichen Rillen reinfräsen können, damit das Wasser besser abließ.

Das war die Situation, in der die Crew die frustrierten Fluggäste nach Congonhas, dem Zentrum des innerbrasilianischen Flugverkehrs, fliegen sollte. Delays und Stornierungen

heizten das Klima in den Terminals deutlich an. Vielleicht auch ein Grund, warum die TAM in Porto Alegre am 17. Juli 2007 nicht ihren Airbus A320 aus dem Verkehr zog. Das Flugzeug wurde als TAM 3054 für den Flug nach Congonhas eingeplant, obwohl einer der beiden Thrust Reverser inoperativ war. Die Cockpit Crew bestand aus zwei Kapitänen, eine ungewöhnliche Konstellation, die manches Mal auch in Unfallberichten auftaucht. Grund für die zwei Kapitäne war das schnelle Wachstum der Airline, bei dem die Schulungen völlig außer Kontrolle geraten waren.

Der Kapitän im linken Sitz flog das Flugzeug. Man wusste um den starken Regen in Congonhas und um die Vorsichtsmaßnahmen: Der Flugplatz wurde immer geschlossen, sowie eine Crew „Braking action poor“ meldete. Der Flugbetrieb wurde dann jeweils erst wieder aufgenommen, nachdem eine Runway Inspection bestätigt hatte, dass kein stehendes Wasser mehr auf der Runway war. Am Tag vor dem Unfallflug war Congonhas deshalb mehrere Male geschlossen worden – und dazwischen eine ATR-42 bei der Landung ins Hydroplaning geraten und von der Bahn abgekommen. Keine Verletzten, aber Totalschaden im Gras.

Keine schönen Aussichten für einen Nachtflug im selben regnerischen Wetter mit einem Reverser inoperativ, randvollem Flugzeug (187 Menschen waren an Bord) und der Aussicht auf eine Landung mit nahezu Maximum Landing Weight für diese Bedingungen.

Fünf Minuten nach dem Start in Porto Alegre erfuhr die Crew, dass Congonhas wegen „braking action poor“ geschlossen worden sei. Die Crew setzte den Flug fort und erfuhr um 18:03 Uhr, dass die Bahn wieder geöffnet



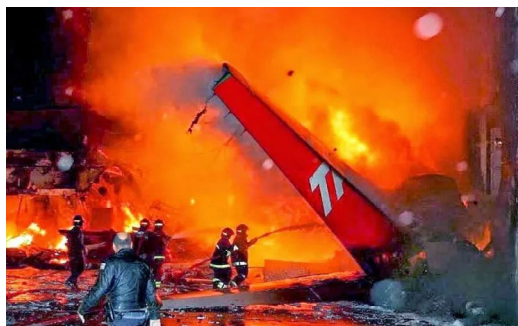
Blick aus einem Cockpit im Anflug auf die 17R Congonhas. Der TAM Airbus A320 landete aus der Gegenrichtung und schoss über das Bahnende hinaus in eine Tankstelle und das TAM Express Building. Unbekannter Fotograf, Track durch den Autor

net worden sei. 40 Minuten später begann die Crew den Sinkflug. Im Anflug erinnerte der zweite Kapitän: „Remember, we have only one reverse.“ „Yes ... only the left“, hörte man vom linken Sitz.

Als die Maschine aufsetzte, ging alles ganz schnell: Das linke Triebwerk ging in Full Reverse, aber die Speedbrake fuhr nicht aus. Ebenso versagte die Autobrake.

Alleine ohne Speedbrake würde bei dieser Bahnbeschaffenheit die Landedistanz dreimal größer sein als vorhanden. Erst nach drei Sekunden wurde die fehlende Speedbrake bemerkt. Sechs Sekunden nach dem Aufsetzen standen beide Piloten mit voller Kraft in den Bremsen – ohne jede Wirkung. Auf dem Cockpit Voice Recorder hörte man die verzweifelten Callouts beider Piloten „Slow down, slow down!“, und gleich darauf, als die Maschine nicht mehr auf der Bahn zu halten war: „Go go go, turn turn turn turn!“

Mit 97 Knoten raste der Airbus über die Klippe neben dem Bahnende, flog über die Autos einer mehrspurigen Straße hinweg durch eine Shell-Tankstelle und dann in das TAM Express Building. Alles ging in Flammen auf. Die Insassen des Flugzeugs waren sofort tot, am Boden starben zwölf Personen. Die Feuerwehr brauchte über 24 Stunden, um den Brand zu löschen. Erst später bestätigte sich: Es waren 199 Menschen ums Leben gekommen.



Flammenmeer in Sao Paulo, Brasilien 2007. Ein A320 der TAM war bei der Landung über das Bahnende hinweg gerast.

The Guardian

Die Piloten haben nie erkannt, was eigentlich passiert war. Der Kapitän hatte sich nach dem Auto-Callout „retard, retard“ so auf den linken Reverser konzentriert, dass er nur den linken Thrust Lever zurückgezogen hatte. Als der in Idle war, gab er vollen Umkehrschub. Der rechte Thrust Lever war in der Climb Raste verblieben. Mit Abschalten des Auto-Thrust bei der Landung ging das rechte Triebwerk in Manual Thrust und lief auf die kommandierte Power hoch: Climb Power! Dort verblieb das Triebwerk bis zum Aufprall in die Gebäude.

Weil ein Schubhebel vorne war, fuhr weder die Speedbrake aus noch aktivierte die Auto-brake (wäre eher schlecht bei einem Single Engine Go-Around).

Es ist genau das Szenario, das passieren kann, wenn man nicht alle Thrust Lever zusammen in der Hand hat – egal, ob ein Triebwerk ausgefallen ist oder wie in diesem Fall ein Reverser deaktiviert ist.

Wer jetzt glaubt, dies sei ein unglaublicher Unfall, der sich sicher so nie wiederholen würde, der irrt sich. Einen ähnlichen Unfall gab es 2025 in Hongkong, als ein 747-400 Frachter mit einem deaktivierten Reverser landete (Foto am Anfang des Artikels). Der Pilot konzentrierte sich so darauf, dass er die richtigen Triebwerke in Umkehrschub nahm, dass er den Thrust Lever des Triebwerk #4 nicht festgehalten hat. Das Triebwerk lief daraufhin aus bisher ungeklärter Ursache hoch.⁶ Die Crew verlor die Kontrolle,

6) Kann eigentlich nur der Autothrust gewesen sein. Wir hatten bei einem nächtlichen Gewitteranflug auf Barcelona mit B737 im Flare eine Windscherung, die die Alpha-Floor Protection aktiviert hat. Beim Ausrollen musste ich die Schubhebel eisern festhalten, weil der Autothrust die Reverser wieder zumachen und Gas geben wollte, „um uns zu retten“.

die 747-400 verließ die Runway und raste ins Meer. Dabei riss sie ein Inspektionsfahrzeug mit ins Wasser, in dem zwei Flughafenangestellte starben.

Warum hat nun der TAM-Kapitän in Sao Paulo nur einen Reverser aktiviert, obwohl die MEL⁷ besagt, dass man mit einem deaktivierten Thrust Reverser beide Reverse Lever betätigen soll?

Bis kurz vor dem Unfall war das Airbus Verfahren noch anders gewesen. Es sollte nur der Reverser des Triebwerks betätigt werden, der funktioniert. Betätigen des deaktivierten Reversers hätte zum Hochlaufen des Triebwerks von Ground-Idle auf Flight Idle geführt, also auf dieser Seite zu einer Vorwärts-Schuberhöhung. Die erforderliche Landedistanz wäre dann 55 Meter länger gewesen. Hat der Kapitän das neue Verfahren nicht gekannt? Das konnte ausgeschlossen werden, denn er war zuvor schon mit dieser Maschine in Porto Alegre gelandet und hat dort beide Reverser betätigt. Man vermutet, dass er das alte Verfahren anwenden wollte, um die Landedistanz zu minimieren. Ein tödlicher Fehler. Denn der Grund für die MEL-Änderung durch Airbus 2007 war, genau so einen Unfall zu verhindern! Bereits vorher hatte es ähnliche Unfälle gegeben:

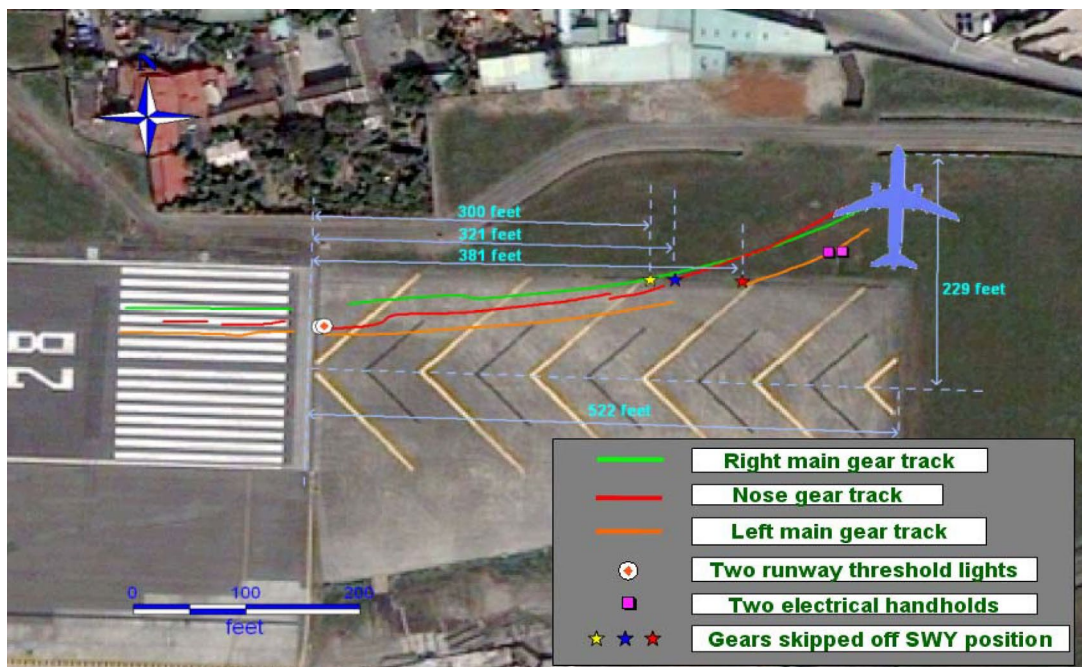
- Am 22. März 1998 landete ein A320 mit einem deaktivierten Reverser in Bacolod auf den Philippinen mit Autothrust in Speed Mode. Der Pilot zog nur den Schubhebel mit dem funktionierenden Reverser zurück. Dadurch blieb die Speedbrake drin und das andere Triebwerk ging auf Climb Power. Die Maschine raste in ein Gebiet mit vielen

7) MEL – Minimum Equipment List

Hütten. Dabei starben drei Bewohnern und 25 wurden schwer verletzt. Von den Insassen des Flugzeugs wurden 44 Personen schwer verletzt. Die philippinische Untersuchungsbehörde gab Airbus folgende Empfehlung: „Review the Airbus A 320 flight technique for landing with one engine reverse inoperative, amend/revise as necessary.“ Diese Änderung wurde erst 2007 vorgenommen.

- Am 18. Oktober 2004 ereignete sich ein identischer Unfall mit einem deaktivierten Reverser am Taipei Sungshan Airport. Die Landung erfolgte im Taifun auf regennasser Bahn mit Windshear Warning. Der Pilot zog nur einen Thrust Lever zurück und zog den Reverser voll auf. Der andere Thrust Lever verblieb

in der Climb Raste, das Triebwerk lief hoch auf Climb Power. Nach Landung rief der Pilot dreimal „no brakes“. Die Speedbrake fuhr nicht aus. Das Flugzeug verließ das Bahnende, drehte sich quer und blieb schwer beschädigt in einem Graben liegen. Zum Glück wurde niemand verletzt. Diesmal wurde eine Änderung der Warnlogik empfohlen. Airbus antwortete wie folgt: „Airbus has developed a specific warning when one throttle is set to reverse while the other is above idle. This warning generates an ECAM warning ‚ENG x THR LEVER ABV IDLE‘, a continuous repetitive chime (CRC), and lights the red master warning light.“ Beim A320-Unfall in Sao Paulo hätte diese Warnung 2007 vielleicht den Unfall verhindern können, war aber nicht eingebaut.



A320 Unfall in Taipei 2004, der Airbus zu einer Änderung der MEL veranlasste. Leider hielt sich die TAM 3054 Crew 2007 nicht an das neue Verfahren – und fand den Tod ... Aviation Safety Council Taipei, Taiwan – Final Report

Bei Unfällen wie diesen fällt Folgendes auf:

- Die Crews werden einerseits im Simulator zu allen möglichen seltenen Abnormals trainiert wie Engine Failure, Windshear oder Druckverlust in der Kabine. Andererseits werden sie irgendwann in der MEL mit seltenen Verfahren konfrontiert, die sie bei der Landung im Stress auswendig anwenden sollen, aber nie trainiert haben. Deshalb ist es so wichtig, MEL-Verfahren möglichst so zu gestalten, dass sie identisch mit den Normal Procedures sind. Also in diesem Fall: Alle Thrust Lever auf Idle, alle Reverser aktivieren.
- Die Tatsache, dass ein Betrieb mit defektem Reverser nach MEL erlaubt ist, heißt noch lange nicht, dass er so sinnvoll und sicher ist. Einsatzplaner können die Flugzeuge lediglich nach „Papierlage“ verplanen und bereitstellen. Verantwortlich, das Flugzeug so auch zu akzeptieren, ist immer der Pilot-in-Command. Er kann immer verlangen, dass trotz MEL das Flugzeug vor dem Flug repariert wird. Ist das nicht möglich, kann der Kapitän die Maschine ablehnen. Habe ich ab und zu mal gemacht. Flüge zu Airports mit tropischem Regen und kurzen Bahnen hätte ich niemals mit einem deaktivierten Reverser akzeptiert.



Besuche uns hier:
A5-207
AERO
FRIEDRICHSHAFEN

**DEIN PILOTS
SHOP
UND KOMPETENTER
ANSPRECHPARTNER
FÜR DIE ALLGEMEINE
LUFTFAHRT.**

Hochwertige Produkte für deinen Flugbedarf, fortschrittliches Schulungsmaterial für die Pilotenausbildung und Luftfahrt-Experten mit Leidenschaft. Hier erwartet dich qualifizierte Beratung mit umfassender Expertise.

Hier mehr erfahren:





 **EISENSCHMIDT**
DFBS GROUP

www.eisenschmidt.aero · info@eisenschmidt.aero · +49 6103 20 596-0

Übrigens hatte das Management des Flughafens Congonhas in Sao Paulo kurz vor dem Unfall der TAM 3054 wegen der chronisch glatten Bahn beschlossen, nur noch Flüge zu akzeptieren, bei denen beide Reverser funktionierten. Leider war diese Regelung nur zwei Wochen lang in Kraft, danach verschwand sie wieder.

Thrust Reverser Selection is a Decision to Stop!

Ich hatte das schon mal in meinem Artikel „Go-Around Probleme“ thematisiert: Eine Lufthansa Cargo MD-11 hatte einen Go-

Around eingeleitet, obwohl die Reverser bereits aktiviert waren. Mit Ach und Krach kam die Crew mit dem Leben davon. Mit aktiviertem Stick Shaker und schleifendem Heck auf der Runway hob die Maschine ganz am Ende der Bahn wieder ab. Die Reverser hatten sich glücklicherweise wieder geschlossen.

Das geht aber nicht immer gut. Daher thematisieren die Airlines das Problem immer wieder. In den entsprechenden Vorschriften heißt es ganz klar:

„After reverse thrust has been initiated, a full stop landing must be made.“

Diese Vorschrift beißt sich leider mit einer anderen, die besagt, dass ein Go-Around geflogen werden muss, wenn einer der Piloten „Go-Around!“ kommandiert. Das Problem ist hierbei, dass der Pilot-Monitoring nicht sehen kann, ob der Pilot-Flying bereits die Reverser aktiviert hat oder nicht. Kommandiert er dann „Go-Around!“, muss der Pilot-Flying entscheiden, gegen welche der beiden Vorschriften er verstoßen will. Fliegt er keinen Go-Around, weil er bereits die Reverser aktiviert hat, besteht die Gefahr, dass der andere Pilot übernimmt und einen Go-Around erzwingen will.

Wieso ist es eigentlich so riskant, nach Aktivierung der Reverser einen Go-Around zu versuchen? Das liegt an den Zulassungsbedingungen für den Umkehrschub. Wir haben weiter oben gesehen, dass der Hersteller nachweisen muss, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Reverser im Flug aufgeht, kleiner sein muss als 10^{-9} . Dazu sind mindestens drei Sicherungen im Reverser System, die das verhindern. Alle drei Sicherungen müssen bei der Landung den Reverser wie-

der koordiniert freigeben, damit der Reverser am Boden zuverlässig aufgeht.

Es gibt aber keine Zulassungsforderung, eine ähnliche Zuverlässigkeit zu erreichen, dass ein am Boden aktivierter Reverser beim Go-Around auch zuverlässig wieder schließt. Und weil das kein Hersteller garantieren kann, darf danach kein Go-Around mehr eingeleitet werden. Es hat viele Tote gegeben, weil es Leute dennoch versucht haben.

Ich bin u. a. viele Jahre den Airbus A340 geflogen. Wir haben dabei ab und zu erlebt, dass wir nach der Landung einen der Reverser nicht beim ersten Versuch wieder schließen konnten. Manchmal half beim Reinrollen ein erneutes Öffnen und Schließen. Manchmal blieb der Fehler für die Mechaniker bestehen. Da wir mit dem A340 nur die ganz langen Strecken flogen, kamen selbst in vielen Jahren nur wenige Flüge zusammen. Ich schätze daher, dass ein Reverser Fault nach der Landung etwa alle 50 bis 100 Flüge vorkam. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 1:100 würde ich jede Woche Lotto spielen, aber nie im Leben nach Aktivierung der Reverser einen Go-Around versuchen.

Um das Problem besser zu verstehen, hat eine große europäische Airline eine Flight-recorder-Auswertung gemacht und dabei einen unerwarteten beitragenden Faktor entdeckt. Etwa fünfmal im Monat aktivierte ein Pilot die Reverser bereits in der Luft kurz vor dem Aufsetzen. Die Auswertung war natürlich anonymisiert, daher konnte man nicht nachfragen, warum das gemacht wurde. Jedenfalls wurden diese Ereignisse registriert, bevor das Flugzeug in den Ground-Mode wechselte. Man hat es nicht bei der Veröffentlichung der Ergebnisse belassen.

Ein Pilot dieser Airline berichtete mir, dass inzwischen der Simulator so programmiert ist, dass solche Ereignisse dem Trainer angezeigt werden. So kann das Verhalten im Simulator gezielt angesprochen und „wegtrainiert“ werden.



Nach dem Vorschieben auf TOGA ging zunächst die Fahrt nochmal um 13 Knoten zurück, und der Kapitän verlor beinahe die Kontrolle ... Go-Around in Kopenhagen nach Reverser-Aktivierung. Airbus: Safety First, 06/2023

Als klassisches Beispiel möchte ich auf einen schweren Unfall mit einer Boeing 737 hinweisen⁸ und den Unfallbericht am Ende des Artikels zur Lektüre empfehlen: Eine Boeing 737 landete 1978 im Schneegestöber und sah unmittelbar nach Reverser-Aktivierung einen Schneepflug vor sich auf der Bahn. Ein furchtbares Dilemma: Eine Kollision riskieren mit möglicherweise tödlichem Ausgang – oder einen Go-Around riskieren mit möglicherweise tödlichem Ausgang. Der Kapitän entschied sich zum Go-Around. Ein Reverser schloss sich nicht. Der Schließvorgang wurde designbedingt beim Abheben unterbrochen und das Flugzeug stürzte ab. 42 der 49 Personen an Bord kamen ums Leben. Dieser Unfall eignet sich nicht als Beispiel für eine Entscheidungsfindung, denn die Crew befand sich in einer nahezu ausweglosen Situation. Der Unfall zeigt aber eindeutig: Ein Go-Around nach Thrust-Reverser-Aktivierung birgt tödliche Risiken.

Was ist das denn für ein Design, bei dem der Schließvorgang des Reversers beim Abhe-

ben unterbrochen wird? Ist das ein nur ein Problem bei Uralt-Flugzeugen? Ist es nicht. Genauso funktioniert das auch bei modernen Flugzeugen. Denn die ganze Mimik des Reversers ist darauf ausgerichtet, dass er in der Luft nicht aktiviert werden kann und am Boden gut aufgeht. Es ist einfach nicht vorgesehen, dass man mit geöffnetem Reverser startet. Es ist ausdrücklich verboten. Zum Glück sterben nicht immer Leute, die das dennoch versuchen: Am 8. April 2022 leitete ein Kapitän der TAP nach dem Aufsetzen auf der regennassen Runway 30 in Kopenhagen mit einem A320 einen Go-Around ein. Unglücklicherweise waren die Reverser bereits aktiviert worden. Anders als bei der 737, bei der die Thrust Lever mit geöffnetem Reverser nicht aus Idle bewegt werden können, kann man beim A320 die Schubhebel einfach auf TOGA schieben. Die EECs verhindern dann das Hochlaufen der Triebwerke, solange die Reverser noch offen sind. Der Reverser #2 schloss sich, Reverser #1 blieb offen. Ein Dilemma, das in der Luft zum Absturz führen kann oder gleich auf der Bahn zum Kontrollverlust. Denn die Triebwerke produzieren dann den maximal mög-

8) Pacific Western Airlines Flight 314 am 11. Februar 1978

lichen Differential Thrust: Auf einer Seite Umkehrschub, auf der anderen Takeoff Power.

So war das auch in Kopenhagen. Beinahe hätte der Kapitän noch über der Bahn die Kontrolle verloren. Augenzeugen vermuteten, dass eine Tragflächenspitze den Boden berührt hatte. Das hat sich nicht bestätigt, aber die Visualisierung von Airbus zeigte später eine dramatische Querlage am Rand der Runway.

Der Crew gelang es zwar, zunächst unbeschädigt abzuheben, aber das Flugzeug verlor weiter an Fahrt. Die geringste Groundspeed war 101 Knoten und die ersten Häuser hinter der Runway wurden in nur 300 Fuß überflogen. Im Climb-Out wurde dann das linke Triebwerk abgestellt und ein Emergency erklärt. Anschließend landete die Maschine Single-Engine mit einem Motor mit geöffneten Reverser-Doors.



Triebwerksanzeige unmittelbar nach dem Vorschieben der Thrust Lever auf TOGA in Kopenhagen

Airbus: Safety First, June 2023

Die Liste der Vorfälle ist lang. Hier noch ein Vorfall von 2023: Unmittelbar nach dem Auf-

setzen in Abu Dhabi wählte der FO eines Wizz Air A320 Max Reverse, reduzierte dann auf Idle Reverse. Er hatte Probleme, die Maschine auf der Mittellinie zu halten, und versuchte, einen Go-Around einzuleiten. Er schob ohne Go-Around Call beide Thrust Lever auf TOGA, um sie sofort wieder auf Idle zurückzunehmen. In dem Durcheinander übernahm der Kapitän – und leitete ebenfalls einen Go-Around ein. Weil keine Übergabe erfolgte, ertönte mehrmals der Auto-Callout „Dual Input“, während beide Piloten gleichzeitig versuchten das Flugzeug zu steuern. Es kam zu einem Tail-Strike und das Flugzeug hob wieder ab...

Als eine der Safety Actions wurden die Piloten der Wizz Air daran erinnert, „that a full stop landing is mandatory after selection of reverse thrust“.

Was können wir tun?

Die Airlines, Boeing, Airbus, die ICAO und die Flight Safety Foundation, alle tönen im Chor:

Thrust Reverser Selection is a Decision to Stop. Das steht in den Manuals. Und das wird auch den Piloten immer wieder gebetsmühlenartig gepredigt. Das konnte aber leider die Vorfälle nicht abstellen. Ein Grund dafür ist die Tatsache, dass der Pilot-Monitoring nicht sofort erkennen kann, dass der Pilot-Flying bereits Reverse selected hat. Zudem war in einigen Vorfällen, bei denen der Pilot-Flying den Go-Around eingeleitet hatte, diesem gar nicht bewusst, dass er die Reverser bereits aktiviert hatte.

Die Unfalluntersucher zeigen nicht mit dem Finger auf die Piloten. In keinem Unfallbericht wurde den Piloten eine bewusste Regelverletzung vorgeworfen. In einem Bericht



Abu Dhabi 2023: Konfusion auf der Runway: Max Reverse, TOGA Power, Idle Power, TOGA Power, Tail Strike ... Skybrary.aero

wurde das sogar expressis verbis verneint. Der Vorfall sei ein „Fehler“ gewesen. Wie also sollte man weiter vorgehen, wenn Informationen in Safety Lettern die Vor- und Unfälle nicht reduzieren können? Ein Training im Simulator dazu ist nicht möglich. Ein absichtliches Kommando eines Piloten zum Go-Around nach Reverse Selection würde zwar den anderen Piloten zwingen, zu entscheiden, den Go-Around nicht einzuleiten. Bei dem Piloten, der im Simulator dieses Kommando bewusst geben würde, würde das aber zu einem Negativ-Training führen. Denn er würde aufgefordert, genau das zu tun, was nicht zulässig ist.

Nach meiner Ansicht gibt es jedoch eine einfache Lösung, die aber erst mal von den Air-

lines umgesetzt werden müsste. Ich schlage die Einführung eines neuen Call-Outs „Reverse“ durch den Pilot-Flying bei der Landung vor. Dieser Call-Out wäre dann die unbedingte Entscheidung zum Stopp. Für beide Piloten wäre dann klar, dass danach kein Go-Around-Kommando mehr gegeben werden darf.

 peter.klant@pilotundflugzeug.de

Einige Quellen:

- [1] Bielefeld University – Faculty of Technology; Networks and Distributed Systems; Research group of Prof. Peter Bernard Ladkin, Ph.D.; Computer-Related Incidents with

- Commercial Aircraft
The Lauda Air B767 Accident
tinyurl.com/Ladkin-Lauda-Air
Aircraft Accident Investigation
Committee; Ministry of Transport
and Communications Thailand;
Final Accident Report
[www.faa.gov/sites/faa.gov/files/
LaudaAccidentReport_0.pdf](http://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/LaudaAccidentReport_0.pdf)
- [2] Crash of a Douglas DC-8 in New
York, Sep 15, 1970; Bureau of Air-
craft Accidents Archives (mit Link
zum Final Accident Report);
[https://www.baaa-acro.com/crash/
crash-douglas-dc-8-62-new-york](https://www.baaa-acro.com/crash/crash-douglas-dc-8-62-new-york)
- [3] 1966 Air New Zealand DC-8 crash;
[https://en.wikipedia.org/wiki/1966_
Air_New_Zealand_DC-8_crash](https://en.wikipedia.org/wiki/1966_Air_New_Zealand_DC-8_crash)
Failures of Technique: The crash of
Air New Zealand DC-8 ZK-NZB by
Admiral Cloudberg, 2024 [https://
tinyurl.com/Air-New-Zealand-DC-8](https://tinyurl.com/Air-New-Zealand-DC-8)
- [4] 1961 United Air Lines Flight 859
DC-8 landet mit Hydraulikproblem.
Zwei Reverser öffnen nicht, die
Crew verliert die Kontrolle. 18 Tote,
84 Verletzte ... [https://en.wikipedia.
org/wiki/United_Air_Lines_
Flight_859](https://en.wikipedia.org/wiki/United_Air_Lines_Flight_859)
- [5] TAM 402 Crash Sao Paulo-Congon-
has Airport, Oct 31, 1996; Aviation
Safety Network; [https://aviation-
safety.net/asndb/324348](https://aviation-safety.net/asndb/324348)
Final Accident Report
<https://tinyurl.com/TAM-402>
- [6] TAM 3054 Crash Sao Paulo-Congon-
has Airport, Jul 17, 2007; Cul-
ture of Chaos: The crash of TAM
Airlines flight 3054; by Admiral
Cloudberg, 2022; [https://tinyurl.
com/TAM-3054](https://tinyurl.com/TAM-3054); Command of Aerom-
navics, Brazil 2009; Aeronautical
Accident Investigation and Preven-
tion Center
Final Accident Report
<https://tinyurl.com/TAM-3054-Final>
- [7] TAP A320 at Copenhagen on Apr
8th 2022; Go-Around after Reverse
Selection
avherald.com/h?article=4f73f634
Havarikommissionen – Accident
Investigation Board Denmark
Final Report [https://tinyurl.com/
A320-Copenhagen-Final](https://tinyurl.com/A320-Copenhagen-Final)
Airbus: Safety First June 2023
Thrust Reverser Selection is a Deci-
sion to Stop; [https://safetyfirst.air-
bus.com/thrust-reverser-selection-
is-a-decision-to-stop/](https://safetyfirst.airbus.com/thrust-reverser-selection-is-a-decision-to-stop/)
- [8] FAA Lessons Learned: Pacific Wes-
tern Airlines Flight 314 on February
11, 1978; B 737-200 Go-Around
after Reverse Selection;
tinyurl.com/PWA314-737-crash

Thrust Reverser in der GA

Auch in typischen Jets der Allgemeinen Luftfahrt mit Triebwerksanordnung am Heck kamen in der Vergangenheit Thrust Reverser zum Einsatz. Bei den leichten Jets um 5,7 Tonnen ist dies jedoch inzwischen etwas aus der Mode gekommen.

Die C500/550er-Reihe gehört zu den kleinsten Mustern, die mit Thrust Reversern (T/R) ausgestattet wurden. Bei der Einführung des Jets befürchtete man Bremsversagen und mangelndes Energie-Management der Besatzung. Jets von Privatpiloten und womöglich auch noch Single-Pilot fliegen zu lassen war in den 1970er-Jahren ein gänzlich neues Konzept. Außerdem hatten die ersten nicht-FADEC-gesteuerten Triebwerke auch noch einen sehr viel höheren Schub im Flight-Idle. Die Ur-Citation wurde sogar mit Bremsfallschirm angeboten!

Wegen des größeren Platzangebots unter und über dem Triebwerk sind diese Reverser meist als Schaufeln konstruiert, die hydraulisch von oben und unten vor die Schubdüse fahren.

Diese Bauweise bringt allerdings bei vielen Mustern ein Pitch-up-Moment mit sich, weshalb man bei der Citation nach dem Aufsetzen des Bugrads das Steuerhorn voll nach vorne drückt – sonst geht man mit den Reversern möglicherweise nochmal fliegen – ask me how I know ...



Thrust Reverser an einer Cessna Citation 550. Das System wird zumindest bei den leichteren Jets um 5,7 Tonnen meist nicht mehr verbaut. Bild: Airport Action

Ein Reverser-Deployment im Flug ist dank der weiter innen liegenden Schubachse meist überlebar. Es gehört zu den wenigen Verfahren in einem solchen Jet, bei dem man schnell einige Memory-Items abarbeiten muss (Thrust Idle, Speed Reduction, T/R-Switch to Emer), und gehört damit zu den beliebten Übungen im Simulatortraining für Leute, denen sonst langweilig wird.

Heute hat man gut 50 Jahre Betriebserfahrung mit kleinen Jets und privaten Besatzungen, und die Reverser haben sich als Overkill herausgestellt. Moderne Carbon-Bremsen, FADEC-gesteuerte Triebwerke, aktuelle Avionik und nicht zuletzt angepasstes Training haben die Thrust Reverser in kleinen Jets überflüssig gemacht.

Alle modernen Jets dieser Klasse verzichten daher auf die T/Rs und aufgrund des hohen Systemgewichts und der technischen Anfälligkeit („Six lights?“) werden sie in alten Citations auch manchmal eingebaut.

Besatzungen – der Autor eingeschlossen – lieben das System allerdings!

 jan.brill@pilotundflugzeug.de