

Hintergrund

Ausfall von Triebwerksgeneratoren bei Flugzeugen der A320-Familie

Airbus hat bei einigen A320 Probleme mit Triebwerksgeneratoren aufgrund verschlissener Bauteile festgestellt. Um Ausfälle künftig zu verhindern, hat der Flugzeughersteller verschiedene Maßnahmen eingeführt.

Von Prof. Dr. Dieter Scholz

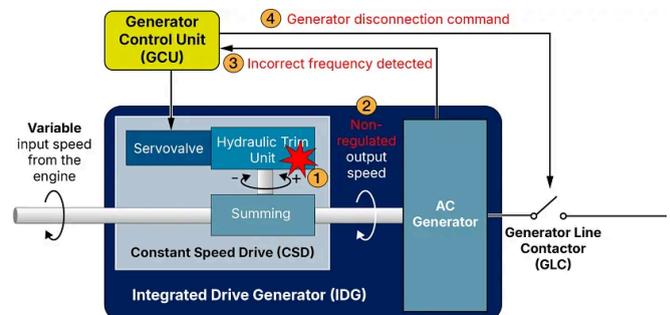


© Airbus

Airbus liegen einige Fälle von elektrischen Notkonfigurationen bei A320-Jets vor, bei denen beide Triebwerksgeneratoren (Integrated Drive Generator, IDG) nacheinander ausfielen. Als Grund dafür wurden verschlissene Komponenten in den Konstantdrehzahlgetrieben (Constant Speed Drive, CSD) der IDGs identifiziert. Wie sich herausstellte, können verschlissene IDGs unter bestimmten Umständen zu Problemen mit der Frequenzregelung führen, was dann die elektrische Notkonfiguration aktiviert. Airbus definierte daraufhin vorbeugende Wartungsarbeiten, um verschlissene IDGs im Voraus zu erkennen. Den Flugbesatzungen wurden zudem Empfehlungen gegeben, um eine mögliche elektrische Notkonfiguration im Falle eines Generatorausfalls zu verhindern.

Airbus erhielt einige **Berichte über A320-Flugzeuge, bei denen** nach einem Ausfall beider Triebwerksgeneratoren (IDGs) **die Notstromkonfiguration** (emergency electrical configuration) **aktiviert wurde**. Bei den Flugzeugen vom Typ A330 und A340 wurden keine vergleichbaren Vorkommnisse gemeldet. Allerdings ist die Konstruktion des IDG ähnlich, sodass auch diese Flugzeuge betroffen sein können.

Die **Notstromkonfiguration** ist dafür da, bei einem doppelten Generatorfehler einzuspringen. Dabei fährt die Stauluftturbine (Ram Air Turbine, RAT) aus und liefert hydraulische Leistung, die über den Notgenerator (Constant Speed Motor / Generator, CSM/G) die wichtigsten Instrumente versorgt – jedoch mit maximal fünf Kilovoltampere statt den normalen 180 Kilovoltampere. Jedoch sollte die Notstromkonfiguration nur selten in Anspruch genommen werden – so die zugrundeliegenden Wahrscheinlichkeitsberechnungen.



Bildliche Darstellung des Problems (© Airbus). Die Analyse von Airbus ergab, dass die Generatoren unter verschlissenen Hydraulikkomponenten (1) im Konstantdrehzahlgetriebe (CSD) litten, was eine fehlerhafte Regelung der CSD-Ausgangsdrehzahl verursachte (2). Dies führte zu Schwankungen der elektrischen Frequenz (3), die von der Generatorregleinheit (Generator Control Unit, GCU) erkannt wurde und den Generator vom Stromnetz trennte (4), um die Systeme des Flugzeugs zu schützen.

Zudem wurden dem Flugzeugbauer einige **Fälle von vollständigen Stromausfällen während des Rollens** mit nur einem Triebwerk und ohne Hilfstriebwerk (Single Engine Taxi Without APU, SETWA) gemeldet. Das Hilfstriebwerk (Auxiliary Power Unit, APU) befindet sich im Heck des Flugzeugs. Am Boden oder in der Luft kann das Flugzeug über die APU mit Druckluft und elektrischer Leistung versorgt werden.

Die APU der A320 verfügt über einen Generator, der die gleiche Leistung hat wie ein Triebwerksgenerator (90 Kilovoltampere). Bei SETWA und Generatorausfall kommt es zum vollständigen Stromausfall, weil die Stauluftturbine am Boden nicht ausreichend angeströmt wird und keine Leistung liefern kann. Die Notstromkonfiguration ist damit nicht verfügbar. Das Flugzeug würde dann sicherheitshalber so lange auf der Rollbahn stehen, bis durch eine neue elektrische Konfiguration die Versorgung wieder hergestellt ist.

Über IDG und CSD

Der Triebwerksgenerator (Integrated Drive Generator, IDG) besteht aus dem eigentlichen Generator und dem Konstantdrehzahlgetriebe (Constant Speed Drive, CSD). Beide Teile bilden ein integrales Bauteil, welches am Hilfsgeräteantrieb (Accessory Gearbox) des Triebwerks angebracht ist und dort mit Wellenleistung vom Triebwerk versorgt wird.

Der CSD ist ein hydromechanischer Drehzahlregler, der die variable Drehzahl des Triebwerks in eine konstante Drehzahl für den Generator umwandelt, damit dieser das Bordnetz mit Wechselstrom konstanter Frequenz (400 Hertz) versorgen kann.

Analysen zeigten, dass bei IDGs, die in Flugzeugen der A320-Familie, A330 und A340 montiert sind, Probleme mit der Frequenzregelung auftreten können, wenn Hydraulikkomponenten im Konstantdrehzahlgetriebe (CSD) abgenutzt sind. Dieses Problem tritt bei den Flugzeugen A220, A350 und A380 nicht auf, weil diese Flugzeuge mit Generatoren variabler Frequenz (Variable Frequency Generator, VFG) arbeiten. Hier erfolgt die Frequenzregelung bei Bedarf über elektronische Bauteile innerhalb des entsprechenden Flugzeugsystems. Bei der A340 ist das Problem deutlich reduziert, weil das Flugzeug über je einen Generator an jedem Triebwerk verfügt – also über vier Triebwerksgeneratoren.

Nach einem ersten IDG-Ausfall kann es bei einem abgenutzten CSD des verbleibenden IDG zu einer Fehlfunktion der Ausgangsfrequenzregelung kommen, wodurch der Generator vom Netz getrennt wird (siehe Bild).

Damit liegt ein doppelter Fehler der Wechselstromversorgung vor, was schließlich die Notstromkonfiguration aktiviert.

Es wurden **weitere Faktoren** identifiziert, die zu den Frequenzregelungsproblemen beitragen. Der erste Faktor ist ein plötzlicher Anstieg der elektrischen Belastung des Generators, der nach dem ersten Generatorausfall auftreten kann. Der zweite Faktor ist eine niedrige Eingangsdrehzahl, wenn die Triebwerke nahe der Leerlaufdrehzahl arbeiten, etwa wie im Sinkflug. In der Nähe dieser Drehzahl werden die Frequenzregelungskomponenten des CSD aufgrund des häufigen Umschaltens der Regelung besonders beansprucht.

Die **Wartungsplanung** wurde durch eine Änderung im Maintenance Planning Document (MPD) der Flugzeuge der A320-Familie sowie der A330- und A340-Familie aktualisiert.

Eine entsprechende **Wartungsanweisung** zur Überprüfung der Netzwerk-Rekonfiguration bei einfachem Generatorausfall wird jetzt alle 3000 Flugstunden (oder alle 36 Monate) durchgeführt. Wartungsbetrieben wird empfohlen den Test bei nächster Gelegenheit auszuführen, um so verschlissene Generatoren im Voraus zu erkennen. Hinweise zur Fehlersuche wurden im entsprechenden Handbuch verbessert.



Ein Triebwerk eines Airbus A320 wird untersucht.

© Airbus

Während des Flugs sollte die **Flugbesatzung** im Falle eines Generatorausfalls der Checkliste auf dem Bildschirm des elektronischen Überwachungssystems (Electronic Centralized Aircraft Monitoring, ECAM) folgen und den fehlerhaften Generator zurücksetzen, so die Empfehlung.

Wenn dies nicht gelingt, sollte das Hilfstriebwerk (APU) gestartet werden, um eine Konfiguration mit

zwei Generatoren wiederherzustellen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass eine funktionsfähige APU für normale Flüge nicht zwingend vorgeschrieben ist. Das bedeutet, dass im Flug möglicherweise keine APU zur Verfügung steht.

Flugbesatzungen sollten sich bewusst sein, dass ein Generator mit verschlissenen Komponenten, der nach dem ECAM-Verfahren erfolgreich zurückgesetzt wurde, im Flug erneut ausfallen kann. Zumindest wenn dieselben Bedingungen, die das ursprüngliche Problem verursacht haben, erneut auftreten.

Wenn Generatoren in der **Werkstatt** gewartet werden, sollten Hydraulikkomponenten im CSD genau auf übermäßigen Verschleiß geprüft werden.

Als Folge der Probleme werden künftig **Hydraulikkomponenten mit erhöhter Verschleißfestigkeit** für das Konstantdrehzahlgetriebe (CSD) entwickelt. Die häufigere Überprüfung der Generatoren soll aber beibehalten werden. Die verbesserten Hydraulikblöcke sollten bis Ende 2025 verfügbar sein, teilt Airbus mit.

Es ist vorbildlich, wie Airbus öffentlich und didaktisch hochwertig über die aufgetretenen Probleme berichtet. Dem Bericht folgend wurde die Analyse des Problems systematisch durchgeführt. Es wurden rasch kurz- und langfristige Maßnahmen eingeführt, um den entdeckten Fehler in den Griff zu bekommen. **Leider werden nicht alle technischen Probleme gleich gut angegangen.** Dieser Fall kann jedoch als gelungenes Beispiel dienen.

Über den Autor

Prof. Dr. Dieter Scholz ist Professor für Flugzeugentwurf, Flugzeugsysteme und Flugmechanik an der HAW Hamburg (Hamburg University of Applied Sciences). Er ist dort Leiter der Aircraft Design und Systems Group (AERO) und engagiert sich zum Thema "Luftfahrt und Gesellschaft". Kontakt²



© Dieter Scholz

Links zum Thema

- Bericht von Airbus³

2. <http://www.profscholz.de/>

3. <https://safetyfirst.airbus.com/preventing-loss-of-engine-generators-on-a320-family-a330-and-a340-aircraft/>