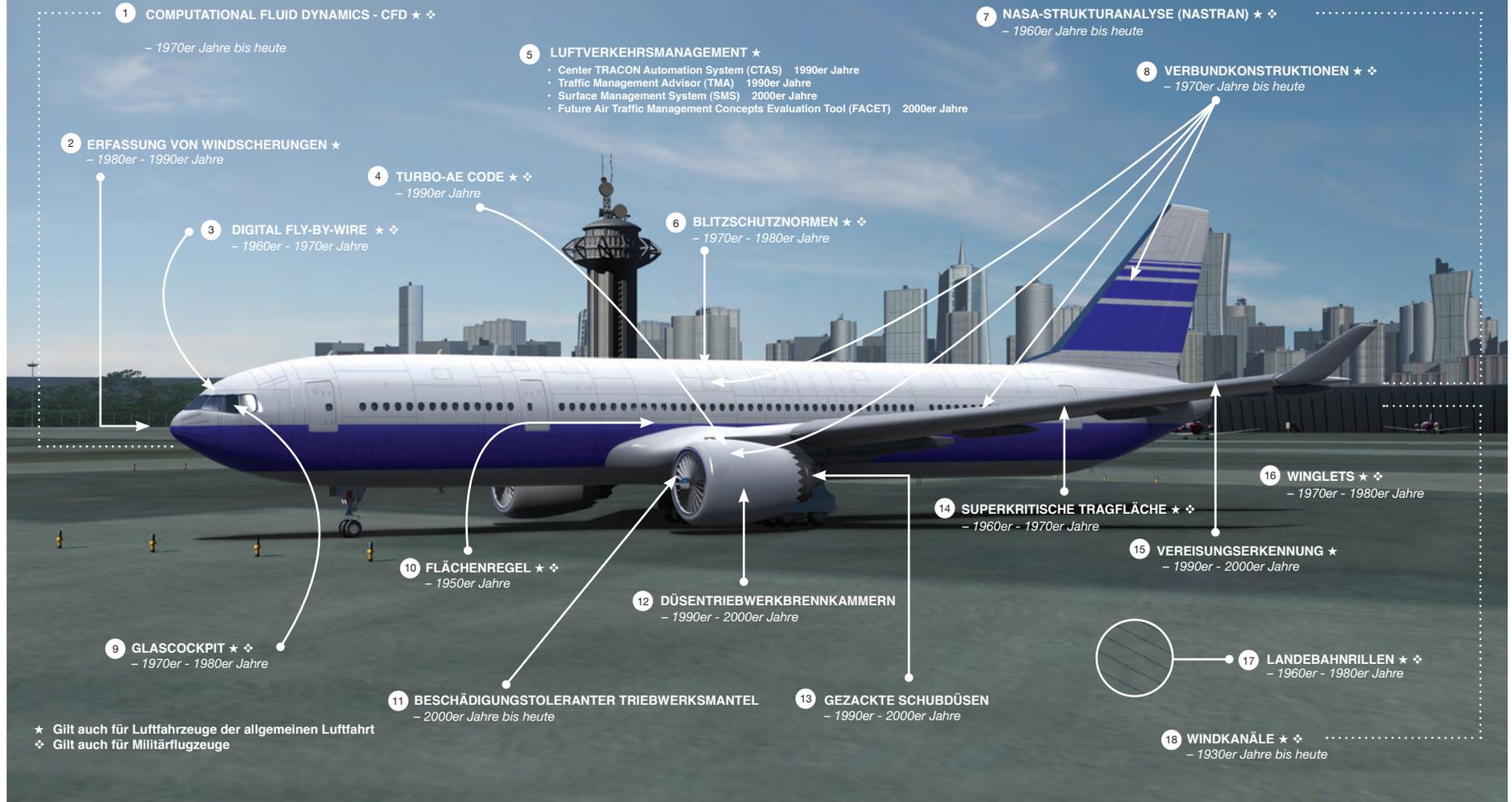




NASA AERONAUTICS FORSCHUNG AN BORD BEITRÄGE ZUR VERKEHRSLUFTFAHRT ÜBER VIELE JAHRZEHNTE



1. Computergestützte Strömungssimulation (Computational Fluid Dynamics - CFD)

Anfang der 1970er Jahre begann die NASA mit der Entwicklung ausgeklügelter Computercodes, die Strömungen genau vorhersagen konnten, z. B. den Luftstrom über dem Tragflügel eines Flugzeugs oder den Treibstoffstrom durch das Haupttriebwerk eines Space Shuttle.

Diese Ideen und Codes wurden zur computergestützten Strömungssimulation (CFD) weiterentwickelt, die heute ein unersetzliches Tool für die Untersuchung von Strömungen und für die Entwicklung neuer Luftfahrzeuge ist. CFD senkt Zeitaufwand und Kosten für die Entwicklung und Erprobung fast jedes Luftfahrzeugtyps beträchtlich.

2. Erfassung von Windscherungen

Während der 1980er und 1990er Jahre leitete die NASA ein umfassendes Forschungsprogramm zur Bestimmung der Charakteristiken gefährlicher Windscherungen und überprüfte Technologien zur Vorhersage der Stärke während des Flugs vorhersagen können. Heutzutage sind Luftfahrzeuge mit vorausschauenden Sensoren ausgestattet, die Piloten vor Gefahren durch Windscherungen warnen.

3. Digital Fly-by-Wire

In den 1960er und 1970er Jahren unterstützte die NASA die Entwicklung des digitalen Fly-by-wire-Systems und dessen Erprobung durch Flugversuche. Dieses System ersetzte schwerere und unzuverlässigere Hydrauliksysteme durch einen Computer und elektrische Leitungen für die Übertragung von Signalen vom Piloten zu den Steuerflächen eines Luftfahrzeugs. Fly-by-wire wird heute in neuen Verkehrs- und Militärflugzeugen und im Space Shuttle verwendet.

4. TURBO-AE Code

In den 1990er Jahren entwickelte die NASA einen Computercode, der zweidimensionale Simulationen potenzieller aeroelastischer (AE) Probleme erzeugte, die in Triebwerkschaufeln auftreten können. Flattern und Materialermüdung, die letztendlich zur Blockierung oder zum Ausfall von Triebwerkschaufeln führen, sind Beispiele für solche Probleme.

Mit Turbo-AE können Ingenieure dünnere, leichtere und schneller rotierende Schaufeln für die heutigen Düsentriebwerke, die für mehr Leistung, geringere Emissionen und Schallpegel konzipiert sind, effizienter konstruieren.

5. Luftverkehrsmanagement

Seit Jahrzehnten entwickelt die NASA eine Reihe von Simulationstools für das Luftverkehrsmanagement, z. B.:

Center TRACON Automation System (CTAS) – 1990er Jahre

CTAS ist eine von der NASA entwickelte Suite von Softwaretools, die neue Informationen für Flugleiter erzeugt.

Traffic Management Advisor (TMA) – 1990er Jahre

TMA-Software sagt ankommenden Flugverkehr voraus und hilft so den Flugleitern bei der Planung sicherer Landungen in Hauptbelastungszeiten.

Surface Management System (SMS) – 2000er Jahre

SMS-Software versorgt Flugleiter mit Daten über gelandete bzw. am Gate ankommende Flugzeuge.

Future Air Traffic Management Concepts Evaluation Tool (FACET) – 2000er Jahre

FACET bildet tausende Flugbahnen ab, um den Luftverkehr über den USA zu optimieren.

6. Blitzschutznormen

In den 1970er und 1980er Jahren führte die NASA umfassende Forschungen und Flugversuche durch, um Zustände, die Blitzschläge verursachen, sowie die Auswirkungen von Blitzschlägen während des Fluges auf Flugzeuge zu bestimmen. Die Wissensbasis der NASA wurde für die Verbesserung der Blitzschutznormen für elektrische und Avioniksysteme in Luftfahrzeugen verwendet.

7. NASA-Strukturanalyse (NASTRAN)

Während der 1960er Jahre arbeitete die NASA mit der Industrie zusammen, um ein gemeinsames generisches Softwareprogramm zu entwickeln, mit dem Ingenieure unterschiedliche Luft- und Raumfahrtstrukturen, u. a. jede Art Luft- und Raumfahrzeug, modellieren und analysieren können. Heute ist NASTRAN ein branchenübliches Instrument für die computergestützte Konstruktion aller Arten von Luftfahrzeugen.

8. Verbundkonstruktionen

In den 1970er Jahren führte die NASA erstmals gemeinsam mit der Industrie Forschungsarbeiten zur Entwicklung hochfester, nichtmetallischer Werkstoffe durch, die schwerere Metalle in Luftfahrzeugen ersetzen könnten. Verbundwerkstoffe, die nach und nach als Ersatz für Metalle an Teilen von Flugzeugleitwerken, Tragflügeln, Triebwerken, Triebwerksverkleidungen und am Rumpf verwendet werden, senken das Gesamtgewicht eines Luftfahrzeugs und verbessern dessen Wirtschaftlichkeit.

9. Glascockpit

In den 1970er und 1980er Jahren entwickelte und erprobte die NASA das Konzept einer modernen Cockpit-Konfiguration, bei der analoge Skalen- und Zeigerinstrumente durch flache Digitalanzeigen ersetzt wurden. Digitalanzeigen stellten Informationen besser dar und boten der Flugbesatzung ein ganzheitlicheres und leicht verständliches Bild der Fahrzeugsituation.

Glascockpits werden in Verkehrs-, Militär- und allgemeinen Luftfahrzeugen und in den Space Shuttles der NASA eingesetzt.

10. Flächenregel

In den 1950er Jahren entdeckte der NASA-Wissenschaftler Richard Whitcomb mehrere fundamentale Lösungen für wichtige aerodynamische Herausforderungen. Eine der revolutionärsten war die Flächenregel, ein Konzept, das Flugzeugkonstrukteuren half, das Abreißen der Luftströmung und den resultierenden Luftwiderstand zu vermeiden, der durch das Anbringen der Tragflügel am Rumpf verursacht wird.

Durch die Anwendung der Flächenregel sind Flugzeugkonstrukteure seit Jahrzehnten in der Lage, den Flug von Luftfahrzeugen bei hohen Geschwindigkeiten wirtschaftlicher zu gestalten.

11. Beschädigungstoleranter Triebwerksmantel

In den 2000er Jahren begann die NASA mit der einführenden Forschung zur Entwicklung eines kosteneffektiven Mantels für Mantelstromtriebwerke, der leichter ist, aber dennoch vor dem möglichen Ausfall von Schaufeln im Triebwerk schützt.

Die Lösung war ein Triebwerkgehäuse aus geflochtenem Verbundmaterial, mit dem das Gesamtgewicht des Triebwerks gesenkt und die Sicherheit sowie die bauliche Widerstandsfähigkeit des Flugzeugs erhöht werden kann.

12. Düsentriebwerkbrennkammern

In den 1990er und 2000er Jahren verbesserte die NASA die Technologie im Zusammenhang mit der Düsentreibstoffverbrennung, um eine sauberere Verbrennung des Treibstoffs in den Triebwerken zu erreichen. Durch bessere Verbrennung kann die Luftverschmutzung durch Flugzeugtriebwerke gesenkt werden, was diese umweltfreundlicher macht.

13. Gezackte Schubdüsen

In den 1990er und frühen 2000er Jahren sorgten NASA-Computersimulationen für die neuesten Verbesserungen bei der Gestaltung von Chevrons - asymmetrische Zahnspalten, die an Schubdüsen und Zellen für die Verminderung des Schallpegels verwendet werden können.

Versuche am Boden und in der Luft durch die NASA und ihre Partner zeigten, dass die neue Chevron-Konstruktion die Schallpegel im Passagiererraum und am Boden senkt. Chevrons werden bei vielen modernen Luftfahrzeugen eingesetzt, u. a. bei der neuen Boeing 787.

14. Superkritische Tragfläche

In den 1960er und 1970er Jahren leitete der NASA-Wissenschaftler Richard Whitcomb ein Forschungsteam zur Entwicklung und Erprobung einer Reihe einzigartiger Geometrien von Tragflächen oder Tragflügelprofilen, die bei Unterschall-Luftfahrzeugen für die Verbesserung des Auftriebs und die Senkung des Luftwiderstands verwendet werden konnten.

Die resultierende Geometrie der superkritischen Tragfläche verbessert die Wirtschaftlichkeit eines Flugzeugs erheblich, wenn sie in den Tragflügel integriert wird.

15. Vereisungserkennung

In den 1990er und frühen 2000er Jahren wurde die NASA durch die FAA aufgefordert, die Charakteristiken eines gefährlichen und wenig verstandenen Vereisungsphänomens zu bestimmen, das unter dem Begriff Supercooled Large Droplets (SLD) bekannt ist.

Die Ergebnisse aus den Flugversuchen und Forschungen durch die NASA wurden in einer großen Datenbank zusammengefasst, um Wettermodelle und Instrumente für die SLD-Erkennung zu verbessern.

16. Winglets

In den 1970er und 1980er Jahren führten NASA-Untersuchungen zur Entwicklung vertikaler Verlängerungen, die an den Tragflügelenden angebracht werden können, um den aerodynamischen Luftwiderstand zu senken, ohne die Flügelspannweite vergrößern zu müssen. Winglets helfen bei der Erhöhung der Reichweite eines Flugzeugs und senken den Treibstoffverbrauch.

Zuerst wurden die Winglets in der allgemeinen Luftfahrt und bei Businessjets eingesetzt. Mitte der 1980er Jahre produzierte Boeing das Verkehrsflugzeug 747-400, das Winglets zur Erhöhung seiner Reichweite benutzte.

17. Landebahnrollen

In den 1960er Jahren erdachte und entwickelte die NASA einen Prozess zur Einbringung von Querrillen in die Landebahn, um stehendes Wasser abzuliefern. In den 1980er Jahren führte die NASA mehr als eintausend Tests mit Flugzeugen und Bodenfahrzeugen durch, die bewiesen, dass gerillte Landebahnbeläge wesentlich bessere Reibungseigenschaften aufweisen.

Gerillte Landebahnen helfen seither bei der sicheren Landung von Flugzeugen auf Belägen, die durch Regen, Schnee oder Eis glatt geworden sind. Der Rillprozess der NASA wurde für den Bau von Landebahnen auf Militärbasen, US-Autobahnen und sogar Swimmingpooldecks, Spielplätzen und Raffinerieebenen übernommen.

18. Windkanäle

Schon seit den 1930er Jahren spielten Windkanäle, die vom Vorgänger der NASA, dem National Advisory Committee on Aeronautics (NACA) erbaut und betrieben wurden, eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und Verbesserung von Luftfahrzeugen.

Über die Jahrzehnte wurde die erweiterte NASA-Windkanalbasis für wertvolle grundlegende Erprobungen auf den Gebieten Stabilität und Kontrolle, Vereisung während des Fluges, Vermeidung von Blockierungen, Antriebssysteme, Entwicklung von Flugzeugzellen, Flattervermeidung und Schallpegelsenkung verwendet.