

# LUFTFAHRTTECHNISCHES HANDBUCH (LTH) EIN ARBEITSMITTEL FÜR DIE INGENIEURE IN DER EUROPÄISCHEN LUFTFAHRT

Heinrich Wellen, Jürgen Wohlrab, Winfried Fränkl  
Airbus Deutschland GmbH, WTD 61, IABG mbH  
Bremen, Manching, Ottobrunn  
Deutschland

## 1. ÜBERSICHT / ABSTRACT

Das Luftfahrttechnische Handbuch (LTH) ist ein Werkzeug für Ingenieure in Industrie-, Amts- und Forschungsstellen zum Spezifizieren und Entwickeln und dient darüber hinaus als Grundlagenwerk zur Nachweisführung bei der Musterprüfung luftfahrttechnischen Geräts. Das LTH gliedert sich in sieben Sachgebetsbände, von denen sechs Bände vom LBA und der WTD 61 - ML als Hilfsmittel zur Nachweisführung von Luftfahrtgeräten anerkannt sind.

Bei der Erstellung der Handbuchbeiträge arbeiten die auf dem Gebiet der Luftfahrttechnik tätigen System- und Ausrüstungsunternehmen, Institutionen, Universitäten und Behörden in den jeweiligen LTH - Arbeitskreisen zusammen.

Dieser Beitrag stellt das LTH von seiner Entstehung über die Ziele, Inhalte und Organisation bis zu den Aspekten der zukünftigen Ausrichtung vor.

## 2. ENTSTEHUNG UND INHALTE

### 2.1. Entstehung

Das LTH wurde 1969 gemeinsam von Amtsstellen, Luftfahrtindustrie und -forschung aufgrund persönlicher Initiativen mit zwei Sachgebetsbänden begonnen.

Pragmatisch wurden zunächst verfügbare Arbeitsunterlagen (z.B. Airbus Statikordner) und aktuelle Arbeitsergebnisse handbuchgerecht aufbereitet, um den damaligen aktuellen Wissensstand für breitere Anwenderkreise nutzbar zu machen. Im weiteren Verlauf wurde die Zahl der Sachgebiete kontinuierlich vergrößert, die inhaltlichen Ziele der Handbuchbeiträge ergänzend definiert und eine Systematisierung der Gesamtstruktur der Sachgebiete und der in den Beiträgen zu behandelnden Themengebiete vorgenommen. Das Ergebnis ist ein Handbuch, das die wichtigsten Sachgebiete der Entwicklung, Nachweisführung und Nutzung von Luftfahrtgerät abdeckt.

## 2.2. Inhalte

Der fachgebietsspezifische Inhalt der LTH - Bände umfasst:

- Darstellung ausgewählter allgemeiner Grundlagen
- Beschreibung von Verfahren und Daten für Entwicklung, Nachweis und Musterprüfung
- Interpretationen von Bauvorschriften, Spezifikationen etc.
- Bereitstellung anwendungsgerecht aufbereiteter Forschungsergebnisse sowie
- Erfahrungen aus Entwicklung und Betrieb von Luftfahrtgerät

Das LTH umfasst sieben Bände mit den folgenden Sachgebieten:

- AD Aerodynamik
- AT Triebwerkstechnologie
- BM Belastungsmechanik
- FL Faserverbund-Leichtbau
- FV Flugversuchstechnik
- MA Masseanalyse
- HSB Strukturberechnung

Sechs der sieben LTH - Bände, deren Inhalt für Musterprüfungen relevant ist, sind vom Luftfahrtbundesamt (LBA) und der Wehrtechnischen Dienststelle für Luftfahrzeuge - Musterprüfwesen für Luftfahrtgerät der Bundeswehr (WTD 61 - ML) zur Verwendung für die Nachweisführung im Rahmen von Musterprüfungen von Luftfahrtgerät anerkannt. Damit wird in einem breiten Anwendungsgebiet auf allgemein akzeptierte Vorgehensweisen zurückgegriffen und somit der Aufwand erheblich reduziert. Aus inhaltlichen Gründen trägt der Band Masseanalyse den Anerkennungsvermerk nicht.

## 3. ZIELE UND NUTZEN

### 3.1. Ziele

Grundgedanke und Ziel für das LTH sind es, durch die geschaffenen Standards für technische Verfahren, Methoden und Daten zur Rationalisierung der Ingenieurarbeit, von der Vorentwurfsphase über die

Musterprüfung bis hin zur Nutzung beizutragen. Angemerkt wird, dass aufgrund der begrenzten Ressourcen der Arbeitskreise das LTH bezüglich dieser umfassenden Zielsetzung derzeit in Teilbereichen noch weiter entwickelt werden kann.

### 3.2. Nutzaspekte

Die Standardisierung von technischen Methoden und Daten trägt zu einer optimierten und beschleunigten Entwicklung und zu einer zuverlässigen Projektbewertung bei. Durch die Verwendung dieser Standards bei den Subunternehmern kommt es zu klaren Vertragsverhältnissen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. Damit werden sowohl Zeit als auch Kosten eingespart.

Ein weiterer wesentlicher Nutzen resultiert aus dem verringerten Aufwand bei der Nachweisführung durch die einheitliche Basis als Folge der Anerkennung durch das LBA und die ML.

Durch die Einbindung des LTH in Lehre und Forschung erfolgt ein frühes Heranführen der Studenten an die Problematik der Auslegung und der Nachweisführung bei Zulassungen im Rahmen der Lufttüchtigkeitsforderungen. Ebenso wird der Transfer von Anforderungen und Ergebnissen zwischen Forschung, Entwicklung und Nutzung verbessert. Gleichzeitig nimmt auch der Bekanntheitsgrad des LTH zu.

Viele Unternehmen nutzen das LTH auch als Einarbeitungshilfe für den Ingenieurnachwuchs und zur Einarbeitung für Mitarbeiter aus anderen Fachdisziplinen. Damit dient das LTH als ideales Hilfsmittel, um einen kontinuierlichen Übergang von Lehre zur Praxis zu gewährleisten.

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von System- und Ausrüstungsunternehmen und durch den Erfahrungsaustausch in den Gremien des LTH wird Wissen vervielfältigt. Meist ist auch eine Steigerung der Qualität gegenüber Firmen-Einzelunterlagen festzustellen.

Bei inter- und transnationalen Kooperationen wird besonders deutlich, dass ausländische Handbücher kein Ersatz für ein eigenes LTH sind. Eine eigene Position, sei es unternehmensspezifisch oder national, ist damit leichter zu belegen.

### 3.3. Anwendung des LTH

An wesentlichen zivilen Flugzeug- und Triebwerksprogrammen hat das LTH bereits wertvolle Unterstützung geleistet. Beispielhaft seien für die Vorprojekt- und Entwicklungsphasen folgende Projekte genannt:

- Airbus A 300, A 310, Beluga
- Airbus A 320, A321, A 319, A 318
- Airbus A 330, A 340,
- Airbus A 380, A 380 F
- Airbus A 350
- Dornier Do 228, Do 328
- Dornier Do 728
- MBB / EC Bo 105
- Eurocopter EC 135
- Eurocopter EC 145
  
- mtu V 2500
- Rolls Royce BR700-710-715
- Rolls Royce TAY611-8C
- Saab 2000

Ähnliches gilt auch für militärische Flugzeuge und Triebwerke bei folgenden Projekten:

- Airbus A 400 M
- Dornier Alpha-Jet
- Eurocopter NH 90
- Eurocopter Tiger
- Eurofighter 2000
- Eurojet EJ 200
- Grob Strato 2C
- MBB / DASA Tornado
- Pilatus P 7, P 12
- Saab Gripen
  
- mtu MTR 390
- mtu RB 199
- mtu TP400-D6
- mtu PW 6000, PW 7000, PW 8000

## 4. ORGANISATION UND FINANZIERUNG

### 4.1. Organisation

Für das LTH, das über die Fachbeiträge hinaus ein erhebliches Maß an konzeptioneller, systematischer und organisatorischer Arbeit erfordert, wurde 1971 folgende Organisation zwischen dem öffentlichen Auftraggeber, den Zulassungsbehörden und der Industrie abgesprochen.

Der **LTH - Koordinierungsausschuss** ist das Dachgremium für übergreifende Fragen und Probleme des LTH. Der Ausschuss ist besetzt mit Vertretern der aktiv mitarbeitenden Unternehmen, Institutionen, Universitäten und Amtsstellen, der LTH - Koordinierungsstelle sowie den Vorsitzenden der Arbeitskreise.

Die **LTH - Koordinierungsstelle** ist bei der IABG angesiedelt und für folgende Aufgaben verantwortlich:

- Geschäftsstelle des Koordinierungsausschusses

- fachliche Koordination, Gesamtorganisation und Sicherung einer einheitlichen Konzeption, u.a. Erstellung von Richtlinien für LTH - Fachbeiträge
- redaktionelle und verlegerische Betreuung des Handbuches.

Die **LTH - Arbeitskreise** (je Sachgebietsband) erarbeiten in fachlicher Diskussion die LTH - Fachbeiträge und entscheiden über die Aufnahme in den jeweiligen LTH - Band, unterstützen die Konzeption des Bandes, die von der Koordinierungsstelle weiterentwickelt wird, und ergänzen / überarbeiten den Inhalt, um ihn stets auf dem Stand der Technik zu halten. Insgesamt gehören den sieben Arbeitskreisen circa hundert kompetente Experten an. Die Arbeitskreise sind als Herausgeber der LTH - Bände benannt und sie legen auch deren Bezieherkreis fest.

## 4.2. Finanzierung

Die Arbeiten werden überwiegend aus Mitteln der aktiv Beteiligten, also den Industrieunternehmen, Institutionen, Universitäten und Amtsstellen finanziert. Persönliches Engagement der Beitragsautoren spielt eine wesentliche Rolle.

## 5. ARBEITSKREISE

### 5.1. Dokumentation

Im jetzigen Bearbeitungsstand umfasst das LTH in den sieben Sachgebietsbänden ca. 15.000 Seiten.

Das LTH erscheint seit Dezember 2001 in digitaler Form auf CD. Die Fachbeiträge sind im PDF-Format abgelegt und mit einer komfortablen Volltextsuche einfach zugänglich und durchsuchbar. Auf der CD befinden sich zudem Rechenprogramme zur Unterstützung der praktischen Umsetzung.

### 5.2. Internet

Auf der LTH - Homepage unter [www.lth-online.de](http://www.lth-online.de) sind wichtige grundlegende Informationen für Interessierte zu finden. Für LTH - Mitglieder sind in einem geschützten Bereich weitere Informationen wie Termine der nächsten Sitzungen, Protokolle der Arbeitskreise und des Koordinierungsausschusses sowie neueste Fachbeiträge etc. zugänglich.

### 5.3. Arbeitsweise

Die Arbeitskreise halten jeweils ein bis drei Sitzungen pro Jahr in den beteiligten Unternehmen und Institutionen ab. Neben der klassischen Handbuchbearbeitung trägt der Erfahrungsaustausch in Form von Kurzvorträgen, Diskussionen über spezifische, besonders aktuelle Fachthemen und Lösungen we-

sentlich dazu bei, die Effizienz der Arbeitskreise zu steigern. Die Qualitätsprüfung der Beitragsinhalte erfolgt ebenfalls durch die jeweiligen Arbeitskreise. Die im Rahmen von Arbeitskreissitzungen durchgeführten Werksbesichtigungen werden oftmals dazu benutzt, die Umsetzung der Fachbeiträge in die Praxis zu verifizieren und möglichst viel Rückkopplung zu erhalten.

Durch die Mitwirkung von neuen Mitgliedern wird die Wissensbasis laufend erweitert.

Die europäische Ausrichtung des LTH drückt sich nicht nur in der Teilnahme von deutschsprachigen ausländischen Nachbarn aus, sondern kommt in Inhalt und englischer Sprache der Beiträge und Vorträge zum Ausdruck. Begünstigt wird diese Tendenz vor allem auch durch die transnationalen Kooperationen und Fusionen der Luftfahrtkonzerne und der Ausrüstungsunternehmen.

## 5.4. Mitwirkende am LTH

In den jeweiligen Arbeitskreisen arbeiten aktiv alle deutschen System- und viele mittelständische Ausrüstungsunternehmen mit. Weiterhin sind Forschungsinstitutionen, Universitäten und Behörden eingebunden. Zusätzlich beteiligen sich auch deutschsprachige Spezialisten aus dem benachbarten Ausland an der LTH - Arbeit. Sie alle verfassen Fachbeiträge, halten Kurzvorträge und Kurzreferate und tauschen Erfahrungen in fachlichen Diskussionen aus.

Einige beteiligte Großunternehmen sind:

- Airbus Deutschland
- EADS-D M
- Eurocopter Deutschland
- Lufthansa Technik
- mtu Aero Engines
- Rolls-Royce D

Als teilnehmende Institutionen und Universitäten sind zu nennen:

- DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Braunschweig, Göttingen, Köln-Porz, Stuttgart,
- NLR National Aerospace Laboratory, Emmeloord, Niederlande
- Technische Universitäten Braunschweig, Hamburg, München, M-Neubiberg, Stuttgart

Als Mittelständler sind beispielhaft folgende Unternehmen aufgelistet:

- Diehl
- Grob
- IABG
- Leichtwerke
- MT Aerospace
- Pilatus, Stans, Schweiz

- Saab, Linköping, Schweden
- ZLT Zeppelin Luftschifftechnik

Für die Behörden sind die Amtsstellen für Luftfahrtzulassungen beteiligt:

- LBA
- WTD 61 - ML

## 6. BEZUGSQUELLE

Die Handbuchbände können als CD-Rom über die LTH - Koordinierungsstelle entgeltlich erworben werden. Der Bezieherkreis ist eingeschränkt und wird durch die Arbeitskreise festgelegt. Sie achten auf eine langfristig angelegte Mitarbeit. Aktive Arbeitskreismitglieder erhalten die CD kostenfrei.

Aktualisierungen erfolgen regelmäßig alle ein bis zwei Jahre.

Weitere Informationen und Kontaktmöglichkeiten sind im Internet unter [www.lth-online.de](http://www.lth-online.de) zu finden.

- [1] Luftfahrttechnisches Handbuch, Stand 2005  
Band Aerodynamik, Belastungsmechanik, Faserverbund-Leichtbau, Flugversuchstechnik, Masseanalyse, Strukturberechnung, Triebwerkstechnologie
- [2] Luftfahrttechnisches Handbuch, Terms of References, Stand 2005

## 7. ZUKÜNFTIGE AUSRICHTUNG

Die fortschreitende Europäisierung der Luftfahrtindustrie und die vielen internationalen Projekte erfordern auch eine europäische Ausrichtung der Luftfahrttechnischen Handbücher.

Parallel hierzu soll durch die Gewinnung neuer Mitglieder der Arbeitskreise eine Erweiterung der Wissensbasis und in Verbindung mit der Ausweitung des Spektrums der Sachgebiete die Attraktivität und damit die Breite der Anwendung und des Nutzens vergrößert werden.

Im Vordergrund zukünftiger Fachbeiträge werden deshalb Themen stehen, die der Vereinfachung und Beschleunigung der Arbeitsprozesse in der Entwicklung und Nachweisführung im europäischen Verbund dienen.

Beispiel für die Erweiterung des Spektrums der Sachgebiete entsprechend den heutigen Forderungen ist die Absicht, das Gebiet „System Engineering“ in einem neuen Arbeitskreis zu behandeln.

Auch die Europäisierung der zivilen Musterprüfung und Zulassung durch die Einrichtung der European

Aerospace Safety Agency (EASA) wird in der weiteren Handhabung des LTH Berücksichtigung finden müssen. Als erster Schritt hierzu werden alle zukünftigen LTH - Fachbeiträge in englischer Sprache erstellt werden.

Das LTH ist auf einem guten Weg. Es wird durch die führenden Unternehmen der Luftfahrtindustrie und von Behördenseite unterstützt. Die LTH - Arbeitskreise nehmen gern neue Mitglieder auf. Der LTH - Koordinierungsausschuss als Steuerungsgremium begrüßt gern weitere Vertreter der in der Luftfahrt tätigen Unternehmen in seiner Mitte. Werden Sie Teilhaber an einer breiten und fundierten Wissensbasis.

## 8. AKTUELLE FACHBEITRÄGE

Um einen Eindruck von Art und fachlicher Tiefe der Handbuchbeiträge zu vermitteln, sind nachfolgend beispielhaft für die sieben Sachgebiete aktuelle Beiträge aufgeführt.

### 8.1. Aerodynamik

Analyse des Nachlaufwirbelsystems großer Transportflugzeuge im Nahfeld  
*Dr. Christian Breitsamter, Technische Universität München*

Wirbelschleppen bei Transportflugzeugen im Nahfeld (Windkanal) und im Fernfeld (Wassertank)  
*Dr. Klaus Hünecke, Airbus Deutschland, Bremen*

### 8.2. Triebwerkstechnologie

Safety and Failure Analysis for Aero Engine Systems  
*Dr. Cesar Ludena-Urquizo, Rolls-Royce Deutschland*

Emissionen der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen in Gasturbinen  
*Sebastian Harder, Helmut Schmidt Universität Hamburg*

### 8.3. Belastungsmechanik

Berechnung der stationären und instationären aerodynamischen Manöverlasten für Luftschiffkörper  
*Fausto Maugeri, ZLT, Zeppelin Luftschifftechnik, Friedrichshafen*

### 8.4. Faserverbund-Leichtbau

Einfluss des Oberflächenzustandes auf die Verklebbarkeit von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen  
*Joachim Scharringhausen, MT Aerospace, Augsburg*

Langzeiterfahrung mit Faserverbund-Bauteilen  
am Beispiel der Dornier 328  
*Paul Kächele, Pilatus Aircraft, Stans*

### **8.5. Flugversuchstechnik**

Model Based Thrust in Flight Calculation  
*Robert Schmidt, MTU Aero Engines, München*

Determination of Aircraft Performance without an  
available Engine Thrust Deck Applying EFMA (Ex-  
cess Force Mass Acceleration) Test Technique and  
Evaluation Method  
*Gert Schuch et al, WTD 61, Manching*

### **8.6. Masseanalyse**

Einfluss von Masseänderungen auf Flugleistungen  
*Wolfgang Längler, IABG, Ottobrunn*

### **8.7. Strukturberechnung**

Spannungs-Dehnungs-Beziehung metallischer  
Werkstoffe nach RAMBERG-OSGOOD  
*Arthur Spaink, Stork-Fokker, Papendrecht*

Statische Dimensionierungskennwerte für  
Aluminiumlegierungen in der Luftfahrt  
*Günther Volkmann, Airbus Deutschland, Bremen*