

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREInsassenschutz für Kleinflugzeuge
Flugzeugentwurf
Occupant protection for small aircraft
Aircraft designVDI 5911
Blatt 1 / Part 1Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	4	2 Normative references	4
3 Begriffe	4	3 Terms and definitions	4
4 Abkürzungen	4	4 Abbreviations	4
5 Grundlagen des unfalltauglichen Designs	5	5 Principles of crashworthy design	5
6 Crasheszenario	6	6 Crash scenario	6
6.1 Allgemeines	6	6.1 Fundamentals.....	6
6.2 Beschreibung des Unfallverlaufs	7	6.2 Description of the accident sequence.....	7
6.3 Gefahren.....	9	6.3 Hazards	9
6.4 Definition von Parametern für die Crashauslegung	11	6.4 Definition of parameters for crash design.....	11
7 Crashstrukturkonstruktionen am Rumpf	13	7 Crash structure designs on the fuselage	13
7.1 Allgemeines	13	7.1 Fundamentals.....	13
7.2 Überlebensraum	14	7.2 Survival space.....	14
7.3 Energieabsorption	18	7.3 Energy absorption.....	18
8 Funktionsnachweis und Test der Crashstrukturen	26	8 Functional verification and test of the crash structures	26
8.1 Allgemeines	26	8.1 Fundamentals.....	26
8.2 Komponententests.....	27	8.2 Component tests	27
8.3 Finite-Elemente-Simulation.....	29	8.3 Finite element simulation	29
8.4 Ganzheitlicher Crashtest	31	8.4 Holistic crash test.....	31
Schrifttum	35	Bibliography	35

VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (FVT)
Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik

VDI-Handbuch Fahrzeugtechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/5911.

Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI 5911 bietet einen Entwurfsleitfaden bei der unfallsicheren Auslegung kleiner Flugzeuge und gliedert sich dabei in zwei Blätter. Blatt 1 befasst sich mit der Auslegung der Flugzeugstruktur, während Blatt 2 sich der Gestaltung des Rückhaltesystems und des Innenbereichs widmet. Der Fokus liegt dabei auf der Empfehlung geeigneter Maßnahmen, um den Insassen im Fall eines Unfalls eine größtmögliche Überlebenschance zu bieten. Ein Flugzeug, das nach diesen Auslegungsmerkmalen entworfen wurde, verfügt demnach über ein höheres Maß an Unfalltauglichkeit.

Das Maß der Unfalltauglichkeit wird bestimmt durch die Fähigkeit der Aufrechterhaltung der strukturellen Integrität, die Dämpfung der auf die Insassen einwirkenden Kräfte sowie das Rückhalten von Insassen und Punktmassen. Einen weiteren Einfluss auf die Unfalltauglichkeit haben Aspekte wie das Bereitstellen von Fluchtmöglichkeiten sowie das Verhindern von Bränden und weiterer Gefahren. Flugzeuge sind als unfalltauglich einzustufen, wenn sie

- die kinetische Energie kontrolliert abbauen,
- stets einen Überlebensraum für ihre Insassen behalten,
- einwirkende Kräfte schwächen,
- den Kontakt der Insassen mit der umgebenden Struktur verhindern oder abschwächen und
- das zügige Verlassen des Flugzeugs ermöglichen.

Insbesondere ist der Hersteller bestrebt, Folgendes zu erreichen:

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/5911.

Introduction

The series of standards VDI 5911 offers a design guideline for the accident-safe design of small aircraft and is divided into two Parts. Part 1 deals with the design of the aircraft structure, while Part 2 is dedicated to the design of the restraint system and the interior. The focus is on recommending suitable measures to give the occupants the greatest possible chance of survival in the event of an accident. An aircraft designed according to these design features therefore has a higher degree of crashworthiness.

The degree of crashworthiness is determined by the ability to maintain structural integrity, the damping of forces acting on the occupants and the retention of occupants and point masses. Aspects such as the provision of means of escape and the prevention of fires and other hazards also have an influence on crashworthiness. Aircraft are to be classified as crashworthy if they

- dissipate kinetic energy in a controlled manner,
- always maintain a survival space for their occupants,
- weaken the forces acting on them,
- prevent or mitigate occupant contact with the surrounding structure, and
- enable the occupants to exit the aircraft quickly.

In particular, the manufacturer shall strive to achieve the following:

- Verletzungen und Todesfälle bei leichten Unfällen gänzlich zu verhindern
- Verletzungen und Todesfälle bei schweren, aber überlebensfähigen Unfällen zu reduzieren
- den Schaden an der Flugzeugstruktur bei allen Unfallereignissen zu minimieren

Die Grundprinzipien der Unfalltauglichkeit lassen sich grundsätzlich mit den CREEP-Bedingungen (siehe Abschnitt 4) beschreiben.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Flugzeuge mit einer zulässigen maximalen Abflugmasse von nicht mehr als 2000 kg und maximal vier Sitzplätzen. Diese Richtlinie gilt nicht für Segelflugzeuge.

Diese Richtlinie bietet Entwicklern von Kleinflugzeugen Hilfestellung, ein zu entwickelndes Flugzeug oder Änderungen an solchen mit einer größtmöglichen Unfalltauglichkeit auszulegen. Es wird aufgezeigt, welche Einflüsse die Unfalltauglichkeit begünstigen oder benachteiligen. Für eine unfalltaugliche Auslegung werden mögliche Methoden und Technologien genannt.

Diese Richtlinie behandelt die Integrität der Struktur. Die in dieser Richtlinie beschriebenen Anforderungen an die Flugzeugzelle sollen hauptsächlich zur Erfüllung der Überlebensraumbedingungen beitragen. Für die Bestrebung nach einer maximal unfalltauglichen Flugzeugzelle müssen jedoch auch Maßnahmen zur Erfüllung von Rückhaltung, Energie und Post-Crash-Faktoren getroffen werden. Dazu sei auf VDI 5911 Blatt 2 verwiesen.

Das Verhalten einer Flugzeugzelle während eines Unfalls ist ein hochkomplexer Vorgang, der von vielen Faktoren beeinflusst wird. Daher ist bei der Verwendung dieser Richtlinie unbedingt darauf zu achten, dass sie eine ganzheitliche, flugzeugspezifische Auslegung gegen Crash nicht ersetzen kann und lediglich Hinweise gibt, worauf bei der Auslegung grundsätzlich zu achten ist. Wo möglich, werden Erfahrungswerte angegeben, die aber immer im Zusammenhang mit dem vollständigen Crashkonzept eines Flugzeugs betrachtet und nachgewiesen werden müssen. Eine partielle oder unvollständige Beachtung der in dieser Richtlinie aufgeführten Hinweise kann potenziell auch zu einer Verschlechterung der Unfalltauglichkeit führen. Es sei explizit darauf hingewiesen, dass diese Richtlinie rechtlich geltende Vorschriften (insbesondere Bauvorschriften) nicht ersetzt. Eine Übereinstimmung mit gültigen, anzuwendenden Vorschriften muss daher für jede Entwicklungsaktivität sichergestellt werden.

- Prevent injuries and fatalities in minor accidents altogether.
- Reduce injuries and fatalities in severe but survivable accidents.
- Minimise damage to the aeroplane structure in all accident events.

The basic principles of crashworthiness can basically be described by the CREEP conditions (see Section 4).

1 Scope

This standard applies to aircraft with a maximum take-off mass not exceeding 2000 kg and a maximum of four seats. This standard does not apply to gliders.

This standard is intended to assist designers of small aircraft in developing or modifying an aircraft with the greatest possible crashworthiness. It shows which influences favour or disadvantage crashworthiness. Possible methods and technologies for a crashworthy design are identified.

This standard addresses the integrity of the structure. The airframe requirements described in this standard are primarily intended to contribute to the fulfilment of survivability space conditions. However, in the pursuit of a maximum crashworthy airframe, measures must also be taken to satisfy restraint, energy, and post-crash factors. For this, reference is made to VDI 5911 Part 2.

The behaviour of an airframe during an accident is a highly complex process that is influenced by many factors. Therefore, when using this standard, it is essential to note that it cannot replace a holistic, aircraft-specific design against crash and only provides information on what should be considered in principle during the design. Where possible, empirical values are given, but these must always be considered and verified in the context of the complete crash concept of an aircraft. Partial or incomplete compliance with the advice given in this standard can also potentially lead to a deterioration in crashworthiness. It should be explicitly noted that this standard does not replace legally applicable standards (in particular building regulations). Conformity with valid, applicable regulations must therefore be ensured for every development activity.