



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Projekt – 2

Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Lufttüchtigkeit –

Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs

Ronny Wittkopp 1701293

Mathias Gutzmann 1696678

31. Januar 2010

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
Department Fahrzeugtechnik + Flugzeugbau
Berliner Tor 9
20099 Hamburg

Verfasser:

Ronny Wittkopp
Bethesdastraße 32
20535 Hamburg

Mathias Gutzmann
Werderstraße 12
19055 Schwerin

Prüfer:

Dipl.-Ing. Michael Lischke
Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Projektzeitraum:

WS 2009/10



FAKULTÄT TECHNIK UND INFORMATIK
DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Dipl.-Ing. Michael Lischke

Aufgabenstellung – Projektarbeit

Name: Ronny Wittkopp
Mathias Gutzmann

Titel: Lufttüchtigkeit – Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs

Hintergrund

Flugzeugbauingenieur – Der Traum vom Fliegen...

Wer träumt nicht einmal davon sein eigenes Flugzeug zu entwerfen, zu konstruieren und zu erproben. Mit einem Studium an der HAW-Hamburg erlernt man eine Vielzahl von Fähigkeiten und Kenntnissen, den Traum vom eigenen Flugzeug zu realisieren. In der Flugmechanik und durch die Aerodynamik lernt man die Physik des Fliegens zu Verstehen – in der Strukturkonstruktion und im Flugzeugentwurf die Berechnung und Fertigung von Leichtbaustrukturen. Jedoch zum Thema Lufttüchtigkeit: Prüfung und Zulassung von Flugzeugen, findet man in den Vorlesungsunterlagen nur wenig.

Aufgabe

Ein Bericht in allgemein verständlicher Form zu verfassen, der einen Einblick in die Schwierigkeit und Vielseitigkeit der Prüfung und Zulassung von Flugzeugen darstellt. Dabei soll vereinfacht ein Weg skizziert werden, der den Ablauf von der Idee bis zur Zulassung, am Beispiel eines aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeugs, darstellt. Das Ergebnis dieser Projektarbeit soll den Weg zur Erlangung der Lufttüchtigkeit beschreiben und dabei nicht nur die Wichtigkeit und den Umfang der Prüfung und Zulassung in den Vordergrund stellen, sondern darüber hinaus auch Entscheidungshilfen bei der Planung und Umsetzung für den Bau eines eigenen Ultraleichtflugzeugs geben. Im Rahmen eines Vergleichs der unterschiedlichen Vorgehensweisen (Selbstbau, Amateurbau, Modifikation) sollen auch die wirtschaftlichen Risiken herausgearbeitet werden.

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Projektarbeit, erstellt nach der Prüfungs- und Studienordnung der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg, ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Die Arbeitsergebnisse und der vorliegende Bericht wurden nur dem Prüfer zugänglich gemacht.

.....

Datum Unterschrift

Ich versichere, dass ich diese Projektarbeit, erstellt nach der Prüfungs- und Studienordnung der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg, ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Die Arbeitsergebnisse und der vorliegende Bericht wurden nur dem Prüfer zugänglich gemacht.

.....

Datum Unterschrift

***„Ein Flugzeug zu erfinden, ist nichts.
Es zu bauen, ein Anfang.
Fliegen, das ist alles.“***

Otto Lilienthal

* 23.05.1848 - † 10.08.1896

deutscher Ingenieur und Flugpionier

Ein Wort des Dankes...

Wir möchten uns bei all denen bedanken, die uns bei der Anfertigung dieser Arbeit tatkräftig unterstützt haben. Ein besonderer Dank gilt unserem Projektbetreuer Herrn Dipl.-Ing. Michael Lischke für die hilfreichen Anregungen und Hinweise, sowie der moralischer Unterstützung. Die unvergesslichen Rücksprachen, welche zu dieser Projektarbeit regelmäßig stattgefunden haben, gaben uns immer wieder neue Betrachtungs- und Herangehensweisen an die verschiedenen Themen dieser Arbeit und motivierten uns ständig aufs Neue, doch noch den ein oder anderen Punkt mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Ein weiterer großer Dank gebührt Herrn Frank Einführer, dem Leiter des Luftsportgeräte-Büros des DAeC, mit dessen Hilfe und Unterstützung wir einen sehr guten Einblick in den Ablauf der Zulassung von Ultraleichtflugzeugen gewinnen konnten und somit einen großen Anteil zur Erstellung dieser Projektarbeit beigetragen hat.

Hamburg, Januar 2010

*Ronny Wittkopp
Mathias Gutzmann*

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Bilder	10
Verzeichnis der Tabellen	11
Liste der Abkürzungen	12
Einleitung	13
1. Allgemeines	14
1.1 Ultraleichtflugzeug – Hobby oder Lifestyle!?	14
1.2 Geschichtliche Entwicklung der Bau- und Prüfvorschriften.....	16
1.2.1 Entwicklung der Bauvorschriften für Ultraleichtflugzeuge	18
1.3 Zuständige Behörden, Organisationen und Verbände	21
1.3.1 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	21
1.3.2 Luftfahrt-Bundesamt (LBA)	22
1.3.3 Deutscher Aero Club e.V. (DAeC)	22
1.3.4 Deutscher Ultraleichtflugverband e.V. (DULV).....	22
1.3.5 Oskar-Ursinus-Vereinigung (OUV)	23
1.4 Gesetze und Verordnungen.....	24
1.4.1 Das Luftverkehrsgesetz (LuftVG).....	24
1.4.2 Die Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO)	25
1.4.3 Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden (BeauftrV)	26
1.4.4 Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät (LuftGerPV)	26
1.5 Lufttüchtigkeitsforderungen nach LTF – UL 2003	27
1.5.1 Nachweis der Flugeigenschaften und Flugleistungen.....	28
1.5.2 Der Festigkeitsnachweis	29
1.5.3 Gestaltung und Bauausführung	30
1.5.4 Triebwerksanlage	30
1.5.5 Ausrüstung.....	31
1.5.6 Betriebsgrenzen und Angaben	32
1.5.7 Propeller	32
1.5.8 Anhang I – Rettungsgeräte	33
1.5.9 Anhang II – Schleppen von Luftfahrzeugen	33

2. Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs	34
2.1 Definition des Titels	35
2.2 Identifizierung der Zielgruppe	35
2.3 Selbstbau – Amateurbau – Modifikation	36
2.3.1 Selbstbau	36
2.3.2 Amateurbau	36
2.3.3 Modifikation	36
2.3.4 Vor- und Nachteile	37
2.4 Schwerpunkte	37
3. Projektmanagement	38
3.1 Hilfsmittel	39
3.1.1 Checkliste	39
3.1.2 Tätigkeitslisten	40
3.1.3 Terminplan	41
3.1.4 Kostenplan	42
3.2 Vorbereitungsphase	43
3.2.1 Definition der Projektaufgabe	44
3.2.2 Strukturierung der Projektaufgabe	44
3.2.3 Ableiten der Aktivitäten	45
3.3 Einflussfaktoren	46
3.4 Risikoanalyse	48
3.5 Vermeidungsmaßnahmen	53
3.6 Entscheidungshilfen	54
4. Entwicklung & Bau des eigenen Ultraleichtflugzeuges	55
4.1 Flugzeugentwurf	55
4.1.1 Entwurf des individuellen Selbstbau	56
4.1.2 Amateurbau	57
4.1.3 Modifikation	57
4.2 Wahl der Bauweisen	59
4.1.4 Selbstbau & Amateurbau nach Bauplänen	59
4.3 Literaturhinweise	61

5. Zulassung	63
5.1 Selbstbau	64
5.1.1 Entwurfsphase – 1.Gutachten	64
5.1.2 Bauphase – 2.Gutachten	65
5.1.3 Erprobungsphase – 3.Gutachten	65
5.1.4 Zulassung – Ausstellung des Gerätekenntblattes	66
5.2 Amateurbau	67
5.2.1 Entwurfsphase	67
5.2.2 Bauphase	67
5.2.3 Erprobungsphase	68
5.2.4 Endgültige Zulassung	69
5.3 Modifikation	70
5.3.1 Entwurfsphase	70
5.3.2 Bauphase	71
5.3.3 Erprobungsphase	72
5.3.4 Endgültige Zulassung	72
5.4 Kosten im Zulassungsprozess	73
6. Zusammenfassung	74
Quellenverzeichnis	76
Anhang A – Entwurfs-Ablaufplan	A
Anhang B – Ablaufplan der Zulassung beim Selbstbau	B
Anhang C – Ablaufplan der Zulassung beim Amateurbau	C
Anhang D – Ablaufplan der Zulassung bei der Modifikation	D
Anhang E – Fragenkatalog/Umfragebogen	E

Verzeichnis der Bilder

Bild 1.1	Einteilung der Luftfahrzeugklassen nach dem LuftVG.....	14
Bild 1.2	Aerodynamische Steuerung von Ultraleichtflugzeugen.....	15
Bild 1.3	Stand der deutschen Vorschriften für Luftfahrzeuge bis 1945.....	17
Bild 1.4	Aerosport – Hart Bird 1.....	19
Bild 1.5	UL-Unfallstatistik von 1983-1997.....	20
Bild 1.6	Übersicht der Zuständigkeiten für die Zulassung.....	21
Bild 1.7	Geographische Übersicht der Geschäftsstellen in Deutschland.....	23
Bild 1.8	LTF-UL 2003.....	27
Bild 1.9	F-Schlepp Montagesatz inkl. Tost Schleppkupplung E-85.....	33
Bild 2.1	Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs.....	34
Bild 3.1	Projektmanagement.....	38
Bild 3.2	Balkenplan zur Terminplanung.....	41
Bild 3.3	Top-Down-Methode der Kostenplanung.....	42
Bild 3.4	Bottom-Up-Methode der Kostenplanung.....	42
Bild 3.5	Phasen eines Projektes.....	43
Bild 3.6	Arbeitsschritte in Vorbereitungsphase.....	43
Bild 3.7	Strukturprinzip des Projektstrukturplans.....	44
Bild 3.8	Katastrophen kündigen sich durch Ereignisse an.....	47
Bild 3.9	Visualisierung einer Risikoanalyse durch MS Excel.....	51

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3.1	Struktureller Aufbau einer Checkliste.....	39
Tabelle 3.2	Beispiel für eine komplexe ToDo-Liste.....	40
Tabelle 3.3	Aufbau der Checkliste zur Bewertung der Einflussfaktoren.....	46
Tabelle 3.4	Bewertungskriterien der Risikoanalyse.....	48
Tabelle 3.5	Risikoanalyse am Beispiel des Lagers.....	49
Tabelle 3.6a	Analyse der Bewertungskriterien.....	50
Tabelle 3.6b	Analyse der Bewertungskriterien.....	50
Tabelle 3.7	Ampel-Matrix.....	52
Tabelle 3.8	Analyse der Vermeidungsmaßnahmen am Beispiel des Lagers.....	53
Tabelle 4.1	Übersicht von UL-Bausätzen (12/2009).....	57
Tabelle 4.2	Übersicht des UL-Gebrauchtmrkt (12/2009).....	58
Tabelle 5.1	Übersicht der Kosten im Zulassungsprozess (12/2009).....	73

Liste der Abkürzungen

AVA	Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen
BeauftrV	Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden
BfU	Betriebstüchtigkeitsforderungen für Ultraleichtflugzeuge
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
BLV	Bau- und Prüfvorschriften
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
DAeC	Deutscher Aero Club e.V.
dB(A)	Dezibel – Maßeinheit für den Schalldruckpegel
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DULV	Deutscher Ultraleichtflugverband e.V.
DVL	Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt
EASA	European Aviation Safety Agency
EDGK	Kennung des Flugplatz Korbach
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
FMEA	Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
LSG-B	Luftsportgeräte-Büro
LuftGerPO	Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
LuftVZO	Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung
MS	Microsoft
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NfL	Nachrichten für Luftfahrer
OUV	Oskar-Ursinus-Vereinigung
RPZ	Risikoprioritätszahl
ToDo	engl.: to = zu, do = tun
UL	Ultraleichtflugzeug
V _{So}	Überziehgeschwindigkeit in Landekonfiguration

Einleitung

Der Einklang von Natur und Technik, die Erfahrung, sich mit unterschiedlichsten Mitteln in die Lüfte zu bewegen, begeistert Menschen heute noch ebenso wie zu den Beginnen der Luftfahrt. Der Traum vom Fliegen ist geblieben, die Bedingungen haben sich jedoch im Laufe der Jahre und Jahrzehnte stark verändert. Denn Luftsportbegeisterte von heute sehen sich mit einer stetig wachsenden Zahl von Problemen konfrontiert. Galt es zu Zeiten Otto Lilienthals noch vorrangig Fragen zur Aerodynamik, Navigation und Meteorologie zu klären, ist der Luftsportler immer mehr der Einflussnahme von Politik und Gesetzgebung ausgesetzt.

Im Studiengang Flugzeugbau an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Hamburg wird das nötige Wissen in Aerodynamik und Flugmechanik, sowie in der Fertigung von Leichtbaustrukturen vermittelt. Dagegen wird das Projektmanagement und die juristische Seite des Flugzeugbaus nur am Rande behandelt und bezieht sich vorrangig auf Großraumflugzeuge. Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Projektarbeit mit dem Umgang von Gesetzen, Vorschriften und der Projektplanung. Dabei bieten die Luftsportgeräte, in diesem Falle die aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeuge, die beste Möglichkeit den kompletten Weg von der Idee zur Zulassung zu betrachten.

Diese Projektarbeit soll einen Bericht in allgemein verständlicher Form verfassen, der einen Einblick in die Schwierigkeit und Vielseitigkeit der Prüfung und Zulassung von Ultraleichtflugzeugen darstellt. Aus den vielen Informationen, die man zum Eigenbau eines aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeugs in verschiedensten Medien (Gesetze, Vorschriften, Bücher, Internet usw.) findet, wird versucht einen Leitfaden für dieses komplexe Selbstbauprojekt zu entwickeln.

Das Ergebnis dieser Projektarbeit soll den Weg zur Erlangung der Lufttüchtigkeit beschreiben und dabei nicht nur die Wichtigkeit und den Umfang der Prüfung und Zulassung in den Vordergrund stellen, sondern darüber hinaus auch Entscheidungshilfen bei der Planung und Umsetzung für den Bau eines eigenen Ultraleichtflugzeugs geben. Im Rahmen eines Vergleichs der verschiedenen Vorgehensweisen (Selbstbau/Amateurbau/Modifikation) sollen auch die wirtschaftlichen Risiken herausgearbeitet werden.

1. Allgemeines

Dieser Abschnitt befasst sich zwar noch nicht unmittelbar mit der Idee, der Planung und Zulassung von Ultraleichtflugzeugen, ist jedoch für das Verständnis und die Wahrung des Zusammenhanges dieser Arbeit, speziell beim Schwerpunkt Lufttüchtigkeit, sehr wesentlich. Durch die allgemeinen Grundlagen soll der Leser einen ersten Einblick in das Thema erhalten und zugleich auch die Bedeutung der wichtigsten Fachausdrücke und Definitionen kennenlernen.

1.1 Ultraleichtflugzeug – Hobby oder Lifestyle!?

Ultraleichtflugzeuge sind im wahrsten Sinne des Wortes „ultraleichte“ Flugzeuge mit einem maximalen Startgewicht von 472,5 kg bei Doppelsitzern. Dabei ist der Begriff „Flugzeug“ streng genommen unzutreffend, denn ein Ultraleichtflugzeug gilt vor dem Gesetz (LuftVG) als Luftsportgerät.

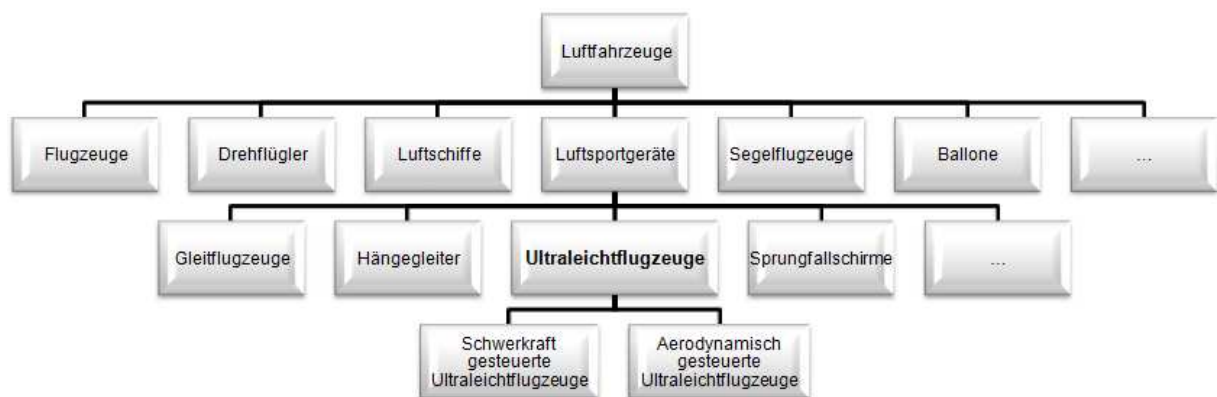


Bild 1.1 Einteilung der Luftfahrzeugklassen nach dem Luftverkehrsgesetz (LuftVG)

Als Ultraleichtflugzeug bezeichnet man alle motorisierten Luftsportgeräte, die sich in erster Linie über ihre geringe Abflugmasse definieren und dabei vereinfachten Zulassungsbestimmungen unterliegen. Wesentliche Bestimmungen sind:

- die Abflugmasse darf zweisitzig nicht mehr als 472,5 kg betragen,
- die Mindestgeschwindigkeit V_{SO} darf nicht größer als 65 km/h sein,
- die Lärmemission darf 60 dB(A) nicht überschreiten,
- der Einbau eines integrierten Gesamtrittungssystems ist vorgeschrieben.

Es wird grundsätzlich zwischen schwerkraftgesteuerten und aerodynamischen gesteuerten Ultraleichtflugzeugen unterschieden. Bei den schwerkraftgesteuerten Ultraleichtflugzeugen steuert der Pilot das Flugzeug durch Gewichtsverlagerung bzw. durch Schwenkung der gesamten Flügelfläche, wie z.B. bei motorisierten Hängegleiter oder Gleitschirme. Das aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeug, häufig auch als „Dreiachser“ bezeichnet, wird wie ein normales Flugzeug mit Höhen-, Seiten- und Querrudern gesteuert.

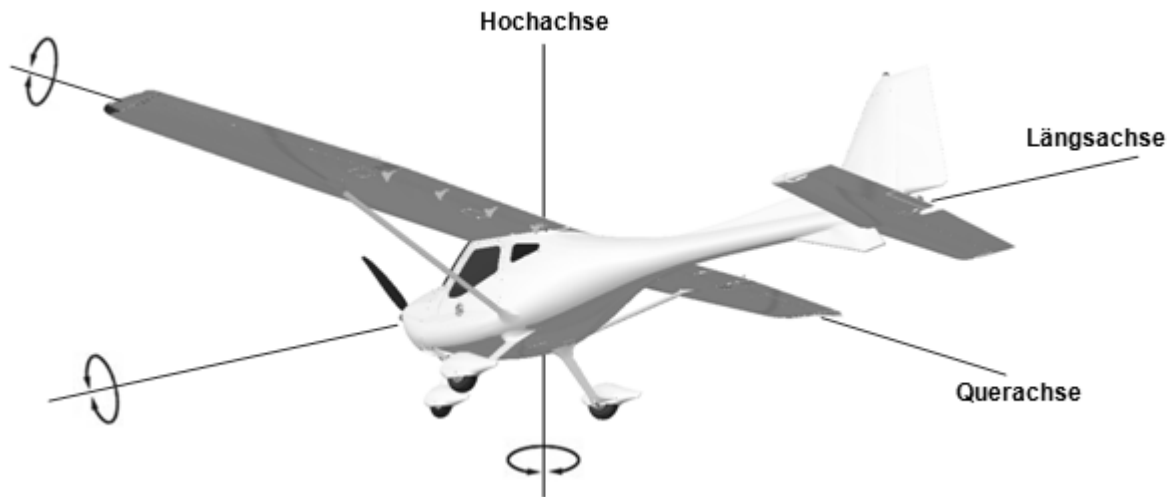


Bild 1.2 Aerodynamische Steuerung von Ultraleichtflugzeugen

Der Antrieb moderner Ultraleichtflugzeuge stellt heute eine fast optimale Kombination aus Kraftstoffverbrauch, hervorragender Leistungsfähigkeit und Umweltfreundlichkeit dar. Mit Leistungsdaten, wie einer Reichweite von über 1.000 km, einer Reisegeschwindigkeit von 270km/h und einem Kraftstoffverbrauch von 12-14 Liter/h sind moderne, aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge eine preiswerte und sichere Alternative zu den Einstiegsmodellen der Echo-Klasse.

Äußerlich sind aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge kaum noch von „echten Motorflugzeugen“ zu unterscheiden. Insider erkennen sie an ihrer Kennung: Das markante D-M (sprich: Delta-Mike) gefolgt von drei weiteren Buchstaben, z.B. D-MXYZ, ist als nationales Eintragungszeichen in Deutschland bei motorgetriebenen Luftsportgeräten nach LuftVZO Anl.1 (zu §14 und §19) zu verwenden.

In den letzten Jahren ist es zu einem Boom in der Ultraleichtfliegerei gekommen. Das liegt zum einen an der rasanten technischen Entwicklung und zum anderen an der kostengünstigeren Variante zum Motorflug. Eine Entwicklung, die nicht von allen Ultraleichtfliegern positiv gesehen wird. Denn die ursprüngliche Idee der Ultraleichtfliegerei, sich mit einem Minimum an technischem Aufwand in die Lüfte zu erheben, ist nur noch selten verwirklicht...

1.2 Geschichtliche Entwicklung der Bau- und Prüfvorschriften

Die Geschichte der Luftfahrt beginnt mit der Beobachtung der Natur und dem Traum vom Fliegen. Von den ersten Versuchen und Fehlschlägen, über die ersten Flugpioniere und ihre technischen Errungenschaften, bis hin zur heutigen kommerziellen Luftfahrt. Mit Otto Lilienthal begann Ende des 19. Jahrhunderts die moderne Luftfahrtforschung. Zwischen 1880 und 1896 unternahm er eigene Flugversuche, die bis heute als die ersten sicheren, wiederholbaren Gleitflüge der Geschichte gelten. Der endgültige Durchbruch der Fliegerei gelang durch die Erfindung und Entwicklung kleiner, mobiler Verbrennungsmotoren. Mit Hilfe eines solchen Benzinmotors gelang den Brüdern Wright 1903 der erste gesteuerte Motorflug, der die technische Luftfahrt revolutionierte.

Seitdem wurden ständig neue Rekorde in Fluggeschwindigkeit, Flughöhe und Reichweite erzielt. Während in den ersten Pionierjahren kaum Unfälle durch Festigkeitsprobleme auftraten, entwickelte sich in dieser Zeit ein sprunghaftes Ansteigen katastrophaler Brüche im Fluge. Die Notwendigkeit einer staatlichen Überwachung wurde erkannt und die Frage der Beanspruchung von Flugzeugen im Fluge wurde ein wichtiger Gegenstand theoretischer und versuchsmäßiger Untersuchungen.

In zunehmendem Maße wurde in die Entwicklung der Luftfahrtforschung investiert. Erste Forschungsanstalten entstanden in Deutschland: 1907 die Aerodynamische Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen und 1912 die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Berlin-Adlershof. Die AVA wurde unter der Leitung von Ludwig Prandtl zur Geburtsstätte der Aerodynamik. Kein Bereich der Technik war auf so hohe wissenschaftliche Forschung angewiesen, wie die Flugtechnik. 1912 wurde dem Gründer der Versuchsanstalt für Luftfahrt, Friedrich Bendemann, die Leitung und Durchführung des Wettbewerbs um den „Kaiserpreis für den besten deutschen Flugzeugmotor“ übertragen, für den 68 Motoren von 14 Herstellern gemeldet wurden.

Der 1. Weltkrieg machte den Himmel durch die Erfindung des Flugzeugs zum neuen Kriegsschauplatz. Aufgrund der speziellen Einsatzzwecke wurde das Flugzeug ständig weiterentwickelt, ohne jedoch eine kriegsentscheidende Bedeutung zu erlangen. Während dieser Zeit erschienen die ersten deutschen Lufttüchtigkeitsforderungen als „Bau- und Liefervorschriften“ (BLV) der Flugzeugmeisterei der deutschen Fliegertruppe. Ein hoffnungsvoller Anfang für die Sicherheit des Fluggerätes, der jedoch mit dem Kriegsende und dem damit verbundenen Bau- und Flugverbot für Motorflugzeuge in Deutschland (Grundlage des Versailler Friedensvertrages von 1919) zum Stillstand kam.

Erst als im Jahre 1926 die Beschränkungen des deutschen Flugzeugbaues gefallen waren, konnte auch die Weiterentwicklung der amtlichen Vorschriften betrieben werden. In dieser Zeit entwickelten sich die „Bauvorschriften der DVL für Flugzeuge“.

Auf der Grundlage dieser Bauvorschriften wurde durch Herausgabe von Deckblättern des Deutschen Luftfahrzeug-Ausschusses (DLA) eine schrittweise Anpassung an die neusten Erkenntnisse und Erfahrungen vorgenommen. Im April 1933 erschien die „Bauvorschrift für Flugzeuge“ als umfassende und vollständige Vorschrift des DLA. Sie war die Grundlage für die Musterprüfung vieler Flugzeugmuster der damaligen Zeit und wurde auch bei der Erstellung mancher ausländischen Bauvorschriften berücksichtigt. Nach der Machtergreifung der Nationalsozialisten im Januar 1933 war das Technische Amt des Reichsluftfahrtministeriums für die Prüfung von Festigkeit und Konstruktion der Luftfahrzeuge, sowie für den Erlass von Bauvorschriften zuständig. Es folgte bis 1945 eine Reihe weiterer Veröffentlichungen von Prüf- und Bauvorschriften aus verschiedenen Gebieten des Luftfahrzeugbaues.

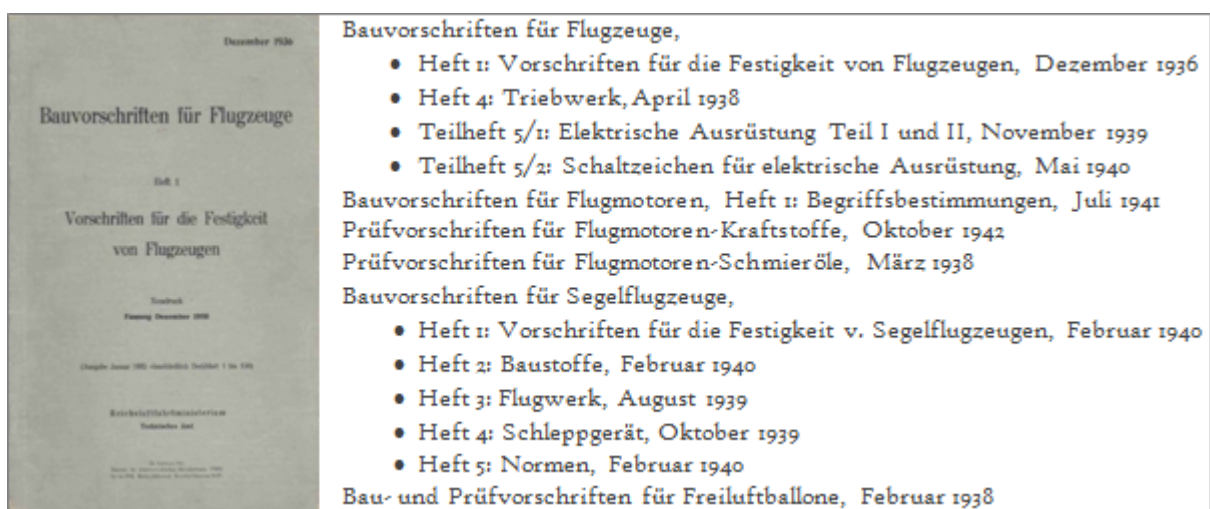


Bild 1.3 Stand der deutschen Vorschriften für Luftfahrzeuge bis 1945 (**Matschego 1960**)

Nach der Kapitulation Deutschlands im Mai 1945 waren sowohl Herstellung und der Besitz von Flugzeugen als auch jede fliegerische Betätigung verboten. Mit der Wiedererlangung der uneingeschränkten Lufthoheit und obersten Gewalt auf dem Gebiet der Zivilluftfahrt im Jahre 1955, war es nun die Aufgabe, das gesamte Zulassungs- und Prüfwesen in der zivilen Luftfahrt neu zu organisieren. Jedoch hatte die Luftfahrttechnik in den vergangenen zehn Jahren ganz erhebliche Fortschritte gemacht. Die früheren Prüf- und Bauvorschriften galten als überholt. Es erschien nicht nur zweckmäßig, sondern erwies sich auch als notwendig, auf Lufttüchtigkeitsforderungen ausländischer Staaten zurück zu greifen. Diese Notwendigkeit ergab sich einerseits aus der Tatsache, dass die früheren deutschen Bauvorschriften das Luftfahrtgerät nicht erschöpfend behandelten, andererseits musste berücksichtigt werden, dass die deutsche Luftfahrtindustrie auf den ausländischen Markt angewiesen war. Mit der Anerkennung der US-amerikanischen Vorschriften für den Bau und der Prüfung von Luftfahrtgerät durch den Bundesminister für Verkehr (1957) wurde Klarheit in der Regelung geschaffen. Seither ist man bestrebt, eine deutsche Fassung der anerkannten US-Vorschriften zu erstellen, die bei der Prüfung und Zulassung des deutschen Luftfahrtgeräts unmittelbar angewendet werden kann.

1.2.1 Entwicklung der Bauvorschriften für Ultraleichtflugzeuge

Das Ultraleichtflugzeug gibt es in Deutschland eigentlich noch gar nicht so lange. Genau genommen erst seit 1979, als im Rahmen eines Erprobungsprogramms zunächst einmal erste Erfahrungen mit diesen Luftsportgeräten gesammelt werden durften. Seit dem 15. Mai 1982 ist das Ultraleichtfliegen in Deutschland durch die „Allgemeinverfügung für den Betrieb von bemannten, nichtzulassungspflichtigen Luftfahrzeugen“ des Bundesverkehrsministeriums freigegeben.

Die Ultraleichtflugzeuge wurden anfangs als einsitzige motorisierte Luftfahrzeuge bezeichnet, die durch Gewichtsverlagerung und/oder mittels Steuerruder aerodynamisch gesteuert werden und deren Rüstmasse, einschließlich Gurtzeug, Rettungssystem, Instrumente und leerem Kraftstofftank, 100kg nicht überschreiten.

In der Allgemeinverfügung wurden die betrieblichen Forderungen und technischen Voraussetzungen an Ultraleichtflugzeuge geregelt. Auf dieser Grundlage wurden die entsprechenden Befähigungs- und Betriebstüchtigkeitsnachweise erteilt.

Technische Voraussetzungen

- Das Ultraleichtflugzeug einschließlich Gurtzeug und Rettungssystem muss so beschaffen sein, dass es den zu erwartenden Beanspruchungen im Flugbetrieb ohne Beeinträchtigung der Betriebstüchtigkeit genügt.
- Die Flügelfläche muss eine Größe von mindestens 10m² haben.
- Die Mindeststeiggeschwindigkeit bei höchstzulässiger Gesamtmasse muss 1m/s betragen.
- Bei einer Mindestfluggeschwindigkeit von höchstens 45km/h muss volle Steuerbarkeit eingehalten werden können.
- Das höchstzulässige Fassungsvermögen des Treibstofftanks darf 20 Liter nicht überschreiten.
- Die Mindestinstrumentierung muss aus einem Fahrtmesser, Höhenmesser und Kompass bestehen.
- Der Lärmgrenzwert darf 55 dB(A) bei maximaler Motorleistung, gemessen in Anlehnung an die Lärmschutzforderungen für Luftfahrzeuge vom 3. Juli 1979, nicht überschreiten.
- Das Ultraleichtflugzeug muss an sichtbarer Stelle mit einer deutlich lesbaren dauerhaften Aufschrift in deutscher Sprache versehen sein, die aussagt, dass das Gerät nicht der Prüf- und Zulassungspflicht gemäß Prüfordnung für Luftfahrtgerät unterliegt und dass seine Benutzung auf eigene Gefahr erfolgt.

Die Ultraleichtflugzeuge der ersten Generation waren Hängegleiter und leichte Segelflugzeuge mit Hilfsmotoren. Kurze Zeit später folgten die ersten eigenständigen Entwicklungen und Eigenbauten. Diese waren einfachste Konstruktionen aus einem Rohrgerüst mit Seilverspannungen (Rohr-Tuch-Bauweise) und ausgerüstet mit dem Notwendigsten, ähnlich wie zu den Anfängen der Motorfliegerei.



Bild 1.4 Aerosport - Hart Bird 1

Mit Entwicklung der Motorentechnologie (2-Takt/4-Takt) wurde mit entsprechender Änderung der Allgemeinverfügung das Limit des Leergewichts zunächst auf 115kg, später dann sogar auf 150kg festgelegt. Auch die Beschränkung auf eine Person war bereits früh einer Erweiterung auf zwei Sitze gewichen, was für die sichere und einfache Schulung von Piloten nahezu unumgänglich war.

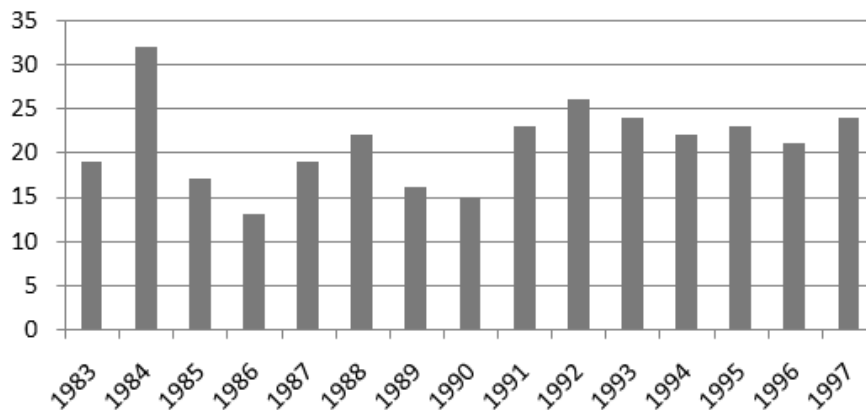
Weitere erforderliche Anpassungen folgten. So wurde wie bei konventionellen Flugzeugen das maximale Abfluggewicht an Stelle des Flugzeugleergewichts als Limit gesetzt. Dieses war zunächst begrenzt auf 400kg und wurde dann auf die europäisch heutzutage üblichen 450kg angehoben. Weitere Regulierungen betrafen die Lärm-Emissionsgrenze. Der bisher geforderte Lärmgrenzwert von 55dB(A) wurde trotz aufwändigster Untersuchungen und Entwicklungen nur für einsitzige Ultraleichtflugzeuge erreicht. Somit wurde der Grenzwert unter Berücksichtigung eines geänderten Messverfahrens, welches ähnlich wie bei konventionellen Flugzeugen die Flug- und Steiggeschwindigkeiten mit einbezieht, auf die derzeit gültigen 60dB(A) erhöht.

Im Oktober 1984 erschien die ersten „Betriebsstüchtigkeitsforderungen für Ultraleicht-Flugzeuge“ des DAeC und des DULV. Diese Bauvorschrift legt Mindestforderungen fest, die sicherstellen sollen, dass die Verwendung des Ultraleichtflugzeugs für den beabsichtigten Zweck unbedenklich ist und die Sicherheit des Luftverkehrs sowie die öffentliche Sicherheit und Ordnung nicht gefährdet werden.

Mit Aufhebung der Allgemeinverfügung des Bundesministeriums für Verkehr wurde durch die „Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden (BeauftrV)“ die Fach- und Rechtsaufsicht der beauftragten Luftsportverbände auf das Luftfahrt-Bundesamt übertragen. Seitdem sind die Ultraleichtflugzeuge zulassungspflichtig!

Trotz der BfU-84 häuften sich die Unfälle im Ultraleichtflugsport. Waren es anfangs noch Schwierigkeiten beim Triebwerk und der Treibstoffanlage, stieg zunehmend die anteilig hohe Zahl an technischem Versagen. Strukturbrüche im Flug, Torsions- und Schwingungsbrüche im Antriebssystem und mangelhafte Verarbeitung zogen einige tödliche Unfälle nach sich. Aus den Unfallstatistiken der Flugunfalluntersuchung des LBA wurde folgende Übersicht erstellt:

Bild 1.5 UL-Unfallstatistik von 1983-1997



Die neuen „Bauvorschriften für Ultraleichtflugzeuge“ (BfU-95) des DAeC lösten die alte BfU-84 ab. Gravierende Änderungen waren die Anpassung der erhöhten Abflugmasse für Doppelsitzer auf 450kg und die Erhöhung der Mindestgeschwindigkeit auf 65km/h. Mit diesen Bauvorschriften wurde die Grundlage für alle Anforderungen und Nachweisverfahren an das zulassungspflichtige Ultraleichtflugzeug geschaffen.

In den aktuellen „Lufttüchtigkeitsforderungen für aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge (2003)“ wurden die Zusatzforderungen für das Schleppen von Luftfahrzeugen, sowie der Einbau und die Belastungen des Rettungsgerätes integriert. Zusätzlich wurde das Kapitel zur Festigkeit entsprechend den Schwerpunkten der BFU-Unfallstatistik angepasst. Es traten zunehmend Unfälle durch Überschreiten der Betriebsgrenzen mit anschließendem strukturellem Versagen auf. Hier insbesondere des Tragwerks/Tragflügel.

Die Entwicklung der Bauvorschriften liegt jedoch nicht einzig und allein in der Auswertung von Flugunfalluntersuchungen begründet. In erster Linie sind die technischen Weiterentwicklungen, z.B. Triebwerksanlage (Motor/Propeller) und in der Werkstofftechnik, entscheidend für die Anpassung der Lufttüchtigkeitsforderungen.

Bauvorschriften sollen vorwiegend die Sicherheit des Luftfahrgerätes gewährleisten. Jedoch aufgrund der rasanten Entwicklung, gerade im Bereich der aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeuge, werden die Bauvorschriften derzeit eher angepasst, als das sie Mindestanforderungen festlegen oder Nachweisverfahren empfehlen...

1.3 Zuständige Behörden, Organisationen und Verbände

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) ist die oberste Behörde zur Wahrnehmung der Aufgaben der Luftfahrt. Dem untersteht das Luftfahrt-Bundesamt, die Bundesoberbehörde für die Aufgaben der zivilen Luftfahrt in Deutschland. Während das Luftfahrt-Bundesamt generell für die Zulassung von Luftfahrzeugen zuständig ist, hat der Gesetzgeber für Luftsportgeräte, zu denen die aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeuge zählen, eine besondere Verordnung erlassen. In der „Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden (BeauftrV)“ werden der DAeC und der DULV beauftragt, alle mit der Zulassung und dem Betrieb von Luftsportgeräten zusammenhängenden Verfahren durchzuführen. Die Rechts- und Fachaufsicht über diese beiden Verbände liegt beim Luftfahrt-Bundesamt.



Bild 1.6 Übersicht der Zuständigkeiten für die Zulassung von Ultraleichtflugzeugen (Luftsportgeräte)

Da es sich in der vorliegenden Arbeit ausschließlich um die Prüfung und Zulassung von aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeugen handelt, werden nachfolgend die dafür zuständigen Behörden, Organisationen und Vereine näher vorgestellt.

1.3.1 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

Die Zuständigkeiten des Bundes für die Luftfahrt liegen beim Ministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, mit Dienstsitz in Berlin und Bonn. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen wurde 1998 durch Zusammenlegung des Bundesministeriums für Verkehr und des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau gebildet und 2005 in „Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung“ umbenannt. Das BMVBS gliedert sich in die Hauptbereiche Verkehr, Bauwesen, Raum- und Stadtentwicklung/Wohnen, Klima/Umwelt/Energie, sowie in den Beauftragten der Bundesregierung für die neuen Bundesländer. Zum Aufgabenbereich der Abteilung Luft- und Raumfahrt des Bundesministeriums gehören: die Luftverkehrssicherheit zur Gewährleistung von Sicherheit und Ordnung des Luftfahrtgeräts, die Flugsicherung, die Angelegenheiten der Luftsicherheit, das Luftrecht, das Flugunfallwesen, sowie der Umweltschutz im Luftverkehr. Zur Wahrung dieser Aufgaben wurden die Zuständigkeiten übertragen auf: das Luftfahrt-Bundesamt, die in den Bundesländern für die Luftfahrt zuständigen Behörden (§31 LuftVG), die Deutsche Flugsicherung GmbH (§27c LuftVG), und der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung.

1.3.2 Luftfahrt-Bundesamt (LBA)

Das LBA ist die Bundesoberbehörde für die Aufgaben der zivilen Luftfahrt in Deutschland mit ihrem Sitz in Braunschweig. Dort sind die vier Abteilungen: Betrieb, Technik, Personal und Zentrale Dienste, sowie ihre Referate angesiedelt. Am 30.11.1954 wurde das „Gesetz über das Luftfahrt-Bundesamt“ erlassen, aus dem das LBA als Bundesbehörde hervorgeht. Es untersteht dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Das LBA ist in erster Linie technische Prüfungs- und Zulassungsbehörde. Zum weiteren Aufgabenbereich zählen die Durchführung und Überwachung von Musterprüfungen und Musterzulassungen, Lärmzulassungen, die Genehmigung und Überwachung von Entwicklungs- und Herstellungsbetrieben, die Ausgabe von Lufttüchtigkeitsanweisungen, Aufsicht über die Luftsportverbände, die Ausbildung und Prüfung des Luftfahrtpersonals, Führung der Luftfahrzeugrolle, sowie der Erlass von Rechtsverordnungen. Zudem hat das LBA die Rechts- und Fachaufsicht über die nach § 31c LuftVG beauftragten Luftsportverbände. Nicht zu den Kompetenzen des LBA zählt hingegen die Flugunfalluntersuchung.

1.3.3 Deutscher Aero Club e.V. (DAeC)

Der im Jahre 1950 gegründete Deutsche Aero Club e.V. ist ein Luftsportverband mit Sitz in Braunschweig. Jedes Bundesland beheimatet einen Landesverband, der rechtlich selbstständig fungiert. Der DAeC gliedert sich in die Sportfachgruppen: Segel- & Motorsegelflug, Modellflug, Freiballonsport, Ultraleichtflug, Fallschirmsport, Motorflug, sowie Drachen- & Gleitschirmsport. Das Luftsportgeräte-Büro (LSG-B) des DAeC ist vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung beauftragt worden, öffentliche Aufgaben im Zusammenhang mit der Benutzung des Luftraums durch Luftsportgeräte zu übernehmen (BeauftrV). Dazu gehören u.a. die Erteilung von Musterzulassungen und Verkehrszulassungen von Ultraleichtflugzeugen, sowie die Aufsicht über deren Betrieb auf Flugplätzen. Außerdem betreut das LSG-B die Ausbildung der Prüfer Klasse 5 für den technischen Bereich und strukturiert die Erarbeitung von Bauvorschriften und Ausbildungsrichtlinien für den Bereich der Luftsportgeräte. Das LSG-B arbeitet eng mit den Partnern aus dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, dem Luftfahrt-Bundesamt, verschiedenen Ingenieurbüros, Lärmmessstellen und den Prüfstellen für Rettungsgeräte zusammen.

1.3.4 Deutscher Ultraleichtflugverband e.V. (DULV)

Der deutsche Ultraleichtflugverband e.V. - oder kurz DULV - wurde 1982 gegründet und ist, gleichermaßen wie der DAeC, vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung beauftragt, die öffentlichen Aufgaben im Zusammenhang mit der Benutzung des Luftraums durch Luftsportgeräte wahrzunehmen. Während sich der

DAeC in erster Linie auf die aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeuge spezialisiert hat, betreut der DULV hauptsächlich die schwerkraftgesteuerten Ultraleichtflugzeuge. Als praktisch gleichberechtigter Verband ist nach § 2 der „Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden (BeauftrV)“ der DULV mit denselben Aufgaben betraut wie der DAeC.

Anmerkung: Gemäß § 5 BeauftrV sind beide Luftsportverbände verpflichtet, ihre Aufgaben neutral wahrzunehmen und für die Gewährleistung eines einheitlichen Sicherheitsstandards ihre Verwaltungsverfahren und Grundsätze aufeinander abzustimmen.

1.3.5 Oskar-Ursinus-Vereinigung (OUV)

Der OUV bzw. die „Vereinigung zur Förderung des Eigenbaus von Luftfahrtgerät“ wurde 1968 im Deutschen Museum in München gegründet und ist eine Vereinigung, die im ganzen deutschen Bundesgebiet Selbstbau-Luftfahrtgerät technisch und im Hinblick auf die Zulassung betreut. Der Verein bezweckt die fachkundige Beratung von im Selbstbau herzustellendem Luftfahrtgerät, die Prüfung von Projekten, die Beratung bei der Verwirklichung von Projekten und die Förderung von innovativen Projekten. Betreut werden Eigenentwicklungen, Nachbau nach Zeichnung und Bausätze bei weniger als 50% vorgefertigtem Anteil. Grundlage für die Prüfung und Zulassung von selbstgebaute Flugzeugen ist § 41 (LuftGerPO), der Prüfordnung für Luftfahrtgeräte. Der OUV arbeitet eng mit dem LBA zusammen und unterstützt die Behörde bei Gutachten von Selbstbauflugzeugen (LBA-Merkblatt Nr. 240.1).

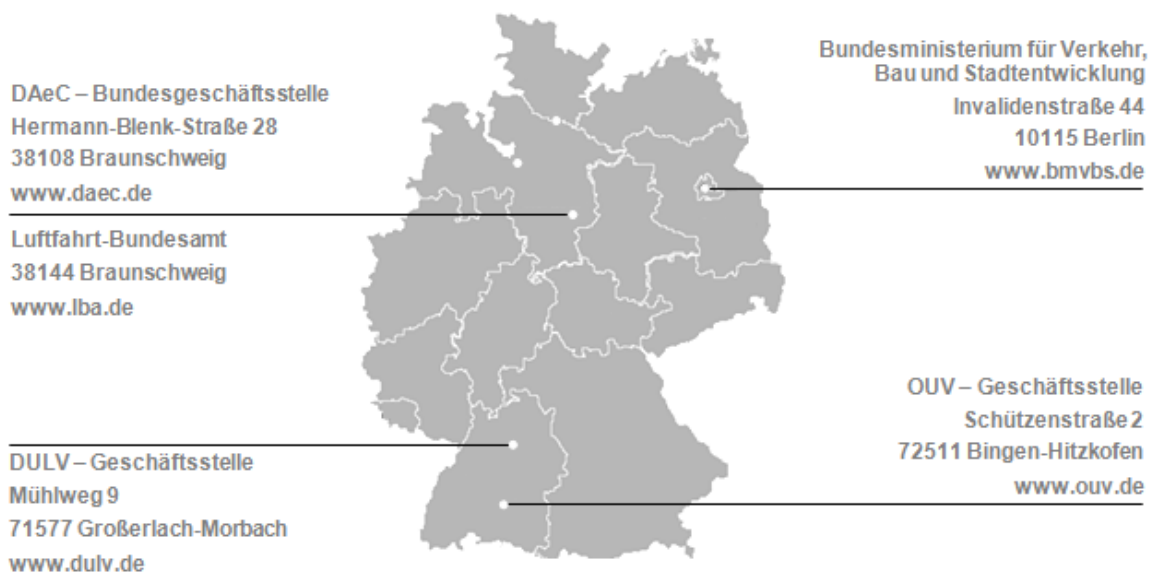


Bild 1.7 Geographische Übersicht der jeweiligen Geschäftsstellen in Deutschland

1.4 Gesetze und Verordnungen

Im Luftraum über der Bundesrepublik Deutschland kommt der Staat seine hoheitlichen Aufgaben nach und reguliert den Verkehr per Gesetz. Dieses Gesetz ist das Luftverkehrsgesetz. Aus dem LuftVG ergibt sich auch die Notwendigkeit der Zulassung von Ultraleichtflugzeugen.

Die European Aviation Safety Agency (EASA) ist durch das Europäische Parlament beauftragt die Zulassung ziviler Luftfahrzeuge zu regulieren. Die Ultraleichtflugzeuge fallen nach EASA Annex II jedoch in den Bereich nationaler Gesetzgebung. Daher betrachtet diese Arbeit ausschließlich die deutschen Gesetze und Verordnungen.

1.4.1 Das Luftverkehrsgesetz (LuftVG)

Das LuftVG berechtigt Luftfahrzeuge, zu denen nach §1 Nr. 10 auch Luftsportgeräte zählen, die in die Luftfahrzeugrolle oder das Luftsportgeräteverzeichnis eingetragen sind zum Verkehr im Luftraum über der Bundesrepublik Deutschland. Sie dürfen aber nur verkehren, wenn sie zum Luftverkehr zugelassen sind und in das Verzeichnis der deutschen Luftfahrzeugrolle eingetragen sind. Eine Verkehrszulassung kann nach dem LuftVG nur mit folgenden Nachweisen erfolgen:

1. Musterzulassung
2. Nachweis der Verkehrssicherheit nach Prüfordnung für Luftfahrtgerät
3. Haftpflichtversicherung
4. Lärmzeugniss

Desweiteren ermächtigt das Gesetz das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, durch entsprechende Rechtsverordnungen, juristische Personen des privaten Rechts mit der Wahrnehmung folgender Aufgaben im Zusammenhang mit Luftsportgeräten zu beauftragen (§31c LuftVG):

1. Muster- und Verkehrszulassungen
2. Erteilung der Erlaubnis für Luftpersonal
3. Erteilung der Erlaubnis für die Ausbildung
4. Erteilung der Erlaubnis zum Starten und Landen außerhalb der genehmigten Flugplätze für nicht motorgetriebene Luftsportgeräte
5. Aufsicht über den Betrieb von Luftsportgeräten auf Flugplätzen und Geländen
6. Erhebung von Kosten nach der Kostenverordnung der Luftfahrtverwaltung

1.4.2 Die Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO)

Die Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung regelt die Zulassung von:

1. Luftfahrtgeräten
2. Luftfahrtpersonal
3. Flugplätzen

Desweiteren werden in dieser Verordnung die Verwendung und der Betrieb von Luftfahrtgerät und der Haftpflichtversicherung geregelt.

Musterzulassung

Nach der LuftVZO bedürfen Luftsportgeräte einer Musterzulassung. In diese kann die Musterzulassung von Flugmotoren, Propellern, Rettungsgeräten und sonstigen musterzulassungsbedürftigen Luftfahrtgeräten einbezogen werden. Diese gilt dann aber nur für das musterzugelassene Luftsportgerät und in denen sie bei der Musterzulassung einbezogen waren.

Luftsportgeräte die nicht für den Nachbau vorgesehen sind werden als Einzelstücke zugelassen und sind von der Musterzulassung befreit.

Verkehrszulassung

Ultraleichtflugzeuge bedürfen einer Verkehrszulassung. Die Voraussetzungen wurden schon im Abschnitt LuftVG beschrieben. Durch die Erteilung eines Lufttüchtigkeitszeugnisses wird das Luftfahrtgerät zum Verkehr zugelassen.

Luftfahrtgerät kann ausnahmsweise insbesondere für technische Zwecke vorläufig zum Verkehr zugelassen werden. Hierzu muss die Haftpflichtdeckung und die Unbedenklichkeit der Verwendung des Luftfahrzeuges für den beabsichtigten Zweck nachgewiesen werden.

Kennzeichnung

Ultraleichtflugzeuge werden bei der Verkehrszulassung vom Beauftragten nach §31c LuftVG im Luftsportgeräteverzeichnis eingetragen und ein Kennzeichen zugeteilt. Für eine vorläufige Verkehrszulassung kann auch ein vorläufiges Eintragungszeichen zugeteilt werden. Luftsportgeräte führen den Buchstaben D und die Kennzeichnung M für motorgetrieben, gefolgt von 2 weiteren Buchstaben, auf der unteren Seite der linken Tragfläche und - soweit vorhanden - an beiden Seiten des Seitenleitwerks.

1.4.3 Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden (BeauftrV)

Diese Verordnung beauftragt den DAeC und den DULV mit der Wahrnehmung folgender Aufgaben im Zusammenhang mit der Benutzung des Luftraums durch Luftsportgeräte:

1. Erteilung der Muster- und Verkehrszulassung von Ultraleichtflugzeugen,
2. Erteilung der Erlaubnisse und Berechtigungen für das Luftfahrtpersonal dieser Luftsportgeräte,
3. Erteilung der Erlaubnisse für die Ausbildung dieses Luftfahrtpersonals.

Die Beauftragten müssen ihre Aufgaben neutral und unabhängig von der Mitgliedschaft in einem der Verbände wahrnehmen. Sie dürfen einen Antragsteller nicht zu dem anderen verweisen noch einen erlassenen vom anderen Verwaltungsakt beeinflussen. Sie müssen für einheitliche Sicherheitsstandards und Anforderungsprofile ihre Verwaltungsverfahren und –grundsätze aufeinander abstimmen. Das bedeutet ein beim DAeC musterzugelassenes Ultraleichtflugzeug darf auch beim DULV seine Verkehrszulassung erhalten und umgekehrt.

Diese sog. Doppelbeauftragung wurde 2001 erlassen und gilt für einen begrenzten Zeitraum. Nach Ablauf des jeweiligen Mandats kann die Beauftragung um weitere 5 Jahre verlängert werden (z.Z. gilt diese bis 2011). Die Rechts- und Fachaufsicht über diese Luftsportverbände liegt beim LBA.

1.4.4 Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät (LuftGerPV)

Diese Verordnung regelt die Anforderung und das Verfahren der Prüfung von Luftfahrtgerät auf seine Lufttüchtigkeit im Rahmen der Entwicklung, Herstellung und Instandhaltung (§1 LuftGerPV).

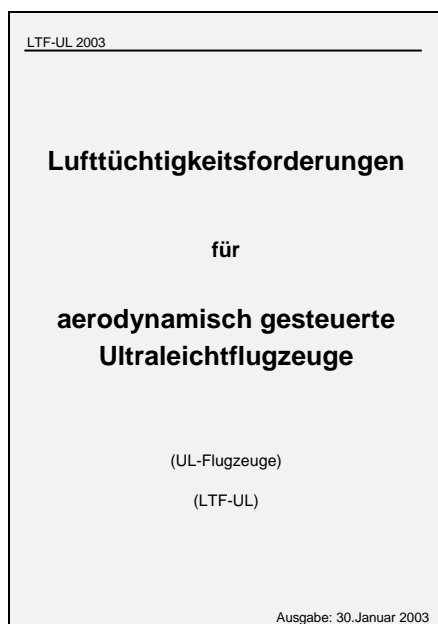
Der §10 regelt die Verfahren zur Prüfung von Luftsportgerät. Auf eine Aufzählung aller Abschnitte des Paragraphen soll hier verzichtet werden. Nur Abschnitt 5 ist hier besonders hervorzuheben. Sinngemäß heißt es dort, dass für Luftsportgeräte kann der Beauftragte nach §31c des LuftVG für die Herstellung im Amateurbau Art und Umfang der Prüfung im Einzelfall festlegen.

In der Zweiten Durchführungsverordnung zur Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät (2. DV LuftGerPV) werden die jeweiligen Bauvorschriften festgelegt. Für Luftsportgeräte der Kategorie motorgetriebene aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge ist die „Lufttüchtigkeitsforderung für aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge“ vom 30. Januar 2003 (NfL II-17/03) anzuwenden und für das Rettungsgerät für Luftsportgerät die "Lufttüchtigkeitsforderungen für Rettungsgeräte für Ultraleicht-Flugzeuge" vom 30. September 1999 (NfL II-122/99).

1.5 Lufttüchtigkeitsforderungen nach LTF – UL 2003

Die Lufttüchtigkeitsforderungen für aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge legen in erster Linie die Mindestanforderungen an die Festigkeit, der Ausrüstung und an das Betriebsverhalten fest. Es soll sichergestellt werden, dass die Verwendung des Ultraleichtflugzeuges für den beabsichtigten Zweck unbedenklich ist und die Sicherheit des Luftverkehrs sowie die öffentliche Sicherheit und Ordnung nicht gefährdet werden. Im Folgenden soll in allgemein verständlicher Form eine Übersicht der wesentlichen Inhalte dieser Bauvorschrift erarbeitet worden, um einen Einblick in die Vielseitigkeit der Anforderungen zu erhalten.

Die LTF-UL 2003 gliedert sich in folgende Kapitel:



- A - Allgemeines
- B - Betriebsverhalten
- C - Festigkeit
- D - Gestaltung und Bauausführung
- E - Triebwerksanlage
- F - Ausrüstung
- G - Betriebsgrenzen und Angaben
- J - Propeller
- A I - Rettungsgeräte
- A II - Schleppen von Luftfahrzeugen

Bild 1.8 LTF- UL 2003

Das Kapitel Allgemeines prüft ausschließlich die Anwendbarkeit dieser Bauvorschrift auf aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge. Im Kapitel Betriebsverhalten folgen die ersten Flugversuche, sowie der Nachweis zum Verhalten am Boden. Die Festigkeit wird überwiegend anhand von Belastungsversuchen geprüft. Im Kapitel Gestaltung und Bauausführung stehen nicht nur erste Funktionsversuche im Vordergrund, sondern auch der Gestaltung des Führerraums. Die Triebwerksanlage und der Propeller werden auf die jeweilige Betriebssicherheit überprüft, die Ausrüstung auf Anordnung und Gestaltung. Im Flughandbuch werden nicht nur Angaben zu den Betriebsgrenzen gemacht, sondern auch zum Verhalten in Notfallsituationen. Der Anhang I beschreibt die Vorgehensweise zum fachgerechten Einbau des Rettungsgeräts und die Zusatzforderungen für das Schleppen von Luftfahrzeugen durch Ultraleichtflugzeuge regelt der Anhang II.

1.5.1 Nachweis der Flugeigenschaften und Flugleistungen

Wenn es um den Nachweis der Flugeigenschaften geht, handelt es sich in erster Linie um die Stabilität und Steuerbarkeit eines Flugzeuges in der Luft und auf dem Boden. Im weiteren Sinne zählt auch das Flatter- und Schwingungsverhalten dazu. Die LTF-UL 2003 fordert bei der Durchführung von Flugversuchen, dass diese jeweils bei den ungünstigsten Masse- und Schwerpunktlagenkombinationen erfolgen. Eine grundlegende Forderung die erfüllt sein muss, ist die Forderung nach ausreichender Stabilität um alle drei Achsen des Ultraleichtflugzeuges. Statische Längsstabilität ist vorhanden, wenn sowohl Höhensteuerausschläge als auch Höhensteuerkräfte im jeweils richtigen Sinne erforderlich sind, um das auf eine bestimmte Fluggeschwindigkeit ausgetrimmte Ultraleichtflugzeug mit einer anderen Geschwindigkeit zu fliegen. Diese Forderung muss im gesamten Geschwindigkeitsbereich, für den das Flugzeug zugelassen werden soll, erfüllt sein. Besonders wichtig für die Sicherheit ist es, dass das Flugzeug auch noch in der Nähe seiner Mindestgeschwindigkeit diese Forderung erfüllt. Für die Quer- und Richtungsstabilität gilt entsprechend, dass zu jeder Änderung der Gleichgewichtslage entsprechende Steuerausschläge und Steuerkräfte erforderlich sein müssen. Das bedeutet, dass ein Ultraleichtflugzeug den einmal eingestellten Flugzustand nicht von sich aus ändern kann, oder anders ausgedrückt, wenn unbeabsichtigt eine Änderung des Flugzustandes eintritt, muss das Flugzeug ohne Probleme in den Ausgangszustand zurückkehren. Indirekt drücken die Stabilitätsforderungen auch schon die Forderung nach ausreichender Steuerbarkeit aus. Die Forderung nach ausreichender Steuerbarkeit erstreckt sich aber auch auf das Verhalten am Boden, beim Rollen und bei Start und Landung. Besondere Sorgfalt gilt der Beurteilung der Steuerbarkeit im Langsamflug und während des Überziehens.

Die Flugleistungen eines Ultraleichtflugzeuges, wie Geschwindigkeit, Reichweite, Steigleistungen, Start- und Landestrecken werden in erster Linie durch den Verwendungszweck bestimmt. Dennoch müssen aus Sicherheitsgründen hinsichtlich der Leistungen bestimmte Mindestanforderungen gestellt werden. Somit ist z.B. ein Ultraleichtflugzeug mit unzureichender Steigleistung als unsicher zu bezeichnen, weil es nach dem Start gezwungen wäre, sich noch lange Zeit in geringen Flughöhen zu bewegen. Zum einen würde es somit seine Umgebung durch Lärm belästigen und zum anderen wäre es im Falle einer Störung nicht in der Lage, ein Gelände aufzusuchen, auf dem eine Notlandung ohne Gefährdung des Luftfahrzeuges selbst und der unbeteiligten Öffentlichkeit möglich ist. Die LTF-UL 2003 legt deshalb eine Steigleistung von mindestens 1,5m/s fest. Außerdem muss nachgewiesen werden, dass die Startstrecke eines Ultraleichtflugzeuges vom Stillstand bis zum Erreichen einer Höhe von 15m, auf trockenem, ebenem, kurzgemähten Grasboden höchstens 300m betragen darf.

1.5.2 Der Festigkeitsnachweis

Da es beim Flugzeug in weit höherem Maße als bei allen anderen Verkehrsmitteln der modernen Technik darauf ankommt, mit kleinstem Aufwand an Gewicht ein Höchstmaß an Leistung zu erzielen, sind beim Festigkeitsnachweis Genauigkeit und Zuverlässigkeit unentbehrlich. Der Nachweis ausreichender Festigkeit wird durch rechnerische Untersuchungen und Versuche erbracht. In erster Linie wird bei der Prüfung festgestellt, ob alle in der LTF-UL 2003 geforderten Lastfälle lückenlos erfasst sind und ob die verwendeten Werkstoffe ausreichende Festigkeitseigenschaften besitzen. Dabei wird zwischen Luftlasten/Luftkräfte (Belastungen im Fluge), Bodenbelastungsfällen (Landebedingungen fürs Fahrwerk) und den Betätigungsbelastungen (Flugzeugführerkräfte), unterschieden.

Der Nachweis der Erfüllung der Forderungen für die Belastungen im Fluge müssen jeweils für alle Kombinationen von Masse und Zuladung, sowie für jede Kombination von Fluggeschwindigkeit und Lastvielfachen, erbracht werden. Außerdem muss in Betracht gezogen werden, dass sich die aerodynamischen Verhältnisse und damit die Verteilung der Luftlasten mit Fluggeschwindigkeit und Flughöhe stark verändern können. Um die Flugbereichsgrenzen eines Ultraleichtflugzeugs festzulegen, werden zwei Arten von Lasten unterschieden: Die Manöverlasten und die Böenlasten. Diese können mit Hilfe eines V-n-Diagramms übersichtlich visualisiert werden, um somit die zulässigen Flugbereichsgrenzen festlegen zu können.

Bei den Belastungen durch Flugzeugführerkräfte fordert die LTF-UL 2003 das alle Steuerungsanlagen zur unmittelbaren Steuerung des Ultraleichtflugzeuges, sowie deren Befestigungspunkte und Anschläge für sichere Lasten bemessen sein müssen die sich aus den Flugzeugführerkräften ergeben. Außerdem legt die Steuersteifigkeit die Grenze der elastischen Dehnung von Höhen-, Quer-, Seiten- und Flügelklappensteuerung auf maximal 25% des Gesamtsteuerweges fest.

Bodenkräfte wirken auf das Flugzeug beim Rollen und beim Landen. Der Landestoß beim Aufsetzen des Ultraleichtflugzeuges auf den Boden muss vom Fahrwerk aufgenommen werden können und ist hinsichtlich seiner Auswirkungen auf das gesamte Flugzeug zu untersuchen. Dabei werden verschiedene symmetrische und unsymmetrische Landefälle in Betracht gezogen.

Eine besondere Stellung nehmen die Notlandebedingungen ein. Es handelt sich dabei um den Nachweis ausreichender Festigkeiten gegenüber Beanspruchungen, wie sie im Falle einer Notlandung auftreten können. Man geht bei Ihrer Festlegung von der Voraussetzung aus, dass das Ultraleichtflugzeug auch noch im Falle einer Bruchlandung den Insassen Schutz bieten muss. Diese Forderungen wirken sich insbesondere auf die Festigkeit der Anschnallgurte und Sitze aus. Selbstverständlich kann man nicht fordern, dass ein hinreichender Schutz in allen Fällen gewährleistet ist. Es kommt vielmehr darauf an, dass die Insassen bei „überlebbaaren Unfällen“ noch Schutz vor schweren Verletzungen haben.

1.5.3 Gestaltung und Bauausführung

Die Sicherheitsanforderungen an die Gestaltung und Bauausführung von Ultraleichtflugzeugen beziehen sich in erster Linie auf die Betriebssicherheit. Jedes Bauteil muss nicht nur vor Verwitterung, Verschleiß und Korrosion geschützt sein, sondern sollte auch auf die normalerweise zu erwartenden Betriebsbedingungen ausgelegt sein. Außerdem müssen Vorkehrungen getroffen werden, die es ermöglichen, die Hauptbauteile des Festigkeitsverbandes und der Steuerung jederzeit auf Schäden untersuchen zu können.

Die Anforderungen an die Steuerung gliedern sich nach der Hauptsteuerung, der Trimmsteuerung und der Betätigung der Landeklappen. Jede Steuerung muss leicht, zügig und zwangsläufig genug sein, so dass sie ihre Aufgaben einwandfrei erfüllen kann. Die Bauvorschriften verlangen, dass durch statische Versuche unter sicherer Last und durch Funktionsversuche nachgewiesen wird, dass die Festigkeits- und Steifigkeitsanforderungen erfüllt sind. Durch Funktionsversuche unter Last muss nachgewiesen werden, dass in der Steuerungsanlage kein Klemmen oder Scheuern, keine übermäßig große Reibung und Durchbiegung auftritt.

Vom Führerraum ist nicht nur zu fordern, dass er der Besatzung ausreichend Schutz bietet und mit seiner Ausrüstung die Erfüllung derer Aufgaben ohne übermäßige Konzentration ermöglicht, es werden darüber hinaus auch Anforderungen gestellt, die hinreichende Sicht auch bei Regen und unter Vereisungswetter gewährleisten sollen. Die Steuerungen und Bedienorgane müssen so angeordnet sein, dass eine bequeme und fehlerfreie Betätigung möglich ist. Außerdem muss jeder geschlossene Führerraum unter normalen Flugbedingungen ausreichend belüftet sein.

Die LTF-UL 2003 beinhaltet zusätzlich Bestimmungen, die insbesondere für Notfälle von herausragender Bedeutung sind. So müssen z.B. alle Bedienorgane im Führerraum für Noteinrichtungen rot gefärbt sein. Außerdem muss der Führerraum so gestaltet sein, dass in Gefahrenfällen ein unbehindertes und schnelles Aussteigen möglich ist. Darüber hinaus muss gewährleistet werden, dass das Öffnungssystem bei geschlossenem Führerraum einfach und eindeutig zu bedienen sein muss.

1.5.4 Triebwerksanlage

Bei einem Ultraleichtflugzeug bezeichnet man den Motor und den Propeller, zusammen mit den zugehörigen Hilfsgeräten, als Triebwerksanlage. Alle Teile dieser Triebwerksanlage müssen so gebaut und angeordnet sein, dass sie einen sicheren Betrieb gewährleisten und für Prüfungen und Wartungsarbeiten stets zugänglich sind. Die notwendigen Sicherheitsvorschriften behandeln die gestaltungs- und ausführungsmäßigen Anforderungen an den Einbau des Motors und Propellers, sowie an die zugehörigen Anlagen, wie Kraftstoff- und Schmierstoffanlage, Kühlung, Ansaug- und Abgasanlage und den Bedieneinrichtungen für die Triebwerksanlage.

Die Festigkeitsanforderungen an den Motorträger und an die Unterstützung der anderen Geräte ergeben sich aus den Festigkeitsvorschriften für das gesamte Ultraleichtflugzeug. Die Gestaltungs- Ausführungsanforderungen müssen sicherstellen, dass die Triebwerksanlage unter allen zu erwartenden Betriebsbedingungen zuverlässig arbeitet, und dass die Brandgefahr auf ein unvermeidbares Mindestmaß verringert ist.

Die Sicherheitsforderungen an die Kraftstoffanlage richten sich in erster Linie an den Kraftstoffbehälter, sowie an deren Leitungen, Filter und Ventile. Der Kraftstoffbehälter muss allen Schwingungsbeanspruchungen und Flüssigkeitsbelastungen, denen er im Betrieb unterworfen sein kann, standhalten. Außerdem muss jeder Behältereinbauroum belüftet und mit einem Ablauf versehen sein, um die Ansammlung brennbarer Flüssigkeiten oder Dämpfe zu verhindern. Weiterhin muss ein Kraftstoffabsperrventil vorhanden sein, um die Kraftstoffzufuhr zum Motor im Fluge schnell abstellen zu können. Ähnliche Forderungen bestehen hinsichtlich der Schmierstoffanlage.

Laut LTF-UL 2003 muss die Triebwerkskühlung in der Lage sein, die Temperaturen aller Bestandteile der Triebwerksanlage und der Motorflüssigkeiten innerhalb der Temperaturgrenzen zu halten, die der Motorhersteller für alle wahrscheinlichen Betriebszustände angegeben hat oder die der Flugzeughersteller für diese Betriebszustände als erforderlich festgelegt hat.

Während die Luftansauganlage die Zuführung der notwendigen Luftmengen zum Motor sicherstellt, muss die Abgasanlage eine sichere Abführung der Abgase ohne Feuergefährdung und ohne Verunreinigung der Luft durch Kohlenmonoxid im Führerraum gewährleisten.

Für die Bedieneinrichtungen und Hilfsgeräte einer Triebwerksanlage in einem Motorraum gilt, dass diese aus feuerhemmendem Werkstoff sein müssen. Außerdem müssen Schalter vorhanden sein, um jeden Zündkreis abschalten zu können.

1.5.5 Ausrüstung

In den Lufttüchtigkeitsforderungen ist festgelegt, wie Ultraleichtflugzeuge ausgerüstet sein müssen, damit sie den Anforderungen der Verkehrssicherheit genügen. Die an die Ausrüstung zu stellenden Sicherheitsanforderungen befassen sich mit der Art der mitzuführenden Ausrüstung und den an ihren Einbau zu stellenden Forderungen. In der LTF-UL 2003 ist angegeben, welche Flugüberwachungs- und Navigationsgeräte, sowie Triebwerks-Überwachungsgeräte vorhanden sein müssen. Ebenso wird festgelegt, welche Sicherheits- und Rettungsgeräte vorhanden sein müssen.

In jedem aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeug müssen mindestens ein Fahrtmesser, ein Höhenmesser und ein Kompass (Flugüberwachungsgeräte), sowie Druck-, Temperatur- und Drehzahlanzeigergeräte, ein Kraftstoffvorratsanzeiger und

ein Ölvorratsanzeiger (Triebwerksüberwachungsgeräte) eingebaut sein. Alle diese Anzeigergeräte müssen übersichtlich angeordnet und für jeden Flugzeugführer leicht abzulesen sein. Außerdem muss für jeden Insassen ein vierteiliger Anschnallgurt vorhanden sein.

1.5.6 Betriebsgrenzen und Angaben

In den Betriebsgrenzen und Angaben sind die Grenzwerte für Geschwindigkeit, zulässige Masse und Schwerpunktlagen, die Abfangbelastungen, Start- und Landestrecken sowie die Betriebswerte für die Triebwerksanlage festgelegt. Außerdem werden Sicherheitshinweise für Beschriftungen und Kennzeichnungen gegeben.

Die LTF-UL 2003 fordert, dass für jedes Ultraleichtflugzeug nicht nur ein Betriebshandbuch, sondern auch ein Flughandbuch erstellt und vorgelegt werden muss.

Das Flughandbuch muss u.a. Angaben enthalten über:

- Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Betriebsbegrenzungen für die Triebwerksanlage
- Angaben über Gewichte und Beladung (Schwerpunktbereich)
- Angaben über Flugleistungen (Start- und Landestrecke, Steiggeschwindigkeit)
- Angaben über normale und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Ein Betriebshandbuch hingegen enthält Angaben, die für die richtige Wartung von wesentlicher Bedeutung sind, wie z.B.:

- Beschreibung der Anlagen
- Abschmierpläne, Drücke und elektrische Belastungen
- Instandhaltungs- und Prüfverfahren
- Liste der Spezialwerkzeuge
- Empfehlungen für die Reinigung und Pflege

1.5.7 Propeller

Die Lufttüchtigkeitsforderungen an den Propeller richten sich ausschließlich an die Gestaltung und Bauausführung. So muss nach LTF-UL 2003 die Eignung und Dauerhaftigkeit der zur Herstellung des Propellers verwendeten Werkstoffe nachgewiesen werden und das Entstehen eines unsicheren Betriebszustandes zwischen zwei Wartungsintervallen weitgehend ausgeschlossen sein.

1.5.8 Anhang I – Rettungsgeräte

Grundsätzlich gilt, dass der Einbau eines Rettungsgerätes zwischen dem Hersteller des Ultraleichtflugzeugs und dem Hersteller des Rettungsgeräts abgestimmt werden muss und im Betriebshandbuch dokumentiert ist. Die Anforderungen richten sich in erster Linie an die Festigkeit, denn im Falle einer Betätigung des Rettungssystems muss die Lagerung und die umgehende Struktur in der Lage sein, eine möglicherweise auftretende Rückstoßkraft aufzunehmen. Außerdem muss sichergestellt sein, dass das Rettungsgerät bei der Auslösung nicht behindert oder beschädigt wird.

1.5.9 Anhang II – Schleppen von Luftfahrzeugen

Dieser Abschnitt befasst sich mit den Zusatzforderungen für das Schleppen von Luftfahrzeugen. Ein Schleppzug setzt sich aus einem Ultraleichtflugzeug mit Schleppausrüstung und dem geschleppten Luftfahrzeug zusammen. Die Schleppausrüstung besteht in der Regel aus einer Schleppkupplung, der Auslösevorrichtung und einem Schleppseil mit Sollbruchstelle, an denen sich auch in erster Linie die Anforderungen an die Gestaltung und Bauausführung richten. So muss z.B. der Handgriff für die Betätigung der Schleppkupplung nicht nur Gelb gekennzeichnet sein, sondern auch so angebracht werden, dass er von jeder Sitzstellung aus mühelos betätigt werden kann. Das Betriebsverhalten des Schleppzuges schreibt vor, dass in keiner Phase des Schleppfluges die Betriebsgrenzen des Ultraleichtflugzeuges überschritten werden dürfen. Das Kapitel Festigkeit und die Angaben zu den Betriebsgrenzen finden auch im Anhang II dieser Bauvorschrift ihre Anwendung.

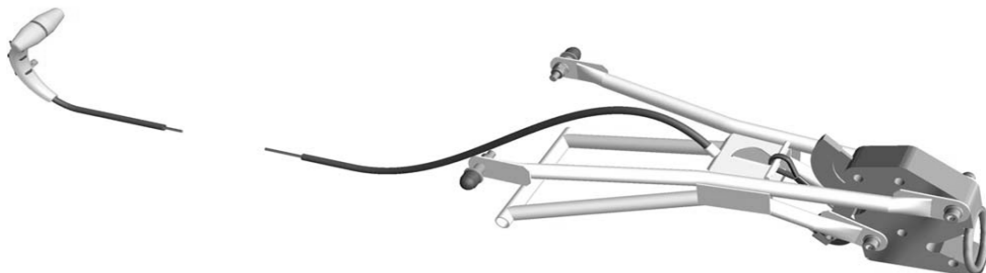


Bild 1.9 F-Schlepp Montagesatz inkl. Tost Schleppkupplung E-85 (Flughandbuch REMOS GX)

Anmerkung: Abschließend sei noch bemerkt, dass die Lufttüchtigkeitsforderungen nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn sie jeweils dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse entsprechen und den Fortschritten der Luftfahrttechnik folgen. Es ist unvermeidlich, dass die Lufttüchtigkeitsforderungen immer wieder geändert und verbessert werden müssen, um auch in Zukunft die Verkehrssicherheit der Luftsportgeräte, hier im speziellen der Ultraleichtflugzeuge, zu gewährleisten.

2. Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs

Viele Luftsportbegeisterte haben ihn, aber nur wenige verwirklichen ihn: Den Traum vom eigenen Flugzeug. Wenn man sich den Traum vom selbst gebauten Ultraleichtflugzeug erfüllen möchte, dann sollte man nicht nur über handwerkliches Geschick, technisches Verständnis und räumliches Vorstellungsvermögen verfügen, sondern auch über viel Enthusiasmus und einer gehörigen Portion Fanatismus.

Aber was genau ist damit nun eigentlich gemeint: Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs? Die Klärung dieser Frage steht im Vordergrund des nachfolgenden Abschnitts. Darüber hinaus werden nicht nur die Schwerpunkte dieser Projektarbeit näher erläutert, sondern auch ein erster Einblick in den Umfang und der Wichtigkeit des Projektmanagment vermittelt.

An dieser Stelle soll explizit darauf hingewiesen werden, dass diese Projektarbeit keinen Anspruch auf den ultimativen Lösungsansatz erheben kann. Ferner sollen die Ausführungen vorwiegend als Einstiegshilfe und erster Entscheidungshilfe bei der Auseinandersetzung mit diesem komplexen Thema dienen.

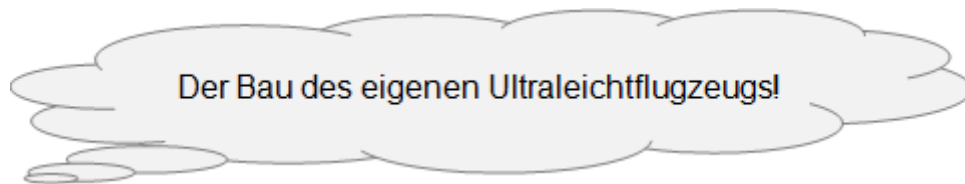


Bild 2.1 Von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs – Prinzipieller Ablauf

2.1 Definition des Titels

Der Weg von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeuges – Was steckt eigentlich dahinter und was bedeutet das nun konkret?

Eine Idee ist zunächst einmal eine geistige Vorstellung. Im Allgemeinen versteht man unter einer Idee einen Einfall, eine Vorstellung oder einen neuen Gedanken. Dieser Gedanke kann vielleicht in einem Satz wie diesen formuliert werden:



Leider mangelt es jedoch oft, mal ganz abgesehen von der Machbarkeit und der Finanzierung, an der Umsetzung bzw. dem Abschluss solcher neuen Ideen, und das liegt vor allem am Management des entsprechenden Projektes. Gute Ideen können nämlich in der heutigen hektischen Gesellschaft und undurchsichtigen Bürokratie nur mit einem guten Projektmanagement erfolgreich abgeschlossen werden. Deshalb liegt auch der Schwerpunkt dieser Projektarbeit in der Vorbereitung, Planung und Durchführung des Traums vom eigenen Ultraleichtflugzeug.

Darüber hinaus werden die Schwierigkeiten im Zulassungsprozess herausgearbeitet, mit deren Hilfe dann die unvermeidlichen amtlichen Vorgänge und der notwendige Papierkrieg problemlos geführt werden kann. Denn ohne den Segen der nationalen Luftfahrtbehörde darf sich kein Flugzeug in die Lüfte erheben.

2.2 Identifizierung der Zielgruppe

Diese Arbeit richtet sich an alle, die sich den Traum vom Fliegen, speziell im privaten Freizeitbereich, verwirklichen wollen. Dabei können die jeweiligen Ansprüche unterschiedlicher Natur sein. Ob als Hobbypilot mit dem Wunsch vom eigenen Flugzeug oder als Ingenieur mit dem Drang nach der Selbstverwirklichung, ob als Flugmodellbauer auf der Suche nach einer neuen Herausforderung oder als Hobbybastler mit Hang zum Fanatismus. Einfach an alle luftsportbegeisterte Privatpersonen, die bei der Verwirklichung ihrer Ziele keinen kommerziellen Zweck verfolgen und das eigene Ultraleichtflugzeug nach der Fertigstellung nicht gewerblich nutzen wollen.

2.3 Selbstbau – Amateurbau – Modifikation

Es gibt unterschiedliche Wege ein eigenes Ultraleichtflugzeug zu bauen. Zunächst einmal besteht die Möglichkeit eines kompletten Selbstbaus. Des Weiteren gibt es zahlreiche Bausätze von Ultraleichtflugzeugen, sogenannten Kits, mit denen ein Bau problemlos umsetzbar ist. Abschließend bietet die Modifikation, also eine Änderung am Luftfahrtgerät, die Möglichkeit an einem bereits zugelassenen Ultraleichtflugzeug die eigenen Ideen und Wünsche zu realisieren.

2.3.1 Selbstbau

Der Bau eines Einzelstücks wird als Selbstbau bezeichnet. Dabei kann es sich um eine vollständige Neu- bzw. Eigenentwicklung eines Ultraleichtflugzeuges handeln. Außerdem zählt nicht nur ein Nachbau mit Hilfe von Bauplänen zum Selbstbau, sondern auch der Nachbau anhand verschiedener Bausätze von nicht musterzugelassenen Ultraleichtflugzeugen. Der Selbstbau als Einzelstück ist nach §1 LuftVZO von der Musterzulassung durch den Gesetzgeber befreit. Der Nachweis zur Lufttüchtigkeit ist vom Beauftragten nach §31c LuftVG (DAeC/DULV) zu erbringen.

2.3.2 Amateurbau

Der Amateurbau ist durch den Nachbau von Bausätzen oder anhand von Bauplänen gekennzeichnet. Anders als beim Selbstbau handelt es sich hierbei um den Nachbau eines musterzugelassenen Ultraleichtflugzeugs. Der Nachweis der Lufttüchtigkeit des Bausatzes wurde schon während der Musterzulassung erbracht. Für den Nachbau ist somit nur eine Baubetreuung durch einen anerkannten Luftfahrprüfer notwendig, der nach einem erfolgreichen Bau in einem Stückprüfschein die Übereinstimmung mit dem vorhandenen Muster bestätigt.

2.3.3 Modifikation

Unter einer Änderung bzw. Modifikation wird eine bauliche Veränderung an einem bereits musterzugelassenen Ultraleichtflugzeug verstanden. Wirken sich jedoch die individuellen Modifikationen auf die Lufttüchtigkeit des Ultraleichtflugzeugs aus, so müssen diese Veränderungen anhand von Nachweisprüfungen durch die zuständige Musterprüfstelle anerkannt werden, um abschließend die entsprechende Musterzulassung zu ergänzen. Modifikationen oder auch bauliche Veränderungen an einem Ultraleichtflugzeug sind z.B. die Integration einer neuen Triebwerksanlage, die Nachrüstung einer Schleppkupplung oder auch der Austausch des Propellers.

2.3.4 Vor- und Nachteile

Alle drei Möglichkeiten haben ihre Vor- und Nachteile. Der Selbstbau ist wohl mit Abstand die größte Herausforderung an den eigenen Fertigkeiten und Kenntnisse. Jedoch ist nur durch ihn die kompromisslose Verwirklichung der eigenen Wünsche und Träume realisierbar. Der Bausatz richtet sich in erster Linie an alle Hobbybastler, die nach einer handwerklichen Herausforderung streben. Denn hierbei sind die individuellen Vorstellungen nur durch die Auswahl eines geeigneten Bausatz-Musters umsetzbar. Die Modifikation ist wohl mit Abstand die unkomplizierteste Art aller drei Möglichkeiten, den Traum vom eigenen Ultraleichtflugzeug zu verwirklichen. Denn die Anpassung der eigenen Vorstellungen an ein bereits bestehendes Muster ist hierbei weitestgehend unproblematisch.

2.4 Schwerpunkte

„Dieser Weg wird kein leichter sein. Dieser Weg wird steinig und schwer.“ [Xavier Naidoo]

Auf dem Weg von der Idee bis zur Zulassung von aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeugen werden alle relevanten Schritte näher erläutert. Dabei liegen die Schwerpunkte dieser Projektarbeit vorwiegend im Projektmanagement, also in der Vorbereitung und Planung, sowie im Zulassungsprozess.

Das Ziel dieser Arbeit ist all denen eine nützliche Hilfestellung zu geben, die sich den Traum vom eigenen Ultraleichtflugzeug erfüllen möchten. Dabei werden aus der Fülle von Informationen, die in Form von Gesetzestexten, Bauvorschriften, Fachliteratur und Zulassungsunterlagen verfügbar sind, die wichtigsten herausgefiltert und in eine Art Leitfaden zusammengestellt.

Der Weg von der Idee bis zur Zulassung des eigenen Ultraleichtflugzeuges ist nur dann von Erfolg geprägt, wenn das Ziel klar definiert ist, alle Einflussfaktoren weitestgehend berücksichtigt worden sind und die Erwartungen mit der Komplexität und den hohen Anforderungen an diese Aufgabe übereinstimmen.

„Projekte scheitern nicht an Technik, sondern an Menschen.“ [Tom de Marcos]

Die Erfahrung zeigt, Projekte scheitern nicht an Technik und oft auch nicht an Zeit und Geld, sondern an Menschen und Ihrem Versuch, das Ziel schon irgendwie zu erreichen und das Projekt schon irgendwie abzuschließen.

Anhand einer Übersicht (**Rinza 1998**) soll beispielhaft erklärt werden, warum eine gute Vorbereitung für ein erfolgreiches Projekt wichtig ist.

➞ In der Anlage-1 befindet sich dazu das Arbeitsblatt I.

3. Projektmanagment

Jedes größere Projekt beinhaltet Risiken aufgrund der Komplexität und Einmaligkeit seiner Durchführung. Um diese Risiken rechtzeitig zu erkennen und frühzeitig auszuschließen, ist eine gut strukturierte Projektplanung dringend notwendig. Denn das größte Realisierungsrisiko eines Projektes liegt bei einer mangelnden Planung und unzureichender Analyse des Projektablaufes.

Im Vergleich zur herkömmlichen Projektdurchführung bringt das Projektmanagment eine ganze Reihe von Vorteilen mit sich. Die Projektbearbeitung wird wirtschaftlicher, die Projektkosten werden vermindert, die Projektbearbeitungszeit verkürzt und es wird eine bessere Projektleistung erreicht. Weiterhin werden die Realisierungsrisiken auf ein Minimum reduziert und Schwierigkeiten im Projektablauf lassen sich durch die detaillierte Planung frühzeitig erkennen.

Nach **Rinza 1998** können Fehlschläge durch Anwendung des Projektmanagements zwar nicht ausgeschlossen werden, doch ist es mit seiner Hilfe leichter möglich, drohende Misserfolge frühzeitig zu erkennen, Abhilfe zu schaffen und den Schaden zu begrenzen.

In diesem Kapitel wird speziell auf die Projektplanung eingegangen. Darüber hinaus wird nicht nur die Bewertung sämtlicher Einflussfaktoren im Vordergrund stehen, sondern auch der Umgang mit der Risikoanalyse. Anhand von konkreten Beispielen sollen die Methoden des Projektmanagements näher erläutert werden, um somit den Einstieg und die Anwendbarkeit für jedermann zu vereinfachen.

Zum Zwecke der Evaluierung wurde anhand eines angefertigten Fragebogens der praktische Bezug dieser Arbeit in den Vordergrund gestellt. Anhand von Fragen zu den Risiken beim Selbstbau, sowie zur Planung und Durchführung, wurde der Nutzen dieser Projektarbeit erarbeitet. Das positive Feedback und die zahlreichen Empfehlungen, sowie der Fragebogen und dessen Auswertung finden sich im Anhang wieder.

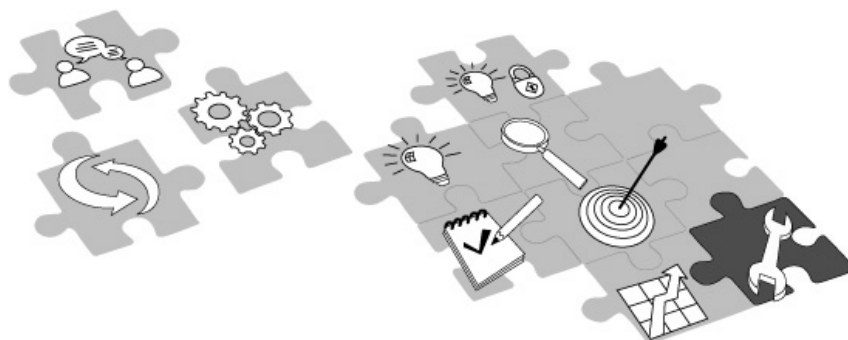


Bild 3.1 Projektmanagment

3.1 Hilfsmittel

Egal ob in Schule, Lehre, Studium, Beruf oder Freizeit – Hilfsmittel verhelfen immer ein bestimmtes Ziel schneller oder besser zu erreichen. Im Projektmanagement unterstützen spezielle Materialien, Medien und Informationsquellen die Arbeit am Projekt.

Im Folgenden werden einige Hilfsmittel näher erläutert und ihre Wichtigkeit in den Vordergrund gestellt. Anhand von Übersichten und Beispielen werden der Umgang und die Arbeitsweise mit den jeweiligen Medien veranschaulicht. Darüber hinaus vervollständigen Hinweise die jeweiligen Ausarbeitungen an entsprechender Stelle.

3.1.1 Checkliste

Nach **Wirth 1999** kommt der Begriff »Checkliste« aus der Pilotensprache. Vor jedem Start und vor jeder Landung werden alle relevanten Funktionen eines Flugzeuges getestet. Mittels einer vollständigen Liste werden Kriterien im Sinne von ja/nein abgehakt. Ein »Jein« gibt es nicht.

Checklisten kommen in vielen Lebensbereichen vor, ohne dass sie immer als solche ausdrücklich bezeichnet werden. Viele Formulare sind im Grunde genommen Checklisten, die durch eine standardisierte Vorgehensweise eine vollständige Bearbeitung gewährleisten. Sie ermöglichen ein Höchstmaß an Sicherheit bei einem Minimum an Kontrolle und sind einfach, schnell, objektiv und kostengünstig einzusetzen.

Tabelle 3.1 stellt den prinzipiellen Aufbau einer Checkliste dar. Es ist zu empfehlen, für jeden Bereich eine separate Checkliste anzufertigen. Denn nur mit einer gut strukturierten Übersicht können erforderliche Maßnahmen systematisch bearbeitet und kontrolliert werden.

Tabelle 3.1 Struktureller Aufbau einer Checkliste

1 Bereich 1.1 Schwerpunkt	Bemerkungen	Maßnahmen erforderlich		
		ja	nein	erledigt am
Aufgabe	Beschreibung			
Faktor	Beschreibung			
Problem	Beschreibung			

Hinweis: Eine Checkliste ist immer nur so gut wie die in ihr enthaltene Information hinsichtlich Vollständigkeit, Relevanz, Sicherheit, Eindeutigkeit und Aktualität!

➔ In der Anlage-1 befindet sich dazu das Arbeitsblatt II.

3.1.2 Tätigkeitslisten

Die Organisation des Arbeitsablaufes durch Tätigkeitslisten in die noch unerledigte Aufgaben festgehalten werden, ist eine erfolgreiche Arbeitstechnik zur Strukturierung und Verwaltung anfallender Aufgaben. Dieses schriftliche Planen mittels einer sog. ToDo-Liste ist ein bewährtes Verfahren im Zeitmanagement und ein zuverlässiges Kontrollinstrument. Die Liste bietet einen guten Überblick über die zu bewältigenden Arbeitsaufgaben und Aktivitäten und kann sie in eine sinnvolle Reihenfolge bringen. Das Planen der Aufgaben muss unbedingt schriftlich erfolgen, damit die Aufgaben nicht im Kopf rumschwirren und Anspannung, Druck und Stress verursachen.

Eine ToDo-Liste ist im Allgemeinen wie eine Tabelle aufgebaut. In den Zeilen der Tabelle werden dabei die zu erledigenden Aufgaben aufgeführt. Die einfachste Form der ToDo-Liste umfasst zwei Spalten: eine für die zu erledigenden Aufgaben und eine weitere für die feststehenden Termine der Aufgaben. Ist eine Aufgabe erledigt, so wird diese Aufgabe einfach durchgestrichen oder mit einem Häkchen als erledigt gekennzeichnet.

Tabelle 3.2 Beispiel für eine komplexe ToDo-Liste

Aufgabe	Priorität	Dauer	Termin	☑
	① ② ③ ④ ⑤			

Die komplexe ToDo-Liste beinhaltet zusätzlich noch weitere Spalten für die Priorität der Aufgabe und für den voraussichtlichen Zeitbedarf. Wird die so erstellte ToDo-Liste in der Reihenfolge der Prioritäten neu verfasst, entsteht daraus die sogenannte Prioritätenliste. Werden zusätzlich die jeweiligen Einträge der ToDo-Liste in der Reihenfolge ihrer vorgesehenen Erledigung angeordnet, entsteht ein erster Arbeitsplan.

Hinweis: Beim Anlegen einer komplexen ToDo-Liste hat sich die Vorgehensweise nach der ALPEN-Methode bewährt. Dabei werden die speziellen Aufgaben nach folgenden Verfahren geplant:

- Aufgaben ohne Rücksicht auf die Reihenfolge aufschreiben
- Länge einschätzen für die benötigte Zeit jeder einzelnen Aufgabe
- Pufferzeit einplanen, um Zeit für Unvorhergesehenes zu haben
- Entscheidungen treffen, um den Umfang der Aufgaben klar abzugrenzen
- Nachkontrolle und Erstellung einer Statistik über erledigte/unerledigte Aufgaben

- ➡ In der Anlage-1 befindet sich ein Vordruck für eine komplexe ToDo-Liste in Form des Arbeitsblatts III.

(www.todo-liste.de)

3.1.3 Terminplan

Eine wichtige Rolle bei der Bearbeitung von Projekten spielt die Terminplanung. Nach **Rinza 1998** zeigt der Terminplan die wichtigsten Vorgänge mit den Terminen auf. Neben der Terminplanung wird auch häufig von Ablaufplanung gesprochen. Durch die Ablaufplanung werden Projektabläufe dargestellt, ohne konkrete Termine in Form von Kalenderdaten festzulegen.

Bei der Terminplanung empfehlen sich zwei einfache Möglichkeiten der Darstellung: Zum einen das Verfahren mit den Terminen in Form einer Liste und zum anderen eine Übersicht als Balkenplan. In einer Terminliste werden die geplanten Vorgänge in der Regel nach aufsteigenden Terminen tabellarisch sortiert und somit übersichtlich geordnet.

Eine weitere geeignete Methode zur Terminplanung ist der Balkenplan. Dieser ist wohl aufgrund seiner guten Lesbarkeit das am häufigsten genutzte Terminplan-instrument. Beim Balkenplan werden die einzelnen Vorgänge in Form von Balken über eine Zeitachse aufgetragen. Zusätzlich können wichtige Meilensteine bzw. Etappenziele eingetragen werden und die Verknüpfung einzelner Vorgänge untereinander kenntlich gemacht werden.

In Bild 3.5 ist ein Balkenplan zur Terminplanung vereinfacht dargestellt. Hierbei erkennt man deutlich den Vorteil einer kompakten Darstellungsweise.

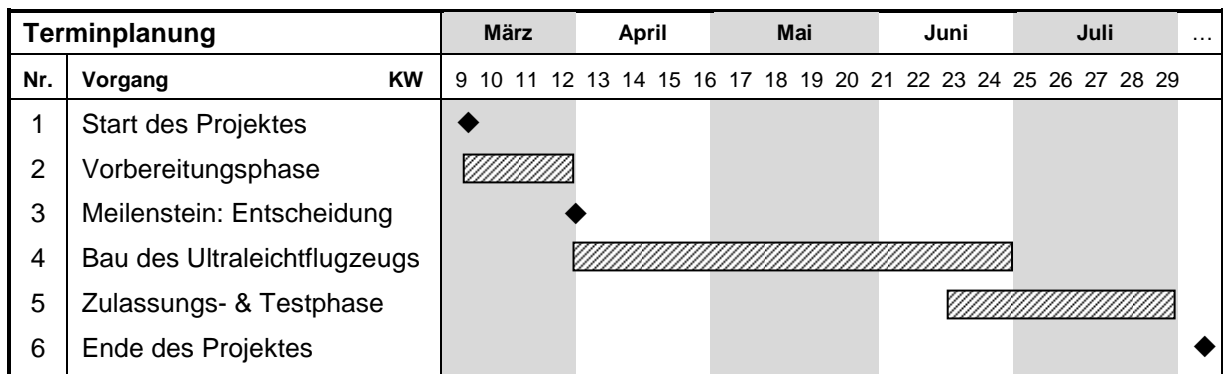


Bild 3.2 Balkenplan zur Terminplanung

Hinweis: Generell kann jede Terminplanung (sowohl jede Methode als auch jede Darstellung) händisch durchgeführt werden. Es empfiehlt sich jedoch die Verwendung von EDV-gestützter Terminplanung. Der Vorteil im Vergleich zu einer traditionellen Darstellung von Stift und Papier ist die schnelle Änderungsmöglichkeit und die hohe Qualität der Darstellung.

➡ In der Anlage-1 befindet sich für den handschriftlichen Entwurf eines Balkendiagramms zur Terminplanung das Arbeitsblatt IV.

3.1.4 Kostenplan

In der Kostenplanung geht es in erster Linie darum, eine Übersicht zu erarbeiten, welche Kosten das Projekt verursachen wird. Es gibt grundsätzlich zwei Verfahren der Kostenplanung: Top-Down-Methode & Bottom-up-Methode. (www.akademie.de)

Bei der Top-Down-Methode wird von einem festen Budgetrahmen ausgegangen, um anschließend die Mittel auf die entsprechenden Arbeitspakete zu verteilen. Der Vorteil liegt darin, dass mit der Verteilung der Mittel Prioritäten auf das zu erreichende Projektziel gesetzt werden können. Auf der anderen Seite wird der zur Verfügung stehende Budgetrahmen in der Regel nicht ausreichen und es besteht die Gefahr, dass Arbeitspakete unterfinanziert werden.

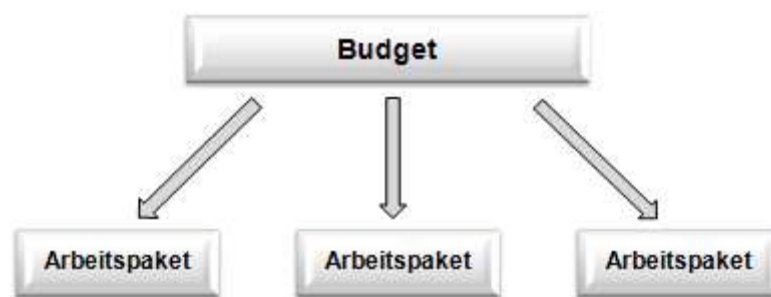


Bild 3.3 Top-Down-Methode der Kostenplanung (www.akademie.de)

Wenn bereits eine detaillierte Arbeitspaketbeschreibung vorliegt, können bei der Bottom-up-Methode aus den Kosten der einzelnen Arbeitspakete die voraussichtlichen Gesamtkosten berechnet werden. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass von realistischen Planungsprämissen ausgegangen wird. Andererseits besteht die Gefahr, dass für das Projekt ein Kostenrahmen kalkuliert wird, der weit außerhalb des Budgetrahmens liegt.

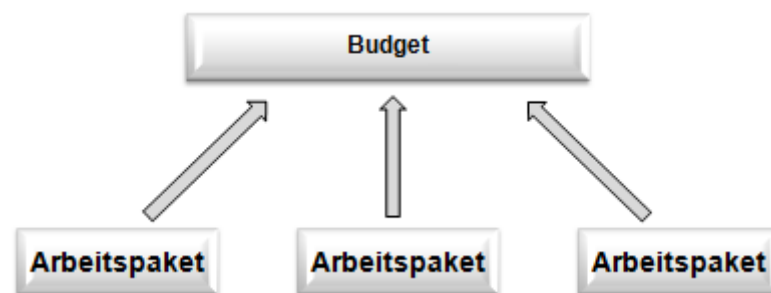


Bild 3.4 Bottom-Up-Methode der Kostenplanung (www.akademie.de)

Hinweis: In der Praxis wird oft eine Synthese beider Verfahren angewendet, um die jeweiligen Vor- und Nachteile zu optimieren: Die Gegenstromplanung. Im Top-down-Verfahren wird dabei ein Entwurf für eine Rahmenplanung erstellt, welcher im Bottom-up-Rücklauf auf der Grundlage der Beschreibungen der überarbeiteten Arbeitspakete wieder zu einem Gesamtbudget zusammen geführt wird.

3.2 Vorbereitungsphase

Auch für die Selbstorganisation gilt: "Gut geplant ist halb gewonnen". Ob kurz- oder langfristig - Grundvoraussetzungen für den reibungslosen Ablauf größerer Projekte sind eine gezielte Planung und eine perfekte Organisation. Wichtiges muss von Unwichtigem unterschieden werden. Wer größere Projekte gut und vorausschauend plant, hat bereits das Wichtigste zum Gelingen beigetragen. Tatsächlich erhöht eine sorgfältige Planung deutlich die Erfolgchancen bei der Realisierung des Traums vom eigenen Ultraleichtflugzeug.



Bild 3.5 Phasen eines Projektes (Rinza 1998)

Nach **Rinza 1998** ist jedes Projekt in drei Phasen gegliedert: Vorbereitung, Durchführung, Anwendung. In der Vorbereitungsphase sind drei wichtige Aufgaben zu erledigen. Dabei kommt der Definition der Projektaufgabe besonderer Bedeutung zu, denn nur klar und eindeutig definierte Projektziele sind ein Garant für den Erfolg.

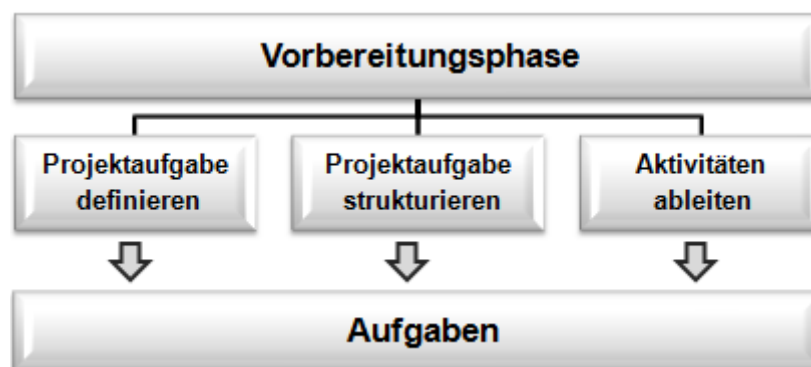


Bild 3.6 Arbeitsschritte in der Vorbereitungsphase (Rinza 1998)

Voraussetzung für eine sinnvolle Planung ist zunächst eine exakte und detaillierte Analyse des projektierten Vorhabenziels. Nur dadurch können in der Vorbereitungsphase die Aufgaben strukturiert und die Arbeitsschritte sinnvoll abgeleitet werden. Dazu zählen beispielsweise nicht nur die Erstellung eines Zeitplans, sondern auch die Zuordnung der Kosten und die Definition der Meilensteine (Etappenziele).

3.2.1 Definition der Projektaufgabe

Als erstes kommt der Definition der Projektaufgabe besonderer Bedeutung zu, denn nur klar und eindeutig definierte Projektziele sind ein Garant für den Erfolg. Durch die Idee: Der Bau des eigenen Ultraleichtflugzeugs, ist das Ziel klar spezifiziert.

Die Aufgabe besteht also in erster Linie darin, die eigene Idee in die Wirklichkeit umzusetzen. Von den ersten Handskizzen oder Recherchen, über die Vorbereitungs- und Bauphase, bis hin zur Flugerprobung und dem Antrag auf Verkehrszulassung.

Hinweis: Vor dem Start des Projekts sollte unbedingt die Interessenlage geprüft werden. Durch Gespräche über den Sinn und Nutzen des Projektes wird Konfliktpotential, beispielsweise innerhalb der Familie oder mit Kollegen am Arbeitsplatz, minimiert. Außerdem sollten erste Kontakte zu wichtigen zukünftigen Projekt-Ansprechpartnern geknüpft werden.

3.2.2 Strukturierung der Projektaufgabe

Der nächste Schritt in der Planung eines Projektes ist die Strukturierung der Projektaufgabe. Eine Möglichkeit zur Strukturierung der Projektaufgabe ist die Erstellung eines Projektstrukturplans. Dieser zeigt in Form einer hierarchischen Baumstruktur, in welche Arbeitspakete sich ein Projekt untergliedern lässt.

Grundsätzlich erleichtert die graphische Darstellungsform, auch bei komplexen Projekten, den Überblick zu behalten. Durch die Erstellung des Projektstrukturplans besteht bereits in einer frühen Projektphase die Möglichkeit, das gesamte Projekt zu durchdenken. Dies gibt Sicherheit und vermeidet blindes zielloses Arbeiten.

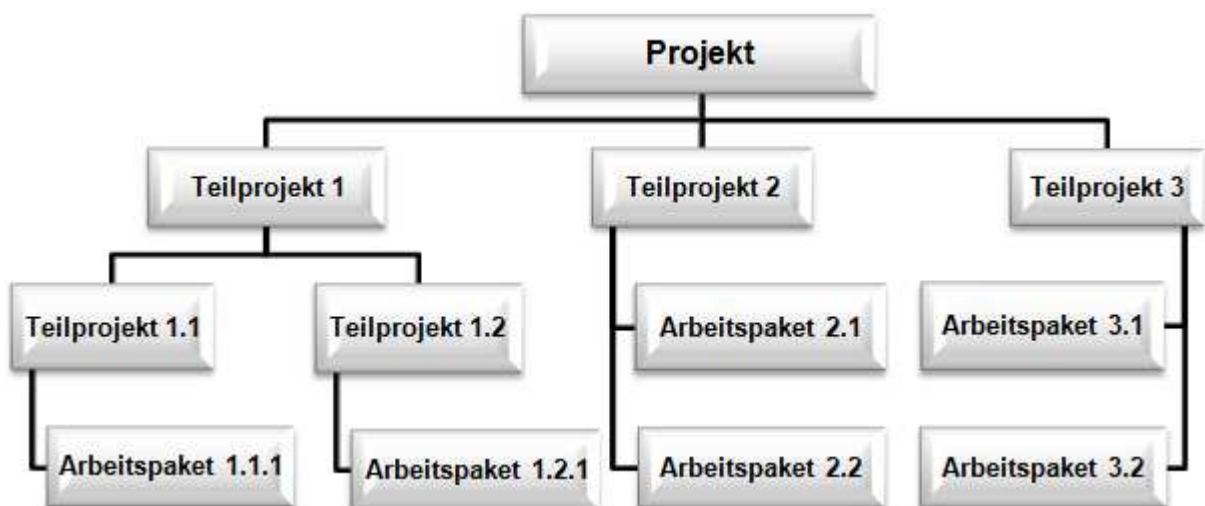


Bild 3.7 Strukturprinzip des Projektstrukturplans

(www.akademie.de)

Mit dem Projektstrukturplan wird das Gesamtprojekt in Teilprojekte zerlegt. Diese Teilprojekte können sich entweder bereits aus der Zielformulierung ergeben (objektorientierte Gliederung) oder Etappen auf dem Weg zum Ziel (funktionsorientierte Gliederung) sein. Jedes Teilprojekt besteht wiederum aus einzelnen Arbeitspaketen. Arbeitspakete sind abgrenzbare Aufgaben, die nicht weiter aufgeteilt werden können. Wenn alle diese Arbeitspakete abgearbeitet sind, muss das Projektziel erreicht sein!

Anmerkung: Der Projektstrukturplan und die daraus abgeleiteten Arbeitspakete sind als "Plan der Pläne" nicht nur das Fundament für die weiteren Planungsschritte sondern bilden auch die Grundlage für die Projektsteuerung.

3.2.3 Ableiten der Aktivitäten

Aus den Arbeitspaketen des Projektstrukturplans lassen sich nun die Aufgaben und Aktivitäten ableiten. Inhalt und Umfang eines Arbeitspaketes hängen hierbei ganz stark von der Komplexität des jeweiligen Teilprojektes ab. Nur überschaubare und handhabbare Arbeitspakete ermöglichen eine erfolgsorientierte Arbeitsweise.

Als erstes sollte eine Auflistung aller Arbeitspakete erfolgen. Erst danach beginnt die Beschreibung der Arbeitspakete. Bei der Formulierung ist darauf zu achten, dass auch entsprechende Hilfskräfte aus der Beschreibung deutlich erkennen können, was zu tun ist. Die Arbeitspakete sollten hinsichtlich des Arbeits- und Zeitaufwandes von ähnlicher Größenordnung sein und untereinander eindeutig von den Ergebnissen anderer Arbeitspakete abgrenzbar sein.

Die Arbeitspaket-Beschreibung sollte die folgenden Punkte enthalten:

- Beschreibung des Ergebnisses
- Benennung einzelner Tätigkeiten
- Voraussetzungen, erforderliche Hilfsmittel
- Geschätzter Zeitaufwand

Hinweis: Die Formulierung der Arbeitspakete sollte ungestört und vor allem ohne Zeitdruck erfolgen. Dadurch entstehen später weniger Missverständnisse und der Koordinationsaufwand reduziert sich merklich!

➔ In der Anlage-1 befindet sich eine Übersicht für die Beschreibung der Arbeitspakete in Form des Arbeitsblatts V.

(www.akademie.de)

3.3 Einflussfaktoren

Ein Projekt wird durch eine Vielzahl einzelner Faktoren beeinflusst. Eine Analyse gibt Auskunft darüber, welche Einflüsse im konkreten Fall vorliegen. Denn die genaue Kenntnis der Projekteinflussfaktoren ist von großer Bedeutung für den Projekterfolg. Zur Durchführung einer solchen Analyse müssen Faktoren gesammelt werden und zueinander in Beziehung gesetzt werden, um potentielle Einflüsse auf das Projekt zu identifizieren. Die Hintergründe für die Einflüsse müssen offengelegt werden, damit die Ursachen herausgearbeitet werden können.

Es gibt praktisch unendlich viele Einflussfaktoren, die niemals alle berücksichtigt werden können. Die Vollständigkeit soll auch nicht Anspruch dieser Arbeit sein. Vielmehr sollen die Faktoren, die das Projekt maßgeblich beeinflussen, anhand einer vorgefertigten Liste untersucht werden. Diese Analyse dient der Einschätzung der eigenen Möglichkeiten und Fähigkeiten und soll die Einflussfaktoren identifizieren, die ein hohes Konfliktpotential bergen.

In der Anlage befindet sich das Arbeitsblatt V: Bewertung der Einflussmöglichkeiten. In dieser Übersicht ist eine Vielzahl von Projekteinflussfaktoren aufgelistet, die in folgenden Punkten gegliedert sind:

- Menschliche Faktoren (Familie/Freunde, Freizeit, Fähigkeiten)
- Organisatorische Faktoren (Arbeitsplanung, Bauplatz/Lager, Beruf)
- Technische Faktoren (Anwendung von Werkzeuge/Hilfsmittel)
- Wirtschaftliche Faktoren (Finanzierungsmittel, Liquidität)

Diese Auflistung ist rein subjektiv und kann natürlich gegebenenfalls ganz individuell gekürzt oder erweitert werden. Das gleiche gilt auch für die Bewertung. Denn jedes persönliche Umfeld bewertet die Auswirkungen der jeweiligen Einflussfaktoren völlig unterschiedlich.

Tabelle 3.3 Aufbau der Checkliste zur Bewertung der Einflussfaktoren

Arbeitsblatt V: Bewertung der Einflussfaktoren			€	Risiko				
				klein 1	2	3	4	groß 5
Hauptfaktor								
	• Unterfaktor							
	- Einflussfaktor						X	
	- Einflussfaktor				X			
	- Einflussfaktor		X			X		

Die Tabelle 3.3 zeigt den Aufbau der Checkliste zur Bewertung der Einflussfaktoren. Die Analyse der Einflussfaktoren erfolgt durch die Bewertung der Risikospalte. Zur Unterstützung der persönlichen Auswertung können die jeweiligen Einflussfaktoren ganz individuell auf einer Skala von »1–5« bewertet werden. Einflussfaktoren die beispielsweise ein eher geringes Konfliktpotential bergen, sind mit »1« oder »2« zu bewerten. Diese können dann für die spätere Risikoanalyse außer Acht gelassen werden.

Eine Bewertung der »€-Symbol-Spalte« dient der Unterstützung zur Erstellung des Kostenplans. Hierbei werden alle Einflussfaktoren analysiert, die mit einem zusätzlichen finanziellen Aufwand verbunden sind, wie z.B. Lagermiete, Werkzeugkauf.

Hinweis: Mit Hilfe dieser Checkliste lassen sich die Projekteinflussfaktoren gezielt filtern, die zu maßgeblichen Schwierigkeiten im Projektablauf führen können!

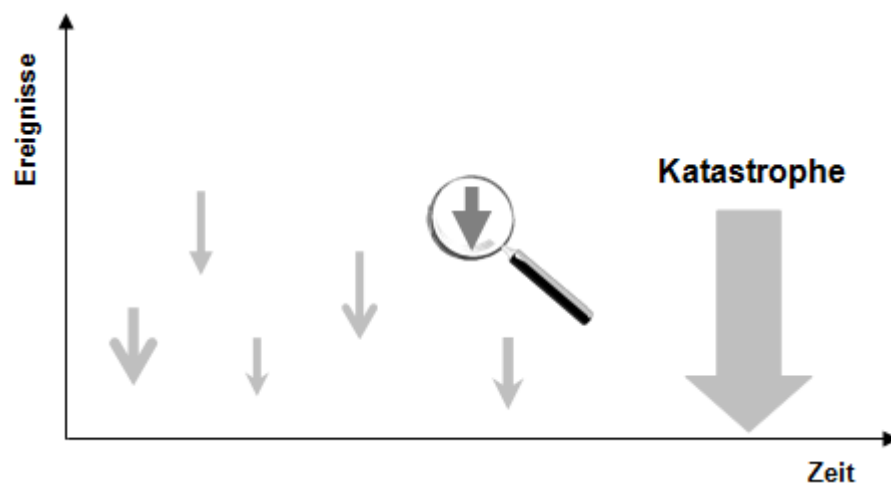


Bild 3.8 Katastrophen kündigen sich durch Ereignisse an (Wirth 1999)

Nach Beendigung der Bewertung werden nun alle Einflussfaktoren gefiltert, die mit einem hohen Risiko behaftet sind. Also alle Faktoren, die mit »4-5« bewertet wurden. Die somit identifizierten Konfliktpotentiale bilden nun die Grundlage für die anschließende Risikoanalyse, bei der die Einflussfaktoren nach deren Bedeutung, Auftretenswahrscheinlichkeit und Entdeckungswahrscheinlichkeit erneut bewertet werden.

- ➞ In der Anlage-1 befindet sich eine Übersicht für die Bewertung der Einflussfaktoren in Form des Arbeitsblatts VI.

3.4 Risikoanalyse

Bei der Risikoanalyse handelt es sich um eine Methode der Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) die Mitte der sechziger Jahre in den USA von der NASA für das Apollo-Projekt entwickelt wurde. Durch die Anwendung der Methode in der Luft- und Raumfahrt, sowie deren stetiger Weiterentwicklung, findet die FMEA inzwischen weltweite Nutzung.

Die Risikoanalyse ist ein formalisiertes Verfahren, mit dem Probleme in Projekten vorausschauend und zielgerichtet ermittelt werden können. Ausgehend vom Betrachtungsgegenstand sind alle erdenklichen Einflussfaktoren und deren Ursache zu ermitteln. Anschließend findet eine Bewertung statt. Somit können gezielt Maßnahmen eingeleitet werden, die eine Abhilfe schaffen können. Die Risikoanalyse kann somit als Problemlöser eingesetzt werden, um vorbeugend bei der Umsetzung des Projektes das Konfliktpotential zu minimieren.

Ein wesentliches Merkmal der Methode ist die Bestimmung der Risikoprioritätszahl (RPZ), die eine Aussage bzw. Hinweise über die Dringlichkeit der verschiedenen, erkannten Fehlermöglichkeiten geben sollen. Hohe RPZ oder auch sehr hohe Einzelbewertungen sind ein Indikator dafür, dass Verbesserungsmaßnahmen für den jeweiligen Einflussfaktor erforderlich sind. Die Kennzahl ergibt sich aus dem Produkt dreier Zahlenwerte $B \times A \times E$:

- Bedeutung (B),
- Auftretenswahrscheinlichkeit (A),
- Entdeckungswahrscheinlichkeit (E).

Es werden hierbei jeweils Werte zwischen »1« und »10« vergeben, so dass die RPZ im Bereich bis 1000 liegen kann. Tabelle 3.4 zeigt eine Übersicht der Bewertungskriterien der Risikoanalyse.

Tabelle 3.4 Bewertungskriterien der Risikoanalyse (FMEA 2003)

Bewertungskriterien	Bewertungspunkte
Hoch	9-10
Mäßig	7-8
Gering	4-6
Sehr gering	2-3
Unwahrscheinlich	1

Das richtige Einschätzen der drei Zahlenwerte bei der Analyse stellt sicherlich die höchsten Ansprüche dar. Die Bewertungen basieren auf subjektive Entscheidungen und unterliegen einer großen Unsicherheit. Aus diesem Grunde sollte die RPZ auch nur zur Erstellung einer Prioritätenliste verwendet werden, um später geeignete Verbesserungsmaßnahmen gezielter einzuleiten.

Wo sind die Risiken in meinem Projekt?

Nach dem im Abschnitt »Einflussfaktoren« das Risiko der einzelnen Faktoren grob abgeschätzt wurde, ist es nun durchaus wichtig die Faktoren mit erhöhtem Risiko einer genaueren Betrachtung zu unterziehen. Anhand eines konkreten Beispiels soll nun im Folgenden der Umgang mit der Risikoanalyse und dem entsprechendem Arbeitsblatt veranschaulicht werden. Die Bewertung sämtlicher Einflussfaktoren kann nach diesem Muster durchgeführt werden.

Tabelle 3.5 Risikoanalyse am Beispiel des Lagers

Nr	Faktor	Funktion	Risiko	Folge	Ursache	B	A	E	RPZ
1	Lager	Ort	Lager-Bauplatz zeitintensiver Anfahrtsweg	Verlängerung der Bauzeit	hohe Lager- Bauplatz- Entfernung	8	2	3	48
2	Lager	Bedingungen	begrenzter Lagerplatz	zeitnahe Materialbe- schaffung	Vergleich Lagergröße Materialbed.	5	6	2	50
3	Lager	Sicherheit	Diebstahl des Materials	Neuerwerb von Material, Kosten	ungünstiger Standort o. Bewachung	9	1	9	81
4	Lager	Kosten	Erhöhung der Lagermiete	Baukosten steigen	Klausel im Mietvertrag übersehen	9	3	7	189

Nachdem die Einflussfaktoren in die Übersicht eingetragen worden sind, folgt nun die entsprechende Zuordnung nach dem jeweiligen Risiko, Folge und der Ursache. Anschließend erfolgt die Bewertung nach Bedeutung, Auftretenswahrscheinlichkeit, sowie Entdeckungswahrscheinlichkeit und die daraus resultierende Berechnung der Risikoprioritätszahl. Hohe RPZ oder auch sehr hohe Einzelbewertungen sind nun ein Indikator dafür, dass Verbesserungsmaßnahmen für den jeweiligen Einflussfaktor erforderlich sind.

- ➡ In der Anlage-1 befindet sich eine Übersicht für die Erstellung einer Risikoanalyse in Form des Arbeitsblatts VII.

Die Bewertung der Risikoanalyse am Beispiel des Lagers basiert auf rein subjektiven Entscheidungen. Zum besseren Verständnis der Punktvergabe folgen anhand von konkreten Beispielen einige Erläuterungen zu den gewählten Bewertungspunkten.

Analyse der Bewertungspunkte – Beispiel: Lagerort

Am Beispiel Lager (Tabelle 3.5) soll zunächst der Punkt »Nr.1« näher betrachtet werden. Hier besteht ein großes Risiko im zeitintensiven Anfahrtsweg zwischen dem Lagerort und dem Bauplatz. Daraus resultiert eine Verlängerung der Bauzeit.

Tabelle 3.6a Analyse der Bewertungskriterien

Nr	Faktor	Funktion	Risiko	Folge	Ursache	B	A	E	RPZ
1	Lager	Ort	Lager-Bauplatz zeitintensiver Anfahrtsweg	Verlängerung der Bauzeit	hohe Lager- Bauplatz- Entfernung	8	2	3	48

Die Bedeutung des Risikos wurde mit einer »8« bewertet. Somit lautet das Bewertungskriterium für diesen Fall »mäßig« (siehe Tabelle 3.4). Hintergrund dieser Bewertung ist das vorrangige Streben nach einem ökologischen und ökonomischen Projektablauf. Nur so kann das Vorhaben effektiv und effizient umgesetzt werden. Die Auftretenswahrscheinlichkeit wurde mit einer »2« bewertet, also mit sehr gering. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit, oder anders gedrückt, die Wahrscheinlichkeit das der zeitintensive Anfahrtsweg erst spät entdeckt wird, ist eher gering. Denn spätestens nach der ersten Fahrt vom Bauplatz zum Lager wird die weite Entfernung deutlich. Deshalb wurde hier mit »3« bewertet.

Analyse der Bewertungspunkte – Beispiel: Sicherheit

Im Punkt »Nr.3« ist die Sicherheit des Lagers analysiert worden. Durch Diebstahl des Materials entstehen infolge des Neuerwerbs zusätzliche Kosten. Eine Ursache dafür könnte zum Beispiel ein ungünstiger Standort ohne Bewachung sein.

Tabelle 3.6b Analyse der Bewertungskriterien

Nr	Faktor	Funktion	Risiko	Folge	Ursache	B	A	E	RPZ
3	Lager	Sicherheit	Diebstahl des Materials	Neuerwerb von Material, Kosten	ungünstiger Standort o. Bewachung	9	1	9	81

Die Bedeutung des Risikos wurde mit »hoch« eingestuft. Denn ein Diebstahl verursacht immer einen Schaden, egal ob in materieller oder finanzieller Hinsicht. Außerdem wird obendrein der Projektablauf gestört. Jedoch ist das Auftreten eines Diebstahls, z.B. in Form eines Einbruchs, eher unwahrscheinlich. Denn jedes Lager ist erfahrungsgemäß mit entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen ausgestattet. Deshalb die Bewertung »1«. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit wurde mit einer »9« bewertet. Denn ein Diebstahl wird in der Regel erst nach dem Entdecken bemerkt.

Zusammenfassung

Die Risikoanalyse dient der Aufdeckung und Bewertung der im Projekt vorhandenen Risiken. Zusätzlich vermittelt diese Methode ein Bewusstsein für die Risiken und kann zur Entscheidung genutzt werden, ob das Projekt durchführbar ist. In Verbindung mit der Analyse und Bewertung der Einflussfaktoren können die individuellen Möglichkeiten und persönlichen Fähigkeiten beurteilt werden, ob das geplante Vorhaben überhaupt realisierbar ist. Die Analyse der Bewertungspunkte anhand von konkreten Beispielen zeigt, wie viel Interpretationsspielraum bei den jeweiligen Bewertungskriterien besteht. Somit wird bestätigt, dass die Auswertung nur auf rein subjektiven Entscheidungen basiert.

Hinweis: Für die Bearbeitung der Risikoanalyse empfiehlt es sich eine Tabellenkalkulationssoftware (z.B. Microsoft Excel, Open Office Tabellenkalkulation) zu verwenden. Die Risiken lassen sich damit sehr einfach und anschaulich darstellen, sowie problemlos nach ihrer RPZ sortieren. In Bild 3.12 wird beispielhaft eine Visualisierung der Ergebnisse einer FMEA gezeigt. Hierbei wurde die RPZ absteigend nach ihrer Größe in einem Microsoft Excel-Säulendiagramm dargestellt. Diese Abbildung dient nur als Visualisierungsbeispiel und hat keinen Bezug zum vorangegangenen Beispiel.

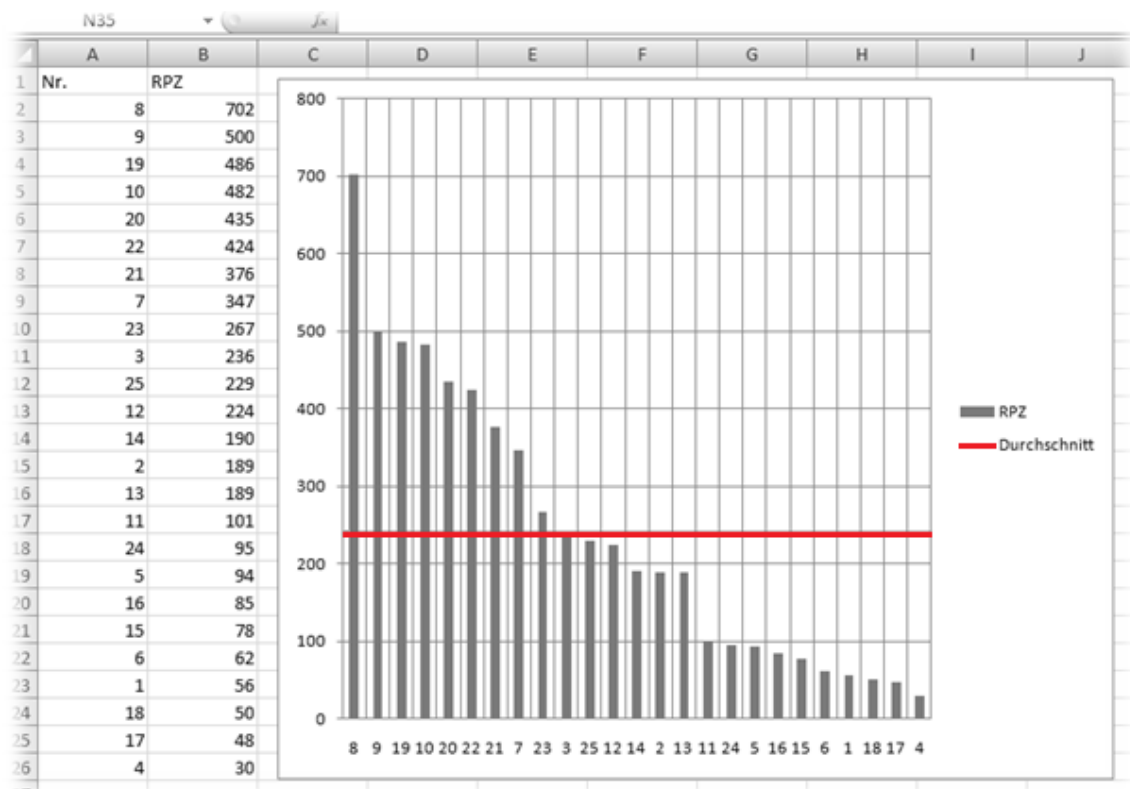


Bild 3.9 Visualisierung einer Risikoanalyse durch MS Excel

Ampel-Matrix-Methode

Neben der FMEA gibt es noch eine weitere Methode die Risiken in einem Projekt zu bewerten und anschaulich darzustellen. Mit der sogenannten Ampel-Matrix werden wie bei der FMEA-Methode die einzelnen Einflussfaktoren nach Risiken bewertet und entsprechend zugeordnet. Diese Risiken werden dann nach Ernsthaftigkeit und Eintrittswahrscheinlichkeit in einer Matrix eingetragen.

Die Ampel-Matrix ist in drei farbliche Bereiche gegliedert: Rot, Gelb und Grün. Diese drei Farben symbolisieren auch die jeweilige Bedeutung des einzelnen Risikos. Nach den internationalen Standards zur Zuordnung von Farben bedeuten:

- - Gefahr!
- - Vorsicht!
- - Sicherheit!

Tabelle 3.7 Ampel-Matrix (Eckeberg 2009)

		Eintrittswahrscheinlichkeit →					← Ernsthaftigkeit
	sehr hoch						
	hoch						
	normal						
	niedrig						
	sehr niedrig						
		sehr niedrig	niedrig	normal	hoch	sehr hoch	

Mit dieser Methode lässt sich sehr schnell und einfach ein Überblick über die größten Risiken im Projekt erarbeiten. Die Risiken im roten Bereich der Matrix bedürfen unbedingt einer näheren Betrachtung. Denn sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeiten verbunden mit einer sehr hohen Ernsthaftigkeit der Risiken bergen enormes Konfliktpotential. Für Bewertungen im gelben Bereich sollte individuell entschieden werden, ob es notwendig erscheint, Alternativen oder Vermeidungsmaßnahmen einzuleiten. Für alle Risiken im grünen Bereich besteht keinerlei Grund zur Sorge. Diese werden den weiteren Projektlauf nicht unterbrechen.

➡ In der Anlage-1 befindet sich eine Übersicht für die Ampel-Matrix in Form des Arbeitsblatts VIII.

3.5 Vermeidungsmaßnahmen

Nach der Bewertung der Einflussfaktoren und Analyse der erhöhten Risiken, folgen nun Vorschläge zur Bewertung vorbeugender und korrektiver Maßnahmen. Außerdem wird nach Alternativen gesucht, um Störungen im Projektablauf gänzlich auszuschließen. Selbstverständlich können auch Risiken identifiziert werden, die sich nicht vermeiden lassen können. Aber durch die Analyse sind diese nun bekannt und können beispielsweise durch Maßnahmen zur frühen Entdeckung minimiert werden.

Das Verfahren zur Vermeidungsmaßnahme betrifft alle Risiken der FMEA, die nicht nur mit einer überdurchschnittlichen RPZ bewertet wurden, sondern auch alle Faktoren mit einer hohen Einzelbewertung. Die Grenze für überdurchschnittliche RPZ's kann individuell festgelegt werden. In Bild 3.12 wurde beispielhaft der Gesamtdurchschnitt aller RPZ-Bewertungen als Limit festgelegt. Also alle Risiken, die oberhalb dieser Bemessungsgrenze bewertet wurden, kommen für die Optimierung in Frage.

Bei der Ampel-Matrix-Methode werden in erster Linie alle Risiken im roten Bereich berücksichtigt. Zusätzlich sollten auch Faktoren aus dem gelben Gefahrenbereich analysiert werden, bei denen hohe Eintrittswahrscheinlichkeiten mit hoher Ernsthaftigkeit bewertet wurden.

Anhand eines konkreten Beispiels kann exemplarisch gezeigt werden, wie solche Maßnahmen aussehen können. In Tabelle 3.7 ist eine Analyse der Vermeidungsmaßnahmen am Beispiel des Lagers dargestellt. Auch hier gilt, dass die Auswertung individuell verschieden ist und die Alternativen auf rein subjektiven Entscheidungen beruhen.

Tabelle 3.8 Analyse der Vermeidungsmaßnahmen am Beispiel des Lagers

Nr	Faktor	Funktion	Risiko	RPZ	Vermeidungsmaßnahme/Alternative
1	Lager	Ort	Lager-Bauplatz zeitintensiver Anfahrtsweg	48	Standort des Lagers näher am Bauplatz organisieren, alternativ größeren Bauplatz wählen um Lager zu integrieren
2	Lager	Bedingungen	begrenzter Lagerplatz	50	Möglichkeiten der Anmietung weiterer Lagerräume rechtzeitig klären
3	Lager	Sicherheit	Diebstahl des Materials	81	Lager in bewachten Gebäuden mieten, alternativ finanzielles Risiko über entsprechende Versicherung decken

➞ In der Anlage-1 befindet sich eine Übersicht für die Analyse von Vermeidungsmaßnahmen in Form des Arbeitsblatts IX.

3.6 Entscheidungshilfen

Am Ende der Projektplanung steht die Entscheidung: Projektstart oder Abbruch. Die richtige Entscheidung zu treffen ist wichtig. Jedoch fällt es nicht jedem leicht, sich zu entscheiden, vor allem wenn die getroffene Entscheidung langfristige Auswirkungen hat oder die Familie vom Ergebnis betroffen ist.

Die Entscheidung zum Bau des eigenen Ultraleichtflugzeug ist eine Entscheidung fürs weitere Leben. Deshalb sollte diese nicht aus dem Bauch heraus erfolgen, sondern gut überlegt und sorgfältig durchdacht sein.

Nach der Analyse der Einflussfaktoren und der Entwicklung von Alternativen sollte eigentlich klar sein, wo im Projekt noch unabänderliche Risiken stecken, die den erfolgreichen Projektverlauf beeinflussen könnten. Dennoch bleibt die Angst vor den Konsequenzen und der Verantwortung, falls das Projekt scheitern sollte.

Die "richtige" Entscheidung kann in den seltensten Fällen objektiv getroffen werden. Sie hängt ganz stark von den eigenen Wünschen, Vorstellungen und Erwartungen ab. Eine Entscheidungshilfe soll die Komplexität der Entscheidung reduzieren und führt zielorientiert zum optimalen Ergebnis. Die folgende Strategie soll helfen, die richtige Entscheidung zu treffen:

1. Informationen sammeln:
Die Basis jeder bewussten Entscheidung sind Informationen.
2. Eine Vorauswahl treffen:
Bei jeder Entscheidung gibt es Bedingungen oder Kriterien, die auf jeden Fall erfüllt werden müssen.
3. Bedingungen finden:
Für jede Alternative gibt es bestimmte Bedingungen, die erfüllt werden sollen.

Mit Hilfe einer Checkliste soll nach der Projektplanung die richtige Entscheidung getroffen werden. Anhand von speziellen Fragen kann überprüft werden, ob die relevanten Faktoren bei der Projektplanung berücksichtigt worden sind. Dem Projektstart steht eigentlich nichts im Wege, wenn alle Fragen mit ja beantwortet werden können bzw. die Fragen geklärt sind.

- ➡ In der Anlage-1 befindet sich eine Checkliste zur Entscheidungshilfe in Form des Arbeitsblatts X.

(www.philognosie.net)

4. Entwicklung & Bau des eigenen Ultraleichtflugzeuges

Die Schwerpunkte dieser Projektarbeit liegen in erster Linie bei der Projektplanung und Durchführung, sowie bei den Schwierigkeiten im Zulassungsprozess. Dennoch gehören von der Idee bis zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs die Entwicklung und der Bau zweifelsfrei dazu. Im Folgenden wird nun anhand der drei Möglichkeiten Selbstbau/Amateurbau/Modifikation die wichtigsten Parameter und Zusammenhänge im Flugzeugentwurf und beim Bau eines Ultraleichtflugzeugs aufgezeigt.

Dieses Kapitel soll in erster Linie als Einstieg dienen und einen kleinen Überblick über die komplexen Zusammenhänge wiedergeben. Die folgenden Ausarbeitungen erheben somit keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

4.1 Flugzeugentwurf

Unter Entwurf wird grundsätzlich die äußere Gestaltung eines Flugzeuges, insbesondere die Anordnung der tragenden, stabilisierenden und steuernden Flächen gegeneinander und zu der verbindenden Komponente, dem Rumpf, verstanden. Als Anlass und Grundlage für den eigenen Entwurf können bestimmte Vorstellungen hinsichtlich der Konfiguration, besondere Flugleistungen und/oder Eigenschaften sein, die durch fertige Flugzeuge und/oder Bausätze nicht erfüllt werden.

Der Flugzeugentwurf richtet sich in erster Linie an den Selbstbauer. Denn bei einem Eigenbau von Bausätzen (Amateurbau) oder einer baulichen Veränderung an einem bereits musterzugelassenen Ultraleichtflugzeug (Modifikation) hat die Entwurfsphase keinerlei Bedeutung. Werden jedoch auch beispielsweise die Wahl eines geeigneten Bausatzes oder die Überlegungen zur baulichen Umsetzung als Entwurf betrachtet, dann zählen der Amateurbau und die Modifikation im weitesten Sinne dazu.

Eine Übersicht im Anhang dieser Arbeit zeigt einen Entwurfs-Ablaufplan. Dieser stellt den prinzipiellen Ablauf eines Flugzeugentwurfes dar. Von der Idee bis hin zum endgültigen Entwurf, mit Wahl der Konfiguration und Bauweise, sowie den notwendigen Berechnungen.

4.1.1 Entwurf des individuellen Selbstbau

Der Entwurf des eigenen individuellen Selbstbaus erfordert neben Kenntnissen auf den Teilgebieten Aerodynamik, Flugmechanik, Struktur, Antrieb und ergonomischen Aspekten vor allem die Durchdringung und Erfassung der Zusammenhänge dieser Teilgebiete innerhalb des Systems „Flugzeug“. Jeder gute Entwurf erfordert somit einen gewissen Aufwand an Geduld und Mühe, um sich in die theoretischen Grundlagen einzulesen und die flugphysikalischen Zusammenhänge zu erfassen.

Da an dieser Stelle nicht näher auf den Flugzeugentwurf eingegangen wird, soll abschließend auf weiterführende Literatur hingewiesen werden, die sich ausschließlich mit dem Entwurf von Ultraleichtflugzeugen beschäftigt.

Müller, Friedrich:

Flugzeugentwurf – Entwurfssystematik, Aerodynamik, Flugmechanik und Auslegungsparameter für kleinere Flugzeuge/Friedrich Müller. Herausgeben von Dieter Thomas, 1.Auflage, Fürstenfeldbruck: Verlag Dieter Thomas, 2003. ISBN 3-931776-19-0



Dieses Buch richtet sich im Wesentlichen an die Eigenbauer von Flugzeugen der Sportluftfahrt und behandelt damit ein Thema, was in der deutschen Literatur in dieser Form noch nicht vorhanden war. Im Vordergrund steht die Darstellung der teilweise ziemlich komplexen Zusammenhänge beim Entwurf. Die erforderlichen Grundlagen der Strömungsmechanik und Aerodynamik als Basis der Flugleistungen, der Stabilität und Steuerbarkeit werden im erforderlichen Rahmen und in möglichst anschaulicher Form dargestellt. Dieses Buch umfasst das ganze Spektrum des Flugzeugentwurfs für kleinere Flugzeuge und ist somit für jeden Amateurflugzeugbauer mit Sicherheit von Interesse.



Thomas, Dieter:

Cockpitgestaltung bei kleinen Flugzeugen - Auslegung von Cockpits und Systemen, Neue flugtechnische Schriften: Heft 2. Herausgegeben von Dieter Thomas, völlig überarbeitete Auflage, Fürstenfeldbruck: Verlag Dieter Thomas. ISBN 3-931776-21-2



Raymer, Daniel P.:

Simplified Aircraft Design for Homebuilders. Publisher: Design Dimension Press, Los Angeles, CA, 2003. ISBN 0-9722397-0-7

“Easy-to-follow, step-by-step methods to lay out, analyze, and optimize your new homebuilt aircraft concept.”

4.1.2 Amateurbau

Die Entwurfsphase im Amateurbau soll hier in erster Linie als Wahl eines geeigneten Bausatzes verstanden werden. Entscheidend für die Wahl des entsprechenden Bausatzes sind die persönlichen Fähigkeiten und Wünsche des Amateurbauers. Ein Bausatz, bei dem große Komponenten wie z.B. Flügel, Rumpf und Fahrwerk bereits fertig geliefert werden, fordert vom Amateurbauer weniger handwerkliches Geschick als beispielsweise der Nachbau von einem Bauplan.

Ein Erfahrungsaustausch im Vorfeld mit anderen Amateurbauern ist zu empfehlen. Ausführliche Dokumentationen, sowie Tipps & Tricks gibt es auf zahlreichen Seiten im Internet.

Die folgende Tabelle zeigt einen kleinen Überblick über typische Bausätze.

Tabelle 4.1 Übersicht von UL-Bausätzen (12/2009)

UL-Bausatz	Beschreibung / Besonderheiten	Preis
DYNAMIC WT9	- modernste GFK-CFK Konstruktionen - Arbeitspakete im Werk ausführbar	37.000€
BREEZER	- meist verkaufter Metallbausatz - ca. 700-800 Arbeitsstunden	38.000€
PIONEER 200/300	- Holzbauweise - zwei verschiedene Ausführungen	42.500€

4.1.3 Modifikation

Die Entwurfsphase der Modifikation soll hier als Vorbereitungsphase verstanden werden. Denn die richtige Auswahl eines gebrauchten Ultraleichtflugzeug-Muster und die Vorbereitungen zur baulichen Veränderung bedürfen speziellen Vorkenntnissen.




Anhand einer kleinen Übersicht werden zunächst typische Ultraleichtflugzeug-Muster vorgestellt. Dabei wurden in erster Linie die derzeit häufigsten UL-Muster auf dem Gebrauchtmarkt berücksichtigt. Weiterhin werden einige Tipps und Tricks für den Gebrauchtsflugzeugkauf vermittelt. Als Hilfsmittel dienen hierbei eine Checkliste für den Gebrauchtkauf eines Ultraleichtflugzeugs sowie ein entsprechender Kaufvertrag.

Die grundsätzliche Entscheidung für das richtige Ultraleichtflugzeug-Muster steht und fällt natürlich mit dem Einsatzzweck. Ob ein schnelles Reise-UL, einen sportlichen Doppeldecker oder gutmütigen Allrounder. Aber auch die technischen Anforderungen und unterschiedlichen Bauweisen sind bei der Wahl des geeigneten Gebrauchten von großer Bedeutung.

Entscheidend für den Kauf oder Absage eines Ultraleichtflugzeuges sind in erster Linie der technische Zustand, die Dokumentation sowie der Eindruck, den der bisherige Halter hinterlässt. Grundsätzlich ist es ratsam, bei der Besichtigung eines gebrauchten Ultraleichtflugzeugs mit einer gewissen Portion Skepsis heranzugehen. Außerdem sollten unerfahrene Käufer von Gebraucht-Ultraleichtflugzeugen einen Sachverständigen zu Rate ziehen, wenn Angaben über mögliche Vorschäden und Unfällen nicht lückenlos dokumentiert sind und/oder nicht nachweislich fachgerecht repariert wurden.

Die folgende Übersicht stellt die derzeit typischen Ultraleichtflugzeug-Muster auf dem Gebrauchtmarkt dar. Einen konkreten Preisspiegel für ULs gibt es derzeit nicht. Deshalb entscheiden allein Angebot und Nachfrage über die Kaufsumme. Als Faustregel gilt: Im ersten Jahr verliert ein Ultraleichtflugzeug durchschnittlich 20 bis 25 Prozent seines Wertes. In den folgenden Jahren jeweils etwa zehn Prozent.

Tabelle 4.2 Übersicht des UL-Gebrauchtmarkt (12/2009)

Ultraleichtflugzeug-Typ	Beschreibung / Besonderheiten	Preis-Beispiele
FK 9 Mk I. – Mk.IV 	<ul style="list-style-type: none"> - abgestrebter Schulterdecker - CFK-Gemischtbauweise - wahlweise als Bug- oder Heckspornrad - optionale Flügelfaltmechanik 	Mk. I: BJ1994 – 500h 18.900€ Mk. III: BJ2001 – 865h 38.000€
Comco Ikarus C42 A/B 	<ul style="list-style-type: none"> - abgestrebter Schulterdecker - starres Dreibeinfahrwerk - das Schweizer Messer unter den ULs - meistgekaufter Ultraleichtflugzeug in D 	C42A: BJ1999 – 830h 25.000€ C42B: BJ2002 – 890h 39.900€
REMOS G3 Mirage/600 	<ul style="list-style-type: none"> - Schulterdeckerkonstruktion aus CFK - Start- und Landeeigenschaften - beliebtes Schulungsflugzeug - Oberklasse im UL-Sektor 	Mirage: BJ2002–1240h 45.000€ G3/600: BJ2006–1300h 62.000€

- ➔ In der Anlage-1 befindet sich eine Checkliste für den UL-Gebrauchtkauf in Form des Arbeitsblatts XI.
- ➔ In der Anlage-1 befindet sich ein Musterkaufvertrag in Form des Arbeitsblatts XII.

4.2 Wahl der Bauweisen

Die Wahl der geeigneten Bauweise richtet sich in erster Linie an den Selbstbau und dem Amateurbau, wenn dieser auf einen Nachbau anhand von Bauplänen erfolgt. Beim Amateurbau nach Bausatz liegt je nach Art und Umfang des gewählten Kits eine detaillierte Bauanleitung bei, sowie eine genaue Beschreibung des Bausatzes. Somit bedarf der Wahl der Bauweise keinerlei Bedeutung. Die bauliche Veränderung an einem bereits zugelassenen Ultraleichtflugzeug hängt von der entsprechenden Modifikation ab. So erfolgt z.B. der Propeller-Umbau nicht nur unter Berücksichtigung der jeweiligen Herstellerangaben, sondern auch nach den gültigen Bauvorschriften und unter Aufsicht eines Prüfers. Aus diesem Grund werden in diesem Abschnitt der Amateurbau nach Bausatz und die Modifikation nicht näher erläutert.

4.1.4 Selbstbau & Amateurbau nach Bauplänen

Die Wahl der Bauweise ergibt sich in erster Linie aus den zur Verfügung stehenden Einrichtungen und/oder aus den eigenen Kenntnissen/Fertigkeiten. Egal auf welche Bauweise die Entscheidung fällt, jede hat ihre Stärken und Schwächen, die zweckmäßigerweise berücksichtigt werden sollten. Im Folgenden werden die wesentlichen Merkmale der verschiedenen Bauweisen nach **Müller 2003** dargestellt.

Holzbauweise

- Vorteile:
- günstige Zellen-Gewichte (Masse) realisierbar
 - in jedem Baustadium prüfbar
 - kostengünstige Fertigung
 - relativ geringer maschineller Aufwand
 - relativ gute Eigendämpfung von Schwingungen bezüglich Lärm
- Nachteile:
- Oberflächenqualität
 - Witterungsempfindlichkeit
 - Mindesttemperatur während der Leimung erforderlich
 - Staubanfall beim Bau
 - große Entwurfserfahrung und Bauaufwand erforderlich
 - eventuelle Allergien durch Leim
 - Festigkeitswerte der Hölzer nur durch Versuche feststellbar
 - zur Erhaltung glatter Oberflächen hoher Wartungsaufwand nötig

Metallbauweise

- Vorteile:
- definierte Festigkeitswerte der Werkstoffe
 - definierte Festigkeit der Verbindungen
 - keine besondere Klimatisierung der Werkstatt erforderlich
 - Oberflächenqualität
 - Witterungsempfindlichkeit
 - gut prüfbare Bauteile
- Nachteile:
- relativ hoher maschineller Aufwand
 - geringe Eigendämpfung der Struktur bezüglich Lärm
 - großer Fertigungsaufwand für sphärisch geformte Bauteile
 - Entwurfserfahrung bezüglich Linienführung und Abwickelbarkeit der Behälter erforderlich

Faserverbundwerkstoff-Bauweise

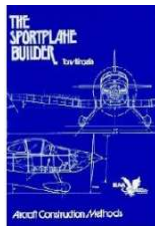
- Vorteile:
- gute Anpassung des Strukturaufbaus an örtliche Festigkeitswerte
 - Herstellung beliebiger aerodynamischer Formen problemlos
 - Realisierung aerodynamisch hochwertiger Oberflächen
 - relativ geringer maschineller Aufwand, Negativformen sind jedoch arbeitsaufwendig
- Nachteile:
- Werkstatt muss gut beheizt und belüftet sein
 - Problematik der Bauteilprüfung
 - große Sorgfalt bei Konstruktion und Bauausführung erforderlich
 - Gefahr von Allergien beim Bau
 - Festigkeitsabnahme während Flugbetrieb im Sommer möglich

Gemischt-Bauweise

Selbstverständlich können die verschiedenen Komponenten einer Flugzeugzelle in unterschiedlichen Bauweisen ausgeführt werden. So bietet beispielsweise der Fachwerkknoten eines Stahlrohrumpfes gute Anschluss-/Krafteinleitungspunkte für Triebwerk, Fahrwerk, Flügel und Steuerung. Die Tragflügel können aus Holz- oder Metallholme mit Blechrippen gefertigt sein. Leitwerksflossen und -ruder können z.B. aus Stahlrohrrahmen mit Auskreuzungen aufgebaut und stoffbespannt sein.

4.3 Literaturhinweise

Die folgenden Literaturhinweise dienen in erster Linie als Ergänzungen zum Kapitel: „Entwicklung & Bau des eigenen Ultraleichtflugzeuges“. Darüber hinaus basiert diese kleine Auswahl auf Empfehlungen von erfahrenden Amateurbauern. Die Reihenfolge der Auflistung ist willkürlich gewählt und erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.



Bingelis, Tony:

The Sportplane Builder (Paperback) – Aircraft Construction Methods. Publisher: EAA Aviation Foundation, 1992. ISBN-10: 094000030X

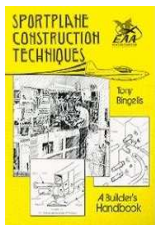
[Basic construction practices, routing control systems, working with composites, electrical basics...]



Bingelis, Tony:

Firewall Forward (Paperback) – Engine Installation Methods. Publisher: EAA Aviation Foundation, 1992. ISBN-10: 0940000938

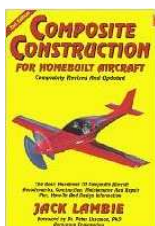
[Engine selection, installation, design of the exhaust systems and fuel systems, fitting cowls, making hoses, instruments and sensor set-up...]



Bingelis, Tony:

Sportplane Construction Techniques (Paperback) - A Builders Handbook. Publisher: EAA Aviation Foundation, 1992. ISBN-10: 094000092X

[Some topics covered include; making fittings, molding fuel tanks and wheel pants, hinge installation, a few nice cockpit refinements...]



Lambie, Jack:

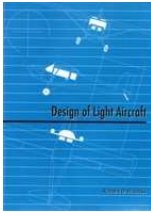
Composite Construction for Homebuilt Aircraft: The Basic Handbook of Composite Aircraft Aerodynamics, Construction, Maintenance and Repair Plus, How-To and Design Information (Paperback). Publisher: Markowski International; 2nd edition, 1996. ISBN-10: 0938716263



Wanttaja, Ronald J.:

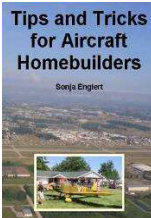
Kit Airplane Construction (Paperback). Publisher: McGraw-Hill Professional; 3rd edition, 2005. ISBN-10: 0071459731

[Costs and Materials Guides, Details on Avionics, Occupant Comfort Section, "Experimental Light Sports" Category, Safety Regulations...]



Hiscocks, Richard D.:

Design of Light Aircraft – Description of the major steps in designing a light aeroplane from first principles. Publisher: Richard Duncan Hiscocks, 1995. ISBN 0-9699809-0-6



Englert, Sonja:

Tips and Tricks for Aircraft Homebuilders. Publisher: Sonja Englert, 2009. ISBN 0-9752984-8-8

[Getting Started, Shop and Tools, Working with Composites/Metal/Wood, Welding, Flight Controls, Electrical Systems, Final Assembly...]



Askue, Vaughan:

Flight Testing Homebuilt Aircraft (Paperback). Publisher: Aviation Supplies & Academics, Inc., 1992. ISBN-10: 1560276282

[“Step-by-step instructions for testing homebuilt aircraft. Diagrams and illustrations demonstrate how to get max. performance with min. risk.”]



Bachmann, Peter:

Ultraleichtflugzeuge. Privatpiloten-Bibliothek, Bd.17 Hardcover. Stuttgart: Motorbuch Verlag, 2002. ISBN-10: 3613021935

Das Handbuch stellt die Ultraleichtflugzeuge detailliert vor und bewertet diese nach technischen Daten, Kostenwerten und Leistungsvergleichen.



Dieter Thomas, Marcus Kaiser:

Leitfaden zur Flugleistungsermittlung von kleinen Flugzeugen, Neue flugtechnische Reihe: Band 3. Herausgeben von Dieter Thomas, 1. Auflage, Fürstenfeldbruck: Verlag Dieter Thomas, 2003. ISBN-10: 3-931776-06-9

Luftverlag TFT:



Thomas, Dieter: Ersterprobung von Flugzeugen Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation, Neue flugtechnische Schriften: Heft 6.

Horvath, Werner: Massen- und Schwerpunktsermittlung von kleinen Flugzeugen, Neue flugtechnische Schriften: Heft 10.

Kaiser, Marcus: Kalibrierung der Höhen- und Fahrtmesseranzeige von kleinen Flugzeugen, Neue flugtechnische Schriften: Heft 11.

5. Zulassung

Am Ende eines jeden Eigenbau-Projektes, egal ob es sich hierbei um den Selbstbau, Amateurbau oder einer Modifikation handelt, steht die Zulassung des Ultraleichtflugzeugs zum Luftverkehr. Wie bereits im Kapitel »Allgemeines« beschrieben, beauftragt der Gesetzgeber den DAeC und den DULV mit der Wahrnehmung aller Aufgaben zur Verkehrszulassung von Ultraleichtflugzeugen. Beim DAeC übernimmt das Luftsportgeräte-Büro (LSG-B) diese Aufgaben. Die Beschreibung des chronologischen Ablaufs vom Bau bis zur Zulassung bezieht sich in diesem Kapitel ausschließlich auf die Verfahrensweisen beim Luftsportgeräte-Büro des DAeC. Die Verfahren zur Zulassung beim DULV sind ähnlich und werden hier nicht weiter betrachtet.

In diesem Kapitel werden anhand der folgenden Fragen die Zusammenhänge im Zulassungsprozess näher erläutert:

- Wann muss das Projekt bei der zuständigen Zulassungsstelle angemeldet werden und welche Nachweise müssen dafür erbracht werden?
- Wer prüft das Projekt und wann wird das Projekt geprüft?
- Welche Abnahmen erfolgen und welche Nachweise müssen erbracht werden?
- Welche zusätzlichen Kosten entstehen bei der Zulassung des Projektes?

In den folgenden Abschnitten wird speziell für den Selbstbau, Amateurbau und der Modifikation der jeweilige Ablauf bis zur Zulassung beschrieben. Zusätzlich wurde für den Selbstbau, Amateurbau und der Modifikation im Anhang jeweils ein Ablaufplan erstellt, der die einzelnen Schritte in ihrer chronologischen Reihenfolge darstellt.

Anhand einer Dokumentenmappe mit den jeweiligen Anträgen und Formblättern, die für den Zulassungsprozess von großer Bedeutung sind, soll der Einblick in den Ablauf der Zulassung ermöglicht werden. Wenn an entsprechender Stelle im Text auf ein Formular in der Dokumentenmappe hingewiesen wird, dann wurde das »*kursiv*« gekennzeichnet.

5.1 Selbstbau

Die Prüfung zur Zulassung dieser Art des Eigenbaus eines Ultraleichtflugzeugs ist sehr umfangreich. Dies liegt darin begründet, dass der Selbstbau kein bereits zugelassenes Muster ist. Die Lufttüchtigkeit der Einzelstückzulassung muss aber genauso sichergestellt werden, wie für die Musterzulassung. Hieraus ergibt sich der hohe Aufwand für die Prüfung zur Zulassung.

Die Prüfung zur Zulassung unterteilt sich in drei Gutachten. Es soll nun gezeigt werden, welche Nachweise zu den jeweiligen Gutachten erbracht werden müssen und wer diese Gutachten durchführen kann.

Der OUV besitzt schon seit Jahren viel Erfahrung auf dem Gebiet des Eigenbaus und kann auch für den Selbstbau von Ultraleichtflugzeugen zu Rate gezogen werden. Dieser kann auch die erforderlichen Gutachten für das Projekt durchführen. Prinzipiell ist ein Selbstbau auch ohne den OUV möglich, aber diesem ist abzuraten. Die Kosten für den Bau würden immens in die Höhe steigen, da dann die Gutachten durch einen Ingenieur des Beauftragten nach §31c LuftVG durchgeführt werden. Dagegen arbeiten die Gutachter des OUV, der sich aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden finanziert, ehrenamtlich und unterstützen den Projektanten mit all ihrer Erfahrung und technischem Verständnis.

Die folgenden Ausführungen beschreiben den Ablauf mit Hilfe des OUV. Dabei wurden den drei erforderlichen Gutachten die jeweiligen Projektphasen zugeordnet. Die schriftliche Ausführung wird mit einem chronologischen Ablaufplan im Anhang D ergänzt.

5.1.1 Entwurfsphase – 1.Gutachten

Zunächst meldet der Projektant sein Eigenbauprojekt beim OUV an. Die Anmeldung umfasst die ausführliche Beschreibung des Selbstbauprojektes, einschließlich aller erforderlichen Projekt-Daten, sowie die Nennung eines projektbegleitenden Prüfers.

Daraufhin beurteilt ein Gutachter des OUV das Konzept. Eine positive Bewertung erhält das geplante Eigenbauprojekt nur dann, wenn das Vorhaben mit Aussicht auf Erfolg begutachtet wurde.

Mit der positiven Bewertung des ersten Gutachtens wird das Projekt vom gewählten Beauftragten, in diesem Falle das Luftsportgeräte-Büro des DAeC, angenommen. Es erfolgt die Zuteilung einer Projektnummer. Nachdem die Zulassungsbasis bestätigt (Einzelstück) wurde und die Anerkennung des projektbegleitenden Prüfers erfolgte, erhält der Gutachter und Projektant die entsprechende Rückmeldung vom LSG-B. Die Bauphase kann somit beginnen.

5.1.2 Bauphase – 2.Gutachten

Mit Annahme des Eigenbauprojektes und der Anerkennung des projektbegleitenden Prüfers durch das Luftsportgeräte-Büro des DAeC, beginnt nun die Bauphase, die vom anerkannten Prüfer individuell begleitet wird.

Auf dem Weg zum zweiten Gutachten steht zunächst die erfolgreiche Abnahme des Rohbaus auf dem Programm. Als Rohbau wird das eigentliche Grundgerüst des Ultraleichtflugzeugs bezeichnet, ohne Bespannung und/oder Beplankung. Die Rohbauabnahme ist zwar ein einmaliges Ereignis, jedoch kontrolliert der Prüfer während der gesamten Bauphase bis hin zur Endabnahme Schritt für Schritt die bauliche Ausführung. Die konstruktive Beurteilung erfolgt ausschließlich durch den Gutachter.

Nach der Empfehlung des Prüfers und vorheriger Anmeldung durch den Projektanten beim LSG-B erfolgt die Rohbau- und Endabnahme. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Endabnahme erst mit einer Erklärung der Unbedenklichkeit zur Ausstellung des Nachprüfscheins beendet ist.

Für das zweite Gutachten sind nicht nur die Forderungen aus dem ersten Gutachten zu erfüllen, sondern auch entsprechende Festigkeitsnachweise, Belastungsversuche und Bodentestprotokolle. Außerdem muss ein Erprobungsprogramm ausgearbeitet und ein »Antrag auf Erteilung einer vorläufigen Verkehrszulassung« gestellt werden.

Für den Antrag auf Flugzulassung wird der Nachweis über die Versicherung benötigt, sowie eine Kennzeichenanmeldung durch einen »Antrag auf Vormerkung eines Kennzeichens« sowie die entsprechenden Abnahmen und Nachweise des Prüfers.

5.1.3 Erprobungsphase – 3.Gutachten

Mit der Zusage des Antrags auf Flugzulassung kann die Flugerprobung beginnen. Die vorläufige Verkehrszulassung besitzt nur eine begrenzte Gültigkeit, vorerst für ein halbes Jahr. Eine Verlängerung aufgrund besonderer Vorkommnisse ist jederzeit möglich.

Für das dritte und letzte Gutachten auf dem Weg zur endgültigen Zulassung müssen die Forderungen aus dem zweiten Gutachten erfüllt werden. Darüber hinaus muss ein Flugerprobungsbericht verfasst werden und eine Lärmmessung erfolgen. Anhand der Flugdaten sind auch das Flug- und Betriebshandbuch zu erstellen.

Wenn alle Forderungen/Nachweise vorliegen und die Nachflugkontrolle erfolgreich durchgeführt wurde, erfolgt die Aushändigung des dritten Gutachtens. Somit ist der Weg für die endgültige Einzelstückzulassung mit Ausstellung des entsprechenden Gerätekenntblattes geebnet.

Anmerkung zur Nachflugkontrolle:

Die Flugerprobung und abschließende Anfertigung eines Flugerprobungsberichts erfolgt durch den Projektanten. Die während der Flugerprobung aufgezeichneten Messwerte müssen nicht nur nachweislich dokumentiert, sondern auch jederzeit nachvollziehbar sein. Denn bei der Nachflugkontrolle werden die Ergebnisse und bestimmte Parameter, wie z.B. die Langsamflugeigenschaften und/oder bestimmte Betriebsgrenzen aus dem Flugerprobungsbericht überprüft. Dies erfolgt in der Regel durch einen externen Prüfer, der den Selbstbau aus Sicht eines Kunden abnimmt. Dabei geht es aber in erster Linie um die ergonomischen und flugtechnischen Eigenschaften des Ultraleichtflugzeugs, als um persönliche Interessen.

5.1.4 Zulassung – Ausstellung des Gerätekenntblattes

Die endgültige Verkehrszulassung erfolgt mit der erfolgreichen Beurteilung des dritten Gutachtens und der Nachprüfung anhand des Wartungshandbuchs. Mit dem »Antrag auf Zulassung eines Luftsportgerätes zum Verkehr« müssen folgende Nachweise erbracht werden:

- Versicherungsnachweis (Haftpflcht)
- Eigentumsnachweis
- Erklärung der Staatsangehörigkeit
- Nachweis der Lufttüchtigkeit
- Lärmzeugnis
- Nachprüfschein

Die Einzelstückzulassung ist mit der Ausstellung des Gerätekenntblattes beendet.

Die Zulassung als Einzelstück ist wie beschrieben sehr aufwendig und umfangreich. Außerdem sind vom Projektanten zahlreiche Fähigkeiten und Fertigkeiten auf fast allen Gebieten des Flugzeugbaus erforderlich. Weitaus übersichtlicher erscheint das Zulassungs-Procedere im Amateurbau, welches im Folgenden näher erläutert wird.

➞ Im Anhang B befindet sich ein Ablaufplan der Zulassung beim Selbstbau.

5.2 Amateurbau

Der Amateurbau ist durch den Nachbau von Bausätzen oder anhand von Bauplänen gekennzeichnet. Anders als beim Selbstbau handelt es sich hierbei um den Nachbau eines bereits musterzugelassenen Ultraleichtflugzeug. Da der erforderliche Nachweis zur Lufttüchtigkeit schon während der Musterzulassung erbracht wurde, entfallen im Amateurbau die entsprechenden Gutachten.

5.2.1 Entwurfsphase

Zunächst meldet der Projektant sein Amateurbauprojekt beim Luftsportgeräte-Büro des DAeC an. Der Antrag kann völlig formlos gestellt werden und sollte folgende Daten und Informationen beinhalten:

- Beschreibung des Flugzeugmusters (Gerätekenblatt)
- Einverständniserklärung des Musterbetreuers (Kaufvertrag: Bausatz/Bauplan)
- Nennung eines baubegleitenden Prüfers Klasse 5

Sollte dem Projektanten kein geeigneter Prüfer bekannt, kann das Luftsportgeräte-Büro durchaus hilfreiche Vorschläge für einen qualifizierten Prüfer unterbreiten.

Nachdem das Luftsportgeräte-Büro dem Amateurbauprojekt zugestimmt hat und der baubegleitende Prüfer anerkannt wurde, kann der Bau beginnen. Mit der Zuteilung einer Projektnummer ist die Anmeldung offiziell bestätigt. Es folgen Hinweise in Form eines »Antrag auf Vormerkung eines Kennzeichens« und das die geforderte Rohbau- und Endabnahme beantragt werden müssen.

5.2.2 Bauphase

Mit Zustimmung des Amateurbauprojekts seitens des Luftsportgeräte-Büros kann der Bau beginnen. Der befugte Prüfer kontrolliert während dieser Phase den gesamten Ablauf der baulichen Ausführung. Während der Projektant die entsprechenden Nachweise selbst erbringen muss, ist der Prüfer für die jeweiligen Befundberichte und Bauabnahmen verantwortlich. Deshalb sollte bei der Wahl eines geeigneten Prüfers unbedingt darauf geachtet werden, dass dieser aus der näheren Umgebung kommt. Zum einen aus organisatorischen Gründen da sich so relativ kurzfristig Zusammenkünfte vereinbaren lassen, wenn z.B. technische Probleme auftreten. Zum anderen aber auch aus finanziellen Gründen, denn der Prüfer erhält nicht nur eine Aufwandsentschädigung von maximal 40€/Std, sondern erhebt zusätzlich eine Anfahrtspauschale von derzeit 30 Cent pro gefahrenen Kilometer.

Ist der Rohbau (Flugzeug ohne Bespannung und/oder Beplankung) abgeschlossen, folgt die Rohbauabnahme. Diese Prüfung muss unbedingt rechtzeitig angemeldet werden. Denn nur mit einem entsprechenden Prüfauftrag kann/darf der Prüfer den Rohbau abnehmen. Die Prüfung wird durch die Überweisung (Vorkasse) einer Prüfgebühr von 100€ und unter Angabe der Projektnummer beim Luftsportgeräte-Büro angemeldet. Daraufhin erhält der Projektant die entsprechenden Formulare zum Prüf-/Befundbericht und die Rechnung als Auftragsbestätigung. Diese berechtigt den Prüfer mit der Durchführung der Rohbauabnahme.

Beim Amateurbau nach Bausätzen ist unbedingt darauf zu achten, dass der Musterbetreuer und Hersteller des Bausatzes im Gerätekenntblatt übereinstimmen. Andernfalls wird das Amateurbauprojekt vom Luftsportgeräte-Büro geradewegs abgelehnt. Die Rohbauabnahme bei einem Bausatz erfolgt nach dem gleichen Procedere wie beim Bau nach Bauplänen. Nach der Anmeldung und Entrichtung der Prüfgebühr in Höhe von 100€ erhält der Projektant eine Auftragsbestätigung, die den Prüfer offiziell befugt, die Rohbauabnahme durchzuführen. Da es verschiedene Ausführungen von Bausätzen gibt, ist es durchaus möglich, dass hierbei die Rohbauabnahme in Form einer Prüfung der Qualität und Vollständigkeit des Bausatzes durchgeführt wird.

Mit der Bestätigung: Die Rohbauabnahme wurde an dem und dem Tag erfolgreich durchgeführt, kann das Amateurbauprojekt fortgesetzt werden. Die Bauphase endet mit der flugfähigen Fertigstellung des Ultraleichtflugzeugs. Dazu gehört auch das Kennzeichen! Bevor aber die vorläufige Verkehrszulassung beantragt werden kann, ist noch eine Endabnahme notwendig. Diese wird wieder in Form der Prüfgebühr und unter Angabe der Projektnummer beim Luftsportgeräte-Büro angemeldet. Daraufhin erhält der Projektant die Formulare für den »Prüfbericht«, »Wägebericht« mit »Ausrüstungs- und Ausstattungsverzeichnis« und den »Antrag auf Erteilung einer vorläufigen Verkehrszulassung«, sowie die Rechnung als Auftragsbestätigung.

5.2.3 Erprobungsphase

Nach der erfolgreichen Durchführung der Endabnahme mit den dazugehörigen Festigkeitsnachweisen und Belastungsversuchen beginnt die Flugerprobung des Amateurbauprojektes. Jedoch ohne eine vorläufige Verkehrszulassung darf sich kein Ultraleichtflugzeug in die Lüfte erheben. Die Erteilung einer vorläufigen Verkehrszulassung erfolgt nur im Zusammenhang mit einem Versicherungsnachweis und dem Kennzeichen, sowie einer Unbedenklichkeitserklärung, dass die Verwendung des Ultraleichtflugzeugs für den beabsichtigten Zweck (Flugerprobung) unbedenklich ist.

Anders als beim Selbstbau umfasst die Flugerprobung beim Amateurbau lediglich diverse Überprüfungsflüge mit den dazugehörigen »Flugberichten«. Denn im Rahmen der Musterzulassung des jeweiligen Bausatzes/Bauplans wurde die Lufttüchtigkeit anhand der Bauvorschrift bereits nachgewiesen.

5.2.4 Endgültige Zulassung

Die erfolgreiche Durchführung der Bauphase bestätigt der Prüfer durch die Endabnahme und der abschließender Ausstellung eines »*Stückprüfschein*«, die sog. Geburtsurkunde. Somit kann der »*Antrag auf Zulassung eines Luftsportgerätes zum Verkehr*« erfolgen. Folgende Nachweise müssen dafür erbracht werden:

- Versicherungsnachweis (Haftpflicht)
- Eigentumsnachweis
- Erklärung der Staatsangehörigkeit
- Nachweis der Lufttüchtigkeit (Stückprüfschein)
- Wägebericht mit Ausrüstungsverzeichnis
- Lärmzeugnis
- Stück- oder Nachprüfschein des Rettungsgerätes

Sind alle Nachweise erbracht, wird das Ultraleichtflugzeug zum Verkehr zugelassen. Ab sofort wird in jährlichen Abständen in einer umfassenden Nachprüfung festgestellt, ob das eigene Ultraleichtflugzeug noch lufttüchtig ist und ob die im zugehörigen Gerätekenblatt enthaltenen Angaben übereinstimmen. Dies belegt der »*Nachprüfschein*«.

➡ Im Anhang C befindet sich ein Ablaufplan der Zulassung beim Amateurbau.

5.3 Modifikation

Die Zulassung der Modifikation eines Ultraleichtflugzeuges kann durchaus ähnlich umfangreich sein wie beim Selbstbau. Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten einer Zulassung aufgrund der Modifikation unterschieden:

- Änderung bzw. Erweiterung einer Musterzulassung
- Änderung am zugelassenen Muster (Einzelstückprüfung)

Die Änderung bzw. Erweiterung einer Musterzulassung gilt für das gesamte Muster. Die jeweilige Änderung/Modifikation kann dann relativ einfach für andere Ultraleichtflugzeuge des gleichen Musters angewendet werden.

Die Änderung an einem zugelassenen Muster führt letztendlich zu einer Einzelstückzulassung, d.h. die Änderung gilt nur für das jeweilige Ultraleichtflugzeug. Die Anwendung dieser Änderung/Modifikation auf Ultraleichtflugzeuge ist schwieriger, da wiederum zahlreiche Nachweise zur Lufttüchtigkeit erbracht werden müssen, um die Zulassung als Einzelstück zu erhalten.

5.3.1 Entwurfsphase

Egal um welche Modifikation es sich am eigenen Ultraleichtflugzeug auch handelt, prinzipiell sollte vorab der Kontakt zum Musterbetreuer/-halter hergestellt werden. Möglicherweise ist dieser bereit, die Modifikation im Rahmen einer ergänzenden Musterzulassung zu unterstützen. Vorteil: Die jeweilige Modifikation ist dann im Gerätekenntblatt des Musters vermerkt und kann jederzeit völlig unproblematisch nachgerüstet werden. Desweiteren sollte der Projektant nach ähnlichen Änderungen bereits einzelstückzugelassener Ultraleichtflugzeuge recherchieren, da diese bei der Umsetzung der eigenen Modifikation hilfreich sein könnten.

Auch bei der Modifikation beginnt das Selbstbauprojekt mit einer Anmeldung beim Luftsportgeräte-Büro. Dies erfolgt zum einen durch den »Antrag auf Änderung bzw. Erweiterung einer Musterzulassung«, wenn der Musterbetreuer/-halter sein Interesse an der jeweiligen Modifikation bekundet und unterstützend tätig wird. Zum anderen durch den »Antrag auf Änderung am zugelassenen Muster (Einzelstückprüfung)«.

Des Weiteren muss der Projektant auch in diesem Falle einen Prüfer vorschlagen, ggf. durch das Luftsportgeräte-Büro, der den gesamten Umbau von Beginn an begleitet. Somit ist nicht nur die Betreuung von Anfang an gewährleistet, sondern auch die Nachweisführung sichergestellt.

5.3.2 Bauphase

Anhand von zwei Modifikations-Beispielen: Änderung des Motors und Änderung des Propellers wird im Folgenden die Bauphase im jeweiligen Zulassungsprozess näher erläutert. Somit kann an entsprechender Stelle auf die Checklisten und Formulare in der Dokumentenmappe hingewiesen werden.

Motoränderung

Bei der Motoränderung ist zunächst entscheidend, ob die Triebwerksanlage für das jeweilige Ultraleichtflugzeug überhaupt ausreichend dimensioniert ist. Zur Erlangung der vorläufigen Verkehrszulassung sind nicht nur zahlreiche Belastungsversuche und Bauabnahmen erforderlich, sondern auch entsprechende Berechnungen, wie z.B. vom Motorträger (siehe »*Checkliste: Motoränderung*«). Erst wenn alle Nachweise erbracht sind, kann der »*Antrag auf Erteilung einer vorläufigen Verkehrszulassung*« für die Flugerprobung des Motorumbaus gestellt werden.

Propelleränderung

Der entscheidende Faktor bei der Propelleränderung ist zunächst die Prüfung der Kompatibilität (siehe »*Übersicht: Propelleränderung*«). Nur wenn der auserwählte Propeller, in Kombination von Motor und Abgasanlage, innerhalb der festgelegten Grenzen sicher betrieben werden kann und mit dem jeweiligen Ultraleichtflugzeug vereinbar ist, erfolgt der »*Antrag auf Erteilung einer vorläufigen Verkehrszulassung*«. Darüber hinaus sind noch zusätzliche Nachweise erforderlich, wie z.B. die der geforderten Sicherheitsabstände und der statische Zugversuch.

Anmerkung

Die Forderungen zur Nachweisführung bei jeder Modifikation an einem Ultraleichtflugzeug basieren auf den Lufttüchtigkeitsvorschriften LTF-UL 2003.

Die Erteilung der vorläufigen Verkehrszulassung erfolgt erst nach erfolgreicher Prüfung sämtlicher Nachweise und Berechnungen, die für die Erlangung der VVZ notwendig sind (siehe »*Hinweis zur Erstellung der Nachweise bei Motor-/Propelleränderung Teil I*«). Alle erforderlichen Nachweise werden in erster Linie durch die UL-Technik des Luftsportgeräte-Büros des DAeC überprüft. Gutachten werden jedoch an kooperierenden Außenstellen, wie Institute und Ingenieurbüros, vergeben. Der Projektant wird dann entsprechend benachrichtigt und von der jeweiligen Prüfstelle informiert.

Darüber hinaus ist zur Erlangung der VVZ ein Versicherungsnachweis erforderlich, das Kennzeichen, sowie die Unbedenklichkeitserklärung des Prüfers, der damit die Verwendung des Ultraleichtflugzeugs für den beabsichtigten Zweck (Flugerprobung) als unbedenklich bestätigt.

5.3.3 Erprobungsphase

Nach Erteilung der vorläufigen Verkehrszulassung beginnt die Flugerprobung mit der jeweiligen Modifikation. Entsprechend den Forderungen »*Hinweis zur Erstellung der Nachweise bei Motor-/Propelleränderung Teil II*« und der Übersicht »*Checkliste: Motoränderung*« verläuft die jeweilige Nachweisführung. Die Dokumentation erfolgt anhand von Flugerprobungsberichten. In der Flugerprobung wird in erster Linie das Betriebsverhalten des Ultraleichtflugzeuges überprüft. Darüber hinaus werden die jeweiligen Flugleistungen und Betriebsgrenzen ermittelt, die für die Änderungen im Flughandbuch notwendig sind. Mit einer abschließenden Prüfung der Modifikation, sowie der Lärmmessung kann der »*Antrag auf Zulassung eines Luftsportgerätes zum Verkehr*« erfolgen.

5.3.4 Endgültige Zulassung

Nach erfolgreicher Flugerprobung kann das modifizierte Ultraleichtflugzeug mittels einer Einzelstückzulassung zum Verkehr zugelassen werden. Sind alle Nachweise erbracht, folgt die Ausstellung des ergänzenden Gerätekenntblattes für die Änderung am zugelassenen Muster. Dazu werden folgende Unterlagen benötigt:

- Versicherungsnachweis (Haftpflcht)
- Eigentumsnachweis
- Erklärung der Staatsangehörigkeit
- Nachweis der Lufttüchtigkeit (Stückprüfschein)
- Wägebericht mit Ausrüstungsverzeichnis
- Lärmzeugnis
- Stück- oder Nachprüfschein des Rettungsgerätes

Die Forderung zum Erhalt des »*Lärmzeugnis*« ist ein entsprechender Nachweis des Lärmpegels unterhalb eines zulässigen Grenzwertes von 60db(A). Diese 60db(A) stellen den Grenzwert für erhöhten Schallschutz für alle Ultraleichtflugzeuge dar. Für diesen Nachweis sind weitere Flugversuche in Form von Steigflugmessungen nötig. Diese werden in Zusammenarbeit mit dem Luftsportgeräte-Büro des DAeC auf dem Flugplatz Korbach (EDGK) durchgeführt. Bei der Messung fliegt das Ultraleichtflugzeug in einer bestimmten Höhe in Richtung des Messpunktes und geht dann in eine Steigfluglage mit Vollgas über. Der so ermittelte Lärmpegel wird dokumentiert und ins Lärmzeugnis eingetragen. Das Lärmzeugnis verliert jedoch seine Gültigkeit, wenn Änderungen am Luftfahrzeug vorgenommen werden, die einen Einfluss auf seine Lärmerzeugung haben. (siehe NfL II 70/04 – Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge)

➔ Im Anhang D befindet sich ein Ablaufplan der Zulassung bei der Modifikation.

5.4 Kosten im Zulassungsprozess

Die nachfolgende Übersicht stellt die jeweiligen Kosten/Gebühren auf dem Weg zur Zulassung eines Ultraleichtflugzeugs dar. Diese Aufstellung entspricht dem aktuellen Stand, erhebt aber keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

Tabelle 5.1 Übersicht der Kosten im Zulassungsprozess (12/2009)

Leistung	Gebühr
Änderung des Luftsportgeräteverzeichnisses aufgrund Eigentumsänderung	50€
Vormerkung eines Kennzeichens ¹	25€
Betreuung des Selbstbauprojektes durch den Prüfer Klasse 5	< 40€/Std
Fahrkosten-/Kilometerpauschale	-,30€/km
Vorkasse: Rohbauabnahme	100€
Vorkasse: Endabnahme	100€
Grundgebühr: Änderung am zugelassenen Muster (Einzelstück)	70€
Ingenieur der UL-Technik vom Luftsportgeräte-Büro des DAeC	70€/Std.
Lärmmessung/Lärmzeugnis	450€

¹ Vormerkung eines Kennzeichens ist maximal 1 Jahr möglich

6. Zusammenfassung

Auf dem Weg von der Idee bis zur Zulassung von aerodynamisch gesteuerten Ultraleichtflugzeugen wurden alle relevanten Schritte beschrieben. Während der Schwerpunkt dieser Arbeit ganz klar im Projektmanagement, also bei der Vorbereitung und Planung, sowie im Ablauf bei der Zulassung lag, wurden der Bau und die Entwicklungsphase nicht unberücksichtigt gelassen.

Im »Allgemeinen Teil« dieser Arbeit wurde zunächst das Ultraleichtflugzeug als solches näher beschrieben und in die Welt der Luftfahrtgeräte eingegliedert. Bei der Entwicklung von Bauvorschriften wurden zunehmend auf die Zusammenhänge, speziell beim Schwerpunkt Lufttüchtigkeit, hingewiesen. Für das Verständnis und die Wahrung des Zusammenhanges wurde der juristische Rahmen, in welchem in Deutschland Ultraleichtflugzeuge betrieben werden dürfen, aufgezeigt. Abschließend wurden die Kapitel der aktuellen Lufttüchtigkeitsforderung näher erläutert und die zuständigen Stellen für die Zulassung von Ultraleichtflugzeugen beschrieben.

Der »Schwerpunkt Teil« widmet sich zunächst speziell dem Thema: Projektplanung. Anhand von konkreten Beispielen wurden die Methoden des Projektmanagements näher erläutert, um somit den Einstieg und die Anwendbarkeit zu vereinfachen. Die dabei entwickelten Arbeitsblätter wurden in der Anlage-1 zusammengefasst.

Bei den Ausarbeitungen zur Entwicklung & Bau des eigenen Ultraleichtflugzeugs wurde in erster Linie auf weiterführende Literatur verwiesen. Dennoch wurde die prinzipielle Vorgehensweise anschaulich dargestellt und auf die Komplexität der Aufgabe hingewiesen. Abschließend erfolgte die Erläuterung des chronologischen Ablaufs des Projekts in Bezug auf die Interaktion zwischen Zulassungsstelle und Projektant. In Zusammenarbeit mit dem DAeC wurden vollständige Ablaufpläne erstellt, die anhand der drei Möglichkeiten Selbstbau/Amateurbau/Modifikation den Weg der Zulassung vereinfacht darstellen.

Das Ziel dieser Arbeit lag ganz klar im Auftrag, all denen eine nützliche Hilfestellung zu geben, die sich den Traum vom eigenen Ultraleichtflugzeug erfüllen möchten. Dabei wurde aus der Fülle von Informationen, die in Form von Gesetzestexten, Bauvorschriften, Hinweisen, Unterlagen der Zulassungsstellen, Erfahrungsberichten, vielfältigster Literatur und natürlich den zahlreichen Internetquellen verfügbar waren, die wichtigsten herausgefiltert und in einer Art Leitfaden zusammengestellt.

Aufgrund der enormen Komplexität und des eigenen Anspruchs möglichst alle Wege von der Idee bis zur Zulassung des eigenen Ultraleichtflugzeug aufzuzeigen, war es leider nicht immer möglich, auf alle Themengebiete umfassend einzugehen. Auch die ungefilterte Flut an Information galt es zu bewältigen und in eine strukturierte Form zu bringen.

In den Ausarbeitungen zum Projektmanagement bedarf es sicherlich noch einer Überprüfung und Erweiterung der Einflussfaktoren. Anhand der unschätzbaren Erfahrungen von Eigenbauern und Selbstbauprojektanten, die bereits ein eigenes Ultraleichtflugzeug gebaut haben, dürfte somit eine Vervollständigung durchaus realisierbar sein. Dies war eigentlich auch vorgesehen. Aber aufgrund der geringen Zahl an Rücksendungen eines zu diesem Thema erstellten Umfragebogens, war es leider nicht möglich, praktische Erfahrungswerte in dieser Arbeit einfließen zu lassen. Die unzureichende Fülle an relevanten Daten machte eine Auswertung sinnlos. Dies könnte dann Gegenstand einer Weiterführung dieser Arbeit sein.

Das große Interesse an dieser Projektarbeit zeigt, dass grundsätzlich Bedarf an einer Zusammenstellung aller relevanten Information zu diesem speziellen Thema besteht. Diese Arbeit bietet daher noch viel Platz für anschließende Betrachtungen in allen Themenbereichen. Für die Verfasser dieser Projektarbeit bleibt das Interesse an einer weiterführenden Betrachtung auf jeden Fall bestehen.

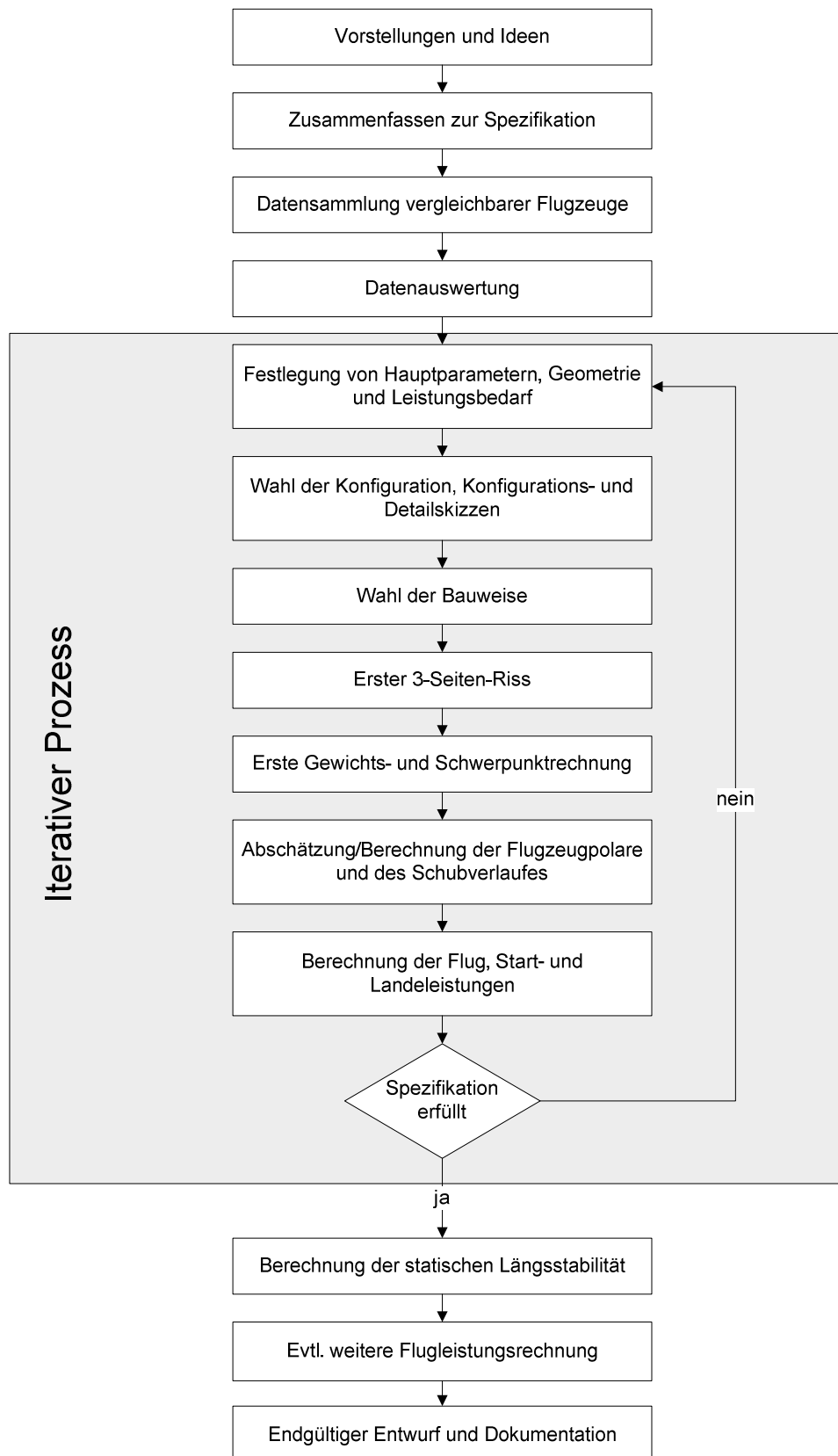
Quellenverzeichnis

- BACHMANN 2002** BACHMANN, Peter: Ultraleichtflugzeuge. Privat-Piloten Bibliothek, Band 17. Stuttgart: Motorbuch Verlag, 2002.
- ECKEBERG 2009** ECKEBERG, Dipl.Kfm.-Dipl.Ing Peter: Praxisorientiertes Projektmanagement. HAW-Hamburg, Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, SS 2009.
- ENGMANN 2009** ENGMANN, Klaus: Technologie des Flugzeuges, 5.Auflage. Vogel Verlag 2009.
- FHB REMOS GX** REMOS GX: Flughandbuch nach LTF-UL, Rev.01 Pasewalk: 01.01.2008.
- FMEA 2003** TIETJEN, Dipl.-Ing. Thorsten; MÜLLER, Dr.-Ing. Dieter H.: FMEA-Praxis, 2.Auflage. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2003.
- MATSCHEGO 1960** MATSCHEGO, Josef: Lufttüchtigkeit – Prüfung und Zulassung des Luftfahrtgerätes. München: Hanns Reich Verlag, 1960.
- MÜLLER 2003** MÜLLER, Friedrich: Flugzeugentwurf - Entwurfssystematik, Aerodynamik, Flugmechanik und Auslegungsparameter für kleinere Flugzeuge. Fürstenfeldbruck: Verlag Dieter Thomas, 2003.
- RINZA 1998** RINZA, Dipl.-Ing. Peter: Projektmanagement – Planung, Überwachung und Steuerung von technischen und nichttechnischen Vorhaben. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1998.
- SCHOLZ 2001** SCHOLZ, Prof. Dr.-Ing. MSME Dieter: Diplomarbeiten normgerecht verfassen: Schreibtipps zur Gestaltung von Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten. Würzburg: Vogel Verlag 2001.
- WIRTH 1999** WIRTH, Helmut: Planungstechniken – Methoden und Anwendung im Überblick. Stuttgart: Dt. Sparkassen Verlag 1999.

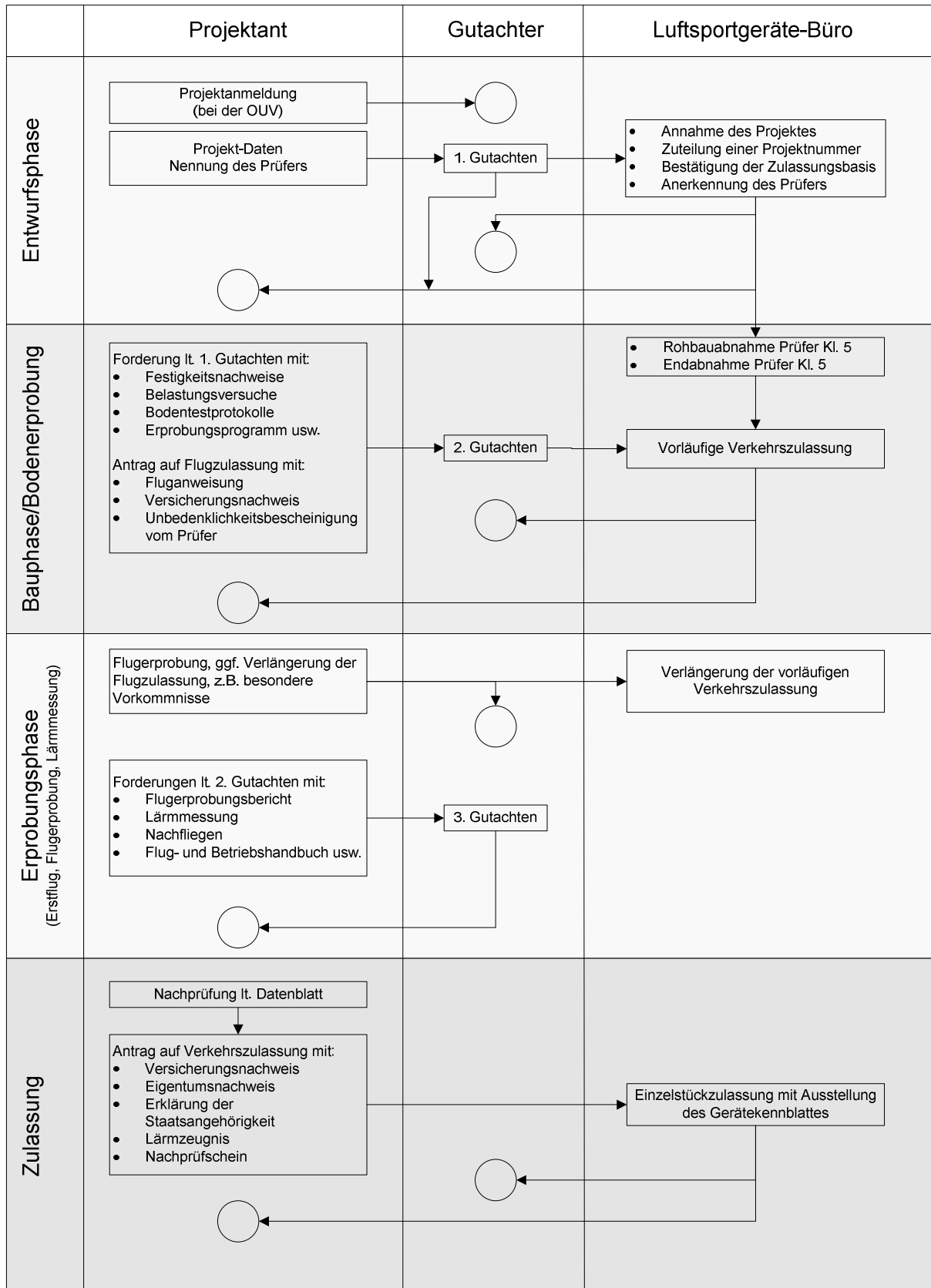
2. DV LuftGerPV	2. DV LuftGerPV: Zweite Durchführungsverordnung zur Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät (Lufttüchtigkeitsforderungen für Luftfahrtgerät), URL: http://www.gesetze-im-internet.de/luftgerpv1998dv_2/index.html (2009-10-13)
BeauftrV	BeauftrV: Verordnung zur Beauftragung von Luftsportverbänden, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/beauftrv/index.html (2009-10-12)
BFU	BFU: Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen, URL: http://www.bfu-web.de/cln_005/sid_74F9DCBA73FF5D977D047EEC8045B8A1/DE/Home/homepage (2010-01-12)
BMVBS	BMVBS: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, URL: http://www.bmvbs.de/ (2009-10-11)
DAeC	DAeC: Deutscher Aero Club, URL: http://www.daec.de/lsgb/index.php (2009-10-11)
DULV	DULV: Deutscher Ultraleichtflugverband e.V., URL: http://www.flieg-doch-mal.de/home--aktuelles/dulv/ (2010-10-11)
KREITMAYR 2007	KREITMAYR, Lorenz: Die deutsche Ultraleichtflug-Historie im internationalen Umfeld – ein kurzer Rückblick. URL: http://www.kreitmayer.de/de/ul-flugzeug-historie.html (2009-09-04)
LBA	LBA: Luftfahrt-Bundesamt, URL: http://www.lba.de/cln_009/DE/Home/homepage_node.html_nnn=true (2009-10-11)
LTF-UL 2003	LTF-UL 2003: Lufttüchtigkeitsforderungen für aerodynamisch gesteuerte Ultraleichtflugzeuge, URL: http://www.pilots24.com/pilots24/download/content/LTF-UL2003 (2009-09-14)
LuftGerPV	LuftGerPV: Verordnung zur Prüfung von Luftfahrtgerät, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/luftgerpv_1998/index.html (2009-10-13)
LuftVG	LuftVG: Luftverkehrsgesetz, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/luftvg/ (2009-10-12)
LuftVZO	LuftVZO: Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/luftvzo/ (2009-10-13)

OUV	OUV: Oskar Ursinius Vereinigung – Deutscher Verein zur Förderung des Eigenbaus von Luftfahrtgerät e.V., URL: http://www.ouv.de/ (2009-10-11)
www.aircraft24.com	Kapitel 4.1.3: UL-Gebrauchtmarkt-Recherche. URL: http://www.aircraft24.com/de/singleprop/remos/100343.htm (2010-01)
www.akademie.de	Projektmanagement – Von der Idee zum Konzept, URL: http://www.akademie.de/fuehrung-organisation/projektmanagement/kurse/projektmanagement-kopie/index.html (2010-01-03)
www.alpiaviation.com	Kapitel 4.1.2: Bausatz-Recherche. URL: http://www.alpiaviation.com/eng/pr_p200_kitav.php (2010-01-25)
www.amazon.de	Kapitel 4.3: Literatur-Recherche. URL: http://www.amazon.de/fachb%C3%BCher-fachbuch/b/ref=sa_menu_tb0?ie=UTF8&node=288100&pf_rd_p=218611391&pf_rd_s=left-nav-1&pf_rd_t=101&pf_rd_i=301128&pf_rd_m=A3JWKAKR8XB7XF&pf_rd_r=1Z4QJW81FTQ2BADS5Z72 (2010-01-20)
www.breezeraircraft.de	Kapitel 4.1.2: Bausatz-Recherche. URL: http://www.breezeraircraft.de/index.php?article_id=26&clang=0 (2010-01-25)
www.comco-ikarus.de	Kapitel 4.1.3: UL-Gebrauchtmarkt-Recherche. URL: http://www.comco-ikarus.de (2010-01-27)
www.delta-mike.com	Kapitel 4.1.3: UL-Gebrauchtmarkt-Recherche. URL: http://www.delta-mike.pair.com/verkauf1.htm (2010-01-27)
www.fk-flugzeuge.de	Kapitel 4.1.3: UL-Gebrauchtmarkt-Recherche. URL: http://www.fk-leichtflugzeuge.de/html/2nd_hand.html (2010-01-27)
www.iss-aviation.de	Kapitel 4.1.2: Bausatz-Recherche. URL: http://www.iss-aviation.de/ul/index.php?option=com_content&task=view&id=71&Itemid=83 (2010-01-25)
www.tft-verlag.de	Kapitel 4.3: Literatur-Recherche. URL: http://www.tft-verlag.de/verlagsprogramm.htm (2010-01-20)
www.todo-liste.de	ToDo-Liste: Übersichtliche Arbeitshilfe für zu erledigende Tätigkeiten, URL: http://www.todo-liste.de/ (2009-12-28)
www.philognosie.net	Entscheidungshilfe: Zukunft erfolgreich gestalten, URL: http://www.philognosie.net/index.php/article/articlelev (2010-01-24)

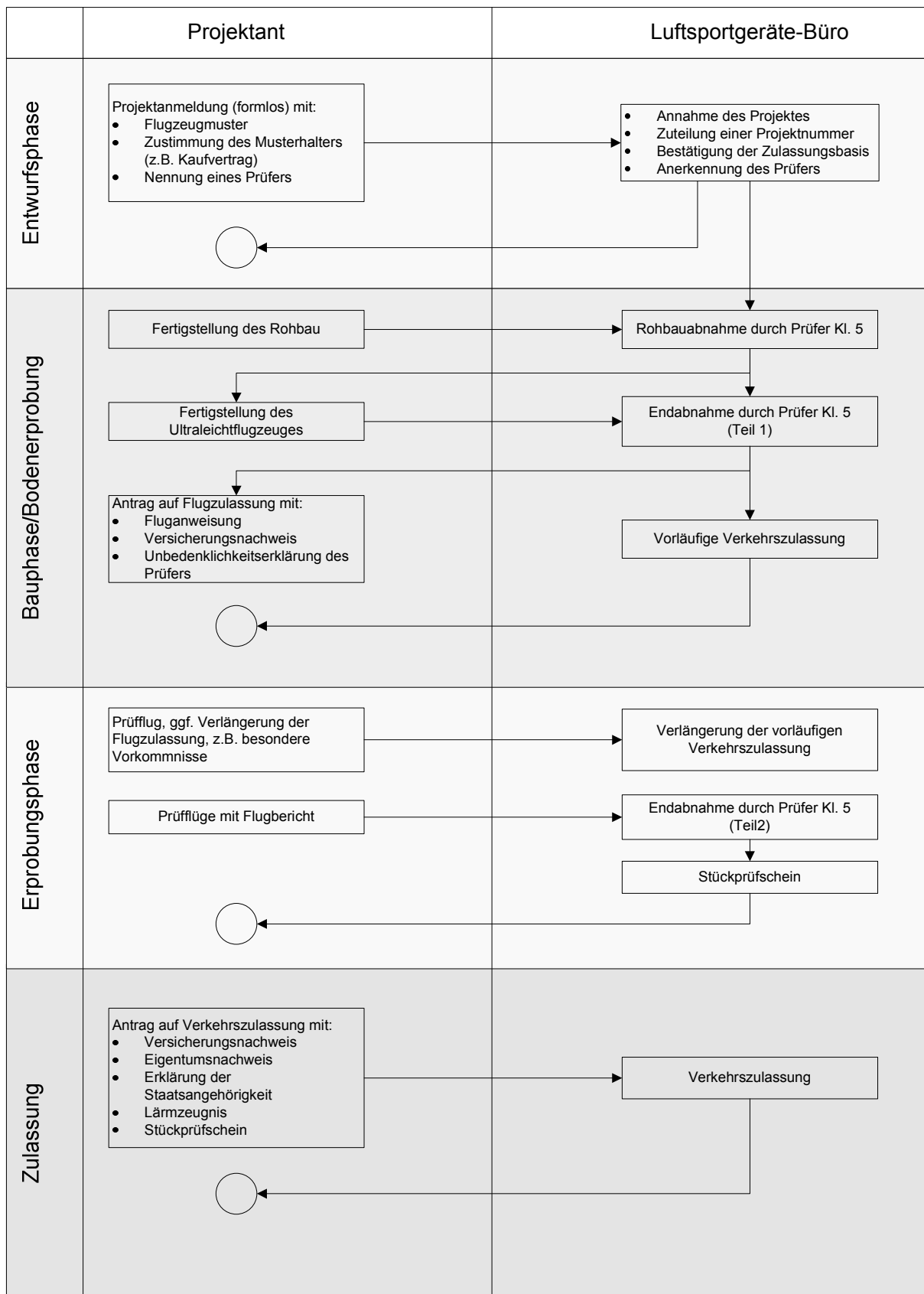
Anhang A – Entwurfs-Ablaufplan



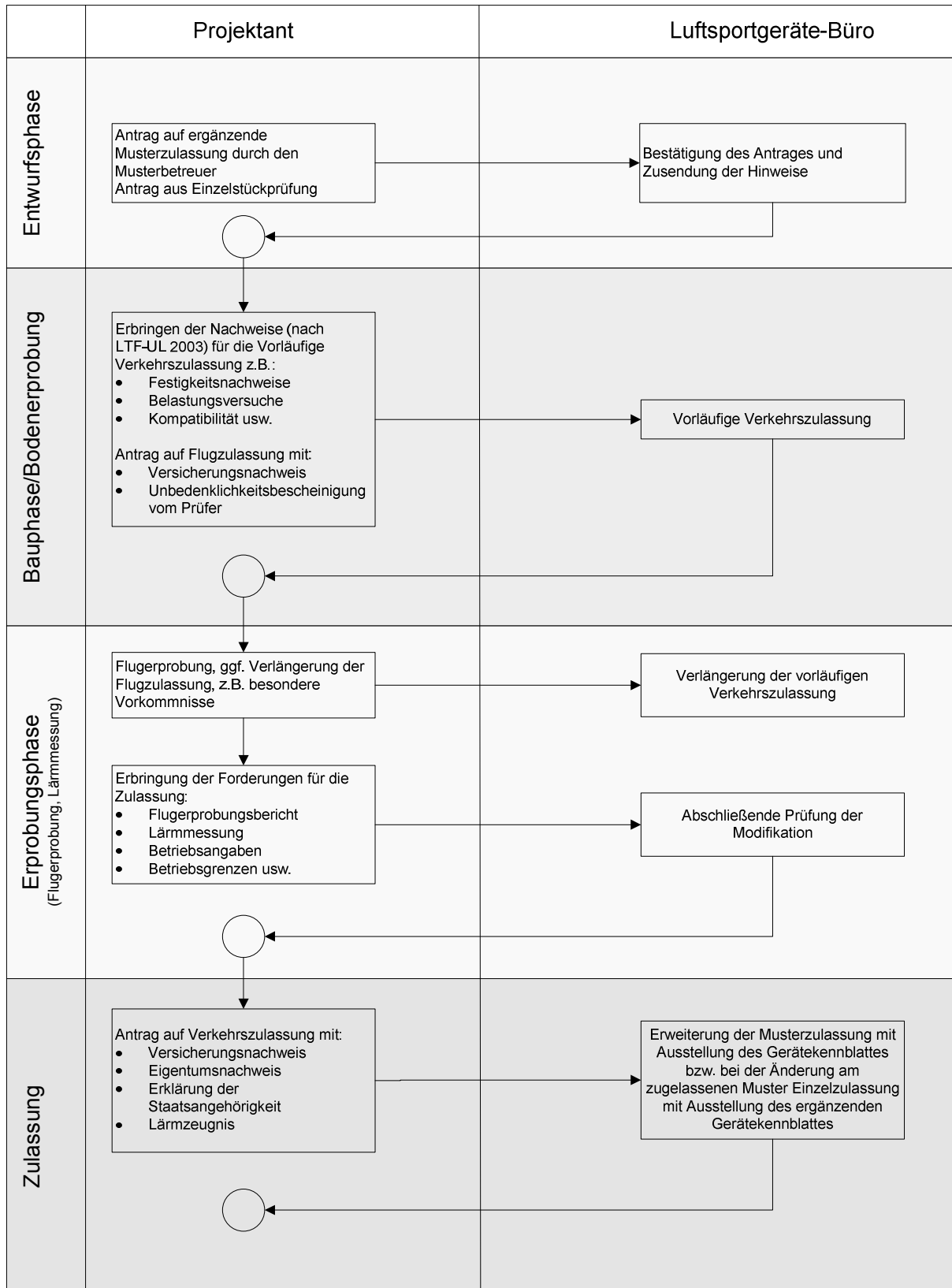
Anhang B – Ablaufplan der Zulassung beim Selbstbau



Anhang C – Ablaufplan der Zulassung beim Amateurbau



Anhang D – Ablaufplan der Zulassung bei der Modifikation



Anhang E – Fragenkatalog/Umfragebogen

Dieser Umfragebogen soll zeigen, worauf bereits im Vorfeld, also bei der Planung und Vorbereitung eines Selbstbauprojekts zu achten ist und wo die Risiken liegen. Die Bearbeitung des Bogens wird etwa 5-7 Minuten in Anspruch nehmen.

Bei Interesse senden wir Ihnen als Dankeschön gerne eine vollständige Kopie unseres fertigen Projektberichtes zu. Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

Mit freundlichem Fliegergruß!

Allgemeiner Teil

Persönliche Angaben:

Alter: ☐☐

Geschlecht: ☐ Mann ☐ Frau

☐ Pilot

Beruf/Branche:

☐ Flugzeugbau

☐ Maschinenbau

Sonstiges: _____

☐ Ingenieur

☐ Techniker

☐ Meister

Sonstiges: _____

Wie stark waren die folgenden Punkte an Ihrer Motivation zur Umsetzung beteiligt?

	sehr stark	stark	neutral	schwach	sehr schwach
Herausforderung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selbstverwirklichung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neugierde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fragen zum Bau des Ultraleichtflugzeuges

Betreuung: ☐ DAeC ☐ DULV ☐ Sonstige: _____

Bauzeit:

☐ < 500h ☐ 500h-1000h ☐ 1000h-2000h ☐ 2000h-3000h ☐ > 3000h

Wie stark haben Sie sich im Vorfeld mit dem Thema Projektplanung beschäftigt?

☐ sehr stark ☐ stark ☐ mäßig ☐ schwach ☐ sehr schwach

Wie wichtig ist/war Ihnen eine gut organisierte Vorbereitungs-/Planungsphase?

☐ sehr stark ☐ stark ☐ mäßig ☐ schwach ☐ sehr schwach

Wie wichtig ist/war Ihnen eine professionelle Unterstützung bei der Vorbereitung und Planung?

☐ sehr stark ☐ stark ☐ mäßig ☐ schwach ☐ sehr schwach

Wie wichtig sind/waren Ihnen klar definierte Ziele bei der Umsetzung des gesamten Selbstbauprojektes?

☐ sehr stark ☐ stark ☐ mäßig ☐ schwach ☐ sehr schwach

Fragen zu den Einflussfaktoren

Bitte markieren Sie, wie folgende Aussagen auf Sie und Ihr Bauprojekt zutreffen!

	stimme voll zu			stimme gar nicht zu	
Die Unterstützung und der Rückhalt in meiner Familie ist/war mir wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zwischen Bauprojekt und beruflicher Einbindung gibt/gab es keine Konflikte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zusätzliche Freizeit neben dem Bauprojekt ist/war mir wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten sind/waren ausreichend für die Umsetzung des Bauprojekts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei der Umsetzung werde/wurde ich gut von den Behörden/Verbänden/Organisationen unterstützt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin/war auf fachliche Unterstützung/Hilfestellung angewiesen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Organisation und Beschaffung der nötigen Materialien und Werkzeuge ist/war unproblematisch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine gute Infrastruktur zwischen Wohnort und Bauplatz ist/war mir wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein gut ausgestatteter Bauplatz (Werkzeuge/Sauberkeit/Größe) ist/war mir wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Finanzierung

Welchen Einfluss hatten folgende Punkte auf die Kosten des Bauprojektes!

	sehr groß			sehr gering	
Material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maschinen/Werkzeuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hilfskräfte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualifizierungsmaßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Infrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finanzierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie haben sie ihr Projekt finanziert?

☐ Kredit ☐ Ersparnisse ☐ lfd. Einkommen ☐ Sonstiges: _____

Risiken

Wo traten bei Ihrem Selbstbauprojekt die größten Probleme auf!

	sehr groß			sehr gering	
Planung/Vorbereitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitmanagement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fähigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unterstützung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bauplatz/Lager	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkzeuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fertigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zulassung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Empfehlungen und/oder Erfahrungen zum Bau eines eigenen Ultraleichtflugzeugs möchten/können Sie weitergeben?

Vielen Dank!