

OUV NEWS

03/25 (29.11.2025)

Inhalt

1)	Vorwort.....	2
2)	Aktuelles	2
3)	An alle Mitglieder: Vorstudie 120 kg – Projekt der OUV	3
4)	Kleine Nachlese zum OUV-Sommertreffen 2025	4
5)	OUV-Kalender 2027	8
6)	OUV und IEC beim Weißwurst FlyIn der Eigenbauer in Straubing	8
7)	European Federation of Light, Experimental and Vintage Aircraft: EFLEVA	11
8)	Übersicht der Technischen Informationen der OUV	13
9)	Erst Blackout an Bord – dann Bremse weich.....	15
10)	Technische, zulassungsrelevante und operationelle Informationen	18
11)	Anhänge.....	29

Einladung zum OUV-Frühjahrstreffen in
Speyer vom 14.03. – 15.03.2026

1) Vorwort

Willkommen zur dritten und letzten Ausgabe der OUV-News im Jahr 2025.

Der erste Advent steht vor der Tür und auch Weihnachten und Silvester sind greifbar nah.

Gleichzeitig mit dieser OUV-News wird auch die Dezemberausgabe des OUV-Marktplatzes veröffentlicht. Vielleicht ist für den ein oder anderen wieder was Passendes dabei.

Im neuen Jahr geht es weiter mit unserem OUV-Frühjahrestreffen und der Mitgliederversammlung in Speyer (14.03. – 15.03.2025, Anreise ab 13.03) sowie der AERO vom 22.04 – 25.04.2025 in Friedrichshafen. Die Termine findet ihr auch auf unserer Webseite www.ouv.de und ihr werdet natürlich vorab nochmal daran erinnert.

Zuvor wünschen wir aber allen eine gesunde Adventszeit, fröhliche Weihnachten und einen guten Rutsch ins Jahr 2026...

2) Aktuelles

... jedes Jahr das gleiche Thema: Mitgliedsbeitrag und Frühjahrestreffen

Ende Januar 2026 wird euch die Rechnung für den Mitgliedsbeitrag VORAB per Mail bzw. Brief zugeschickt, obwohl der Lastschrifteinzug erst Ende Februar erfolgen wird. Die Rechnung bekommt ihr nur deshalb schon so früh, damit jeder genügend Zeit hat, seine Bankverbindung zu kontrollieren und ggf. zu aktualisieren.

Bitte teilt der Geschäftsstelle per Mail (gs@ouv.de) rechtzeitig (also VOR dem Lastschrifteinzug) eure Änderungen mit, um die völlig unnützen und kostenpflichtigen Rücklastschriften zu vermeiden. Solltet ihr nicht am Einzugsverfahren teilnehmen, solltet ihr den Mitgliedsbeitrag sofort nach Erhalt der Rechnung überweisen.

Die Einladungen zum OUV-Frühjahrestreffen in Speyer (14.03 - 15.03.2026) und zur Mitgliederversammlung (Samstag, den 14.03) werden euch zusammen mit dem OUV-Jahrbuch 2025 Anfang Februar 2026 und damit rechtzeitig 4 Wochen vor der Mitgliederversammlung zugeschickt. Das Protokoll der letzten Mitgliederversammlung ist wie üblich im clubdesk hinterlegt.

Für den Besuch des Frühjahrestreffens in Speyer benötigt ihr KEINE Anmeldung, ihr könnt unangemeldet daran teilnehmen und auch Gäste mitbringen. Eine Anmeldung ist nur für die am Freitag- und Samstagabend (13.03 und 14.03) stattfindenden Abendessen erforderlich, die beide erneut im Wirtshaus am Dom, Maximilianstraße 96, 67346 Speyer stattfinden. Hierzu bekommt jedes Mitglied mit gültiger Mailadresse rechtzeitig einen entsprechenden Anmeldelink zugemailt, auf dem ihr die Speisen und deren Anzahl ankreuzen könnt. Eine Woche vor dem Frühjahrestreffen wird der Link zur Erinnerung nochmals an alle verschickt.

Alte Bilder und Dias von OUV-Veranstaltungen

Vielleicht hat der ein oder andere von Euch noch Dias oder Bilder von früheren OUV-Sommertreffen (früher Hobbyflug genannt), die zwischen 1972 und 1999 stattgefunden haben. Falls Ja, meldet euch bitte telefonisch oder per Mail bei der Geschäftsstelle.

Danke schon mal im Voraus !!!

3) An alle Mitglieder: Vorstudie 120 kg – Projekt der OUV

In der 120-kg-Klasse gibt es bisher wenige Nachbaupläne oder gar Bausätze, es gibt aber immer wieder Anfragen in diese Richtung. Die OUV prüft daher gerade in einer Vorstudie, ob ein OUV-Projekt eines solchen Flugzeugs gestartet wird.

Wir möchten herausfinden, ob es genügend Interessenten gibt, die ein 120-kg-Flugzeug in CFK-Bauweise nachbauen würden. Die Idee ist etwas Ähnliches wie die Luciole MC30 zu entwickeln. Um die sehr enge Leergewichtsgrenze einzuhalten, ist geplant dafür einen Negativ-Formensatz zu erstellen. Um Eure Wünsche und Erwartungen kennen zu lernen und besser zu verstehen, bitten wir Euch - falls Ihr Interesse an einem solchen Flieger habt - uns mitzuteilen ob Ihr den folgenden Aussagen jeweils voll, teilweise oder gar nicht zustimmt.

Trifft für mich zu:	voll	teilweise	gar nicht
Low and slow, ab und zu eine Stunde gemütlich um den Flugplatz, das ist genau mein Ding!			
Mein größtes Problem wäre es, einen Hallenplatz zu finden.			
Ich fliege öfters von unbefestigten, eher schlechten Pisten.			
Mal schnell von der Ostsee an die Alpen, das finde ich faszinierend!			
Spornrad? Da habe ich doch viel Respekt davor...			
Das Blubbern eines Sternmotors macht mich richtig an!			
So ein OUV-Projekt finde ich richtig spannend! Dafür hätte ich schon ein bisschen Zeit, Platz oder Geld übrig.			
Bei unseren Vereinsausflügen würde ich gerne mit den anderen Maschinen mithalten können.			
Einen Flieger aus Kunststoff bauen – da traue ich mich gar nicht ran...			
Bauen und Fliegen würde ich gerne, aber der Papierkram mit Zulassung und so ist für mich ziemlich abschreckend!			
Ein Flugzeug muss einigermaßen schnell sein, sonst macht ein bisschen Gegenwind die Flugplanung gleich kaputt!			
Bei Wind und Thermik fliege ich nicht so gerne, da ist es mir zu bockig!			
Ich fliege öfter auch über höhere Gebirge, da brauche ich schon anständige Flugleistungen!			
Ein günstiges Flugzeug mit Elektro-Antrieb? Das würde mich sehr interessieren!			

Den ausgefüllten Fragebogen bitte ausdrucken und möglichst bald an den Projektausschussvorsitzenden Thomas Schaeffler per Email (ths@ouv.de) zurückschicken. Auf dem Frühjahrstreffen in Speyer wollen wir Euch dann näher über erste Ergebnisse zum angedachten Projekt informieren.

4) Kleine Nachlese zum OUV-Sommertreffen 2025

Das diesjährige OUV-Sommertreffen fand vom 11.07 bis 13.07.2025 auf dem Flugplatz Bad Neustadt/Saale statt und wurde vom OUV-Vizepräsident Andreas Kronauer und Peter Schneider mit Trudi vom Aero Club Bad Neustadt vorbereitet. In der Landeliste fanden sich 40 Eigenbauten der unterschiedlichsten Typen. Von A wie Asso bis Z wie Zodiac konnte man insgesamt über 20 verschiedene Baumuster bewundern. Am zahlreichsten waren wieder die bewährten Kits aus dem Hause Van's mit 9 Exemplaren vertreten, aber auch vier angereiste Kitföxe versammelten sich zu einem kleinen Rudel direkt am Windsack. Am Samstag herrschte ein Mix aus Wind und Sonne, aber auch die vereinzelt Schauer konnten keinem den Spaß am Fliegen verderben, zumal die Mischung aus Bratwurstduft und Flugmotorenbrummen auch am Boden für durchgehend gute Stimmung sorgten.

Einer der Höhepunkte war die Verleihung des OUV-Preises für das gelungenste Bauprojekt unter den angereisten Flugzeugen. Dieser Preis hat eine lange Tradition und wurde in diesem Jahr 50 Jahre alt. Die mehrköpfige Jury stand wieder unter dem bewährten Vorsitz von Christian Teubner.



Flugplatz Neustadt/Saale



Vergabe des 50. OUV-Preises

50. OUV - PREIS - VERGABE

2025

Sommertreffen

Flugplatz Bad-Neustadt/Grasberg 12. Juli 2025

1. Grundlagen
 2. Anmeldungen
 3. Preisausschuss
 4. Preisvergabe
 5. OUV- Preis
 6. OUV- Anerkennungen
 7. Pokale / Sonderpreise
 8. Ein Schlusswort
-

Bad Neustadt a. d. Saale, den 12. Juli 2025

OSKAR-URSINUS-VEREINIGUNG

Sprecher des Preisausschusses

Christian Teuber

Verteiler:
Geschäftsstelle
Präsidium

GRUNDLAGEN

Das Preisausschreiben wurde im Juni 2025 in dem OUV-Info 2/25 veröffentlicht.

Zu bewerten waren:

- beste Sicherheitsvorkehrungen
 - fortschrittlichste Konstruktion
 - beste Bauausführung
 - umweltfreundliche Konstruktion
- als Basis für ausgeführte anwesende Konstruktionen.

Darüber hinaus behält sich die OUV vor, auch Sonderpreise zu vergeben, Anerkennungen auszusprechen und Preise für mehrere Objekte aufzuteilen.

ANMELDUNGEN

Zum Anmeldungsstichtag lagen keine Anmeldungen für den OUV-Preis vor. Zwei Anmeldungen wurden am 12. Juli 2025 eingereicht.

PREISAUSSCHUß

Der Ausschuß setzte sich im Jahr 2025 wie folgt zusammen:

HÖHN, Jonathan
DÖRING, Josef
GERSTENBERG, Frank
SCHAEFFLER, Thomas
NIE, Heinz
TEUBER, Christian (Sprecher)

Ich möchte an dieser Stelle den Teilnehmern des Preisausschusses, die mich bei der Bewertung unterstützt haben, meinen Dank aussprechen.

PREISVERGABE

Für das angemeldete und anwesende Flugzeuge vergibt der Preisausschuß dieses Jahr einen OUV- Preis.

Wie immer setzen wir die Prioritäten nach den Gesichtspunkten:

- ist es eine Eigenentwicklung und ein Eigenbau
- handelt es sich um einen Bau nach Zeichnung
- ist es ein Nachbau nach Zeichnung (Oldtimerrestaurierung oder Neukonstruktion)
- wieviel muß der Erbauer noch ergänzen u.ä.
- auch Änderungen, wenn sie im Sinne der Ausschreibungskriterien erfolgen, können durchaus einen hohen Stellenwert einnehmen.

Als Grundlage für die einheitliche Bewertung werden die Bewertungskriterien in einem Punktesystem der FAI C.I.A.C.A. (Commission International des Amateurs Constructeurs d'Aeronefs) angewandt.

50. OUV- PREIS

5.1 Ein 50. OUV-Preis 2025 Preis wird vergeben dem Flugzeug PH-DTI Typ "SLING SLG4" von
DIRK DREES UND THOMAS GERVENS
für den Selbstbau eines Bausatzflugzeuges in guter Bauausführung.

OUV-ANERKENNUNGEN

Keine.

POKALE / SONDERPREISE

- 7.1. Der Pokal für die häufigste Teilnahme an Flugveranstaltungen geht an
 - diesmal keine Auswertung und keine Vergabe.
- 7.2. Der Pokal für die weiteste Anreise zum OUV-Sommertreffen geht an
 - diesmal keine Auswertung und keine Vergabe.
- 7.3. Kein Sonderpreis

EIN SCHLUSSWORT

In diesem Jahr durften wir wieder einige Flugzeuge, auch in nicht gewöhnlicher Auslegung, auf diesem Flugplatz anschauen.

Dieses Mal war die Beteiligung trotz der Wetterlage recht gut und der Gedanke im Sinne des Namensgebers unseres Vereines - Oskar-Ursinus - sichtbar, nämlich, dass das Projekt eines jeden Selbstbauers ein Teil des Weges zum Ziel ist, dem bemannten Fliegen, wieder einmal sichtbar!

Ich danke auf diesem Weg allen Teilnehmern, die auch dieses Jahr mit Ihren Flugzeugen zum Sommertreffen erschienen sind.

-

5) OUV-Kalender 2027

Auch für das Jahr 2027 wird es wieder einen OUV-Kalender geben, der auf dem OUV-Frühjahrestreffen 2026, der AERO 2026 und dem OUV-Sommertreffen 2026 mitgenommen werden kann. Einige wenige Exemplare des OUV-Kalenders 2026 sind noch vorhanden und werden in Speyer ausgelegt - zumindest so lange der Vorrat reicht. Alle bisherigen Kalender (2022 – 2026) sind zum Download im internen Mitgliederbereich clubdesk zu finden, sodass jeder Interessierte ein entsprechendes Exemplar oder auch nur die Bilder ausdrucken könnte.

6) OUV und IEC beim Weißwurst FlyIn der Eigenbauer in Straubing

(von Bernhard Resch)

Beim zweiten Versuch hat es geklappt: nachdem der Termin für das 1. OUV Weißwurst-FlyIn aus Wettergründen verschoben werden musste, boten sich Ausrichtern und Piloten am 22.06.25 optimale Bedingungen für das Fliegertreffen.



Das Wetter zeigte sich in EDMS von seiner besten Seite, die Flugzeuge standen dem in nichts nach!

Einige ortsansässige OUV-Mitglieder hatten Piloten der OUV sowie der österreichischen Amateurbauervereinigung IEC zu einem sonntäglichen Treffen bei Weißwurst und Brezn auf den Flugplatz Straubing EDMS eingeladen.



Weißwurst, Senf und Brezn oder doch eher Kaffee und Kuchen?

Während bei der Anzahl teilnehmender Flugzeugbauer aus Kreisen der OUV noch etwas Luft nach oben gewesen wäre, haben sich erfreulich viele Freunde des IEC aus dem benachbarten Österreich mit Ihren Flugzeugen eingefunden. So standen schließlich um die 30 Flugzeuge auf dem Hallenvorplatz, wobei alle Kategorien von Selbstbaufliegern vertreten waren. Allein drei verschiedene Exemplare der 120-kg-Klasse waren zu sehen (Colomban's Luciole, Spacek's SD-1 und die Rebell von Weller, von der es zukünftig einen Bausatz geben soll). Gefolgt von mehreren im Eigenbau erstellten Ultraleichten, einer ganzen Reihe von Cherry-, Lancair-, Europa- sowie RV-Exemplaren (bis hin zur 4-sitzigen RV-10 aus Kärnten) und diversen anderen Mustern war ein repräsentativer Querschnitt dessen zu sehen, was im Eigenbau hergestellt werden kann.

Die noch junge Werft „safe-take-off“ stellte ihre Halle zur Verfügung, in der sich die Besucher, geschützt vor der Sonne, mit den begehrten Weißwürsten und Getränken versorgen und es sich zum „Ratschen“ (im bayerisch-österreichischen Sprachraum benutzter Begriff für „Fachgespräche führen“) bequem machen konnten. An den Flugzeugen diskutierten die Teilnehmer Bauweisen, Leistungen und vieles mehr während ein Ingenieur (selbst OUV-Mitglied) der Fa. Mühlbauer (MT-Propeller, Straubing) sich spontan der Fragen der Piloten zu den in Straubing hergestellten Propellern annahm.

Es herrschte eine geradezu familiäre Atmosphäre, zu der die Organisatoren, die Mitarbeiter des „Tower“, in allererster Linie aber die Piloten und ihre Besatzungen aus Deutschland und Österreich beitrugen. Da es nicht allzu viele Veranstaltungen gibt, von denen wetterbedingt dazu noch einige ausfallen, bei denen sich die Eigenbauer in entspannter Atmosphäre treffen können, denken die Organisatoren über eine Neuauflage des OUV Weißwurst-FlyIn im Jahr 2026 nach. Ihr Wunsch hierzu wäre, möglichst viele Besatzungen von OUV und IEC in Straubing begrüßen zu dürfen.



Lisa pilotierte ihre Familie mit der RV10 von Kärnten nach EDMS – ein Familienprojekt und tolles Flugzeug



SD-1, Rebell und Luciole MC30, wer ist die schönste in der 120 kg Klasse?

7) European Federation of Light, Experimental and Vintage Aircraft: EFLEVA

(Thomas Schaeffler)

Wie vielleicht nicht mehr allen bekannt, ist die OUV Mitglied in der EFLEVA (www.efleva.eu), die versucht sich um die Belange des Fliegens mit leichten, selbstgebaute oder historischen Flugzeugen auf europäischer Ebene zu kümmern.

Die EFLEVA wurde 2007 gegründet. Neben der OUV sind OUV-ähnliche Organisationen aus vielen europäischen Ländern Mitglied der EFLEVA. Derzeit sind dies:

- LAA United Kingdom
- RSA France
- EAS Switzerland
- IEC Austria
- AAE Portugal
- EAA Schweden
- VVMV Belgien
- EAA Chapter 573 Norwegen
- NVAV Niederlande
- ILAS Irland
- AAA Schweiz
- ILAS Irland
- AAE Portugal
- AHA Tschechien

Die EFLEVA vertritt damit ca. 15.000 Flugbegeisterte aus ganz Europa, wobei die OUV nach RSA und LAA mit ca. 1.100 Mitgliedern die drittgrößte Mitgliedsorganisation ist.

Delegierte der Mitglieder der Mitgliedsorganisationen der EFLEVA treffen sich einmal im Jahr. Die Tagung findet im Wechsel bei einer der Mitgliedsorganisation statt. 2025 fand das Treffen im September 2025 in Lissabon, Portugal, statt.

Wesentliche Themen des Treffens waren:

- Austausch zu den Entwicklungen in den jeweiligen Organisationen und Ländern.
- Statusbericht zu den verschiedenen Datenbanken die seitens EFLEVA gepflegt werden: Einflugregelungen, Zulassungsbestimmungen, Lärmgrenzwerte und -Testverfahren, Medicalregelungen, Bestimmungen zu Import und Export, Statistik zu Vorkommnissen und Unfällen, all dies natürlich unter dem Fokus auf Bau und Betrieb von selbstgebaute Fluggerät.
- Status zum Opt-Out der EASA Mitgliedstaaten zu den „Light Aircraft“ (Maximalgewicht kleiner 600 kg, maximal 2 Sitze): Die EASA Basic Regulation sieht in article 2(8) vor, das derartige Fluggeräte nach Erklärung des Mitgliedstaates unter nationalem Recht bleiben und nicht unter EASA-Regularien fallen. Deutschland hat durch die Herausgabe der LTF-UL 2019 den Opt-out gewählt.

- Die EFLEVA selbst ist Mitglied in der Europe Air Sports, eine Vereinigung, die versucht in Europa die Belange aller Luftsportler zu vertreten. Die EAS repräsentiert damit noch einmal viel mehr Menschen als die EFLEVA. Ein Hauptanliegen ist die Sicherung der Freiheit zur Ausübung aller Arten von Luftsport (angefangen von Modellflug über Fallschirmspringen, UL, Segelflug bis zu Motorflug) im Luftraum. Michel Rocca als Vertreter von EAS gab einen Überblick über aktuelle Entwicklungen und Interaktionen mit der EASA. Es sei angemerkt, dass sämtliche Verbände nur über die Europe Airsports ein Sprachrohr in die EASA haben. Daher ist die Mitsprache der OUV in der EFLEVA essentiell zur Sicherstellung unserer Belange und den damit verbundenen Freiheiten.
- MOSAIC: die neuen FAA-Regeln zu „Modernization of Special Airworthiness Certification“ (MOSAIC) wurden von Carlos Trigo vorgestellt. Sie erleichtern den Betrieb von selbstgebaurem Fluggerät in den USA in verschiedener Hinsicht deutlich. Die Auswirkungen auf Europa (z. B. durch die Übernahme von Änderungen, auch von der durch die EASA angezogenen ASTM-Normen) wurden diskutiert.
- Die EFLEVA ist in Verhandlung mit Versicherungen um eine einheitliche, günstige Möglichkeit zur Versicherung von selbstgebaurem Fluggerät in Europa zu ermöglichen. Ob dies auch Vorteile für OUV-Mitglieder bringen wird ist noch nicht endgültig absehbar.
- Last, but not least, wurden noch einige technische Themen vorgestellt:
 - Die Fa. Turbo-Tech stellte ihren Turboprop-Antrieb mit Rekuperator für Leichtflugzeuge vor, es wurde angeregt über Vor- und Nachteile diskutiert
 - Sven Kindblom gab einen Überblick über den Stand von verschiedenen Projekten zu bleifreiem Kraftstoff als Ersatz für AvGas
 - Alfons Hubman berichtete vom Electric Fly-In in der Schweiz
 - Hermann Eigner stellte den Fortschritt bei Projekten zum elektrischen Fliegen vor.

Das ausführliche Protokoll der Versammlung befindet sich auf der Website der EFLEVA unter Documents. Die einzelnen Präsentationen der vorgestellten Themen können bei Interesse beim Projektausschuss angefordert werden.

8) Übersicht der Technischen Informationen der OUV

Alle hier aufgeführten Technischen Informationen sind im clubdesk herunterladbar.

Nr.	Titel	Autor	Jahr
TI-01	Wie baue ich ein Sportflugzeug	Hermann Stützle	1999
TI-02	Vorentwurf von OUV-Eigenbau-Flugzeugen	Klaus Dornenberg	2003
TI-03	Die Rolle des Bauprüfers bei Selbstbau-Luftfahrzeugen	Jürgen Fecher	2017
TI-04	Flatternachweis bei Selbstbau-Flugzeugen	Jürgen Fecher	2005
TI-05	Konstruktive Möglichkeiten zur Verminderung der Flattergefährdung bei Segel- und Leichtflugzeugen	Norbert Niedbal	??
TI-06	Ein Frieße-Querruder. Wie geht das?	Jürgen Fecher	2002
TI-07	Hinweise zur Kraftstoffanlage	Hermann Stützle	1999
TI-08	Gut geschmiert hält besser. Vorbeugende Maßnahmen zur Instandhaltung eines Kolbenmotors	Stephen M. Sunseri	2002
TI-09	Federn und Federungen in Steuerungen von kleinen Flugzeugen	Hermann Stützle	1988
TI-10	Alles über Bolzen	Michael DiFrisco	2000
TI-11	Rohr-Geflüster	H.G. Frautschy	2001
TI-12	Aluminium. Das Wundermetall der Luftfahrt	H.G. Frautschy	2001
TI-13	Holz beflügelt. Flugzeuge bauen mit dem Verbundwerkstoff der Natur	Michael DiFrisco	2002
TI-14	Gewichtsformeln und Gewichtsstatistiken für kleine Flugzeuge bis $G < 1200$ kg	Bernd Kriegel	1983
TI-15	Berechnung der Flugleistungen und der hierfür erforderlichen Schubleistung	Hartwig Essl	??
TI-16a	Bodenerprobung von Motorflugzeugen Teil 2A	OUV	1989
TI-16b	Flugerprobung von Motorflugzeugen Teil 2B	OUV	??
TI-17	Handkräfte beim Entwurf einer Flugzeugsteuerung	Peter Kämpf	1993
TI-18	Ausführung von Landeklappensysteme	Rudolf Hankers	1978
TI-19	Belastungsversuche konventioneller Flächenflugzeuge zur Erlangung der Fluggenehmigung	OUV	??
TI-20	Schallpegelmessung an Flugzeugen und Motorseglern der OUV durch die OUV Lärmmessstelle	Peter Styrsky	2005
TI-21	Verfahren zur Spannungsermittlung am Tragflügel und Berechnung der elastischen Achse	Walter Regelsberger	1980

TI-22	Flugversuche mit einfachen Meßverfahren zur Beurteilung, zur Nachweisführung und zur Dokumentation von Flugeigenschaften: Statische Längsstabilität	Ludwig Dorn	1989
TI-23	Leitwerksauslegung für Projektzwecke	OUV	1972
TI-24	Arbeitsunterlage für den Nachweis der Lufttüchtigkeit eines aus einer Großserie stammenden nicht luftfahrtzugelassen Verbrennungsmotor	G. Lang	
TI-25	Leichtmetalle und ihre Verbindungsmöglichkeiten	Otto Pulch	1980
TI-26	Fahrwerksauslegung und Bodenlastfälle	Peter Teufelhart, Otto Bartsch	1980
TI-27	Faserverstärkte Kunststoffe im Amateurflugzeugbau Teil 1	W. Klinke	1984
TI-28	Faserverstärkte Kunststoffe im Amateurflugzeugbau Teil 2	W. Klinke	1986
TI-29	Flugerprobung und Flughandbuch	Jürgen Fecher / Peter Styrsky	1996
TI-30	Feuerlöscher und ELT	Thomas Sandmann	2017
TI-31	Trudeln (Anhang zu TI-16b bzw. TI-29)	Helmut Laurson	1985
TI-32	Gerissene und gestoßene Rollen	Thomas Sandmann	2018
TI-33	Einbau und Erprobung von Autopiloten	Jürgen Fecher	2014
TI-34	Verwendung nicht zertifizierter Triebwerke für Viersitzer, IFR und N/VFR	Thomas Sandmann	2018
TI-35	Epoxidharze in der Luftfahrt, Forschungsprojekt	Bundesministerium für Digitales und Verkehr	2022
TI-36	OUV-CAO	Alexander Schulz, Tobias Karrasch, Elaine Fecher	2024
TI-37	Elektroantriebe für Ultraleichtflugzeuge	Hans-Peter Schneider	2025

Die neueste Technische Information TI 37 stammt von Hans-Peter Schneider und ist im Anhang dieser OUV-News zu finden. Die dazugehörige Exceldatei für Beispielberechnungen findet man im clubdesk.

9) Erst Blackout an Bord – dann Bremse weich

(von Peter Schneider)

Ein Flug mit meiner Kitfox, die mittlerweile fast 1500 Stunden auf dem Buckel hat, führt mich bei 50 Knoten Wind überwiegend von rechts hinten nach Saarbrücken, um meine Copilotin abzuholen. Dann geht es weiter nach Hangenstein, dort findet gerade das jährliche Flugplatzfest statt. Ich freue mich, dort meinen OUV-Gutachter Jürgen Klemm und seine Frau anzutreffen. Wir haben uns seit Jahren nicht mehr gesehen. Nach einem kurzen Aufenthalt und einem Austausch, was alles so geschehen ist, geht es nach einer Stärkung zurück nach Bad Neustadt. Nach dem Anlassen fällt mir erneut auf, dass mein G-Meter in den Warnmodus schaltet und mir dabei die Bordspannung von 12,7 Volt vermeldet. Das kam in letzter Zeit, das heißt, während der letzten 5 Flugstunden mehrmals vor. Ich quittiere die Warnanzeige im G-Meter GT-50 und checke auch, dass die Ladekontrollleuchte nicht brennt. Das bedeutet, die Ladespannung sollte anliegen.

Nun heben wir ab, EFIS ist auf's Ziel programmiert, ich melde mich bei FIS an und erhalte den Squawk 4502 zum Heimflug. Beim Abflug aus der Gegend meldet mir FIS einen Verkehr, opposite Direction und Primär-Radarsignal. Ich habe ihn in Sicht, es ist die Rundflugmaschine, die von Hangenstein gestartet war und den Transponder nicht an hat. Wir fliegen weiter, Heilbronn kommt in Sicht. Da bemerke ich Schwankungen des Drehzahlmessers und Abnahme der Drehzahl. Der Motor hört sich normal an. Zehn Sekunden später wird mein EFIS-Bildschirm dunkel. Damit ist die Steuerung des Funkgerätes auch weg und ich will den Sendeknopf drücken um FIS zu informieren, bevor die Frequenz verschwindet. Gleichzeitig kackt aber auch der Funk ab und der Transponder ebenfalls. What the heck is going on here? Es bewegen sich die Zeiger meiner Motorüberwachung langsam von rechts nach links, jeweils auf null: Öldruck, Wassertemperatur, Drehzahl, Öltemperatur. Das passiert alles innerhalb von 60 Sekunden.

Der Motor schnurrt unbeirrt weiter, reagiert auf Trottle Bewegung, die Ladekontrollleuchte bleibt auf 'aus'. Zur Navigation bleibt ein vollgeladenes iPad Mini, das zeigt, wo's heimgeht. Das Intercom ist natürlich auch ausgefallen. Zunächst beruhige ich meine Copilotin mit schriftlichen Bemerkungen auf dem Kniebrett per Zettel und Stift (ja das gibt's auch noch) und schreibe: 'keine Sorge, Motor läuft autonom und wird uns heimbringen'.

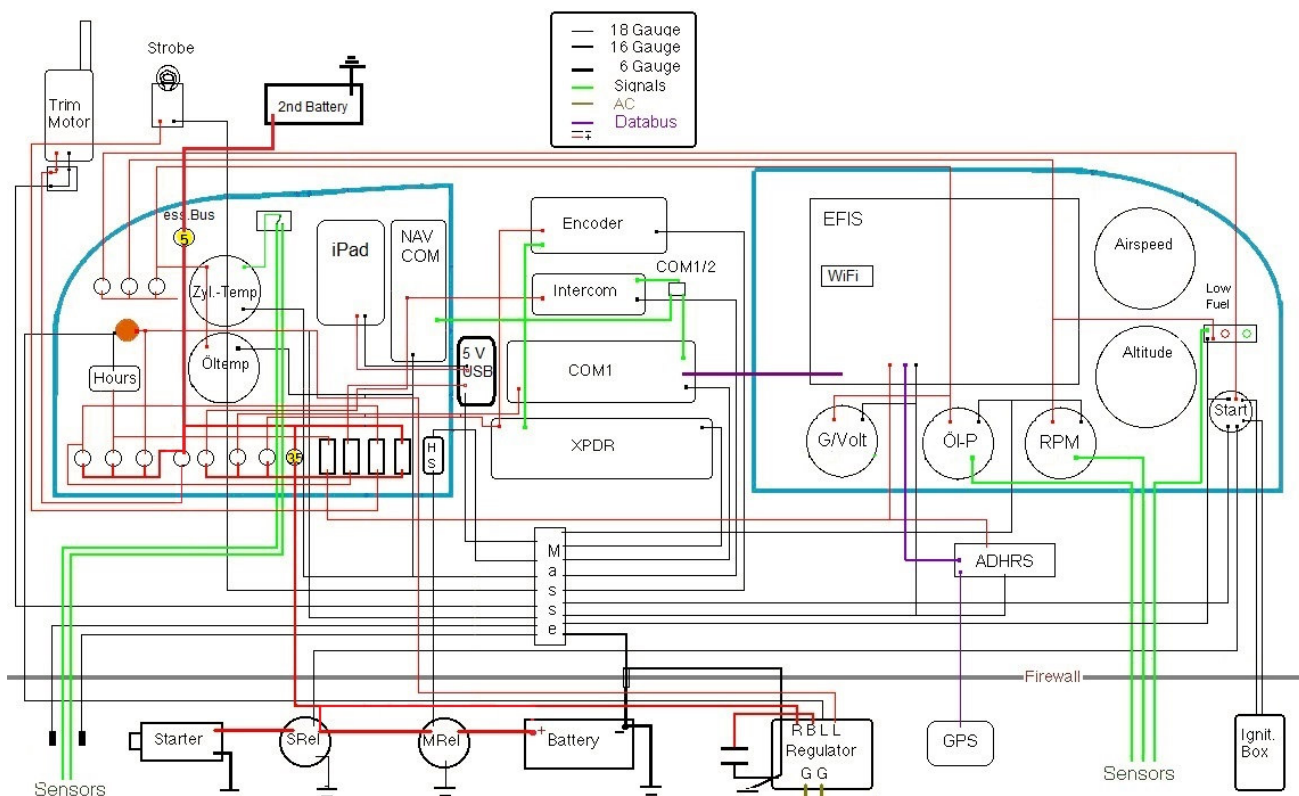
Die Fehleranalyse führt zum naheliegenden Schluss: keine Ladespannung, Batterie leer, Motor fliegt mit seiner autonom gefütterten Zündanlage. Im Cockpit herrschen 102 Dezibel, Unterhaltung unmöglich. Auch telefonieren mit dem FIS über das Handy ist aussichtslos, weil der Lärmpegel zu hoch ist, auch nicht über Bluetooth, weil das Intercom ja tot ist. Wir haben noch 35 Minuten bis Bad Neustadt. Ich überlege, in Würzburg runter zu gehen, um dort den Fehler zu eruieren. Das wäre aber zu kompliziert und die Maschine schnurrt ja zuverlässig. Ich fummele mein Handy heraus und schaue mal auf das Display. Da sehe ich, dass Mikel, der auf dem Turm in Bad Neustadt Dienst tut, mich gerade erfolglos angerufen hat. Ein Rückruf funktioniert nicht, überträgt aber das Motorgeräusch für einige Sekunden an den Angerufenen. Oho, da ist was im Busch! Ich melde per Whatsapp, dass wir in 11 Minuten da sind und totalen Bordnetzausfall hätten. Er schreibt zurück, Langen würde nach uns

fahnden, wir seien plötzlich vom Schirm verschwunden und es sei keine Primärradar Signatur von meinem Flieger zu sehen. Michel meldet dies Langen und der Alarmstatus wird aufgehoben. Gelandet eruiere ich die Situation hinsichtlich Meldepflicht und finde heraus, dass dieser Fall nicht meldepflichtig ist.

Nun geht es auf die Fehlersuche. Die beginnt ganz vorne am Stator des Motors. Die Widerstände der Ladespulen befinden sich im Toleranzbereich, die Wechselspannung des Generators wird also generiert. Die Batterie, eine 14 Ah LiFePO₄, ist leer. Also liegt es wohl am Regler. Beim Hersteller erhalte ich einen neuen Regler, den ich einbaue, sowie eine neue Batterie, da ich nicht weiß, ob die Kapazität noch vorhanden ist. Das System erwacht wieder zum Leben.

Wie lässt sich künftig eine derartige Situation vermeiden?

In meinen Schaltplänen suche ich nach einer Lösung und finde sie. Eine Backup-Batterie muss her, die bei einem solchen Totalausfall den Avionik Bus füttert. Der Regler wird an das Bordnetz über eine 35A Sicherung angeschlossen. Diese Sicherung ist eine zum Ziehen, falls der Regler einen Kurzschluss verursacht. Der Hersteller weist ausdrücklich darauf hin, dass keine zwei LiFePO₄-Batterien am Regler angeschlossen sein dürfen, da die Batterien eine elektronische Balancierung der Zellen mit unterschiedlichen Ladezuständen sowie eine Interaktion mit dem Regler haben. Also installiere ich die wiederbelebte 14 Ah Batterie als Backup-Batterie autonom mit einer 5A Sicherung, die gezogen bleibt. Im Falle des Falles wird die Laderegler-Sicherung gezogen und die Sicherung der Backup-Batterie gedrückt, so dass Strom in den Avionik-Bus gefüttert wird. Das reicht bei voller Batterie und eingeschränkten Verbrauchern, nämlich Funk, Instrumente und Transponder für 4 Stunden. Die Batterie wird alle 4 Monate nachgeladen, sie hat sehr wenig Selbstentladung.



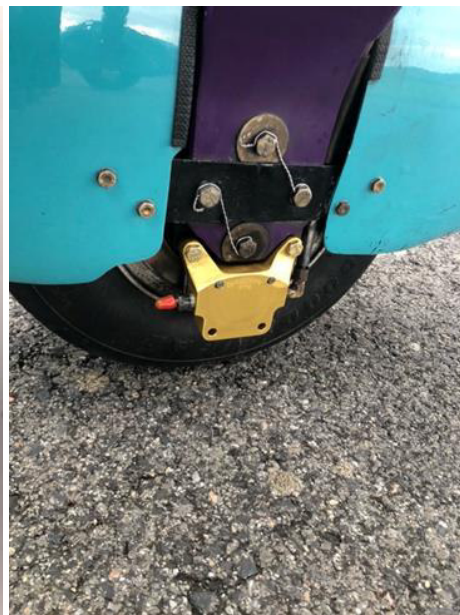
Verdrahtungsschema mit Reservebatterie am Avionikbus

Ein Probeflug damit verläuft erfolgreich, die Landung jedoch nicht ganz. Ich stelle fest, dass meine rechte Bremse weich wird, steuern und bremsen reicht gerade noch bis vor das Hallentor. Die Bescherung sieht so aus, dass aus dem rechten Bremsengehäuse Hydrauliköl tropft. Nun suche ich erstmal in der Ersatzteilliste von Matco den O-Ring, den ich im Verdacht habe. Als der eintrifft, wird die Bremse abgebaut und lässt eine ganz andere Ursache für das Versagen erkennen:

Die Nut am Guss Gehäuse, in der dieser O-Ring aufgenommen wird, ist vom schief laufenden Bremskolben aufgerissen worden - nach 29 Jahren! Intensiver Austausch mit der neuen Matco-Firma führt dann zur Lösung, ein absolut kompatibles Gehäuse mit etwas längeren Kolben als Ersatz ausfindig zu machen. Das kommt gefräst und wunderschön Gold eloxiert nach 5 Tagen per UPS. Natürlich werden beide Bremsen ersetzt, für schlappe 140 €. Heilfroh bin ich, denn es hätte bedeuten können, dass ich das gesamte Fahrwerk ersetzen müsste, weil nicht nur der Bremseneinbau an die GFK-Federn ganz speziell war, sondern auch die Felgenhälften mit den speziell von mir angefertigten und angeschweißten Adaptern für die Aufnahme der Bremsscheiben. Da braucht es passgenauen Ersatz.



Kaputtes Bremsengehäuse



Neues Bremsengehäuse



Reservebatterie

10) Technische, zulassungsrelevante und operationelle Informationen

9.1 Halterungen für Autopiloten (I. Dohmann)

Nachdem ich meine Impulse Xturn nun fast 20 Jahre geflogen habe, stand die große Überprüfung zur Lebensdauerverlängerung an. Dafür habe ich alles soweit demontiert, dass eine gründliche Sichtprüfung gemacht werden kann. Also viel Arbeit - und möglichst auch mit Dokumentation, damit man sich selber auch im Nachhinein sicher ist.

Unter anderem sind natürlich die Servos für den Autopiloten samt der dazugehörigen Halterungen im Fokus. In meinem Fall habe ich das Servo für das Höhenruder demontieren müssen, denn ich wollte die verdeckte Kabelführung zu den Servos selber auf Knick- oder Scheuerstellen kontrollieren. Das Querruderservo saß zwar in einer Ecke, war aber nach meiner Meinung recht gut einsichtig. Meine Sichtprüfung bestand also darin, die Halterung mit einer Taschenlampe ausgiebig beleuchtet und auch unter Zuhilfenahme eines Spiegels von allen möglichen Seiten zu begutachten. Natürlich gehört dazu auch die Befestigung und der Lack auf den Schrauben und Muttern, damit ich auch da sicher sein kann, dass sich nichts gelöst hat.

Im Laufe der Arbeiten musste nun doch das Querruderservo ausgebaut werden, damit ich an andere Teile besser herankomme. Also habe ich das Querruderservo mitsamt der Halterung ausgebaut und die Prüfung der dahinter liegenden Teile vorgenommen. Der Vollständigkeit halber wollte ich die Halterung für das Querruderservo noch reinigen, damit der neue Siegelack nicht zu Verwechslungen mit dem alten Lack führt. Dabei habe ich dann festgestellt, dass in dem Knick der Abkantung für den Fuß der Halterung ein Riss festzustellen ist (siehe roten Pfeil). Dieser Riss war sehr dünn und kaum sichtbar. Vor allem im eingebauten Zustand war er jedenfalls durch die Schattenspiele mit der Taschenlampe nur äußerst schwer erkennbar. Der Riss war so weit fortgeschritten, dass er einen Teil der Abkantung nicht mehr mit der Servohalterung verband. Somit muss eine neue Halterung her, die ich dann allerdings so umkonstruiert habe, dass die Schwingungen, die zu diesem Riss geführt haben, an dieser Stelle nicht wieder auftreten können.

Fazit: wenn man keine einwandfreie Sicht auf das zu prüfende Objekt hat, sondern durch Licht- und Schattenspiele das Ergebnis interpretiert wird, kann man keine sichere Aussage treffen. Man muss jedenfalls die



Baugruppen soweit demontieren, dass eine einwandfreie und zweifelsfreie Sichtprüfung möglich ist.

9.2 MoGas in der Fliegerei (dreiteilige Serie aus Luftsport von 06 – 11.2025)

Teil 1:

MoGas in der Fliegerei – eine kleine Kraftstoffkunde

In einer dreiteiligen Artikelserie „MoGas in der Fliegerei“ wollen wir uns mit den Themen Saisonalität, Dampfdruck und Dampfblasenbildung (Teil 1, diese Ausgabe), Oktanzahlen-Verwirrung und Ethanol im Kraftstoff (Teil 2) sowie mit Schmierstoffen im Flugzeugmotor (Teil 3) befassen.

Einige weit verbreitete Flugzeugmotoren dürfen unter gewissen Voraussetzungen mit Kfz-Kraftstoff, auch bekannt als MoGas, betrieben werden. Während es dazu bei zertifizierten Flugzeugen einer Typgenehmigung oder eines STC (Supplementary Type Certificate) bedarf, reicht bei ULs eine Freigabe des Motor- und des Zellenherstellers aus.

Die nicht nur im UL-Bereich sehr häufig verwendeten Rotax-Motoren dürfen neben den bekannten Flugzeugkraftstoffen (Avgas UL91, UL94 oder auch Avgas 100LL) mit Auto-Super-Kraftstoff betrieben werden, sofern vom Zellenhersteller freigegeben. Der Betrieb mit dem verbleiten Avgas 100LL hat neben den Mehrkosten für den Kraftstoff aber auch eine deutlich negative Auswirkung auf die Wartungsintervalle und -kosten durch Bleischlammablagerungen in Motor und Getriebe.

Flugmotoren werden daher vielerorts mit Super Plus betrieben und es ist wichtig, dass möglichst alle Piloten einige spezifische Eigenschaften dieser Kraftstoffe kennen und berücksichtigen.

In der heute beginnenden Artikelserie möchten wir etwas Licht ins Dunkel rund um diese Themen bringen. Schließlich geht es hier direkt um sicherheitsrelevanten Einfluss auf den Flugbetrieb mit diesen Motoren und Kraftstoffen.

Saisonalität

KFZ-Super-Kraftstoffe werden gem. EN228 gefertigt und in den Verkehr gebracht.

Für den Einsatz im Auto sind verschiedene Anforderungen relevant. Während im Winter ein reibungsloser Kaltstart notwendig ist, ist im Hochsommer ein Betrieb bei hohen Temperaturen und geringer Dichtehöhe sicherzustellen. Schließlich soll das Kfz bei der sommerlichen Fahrt über den Großglockner nicht stottern oder liegenbleiben.

Aufgrund dieser unterschiedlichen Anforderungen hat der Gesetzgeber festgelegt, dass in der Wintersaison die Kraftstoffe eine andere Flüchtigkeit besitzen müssen als im Sommer.

Fig. 1 zeigt die saisonalen Unterschiede der Flüchtigkeit von Kfz-Kraftstoffen im Jahresverlauf.

Während der Winterkraftstoff nach EN228 einen Dampfdruck (nach Reid) von 0,6 bis 0,9 bar haben muss, darf dieser bei Sommerkraftstoff nur zwischen 0,45 und 0,6 bar liegen.

Zum Vergleich: Flugkraftstoffe, wie das verbleite AVGAS100LL und das unverbleite UL91

oder UL94, haben ganzjährig einen Dampfdruck von 0,4 bis 0,5 bar. Der Wechsel zwischen den saisonal doch sehr unterschiedlichen Kfz-Kraftstoffsorten erfolgt im Handel zwischen dem 1. März und dem 30. April sowie zwischen dem 1. und 31. Oktober eines jeden Jahres.

Besonders im Umstellungszeitraum ist nicht sichergestellt, welchen Kraftstoff man bekommt.

Die Flüchtigkeit eines Kraftstoffs hat jedoch gravierende Folgen für das Thema Dampfblasenbildung.

Grob kann man sagen, dass auf Meereshöhe Winterkraftstoff bereits bei ca. 30 °C zu verdampfen beginnt, Sommerkraftstoff bei ca. 40 °C und Flugbenzin erst bei ca. 60 °C. Ein durchaus gravierender Unterschied, der die Robustheit gegen Dampfblasenbildung betrifft.

Wird die Kraftstofftemperatur deutlich erhöht, z. B. durch Abstellen des gerade geflogenen Flugzeugs in der Sommer-Mittagssonne, kann es bei Winterkraftstoff bereits sehr schnell zu Dampfblasenbildung kommen.

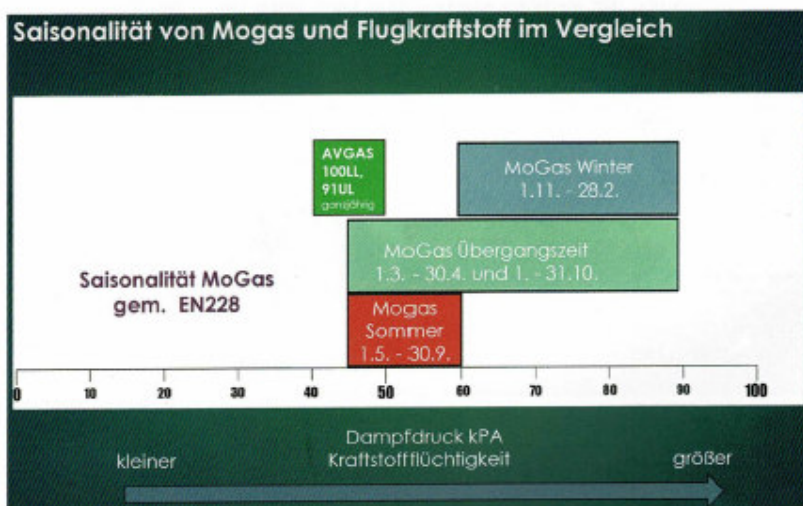
Bei der Füllung der Flugplatztankstelle sollte daher dringend auf die Saisonalität geachtet werden und nicht die meist günstig abverkaufte Winterware, z. B. im April, zur Bevorratung für den Sommer genutzt werden.

Dampfblasenbildung im Detail

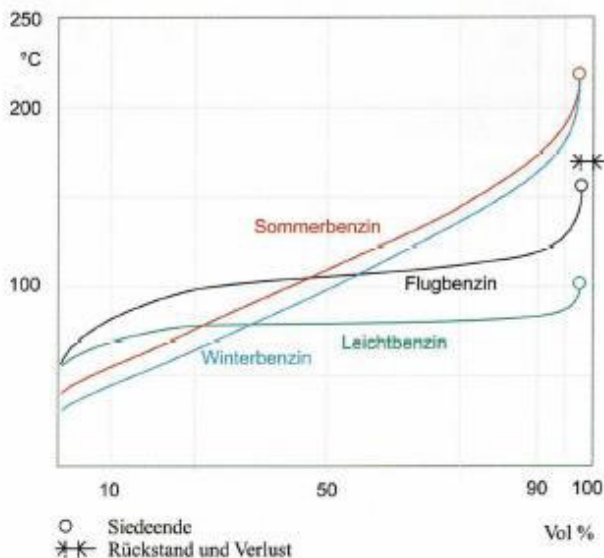
Die Kraftstoffsorte ist natürlich nur ein Faktor beim Thema Dampfblasenbildung. Temperatur, ein möglicher Wärmestau unter der Cowling, eine geringe Dichtehöhe, Turbulenzen im Steigflug und ungünstige Leitungsführung können ebenfalls dazu beitragen. Daher lohnt ein genauerer Blick auf dieses Thema.

Wann verdampft eigentlich der Kraftstoff? Hier geht es jetzt leider nicht ohne ein bisschen Physik.

Die Moleküle in einer Flüssigkeit haben aufgrund ihrer Eigenbewegung durch die thermische Energie den „Drang“, aus der Oberfläche der Flüssigkeit auszutreten. Zurückgehalten werden sie von der Oberflächenspannung und dem Umgebungsdruck. Mit ansteigender Temperatur nimmt der „Dampfdruck“, also der Druck, mit



dem die Flüssigkeitsmoleküle zu entweichen versuchen, zu. Dieses Verhalten wird in den sogenannten Siedekurven beschrieben. **Einen Vergleich der Siedekurven bei Normaldruck der verschiedenen Kraftstoffe zeigt Fig. 2**



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Siedeanalyse>

Dort aufgezeigt ist der Kraftstoffanteil, der bei einer gegebenen Temperatur bereits verdampft ist. Am linken Ende der Grafik erkennt man dann auch, dass Winterkraftstoff bereits bei ca. 30 °C beginnt zu verdampfen, Sommerkraftstoff bei ca. 40 °C, Flugbenzin bei ca. 60 °C.

Was bedeutet diese Physik nun für unser Kraftstoffsystem im Flugzeug?

Der Kraftstoff muss vom Tank zum Vergaser gelangen. Die Leitungen haben einen Strömungswiderstand und einen Höhenunterschied. Ungünstige Verlegung in engen Rädern, Engstellen und Höhenunterschiede erschweren den Weg zu den Pumpen und weiter zu den Vergasern. Um den Kraftstoff dorthin zu bringen, müssen die Kraftstoffpumpen auf der Saugseite Unterdruck erzeugen.

Eine gute Analogie zu den Zuständen im Kraftstoffsystem ist das Trinken mit einem Strohhalm. Mit einem dicken Strohhalm aus einem Glas direkt vor einem zu trinken ist einfach. Mit einem dünnen, geknickten Strohhalm ein wesentlich tiefer stehendes Glas zu leeren bedarf einer größeren Anstrengung. Also eines höheren Unterdrucks beim Ansaugen.

Ein höherer Unterdruck bringt uns aber dem Dampfdruck der Flüssigkeit näher. Fällt jetzt ein höherer Unterdruck mit hohen Temperaturen und evtl. noch Kraftstoff mit hohem Dampfdruck zusammen, so erreicht man schnell den Punkt, an dem der Kraftstoff in den dampfförmigen Zustand übergeht. Die Flüssigkeitssäule reißt ab, die Kraftstoffförderung wird massiv gestört oder kommt gar zum Erliegen.

Zurück zur (zugegeben etwas vereinfachten) Analogie: Wer schon mal ein Bier mit einem hohen „Dampfdruck“, z. B. ein Weizen oder Kölsch, mit einem dünnen Strohhalm getrunken hat, der wundert sich nicht mehr über die Dampfblasen im Magen.

Daher schreibt Rotax z. B. explizit vor, dass im Sommer nur Kfz-Kraftstoff der Sommerware verwendet werden darf. Und in Dampfblasen-kritischen Situationen (hoch und heiß) empfiehlt Rotax die Beimischung oder den kompletten Einsatz von Flugkraftstoff (UL91 oder 100LL).

Quelle: SI-912-016R17 Ausgabe 07.05.2024 und

SB-912-079 Ausgabe 11.11.2024

Text: Dr.-Ing. Andreas Titze, Grafiken: Autor/Wikipedia
Wir danken der Fachzeitschrift „Flügel Das Magazin“,
in der der Artikel in ähnlicher Form erschienen ist.

Der Autor

Andreas Titze, Dr.-Ing.

Studium Physik, 30 Jahre Entwicklungserfahrung in der Automobilindustrie

Privatpilot seit 1991,

SPL-, UL- und LAPL A-Inhaber

Engagiert in Aufklärungsarbeit rund um die Technik in Flugzeugen



Teil 2:

Im zweiten Teil unserer kleinen Artikelserie „MoGas in der Fliegerei – eine kleine Kraftstoffkunde“ geht es um Klopfestigkeit, Lagerfähigkeit und Materialverträglichkeit vom Kraftstoffen

Die Verwirrung um die Oktanzahlen – die Klopfestigkeit

Die Klopfestigkeit eines Kraftstoffs beschreibt die Robustheit des Kraftstoffs gegen frühzeitige Detonation, also eine Zündung aufgrund der Verdichtung und hohen Temperatur, bevor der Zündfunke das Kommando dazu gibt. Solche vorzeitigen Zündungen treffen den Kolben vor dem oberen Totpunkt und erzeugen erhebliche Lastspitzen auf den Kolben. Damit sind sie einer der häufigsten Gründe für schwere Motorschäden. Wer mehr über das Thema „Motorklopfen“ nachlesen möchte, findet eine sehr vollständige Beschreibung unter http://www.sfb224.rwth-aachen.de/Kapitel/kap3_4.htm

Beschrieben wird die Klopfestigkeit eines Kraftstoffs durch seine Oktanzahl. Je höher, desto klopfester ist ein Kraftstoff. Ungeschickterweise gibt es zwei etablierte Skalen dazu. Die RON (= Research Octane Number, halb eingedeutscht auch ROZ) beschreibt das Verhalten des Kraftstoffs bei niedrigen Temperaturen und Drehzahlen (Beschleunigung bei Kfz-Motoren). Sie ist die gängige Beschreibung für Kfz-Kraftstoffe.

Die MON oder Motoroktanzahl beschreibt das Verhalten bei hohen Temperaturen und Drehzahlen. Also im Volllastbereich, dem Bereich, in dem wir unsere Motoren im Wesentlichen betreiben. Die MON ist bei gleichem Kraftstoff im Allgemeinen ca. 10 Einheiten unter der RON. Ein Kfz-Kraftstoff mit 98 Oktan (RON) entspricht also etwa einem mit MON 88. Flugkraftstoffe werden mit ihrer MON spezifiziert und angegeben. Daher ist das UL (unleaded=unverbleit) 91 ein Kraftstoff mit 91 Oktan MON, AVGAS 100LL einer mit 100 Oktan MON.

Warum ist dieser Unterschied nun für uns wichtig? Während moderne Kfz-Motoren und auch die Einspritzversionen vieler

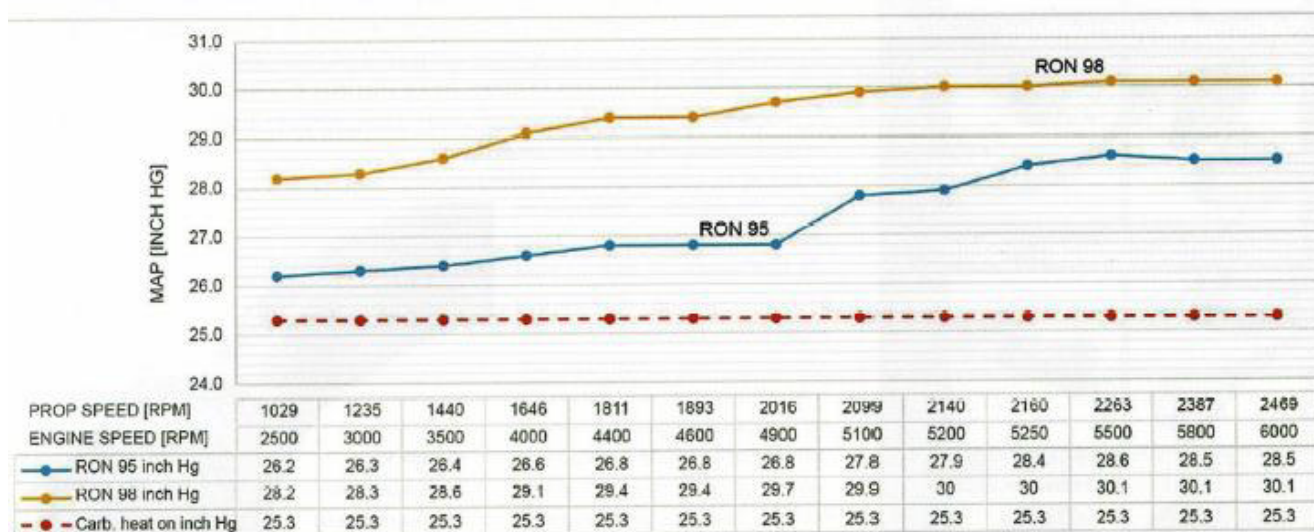
Flugmotoren eine elektronische Klopfregelung haben, um auf unterschiedliche Kraftstoffqualitäten zu reagieren, sind sehr viele unserer Flugmotoren weiterhin nicht mit einer Klopfregelung ausgestattet. Daher bedarf die Gefahr des Motorklopfens der Aufmerksamkeit des Benutzers. Insbesondere bei den niedrigvolumigen hochverdichtenden Motoren, z. B. dem 100 PS Rotax 912S/ULS, für die es hierzu eindeutige Vorgaben des Motorherstellers gibt. Rotax spezifiziert den maximalen Ladedruck („Gasstellung“), der bei einer gegebenen Klopfestigkeit und einer gegebenen Drehzahl genutzt werden darf. Beim Überschreiten besteht die Gefahr des Motorklopfens mit möglicherweise fatalen Folgen für den Motor.

Der nachfolgende Ausschnitt aus der aktuellen Rotax SB-912-079R1 zeigt diesen Zusammenhang.

Der Rotax 912ULS, der weitverbreitete 100 PS Vergaser-Motor, darf bei Kraftstoff mit RON < 98 nicht länger bei Vollgasdrehzahlen unter 5200 U/min und WOT (Wide Open Throttle = voll geöffnete Drosselklappe) auf Meereshöhe betrieben werden. Superkraftstoff mit ROZ 95 erlaubt sogar nur einen Ansaugdruck (MAP) von maximal 28 in/Hg bei 5200 U/min. Und bei den verbreiteten 4800–4900 U/min bei Vollgas sogar nur 26,8 in/Hg. Bei betätigter Vergaservorwärmung liegt die MAP-Grenze sogar generell drehzahl- und kraftstoffunabhängig bei 25,3 in/Hg.

Achtung: Auf Meereshöhe bei Standardbedingungen hat man bei voll geöffneter Drosselklappe einen MAP von fast 30 in/Hg.

Wer einen Motor im Startvorgang sicher außerhalb der Klopfgefahr betreiben möchte, der muss den MAP im Blick behalten und immer mindestens Super Plus tanken.



Lagerfähigkeit

Eine weitere wichtige Eigenschaft von allen Otto-Kraftstoffen ist die begrenzte Lagerfähigkeit. Kraftstoffe haben flüchtige Anteile, die unter anderem für die Zündfähigkeit und die Klopfestigkeit verantwortlich sind. Nach längerer Lagerung (drei Monate sind in diesem Zusammenhang eine „lange“ Lagerung) verändern sich die Kraftstoffeigenschaften signifikant hin zu niedrigerer Oktanzahl und schlechterer Zündfähigkeit. Nach einer mehrmonatigen Winterpause ist der Kraftstoff nicht mehr für einen sicheren Motorlauf geeignet. Hier hilft nur ein Austausch des Kraftstoffs gegen frische Ware und Verbrauch des abgetankten Kraftstoffs im Auto oder Rasenmäher. Sehr viele kraftstoffbedingte Motorschäden passieren zum Saisonstart! Gleiches gilt auch für Kraftstoff, der in der Tankstelle gelagert wurde.



Ein Beispiel für einen aufgrund mangelhaften Kraftstoffs durch klopfende Verbrennung zerstörten Kolben.

Foto: Volker Engelmann

Ethanolgehalt

Autokraftstoffe enthalten Ethanol. Bekannt sind Super E5 und Super E10 mit 5 resp. 10 % Bioethanol Beimischung, das gilt auch für Super Plus Kraftstoffe. Derzeit garantiert kein Hersteller Ethanol-Freiheit in seinen KFZ-Kraftstoffprodukten, auch nicht in den sogenannten „Premium Super“-Produkten. Dies ist auch den zugehörigen Datenblättern entnehmbar. Ethanol im Kraftstoff hat zwei große Auswirkungen beim Einsatz in Flugzeugen.

Verträglichkeit der Materialien

Die sogenannten Wasserstoff-Brückenbindungen des Ethanols werden gestört, was zu massiven Veränderungen in den chemischen Eigenschaften führt. Ethanol im Kraftstoff, besonders in sehr geringen Anteilen, führt damit zu sehr aggressivem Verhalten gegenüber Polymeren. NBR-Schläuche und -Dichtungen werden z. B. massiv angegriffen. Das gilt ebenfalls für die Beschichtung vieler Kraftstofftanks. Hier unbedingt das Flughandbuch des jeweiligen Flugzeugs beachten. Ist ein Flugzeug in Summe dafür vorbereitet (FPM-Schläuche, FPM/Viton-Dichtungen, Schwimmemnadeln etc.), dann ist der Einsatz von ethanolhaltigem Kraftstoff kein Problem.

Anders ist es, wenn angreifbare Materialien verwendet wurden.

Kraftstoffschläuche z. B. werden im Markt zum überwiegenden Anteil aus NBR angeboten. NBR ist nicht ethanolfest. Das nachfolgende Bild zeigt einen handelsüblichen gewebeverstärkten NBR-Kraftstoffschlauch nach längerer Benutzung mit ethanolhaltigem Kraftstoff. Während er von außen völlig intakt scheint, ist er innen bereits in Zersetzung. Die entstehenden schwarzen NBR-Brösel finden sich dann im Kraftstoffsystem und ggf. im Vergaser.



Ein NBR Kraftstoffschlauch nach Ethanoleinwirkung
Foto: Autor

Es ist daher in jedem Fall zwingend erforderlich, das gesamte Kraftstoffsystem des Flugzeugs auf seine Ethanoltauglichkeit zu prüfen. Das betrifft alle Schläuche, Dichtungen, O-Ringe, Filter etc. Auch Korkdichtungen, wie sie oft noch als Schwimmerkammerdichtung an den Bing-Vergasern angeboten werden, können vom Ethanol-Kraftstoff-Gemisch zersetzt werden. In welchem Maße und wie schnell das passiert, hängt massiv an der jeweiligen Ethanol-Konzentration und an den Temperaturen, denen das System ausgesetzt ist.

Wasseraufnahme und Ausfällung Wasser-Ethanolgemisch

Kraftstoff mit Ethanolanteil nimmt, anders als ethanolfreier Kraftstoff, zunächst Wasser auf, bildet also anfangs KEINE Phasentrennung. Wasserverunreinigung ist also beim Drainen nicht erkennbar. Wird jedoch eine Maximalkonzentration von Wasser im Kraftstoff überschritten oder nimmt die Temperatur ab, dann fällt das Wasser-Ethanolgemisch aus und sammelt sich am Boden des Gefäßes. Dieses Gemisch ist jedoch hochgradig korrosiv. Dazu kommt noch die Gefahr des Bakterienwachstums durch das Ethanol z. B. im Papier-Kraftstofffilter. Warum passiert das? Alkohole wie das (Bio-)Ethanol sind hygroskopisch (wasseranziehend), d. h. (Kondens-)Wasser sammelt sich im Tank und bildet dort einen idealen Nährboden für Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen und Pilze. Bei längeren Standzeiten bauen diese den Alkohol an der Grenzschicht zwischen Wasser und Alkoholgemisch dann zu Essigsäure um. Und diese ist hochkorrosiv. Diese Prozesse können natürlich auch in den Lagergefäßen und in den Flugplatztankstellen stattfinden, mit denselben drastischen Folgen.

Fazit

Wenn die Kraftstoffanlage eines Flugzeugs komplett für den Einsatz von ethanolhaltigem Kraftstoff geeignet ist, Sicherheit zur verwendeten Saisonware als Winter-/Sommer-Kraftstoff besteht und keine langen Standzeiten zu erwarten sind, dann ist ein Ein-

satz von Auto Super Kraftstoffen gem. den Freigaben von Motor- und Flugzeughersteller sicher und problemlos machbar. Unter Beachtung der notwendigen Oktanzahl, der Temperatur- und Dichtehöhegrenzen und ohne überlagerten Kraftstoff sollte dem ungetrübten Flugvergnügen seitens der Kraftstoffversorgung nichts im Wege stehen.

Ist eine dieser Voraussetzungen nicht gegeben, dann stehen mit den Flugkraftstoffprodukten AVGAS 100LL (verbleit) und UL91 oder 94 (unverbleit) sichere Alternativen zur Verfügung, AVGAS 100LL mit den entsprechenden Auswirkungen auf Serviceintervalle. AVGAS, UL91/94 und Auto Super können in jedem Verhältnis gemischt werden. Der große südafrikanische Flugzeughersteller Sling z. B. empfiehlt seinen Kunden in einem Service-Letter in Absprache mit Rotax den Einsatz von mind. 50 % AVGAS ab einer Außentemperatur von 25 °C.

Quelle: Slingaircraft.com

„Information-Letter-004-01122016-Prevention-of-fuel-percolation-or-vapor-lock.pdf“

Text: Dr.-Ing. Andreas Titze

Wir danken der Fachzeitschrift „Flügel Das Magazin“, in der der Artikel in ähnlicher Form erschienen ist.

Der Autor

Andreas Titze, Dr.-Ing.
Studium Physik,
30 Jahre Entwicklungserfahrung in der Automobilindustrie
Privatpilot seit 1991,
SPL-, UL- und LAPL A-Inhaber
Engagiert in Aufklärungsarbeit rund um die Technik in Flugzeugen



Teil 3:

Schmierstoffe – egal, Hauptsache Öl im Motor !?

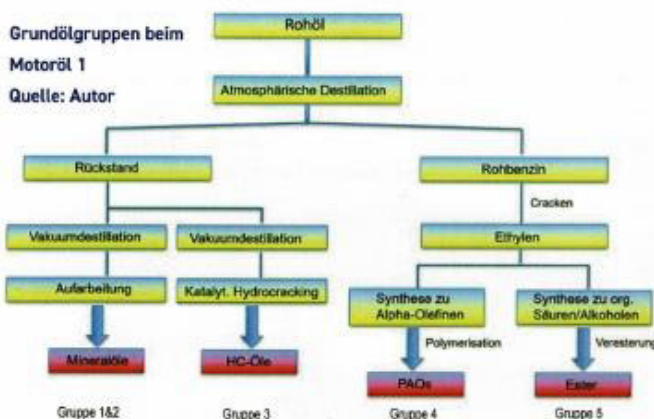
Neulich am Fliegerstammtisch: „Seit ich in meinem Rotax-Motor ein modernes KFZ-Leichtlauf-Motoröl verwende, geht es meinem Motor viel besser und er verbraucht gar kein Öl mehr.“

Um zu verstehen, wie fatal falsch diese Aussage ist, müssen wir uns etwas näher mit den Schmierstoffen für unsere Flugmotoren beschäftigen.

Motoröl hat eine Reihe unterschiedlicher Aufgaben. Es dient der Schmierung aller beweglichen Teile, dient der Konservierung der Metallteile, der Kühlung des Motors, insbesondere der Kolben und Lagersitze, dient der Reinigung des Motors von Verbrennungsrückständen und Abrieb und der Schmierung und Kühlung von Turbolader und Getriebe, sofern diese vorhanden sind. Außerdem dient es häufig als Hydraulikflüssigkeit für Propellerverstellung und Hydrostößel-Füllung.

Grundlagen von Motorölen

Motoröle werden aus unterschiedlichen Grundölen „komponiert“. Diese Grundöle teilt man in verschiedene Gruppen ein. Petroleum-basierte Grundöle, mineralische, teilsynthetische und vollsynthetische Grundöle (Gruppen 1-4) sowie „moderne“ vollsynthetische Ester-Öle der Gruppe 5.



Heute werden im Kfz-Bereich vorwiegend esterbasierte Öle (Gruppe 5) verwendet. Sie sind einfach und günstig aus organischen Säuren (Carbonsäuren) und Alkoholen herzustellen und können in weiten Grenzen den Anforderungen angepasst werden. Esteröle sind günstig in der Herstellung, sehr hitzestabil und langlebig. Diese Eigenschaften unterstützen die dort geforderten langen Wechselintervalle und den Trend zu reibungsoptimierten Motorkonzepten. Sie sind polar, d. h. sie binden sich gerne an Metalloberflächen und bilden einen dichten und sehr starken Ölfilm. Damit stehen sie gleichzeitig in Konkurrenz zu Additiven im Motoröl, die ebenfalls die Polarität zur Bindung an die Oberflächen nutzen. Diese Polarität führt aber gleichzeitig zur Aufnahme von Kraftstoffbestandteilen ins Öl, denen es im Betrieb ausgesetzt ist. Die Schmierfähigkeit des Öls nimmt dabei ab. Moderne Kfz-Motorkonzepte sind hier weniger betroffen. Der Trend zur Reduktion der inneren Reibung hat zum vermehrten Einsatz von Rollenlagern anstelle von Gleitlagern geführt, die andere Schmieranforderungen besitzen.

Diese Tendenz zur Kraftstoffaufnahme erklärt auch den eingangs erwähnten vermeintlich reduzierten Ölverbrauch des Rotax-Flugmotors beim Einsatz solcher Öle. Das Öl wird durch den Kraftstoff verdünnt, es wird scheinbar mehr, der konstruktiv bedingte Ölverbrauch wird kompensiert. Es scheint, als würde der Motor kein Öl mehr verbrauchen. Stattdessen leidet er massiv unter der durch die Ölverdünnung reduzierten Schmierwirkung. Besonders Ethanol im Kraftstoff, aber auch bestimmte Anteile in AVGAS gehen dabei ins Motoröl über.



Beispiel Nockenwellenschaden u. a. aufgrund von Kraftstoffaufnahme im Motoröl, Quelle: Labor des Autors

Anforderungen an die Schmierung von Flugmotoren

Flugmotoren sind allesamt eher robuste und ältere Motorkonzepte mit dem Fokus auf Zuverlässigkeit anstelle von Effizienz. Um diesem Unterschied gerecht zu werden, basieren Flugmotoröle auf anderen Grundölen.

Sie basieren auf Mineralölen und Polyalphaolefinen (Gruppe 3 & 4). Diese Öle bieten eine sehr schlechte Anbindung zu Kraftstoffbestandteilen, sind oxidationsstabil, haften sehr gut und schützen vor Korrosion. Sie bieten guten Verschleißschutz und sehr gute Scherstabilität. Diese Eigenschaften machen sie zur idealen Basis von Flugmotorölen und unterscheiden sie grundlegend von modernen Kfz-Motorölen.

Der immer vorhandene Kraftstoff führt nicht zu einer Ölverdünnung und die Oxidationsstabilität erlaubt lange Nutzungszeiten. Der gute Verschleißschutz hilft bei der Langlebigkeit des Triebwerks, bei der Reduzierung von interner Reibung und bei der Reduzierung der Öltemperatur.

Die großvolumigen, langsam laufenden luftgekühlten Continental- und Lycoming-Motoren erzeugen in den Zylindern erheblichen Abrieb, der vom Öl sicher aus dem Motor in die Filter transportiert werden muss. Hier sind sogenannte aschefreie dispergierende Additive hilfreich, die in den einschlägigen Flugmotorölen eingesetzt werden. Das W in der Ölspezifikation (W150) steht für diese Additive. Während Einlauföle (ohne das W vor der Viskosität) für frisch überholte Zylinder diese Additive bewusst nicht enthalten, sind sie im Normalbetrieb dringend notwendig, um eine Ansammlung von Ablagerungen in Zylindern und an den Zündkerzen zu vermeiden.

Downsizing und die Auswirkungen

Anders stellt sich die Situation in den „downsizing“ Rotax-Motoren dar. Diese haben einen wesentlich reduzierten Hubraum, eine deutlich höhere Verdichtung und drehen erheblich höher als die oben genannten „klassischen“ Kolben-Flugzeugmotoren.

Die Zylinder sind mit Nikasil beschichtet und haben dadurch einen deutlich geringeren Verschleiß und Abrieb. Die Motoren werden durch eine Kombination von Luft-, Wasser- und Ölkühlung gekühlt und sind im Mittel deutlich kühler unterwegs als ihre großvolumigen, luftgeköhlten Artgenossen.

Aufgrund der höheren Drehzahl bei Dauerleistung sind sie mit einem Reduktionsgetriebe ausgerüstet. Dieses Getriebe und die darin enthaltene Überlastkupplung bedürfen der Schmierung, welche ebenfalls durch das Motoröl gewährleistet wird.

Während jedoch im Motor die Scherstabilität des Schmiermittels entscheidend ist (Gleitlager, Kipphebel, Kolbenringe), ist bei der Schmierung von Zahnradern die Druckstabilität entscheidend.

Ein Schäumen des Öls im Getriebe muss durch entsprechende Additive sicher vermieden werden.

Diese komplexen Anforderungen erfordern den Einsatz von speziell hierfür entwickelten Motorölen. Die Spezifikationen des Motorherstellers sind hier unbedingt zu beachten.

Man kann ein Motoröl, welches für den Rotax 912 usw. (Antrieb mit Getriebe) freigegeben ist, hilfsweise für einen Flugmotor **ohne** Getriebe verwenden – aber **bitte nicht umgekehrt!**

Nutzungsdauer und best practice

Die optimale Betriebstemperatur für Motoröl liegt zwischen ca. 95 und 110 °C. Die Einsatzzeit zwischen den Ölwechseln sollte mit Mogas maximal 100 h oder 1 Jahr nicht überschreiten.

Bei Nutzung von Avgas 100LL sind es maximal 50 h oder 1 Jahr. Die im Motor und Getriebe entstehenden Bleiablagerungen und die ins Öl übergehenden AVGAS-Bestandteile begrenzen hier die mögliche sichere Benutzungszeit. Die zugelassenen Motoröle haben spezielle Additive, die ein Verschlammen der Bleirückstände bis zu dieser Betriebszeit verhindern können.

Das in Tankstellen-Superbenzin enthaltene Ethanol erhöht ebenfalls die Tendenz zum Übergang ins Öl und sollte auch deswegen so weit wie möglich vermieden werden.

Steht der Flieger über Winter oder längere Zeit, bitte beim ersten Start einen längeren Flug mit ausreichender Öltemperatur durchführen, um dem Schmierstoff die Möglichkeit des Ausgasens (Kon-

denswasser, Kraftstoffeintrag) zu geben. Besser sollte man vor dem Winterlager das Öl wechseln und den Motor mit dem Anlasser ohne Zündung durchdrehen lassen, um den frischen Schmierstoff im Motor zu verteilen und dadurch Korrosionsschäden zu vermeiden.

Zusammenfassung

Egal, Hauptsache Öl im Motor! Nein, es muss das richtige Öl im Motor sein. Die Hersteller haben sich bei der Entwicklung und Freigabe der jeweiligen Öle wesentlich mehr gedacht als man glaubt. Die Verwendung von ungeeignetem Motoröl kann zu erheblichen und leider auch kostspieligen Motorschäden führen. Für Rotax-Motoren gibt es die Manuals SB und SI, die kostenlos auf der Seite flyrotax.com runterzuladen sind. Und unbedingt keine Ölzusätze oder Additive verwenden!

Ähnliches gilt übrigens auch für das Kühlmittel, hier auch nur das freigegebene Kühlmittel in der korrekten Verdünnung verwenden. Wer sich über den Zustand seines Motors ein gutes Bild machen will, kann – zusätzlich zu den „üblichen“ Kontrollen wie Kompressionstest, Druckverlustprüfung oder endoskopischer Untersuchung der Brennräume – eine Ölanalyse bei einem anerkannten Öltestlabor durchführen lassen. Das Motoröl ist so etwas wie das mitgeführte Belastungs- und Betriebsprotokoll des Motors. Die Kits für die Analyse in anerkannten Öl-Labors sind für deutlich unter 100 € zu haben, problemlos auch in der privaten Anwendung und schnell in der Auswertung durch qualifizierte Experten.

Text: Dipl.-Ing. Jo Wainer (2workx.de), Dr.-Ing. Andreas Titze
Wir danken dem Fachmagazin "Flügel Das Magazin", in dem der Artikel
in ähnlicher Form erschienen ist.

Der Autor Andreas Titze, Dr.-Ing. Studium Physik, 30 Jahre Entwicklungserfahrung in der Automobilindustrie Privatpilot seit 1991, SPL-, UL- und LAPL A-Inhaber Engagiert in Aufklärungsarbeit rund um die Technik in Flugzeugen
Der Autor Joachim „Joe“ Wainer, Dipl.-Ing Maschinenbau C.L.S Certified Lubrication Specialist , PPL/A , UL Fliegerisch unterwegs seit 42 Jahren Geschäftsführer 2worX GmbH, 2worx.de



9.3 Die 120 kg-Klasse: Von Mythen bis zur Realität (Luftsport April/Mai 2025)

Ob Segelflugzeug, E-, K- oder M-Klasse: Jede Pilotin und jeder Pilot fliegt eine bevorzugte Klasse. Oftmals werden andere Piloten, die z. B. lieber Ultraleicht fliegen, von den Motorfliegern belächelt, weil Unwissenheit bezüglich der Performance und der Sicherheit herrscht. Luftsportgeräte, über die die meisten nur wenig wissen, aber oft diskutieren, bilden die 120 kg-Klasse. LuftSport hat nachgehakt, was die Faszination „sehr leichtes Fliegen“ ausmacht, wie es sich hier mit der Sicherheit verhält, welche Vorschriften gelten und warum man sich dazu entscheidet, auf 120 kg umzusteigen. Dazu haben wir mit dem DVLL (Deutscher Verband zur Förderung des Sports mit Leichten Luftsportgeräten), dem Leiter des Luftsportgerätebüro und einem mittlerweile passionierten 120 kg-Piloten gesprochen.

120 kg-Klasse

Die Flugzeuge der 120 kg-Klasse werden formal als „Leichte Luftsportgeräte“ bezeichnet, um sie von den normalen „Luftsportgeräten“ (Ultraleicht-Flugzeugen) zu unterscheiden. Das Leergewicht ist auf 120 kg begrenzt; Kraftstoff oder auch die Akkus für einen elektrischen Antrieb zählen nicht zum Leergewicht. Außer der Leergewichtsbegrenzung gilt für motorisierte Dreiachs-Flugzeuge die gleiche Bauvorschrift LTF-UL 2020 wie für normale ULs. Das zeigt sich auch beim Kennzeichen, das sich nicht von dem der UL-Flugzeuge (D-Mxxx) unterscheidet.

Natürgemäß fliegen 120 kg-Flugzeuge etwas langsamer als die „normalen“ ULs, aber in der Höhe kann man diesen Unterschied kaum wahrnehmen. Dafür kommt man mit weniger Kosten und Bürokratie aus. Das Flugerlebnis ist eher mit dem der ursprünglichen ULs vergleichbar, das gilt insbesondere für die offenen Flieger. An Bauweisen ist eigentlich alles vertreten, was auch im normalen Flugzeugbau angewandt wird.

Mit diesem Leergewicht kann man nur Einsitzer konstruieren. Die Idee ist, relativ preiswerte Flugzeuge zu kreieren, die in der Anschaffung und im Betrieb kostengünstig sind. Wegen der Leergewichtsbegrenzung werden häufig schnelllaufende Zweitaktmotoren eingesetzt, die aber eine eingeschränkte Zuverlässigkeit aufweisen. Für die Alternative mit Viertaktmotoren muss die restliche Flugzeugkonstruktion relativ leicht gebaut werden. So kommt häufig der Zweizylinder-V-Motor von Briggs & Stratton zum Einsatz. Seit Kurzem gibt es auch einen sehr leichten Viertakt-Einzyklindermotor (eos quattro), der sogar als Rückenmotor für Gleitschirme eingesetzt wird. In den USA ist ein halber VW-Motor für die leichten Flie-



ger beliebt. Leider gibt es fast keine gebrauchten VW-Motorgehäuse mehr, um diesen Motor zu realisieren.

Noch leichter sind Elektromotoren, dafür sind leider die Akkus relativ schwer. Aus diesem Grund sollte man einen Elektroantrieb nur als Start- und Heimkehrhilfe vorsehen. Um eine ausreichende Flugzeit und damit Reichweite zu erzielen, sollte die Spannweite des Flugzeugs mindestens 11 m betragen. Bei einer kleineren Spannweite sind der Leistungsbedarf und damit die erforderliche Akkukapazität recht hoch. Die leichteren Kissen- oder Pouch-Zellen würden die vorgesehenen harten Prüfungen nicht überstehen. Ein Vertreter dieser Kategorie ist der BIRDY, ein elektrischer Motorschlepper, dessen Faltpropeller hinter dem Leitwerk angeordnet sind. Zwischen Motor und Propeller befindet sich eine relativ lange Welle.

Es gibt vergleichbare Flugzeugklassen in den USA, UK und Polen. Dort werden diese Flugzeuge als dereguliert betrachtet, d. h. der Staat und auch die Verbände in UK sind nicht an der Zulassung beteiligt. In anderen Staaten, insbesondere in der EU, kann man diese Flugzeuge ebenfalls zulassen, allerdings genießen sie dort keine besonderen Privilegien und werden als UL betrachtet.

Zurzeit können keine ultraleichten Segelflugzeuge zugelassen werden, da dafür eine akkreditierte Prüfstelle eingerichtet werden müsste. Die Einrichtung und die Unterhaltung einer derartigen Prüfstelle ist aufwändig und kann durch die geringe zu erwartende Anzahl von Mustern nicht finanziert werden.

Die ursprünglichen 120 kg-Flugzeuge waren auf UL-Segelflugzeuge wie z. B. BANJO und ULF 1 begrenzt. In der Bauvorschrift wurden sie als Gleiter bezeichnet. Der Vorläufer des DVLL (Deutscher Verband zur Förderung des Sports mit Leichten Luftsportgeräten





e. V.) war der „Deutsche Ultraleicht-Segelflugverband“ (DULSV); er wurde 1993 gegründet. Zunächst bestanden beide Verbände parallel, später haben sie zusammengefunden.

Erst im Jahr 2009 wurde es durch eine Gesetzesänderung möglich, ein Dreifachflugzeug mit einem Motor auszustatten. Vorher durfte der Motor nicht fest mit der Struktur des Flugzeugs verbunden sein. Eine entsprechende Bauvorschrift, die eine Erweiterung der Gleiter-Bauvorschrift darstellt, wurde 2012 verabschiedet. Die Behörde hat zugestanden, dass man bis Ende 2013 vorläufig auf eine Akkreditierung für die vorgesehene Prüfung verzichtet.

Neben Uli und Rebell der Firma Weller wurden bis zum Dezember 2013 auch drei Selbstbauprojekte (Hütter, GFW 3, Luftikus) zugelassen. Später gab es eine Durchführungsverordnung, die es leider nur erlaubte, dass motorisierte LLs wie ULs geprüft werden. Wenn das Leergewicht von 120 kg eingehalten wird, gilt das Flugzeug als leichtes Luftsportgerät. Formale Unterschiede zu einem „normalen“ UL:

- Die Stückprüfung (Übereinstimmung mit dem geprüften Muster) darf der Hersteller durchführen.
- Die Jahresnachprüfung entfällt. Natürlich sollte der Halter eine vergleichbare Prüfung im eigenen Interesse durchführen.
- Das Flugzeug darf auch ohne gültiges Medical geflogen werden. Hier sollte man genügend Eigenverantwortung aufbringen und beurteilen, ob man aktuell wirklich flugtauglich ist.

Die wichtigsten Besonderheiten zu dieser Flugzeugkategorie einschließlich der Importe aus dem EU-Ausland sind im Paragraf LuftGerPV §11 enthalten.

Zur Ausbildung bietet der DVLL einmal pro Jahr eine Umschulung an. Als Inhaber eines gültigen Segelflugscheins muss man

mindestens drei Starts auf einem UL-Segelflugzeug absolvieren. Der DVLL setzt dazu BANJO'S ein. Als Inhaber einer UL-Lizenz kann man mit dem verbandseigenen SWAN ausprobieren, wie sich ein 120 kg-Flieger anfühlt. Das ist keine Umschulung, sondern nur eine formal nicht erforderliche Einweisung. Das DVLL-Jahrestreffen ist für die Woche vom 30. August bis zum 6. September auf dem Flugplatz Laucha geplant. In dieser Zeit stehen sogar zwei BANJOs zur Umschulung zur Verfügung. Der SWAN wird allerdings nur vom 2. bis 6. September in Laucha verfügbar sein.

Über diesen Zeitraum hinaus kann man den BANJO der Flugschule in Laucha nutzen.

Wer keine UL-Lizenz besitzt und wegen medizinischer Einschränkungen auch keine normale UL-Lizenz erwerben kann, hat die Möglichkeit, die Ausbildung zum LL-Pilot auch ohne Medical durchzuführen. Die Segelflugausbildung kann man in Kürze in Laucha durchführen. Die motorisierte Variante ist z. B. auf dem Flugplatz „Bienenfarm“ bei Berlin möglich.

Die Ausbildung beginnt zunächst mit einem leichten Zweisitzer. Die ersten Alleinflüge finden in Sichtweite des Fluglehrers auf dem Zweisitzer statt. Entsprechend der Beurteilung des Fluglehrers steigt der Flugschüler schließlich auf ein LL-Flugzeug um.

Zurzeit sind zwei LL-Selbstbauprojekte bei der OUV angemeldet. Die Vorgehensweise bis zur Zulassung entspricht der von ULs. Als potenzieller Selbstbauer muss man sich allerdings im Klaren sein, dass die Leergewichtsgrenze eine starke Begrenzung darstellt. Es gibt keinen Puffer wie bei einem UL, das nach seiner Abflugmasse ausgelegt wird.

Eine interessante Möglichkeit, ein LL selbst zu bauen, bietet der Doppeldeckerbausatz DINGO aus Tschechien. Dieses Flugzeug ist bereits in Belgien zugelassen. Diese Zulassung einer offiziellen Stelle ist auch in Deutschland gültig. Nach einer Wägung und Bestätigung durch einen Prüfer Klasse 5 erhält man im Regelfall ein deutsches Kennzeichen durch den DAeC oder DULV.

Ähnlich verhält es sich mit dem ZIGOLO-Bausatz aus Italien, der über eine französische Zulassung verfügt.

Eine Präsentation zur 120 kg-Klasse finden Sie hier:



oder: <https://helko-verlag.de/120-kg-klasse-fliegen-in-voelliger-eigenverantwortung/>

Text: Hans-Peter Schneider,
Technischer Referent DVLL
Fotos: Andreas Weirauch



9.4 Infos zu 100LL (DULV Info 4, 5 /2025)

Update zu Avgas in Europa

Ist 100LL jetzt verboten, oder doch nicht?

Wurde die Herstellung des bleihaltigen Avgas 100LL in Europa jetzt eigentlich verboten? Denn nach den Vorgaben der Europäischen Kommission sollte die Herstellung von Avgas 100LL mit seiner kritischen Komponente Tetraäthylblei (TEL) ja eigentlich ab 1. Mai 2025 eingestellt werden, wenn die Hersteller keine Ausnahmegenehmigung zur Fortsetzung der Produktion erhalten haben. Bislang ist aber weder das eine noch das andere geschehen. Offenbar wird in Europa weiterhin Avgas 100LL produziert und ausgeliefert. Wie kann das sein?

Tatsächlich haben die drei Mineralölunternehmen Shell, Wärrter und Puma fristgemäß Anträge auf eine Fortsetzung ihrer Produktion von Avgas 100LL bis zum Jahr 2032 gestellt. Diese Anträge wurden auch von den Verbänden der General Aviation wie der IAOPA, der GAMA und Europe Air Sports unterstützt.

Schließlich wurden die Anträge 2024 von der zuständigen European Chemicals Agency (ECHA) mit Sitz in Helsinki in ihren Fachgremien im Konsens angenommen, und zwar offiziell auch ohne kritische Minderheitenpositionen. Formell muss jetzt noch abschließend das sogenannte REACH Komitee der Europäischen Union zustimmen, um die beantragte Übergangsfrist bis 2032 verbindlich zu bestätigen. REACH steht übrigens für „European Regulation on Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals“, also die EU-Vorschrift für die Registrierung, Bewertung, Genehmigung und Einschränkung von Chemikalien.

Dass auch ohne diese noch ausstehende finale Entscheidung die kritische Komponente TEL offenbar dem Avgas weiterhin beigemischt werden darf liegt daran, dass die Anträge der Hersteller bereits 18 Monate vor Fristablauf

gestellt wurden und dass sie von den Fachgremien unterstützt werden, aber das REACH Komitee der Europäischen Union noch nicht entschieden hat. Wird keine Entscheidung innerhalb der Frist von 18 Monaten getroffen, dann dürfen die Antragsteller ihren beantragten Tätigkeiten zumindest übergangsweise nachkommen um aus dem Versäumnis der Behörde keine Nachteile zu erhalten.

Wir hoffen, dass die überfällige endgültige Entscheidung bald im Sinne der bisherigen Stellungnahmen der ECHA getroffen wird, um die benötigte Klarheit für einen geordneten und zügigen Übergang zu einem hochoktanigen bleifreien Avgas zu ermöglichen.

Noch wollen wir nicht feiern, denn endgültige Sicherheit erhalten wir erst, wenn die noch ausstehende finale Entscheidung der EU-Kommission gefallen ist, aber die Chancen stehen angesichts des bisherigen Verfahrensverlaufs grundsätzlich gut.

Eigentlich hatten die Verbände bis zum Erreichen des Ziels zunächst Stillschweigen über den aktuellen Sachstand im Verfahren vereinbart, um nicht in letzter Minute durch detaillierte öffentliche Berichte schlafende Hunde zu wecken und das Projekt vielleicht doch noch zu gefährden.

Da aber einer der drei europäischen Avgas-Hersteller bereits alle Details zum aktuellen Verfahren in einer Pressemeldung öffentlich gemacht hat, berichten auch wir an dieser Stelle.

Text: Michael Erb

Herzlichen Dank für die Genehmigung dieses
Abdrucks aus dem AOPA-Letter 03/2025 15

https://aopa.de/wp-content/uploads/AOPA_Letter_03_2025.pdf



Versorgung der Allgemeinen Luftfahrt mit AVGAS 100LL bis 2032 gesichert

Flugkraftstoff im Wandel

Noch im Frühjahr war unklar, ob AVGAS 100LL in Europa nach dem 1. Mai 2025 weiterhin produziert werden dürfte. Hintergrund war die Verwendung von Tetraethylblei (TEL), das für die notwendige Klopf-festigkeit vieler Flugmotoren sorgt. Während bereits vorhandene Vorräte nicht betroffen gewesen wären, stand die künftige Herstellung auf dem Prüfstand.

Der zuständige REACH-Ausschuss der EU hat nun entschieden: Mit deutlicher Mehrheit stimmte das Gremium dem Antrag von Shell zu, Import und Produktion von TEL – und damit von AVGAS 100LL – bis April 2032 zu verlängern. Die Anträge der beiden

weiteren Produzenten, Warter Fuels und Trafigura, befinden sich noch im Verfahren, sollen aber bis spätestens 25. August 2025 beschieden werden. Damit gilt die Versorgung der Allgemeinen Luftfahrt schon jetzt als gesichert.

Unterstützt wurden die Antragsteller durch die langjährige Arbeit internationaler Verbände wie Europe Air Sports (EAS), European Regional Airports Association (ERAC), General Aviation Manufacturers Association (GAMA) und die International Aircraft Owners and Pilots Association (IAOPA). Diese hatten mit abgestimmten Stellungnahmen auf eine praktikable Übergangszeit zum bleifreien Flugbenzin hingewirkt und zugleich auf eine enge Abstimmung

mit den USA gedrängt.

Die Verbände hielten sich während des Prozesses mit öffentlicher Kommunikation zurück, um die Entscheidung nicht zu gefährden. Nun aber besteht eine belastbare Grundlage, auf deren Basis informiert werden kann.

Im Sinne von Umwelt und Nutzern bleibt zu hoffen, dass der Übergang zu bleifreiem Flugkraftstoff ähnlich reibungslos gelingt wie der Wechsel zu bleifreiem Benzin im Straßenverkehr vor rund 40 Jahren.

Quelle: AOPA

9.5 Einflug Schweiz mit UL (DULV Info 4 /2025)

Fliegen im Ausland

Einflug in die Schweiz



Abbildung: Fotofix

Regelmäßig erhalten wir Anfragen zu den Einreisebestimmungen in andere Länder. Das Ultraleichtfliegen ist national geregelt, Informationen gibt es beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) der schweizerischen Eidgenossenschaft und bei der European Microlight Federation (EMF).

Das BAZL hat uns nun über seine aktuellen Neuerungen informiert. Auf der Webseite des BAZL findet ihr eine hilfreiche und übersichtliche Plattform, auf der verschiedene Informationen

bereitgestellt werden. Dazu gehören auch die Voraussetzungen für die Beantragung der für die Einreise benötigten Sonderbewilligung. Anträge können dort bequem heruntergeladen werden. Es finden sich Informationen zu den Bedingungen, die die Luftsportgeräte erfüllen müssen uvm.

Die European Microlight Federation (EMF), bei der der DULV auch Mitglied ist, hat auf der Webseite die aktuellste Zusammenfassung zu den Einflugbedingungen in allen europäischen Ländern.

▶ Link zum BAZL:

<https://www.bazl.admin.ch>



▶ Link zum EMF:

<https://emf.aero/mla-flying-in-europe/>



9.6 Van's Aircraft: Safety Notice 00115

Siehe Anhang 1

11) Anhänge

- 1) Safety Notice Van's Aircraft SN-00115
- 2) TI-37 Elektroantriebe Ultraleichtflugzeuge



VAN'S AIRCRAFT
TOTAL PERFORMANCE

14401 Keil Road NE, Aurora, Oregon, USA 97002
PHONE 503-678-6545 • FAX 503-678-6560
www.vansaircraft.com • info@vansaircraft.com

SAFETY NOTICE 00115 REV 1

Date Released: May 8, 2025 - Rev 1 (Editorial Updates)
The RVator #6, 1998 (Initial Publication)

Date Effective: May 8, 2025

Subject: An Aerobatic Epistle

Affected Models: RV-3, RV-4, RV-6, RV-7, RV-8, RV-14
All Aerobatic RV Aircraft

AN AEROBATIC EPISTLE

Author: Dick VanGrunsvan

Your RV is a high-performance airplane capable of meeting many flying needs. Our testing, both on the ground and in the air, shows that the airplane, flown properly, is capable of many missions: it is an excellent cross-country cruiser, and a fine airplane for efficient just-for-fun flying. It is also capable of very good sport aerobatics.

Properly approached, aerobatic flight can be very enjoyable and can help a pilot hone and expand his flying skills. However, a careless approach to aerobatics can result in disaster. The following are suggestions and guidelines, based on our 50 + years' experience, which are offered to assist you in flying your RV safely in all flight regimes including, if you choose, aerobatics.

Now is a good time to plant firmly in your brain the concept that, although the RV is a sturdy airframe, it is NOT indestructible. In aerobatic flight, the pilot is almost always the limiting factor. This statement conjures visions of a completely reckless hot rod pilot – not someone like *you*. While this type of pilot is definitely an accident looking for a place to happen, bad things can also happen to "regular pilots" for offenses no worse than acting on assumptions and ignoring cautions. Let's look at some of the reasons this is so.

A MATTER OF GRAVITY

When Isaac Newton defined the attraction between objects and called it GRAVITY, he could just as well have defined the force as "the enemy of flight." In airplanes, we can counteract gravity for short periods, if we have a suitable aerodynamic shape, sufficient energy to move the suitable aerodynamic shape through the air and create lift, and control of both. If we lose the shape, the energy or the control, the airplane will fall toward the center of the earth.

GRAVITY is what causes an airplane's SPEED to increase, perhaps beyond safe limits,



when its ATTITUDE (nose) is pointed down.

GRAVITY (plus aerodynamic drag) also causes an airplane's SPEED to decrease, perhaps to below stall speed, when its ATTITUDE (nose) is pointed up.

In most flying, it is easy to forget that gravity is still at work. Normal flight attitudes prevent gravity from getting the upper hand. But when we begin flying aerobatics and start pointing the airplane both directly toward and directly away from the center of the Earth, the effects of gravity become vastly more dramatic.

Some very simple mathematics should help us understand why:

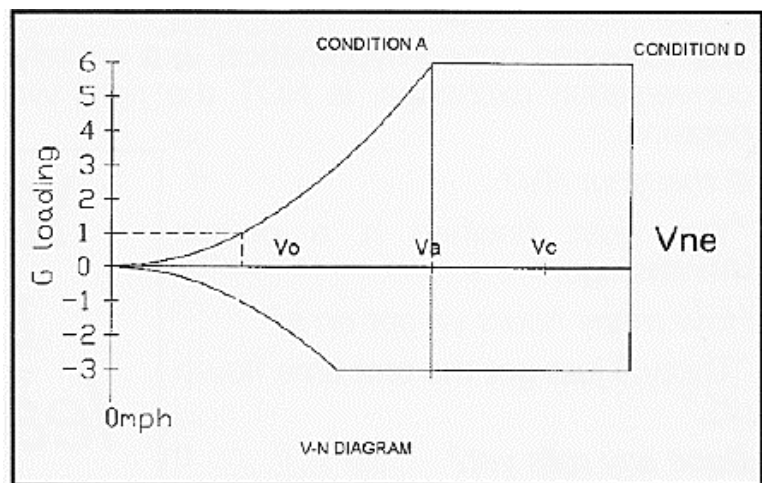
In level flight an RV requires about 225 lbs. of propeller thrust to produce a speed of 200 mph. Pointed straight down, GRAVITY (or weight) becomes the same as thrust. Now we have the weight – say 1500 lbs. – plus the thrust of 225 lbs. acting to produce speed. With 1725 lbs. of thrust rather than just 225 lbs., how long do you imagine it will take to reach a destructively high speed?

OK, let's not be so bold and only lower the nose to a 30°-down attitude. Now the thrust component contributed by gravity is 750 lbs., bringing the total thrust to "only" 925 lbs. In other words, lowering the nose 30° quadruples the force pulling the airplane!

With all this extra energy, especially in an aerodynamically clean airplane like the RV, you will be going very fast before you know it. By our quick calculations, a full power 30° dive would yield a top speed of 370-380 mph.

Why is this a problem? Because at speeds well above Vne (redline), aerodynamic flutter and other forms of aeroelasticity can destroy an airplane. Also, as speeds increase above maneuvering speed (Va), the possibility of pilot-induced "G" overload increases.

Let's have a quick review of airspeed vs. G load potential (lift). At stall speed a wing can produce only enough lift to support the weight of the aircraft, or 1G. As speed increases, the lift potential increases in proportion to the square of the speed. Thus, at twice stall speed the lift potential will be 2 squared or 4Gs. At 3 times the stall speed it is 9Gs, etc. Maneuvering speed is calculated by multiplying the square root of the design limit (in the case of the RVs, 6Gs) times the 1G stall speed. This works out to between 132 and 142 mph for various RVs operating at the





aerobatic gross weight of 1375 to 1550 lbs. At any speed greater than maneuvering, and at its maximum lift angle of attack, the wing will produce lift in excess of 6 times the aircraft weight, or more than 6Gs. Thus, at any speed above maneuvering, the pilot must **NOT** use full control movement lest he overload (overstress) the wing. At V_{ne} (red line) speed of 210-230 mph (depending on the model) an RV is capable of producing almost 16Gs if you pull hard enough. It should be very obvious that YOU as the pilot must CONTROL your stick force inputs to keep G loads within design limits. To graphically illustrate this concept, we have provided the above graph, or more specifically, a V-N load diagram. The sloped curve represents the maximum lift that can be produced by elevator pressure at a given speed. The dotted line extending above maneuvering speed (V_a) shows the speed range in which pilot induced structural overload can occur.

THE KEY TO SURVIVAL

In one word, the key to safe flight, particularly safe aerobatic flight, is CONTROL. Flying your RV safely under any condition involves only one essential: maintaining CONTROL. In level flight, maintaining control is not normally difficult. We spend our lives right-side-up and are familiar and comfortable there. When we decide to turn ourselves upside down, everything becomes unfamiliar and it is easy to become confused and lose CONTROL.

This section was intended to contain a few catchy slogans which could be easily remembered to keep you under CONTROL and out of trouble. The trouble is, despite several inspired starts, I can't reduce all of the intricacies of safe flying within a few buzzwords. Words like Altitude control, Airspeed control, Acceleration (G) control, energy management, situational awareness, and velocity vectors are all appropriate. But they can have different meanings, or no meaning at all, to different pilots. Simply memorizing slogans doesn't ensure that control will be maintained and survival will be assured.

As I was pondering the selection of the perfect buzz words, I happened to be reading a book about Charles Lindbergh written by his daughter Reeve. In one chapter she described a childhood flight with her father in a rented Aeronca. When a sudden engine failure necessitated a dead stick landing in an impossibly small Connecticut farm field, she commented that Lindbergh wasn't flying the airplane, he was "being the airplane." While this may sound like nothing more than metaphoric prose, I feel those three words are a beautifully simple summarization of the theme I am trying to convey. The most skilled pilot is one who knows flying, and the airplane he is flying, so well that he is essentially an integral and indispensable part of that airplane.

The pilot who is "being the airplane" knows instinctively that he must balance CONTROL of attitude, altitude, airspeed, and acceleration so that GRAVITY does not win.

AEROBATICS: TO DO OR NOT TO DO

While your RV has been designed and tested for sport aerobatics, you may not feel the need or desire to perform them – you may find more than enough satisfaction from flying that does not include aerobatics, G-forces, or extreme attitudes. This is fine; aerobatics are an *option*. Certainly, a pilot can greatly enhance his overall flying skills through learning and practicing aerobatics. However, he can also enhance his skills through practice of non-aerobatic maneuvers. Aerobatic flying almost always presents an increased risk. When undertaken with careful training and planning the risk is small. When approached any other way aerobatics can be deadly. If you choose not to pursue aerobatics, that could well be a sign of superior judgement rather than lack of courage.

The following not-so-hypothetical (but entirely possible) airport conversation exchange is NOT the right way to make your decision.

Is this your RV?

"Yup, just finished it a couple months ago."

How many hours ya got on it?

"Thirty. I just got the test time flown off."

Done any rolls yet?

"No, I haven't had any aerobatic training yet. There isn't a flight school around here that teaches it."

Awww..you don't need that. My friend Louie over to Spudsville, he's got an RV-4. He never had no aerobatic trainin' and he does 'em all the time. He sez all ya gotta do is yank the stick back a bit, slam in a bunch of aileron and rudder and it's around before ya know it.

"That does sound really easy. Tell me again how it's done? Maybe I'll try one next time I'm up."

If you do choose to do aerobatics in your RV, make sure it is your decision, and that you are comfortable with it.

WHAT CONSTITUTES AEROBATICS?

According to FAR 91.303, "Aerobatic flight" means "an intentional maneuver involving an abrupt change in an aircraft's attitude, an abnormal attitude, or abnormal



acceleration, not necessary for normal flight."

FAR 91.307 states that unless each occupant of the aircraft is wearing an approved parachute, no pilot of a civil aircraft carrying any person (other than a crew member) may execute any intentional maneuver that exceeds:

- a bank of 60° relative to the horizon, or
- a nose-up or nose-down attitude of 30° relative to the horizon.

Note that "aerobatics" is not defined by bank or pitch angle. These specifics only apply to wearing parachutes. Any abrupt attitude change, abnormal attitude, or excessive acceleration can be construed as aerobatics.

SOME THOUGHTS ABOUT ABNORMAL ATTITUDES AND AEROBATICS

For the sake of this discussion, I will refer to common sport aerobatic maneuvers that the RV does well. These include rolls, loops, hammerhead turns, spins, and various combination rolling and looping maneuvers such as horizontal 8s and Immelman turns. Properly flown, these maneuvers can be accomplished without exceeding about 4 G's positive, and well within the airspeed limits.

Here are some suggestions and guidelines to help you maintain control while flying your RV. These are based on my 5000 hours of accident-free RV flight time, and the hundreds of thousands of hours of other successful RV pilots. Unfortunately, they are also based on the misadventures of others that have not been as successful.

First, I want to impress upon you that any aerobatics which you might choose to perform in your RV should be viewed as a completely new and different endeavor than all of the "normal" flying which you have done. Although the FARs don't define aerobatic flight specifically as exceeding 30° pitch and 60° bank, let's use those numbers for the sake of the following: The difficulty or risk of a maneuver does not necessarily vary in direct proportion to the angle of flight. In reality, a 60° pitch angle poses much more than twice the challenge and risk of control loss than does a 30° pitch angle. A 120° pitch angle (inverted steep climb) poses an infinitely greater risk than a 30° pitch angle, not just 4 times as much. The same applies to bank angles.

Once you get the aircraft into an inverted position, a completely new and much more demanding realm of flight begins. You should not undertake any form of aerobatic flight casually. You might ask: "A roll only takes a few seconds; how can I possibly get into much trouble in that short time?" "What can possibly be so difficult if it is over so fast?" If you have had aerobatic training, you already know the answer to this. If not, take some aerobatic dual and you will soon learn. But never, ever try to teach yourself! You took instruction when you learned to fly right side up. Get instruction if you want to learn to fly



upside down!

Our goal is to approach intentional aerobatics in a manner that will minimize the possibility of loss of control, and to practice and plan procedures for safely regaining control in the event it becomes necessary.

Contrary to the fatalistic examples above, loss of control need not be permanent – it can be corrected and safe flight resumed. Ability to recognize impending loss of control can lead to immediate corrective action and retention of control. Knowledge of procedures for regaining control can minimize out-of-control excursions.

EXAMPLE: Recognition of pre-stall buffet can alert the pilot to add power and/or lower the nose, thus avoiding a stall. If this signal is missed and a stall occurs, stall recovery procedures can be applied before significant loss of altitude or attitude control occurs. If this is not done, a spin could ensue, and even then, corrective action can be taken. However, you must be able to recognize danger signals, assess corrective action required, and take this action, instinctively and without delay, from unusual and uncomfortable attitudes.

Therein lies the challenge.

When a loss of control occurs at abnormal attitudes that are commonplace in aerobatics, the pilot may have more trouble regaining control due to being disoriented by the unusual attitude. Often a pilot can remedy this problem by thinking in terms of finding the "quickest way back to normal," or the shortest route back to wings level. This should be a part of formal aerobatic training and should also be a part of the planning for any aerobatic maneuver attempted: "What should I do if _____?"

PRE-AEROBATIC RV FAMILIARIZATION

Flying an RV can be intoxicating. The exhilarating performance, the light, responsive, harmonized flight controls; it's an easy airplane to love. It's also an easy airplane to master, or perhaps it's easy to feel that you are its master. However, to the unwary it can offer surprises, as suggested in the forgoing loss of control scenarios. To help avoid these pitfalls, before attempting unusual attitudes that can lead to loss of control you should become thoroughly familiar with all "usual" and "semi-usual" attitudes. Below is a list of suggestions for training and familiarization maneuvers.

SLOW FLIGHT: Practice flying slow, at power off and minimum level-flight power. You should be able to hold the IAS within 5-10 mph above stall for several minutes, or until the engine overheats. You should be able to roll into and out of turns up to 30° bank angles within this speed range. This will teach you to recognize control feel as speed decay, regardless of attitude.



STALLS: Stalls of every conceivable variety: power off, minimum level-flight power, full power, wings level, banked turns, accelerated – all combinations of these. Because of the unusual attitudes that will be commonplace during aerobatics, you must be prepared to recognize and recover from stalls encountered at any attitude. While stalls should not occur during properly executed aerobatics, you must be prepared for anything that can happen. Progress from gentle power-off and low-power stalls to stalls in full-power climb attitudes. These will definitely be uncomfortable, but if you can't handle them you're not ready for aerobatics.

STEEP TURNS: A good way to become familiar with unusual bank angles is by practicing steep turns. Practice stopping the roll at precise bank angle and at a pitch angle to maintain altitude. A steep-turn attitude also provides an opportunity to experience the elevator stick forces needed to produce G loads.

LAZY EIGHTS: This is an excellent training maneuver, often overlooked in private pilot flight training programs. It teaches control coordination and attitude control over a wide range of airspeeds. It provides an easy and progressive introduction to unusual attitudes. Performed correctly, it is very demanding because the airplane is constantly moving about all three control axes, as are the cockpit flight controls. It is a good avenue to humility.

SPINS: A thorough knowledge of spin recognition and recovery is an absolutely essential pre-requisite for aerobatics. Spins are a classic example of control loss, and they can accidentally occur at very unusual attitudes when you are doing aerobatics. You must be able to recognize signs of impending spins and make corrections before the spin can fully develop. Once fully-developed in a spin, the "quickest way back to normal" becomes more distant.

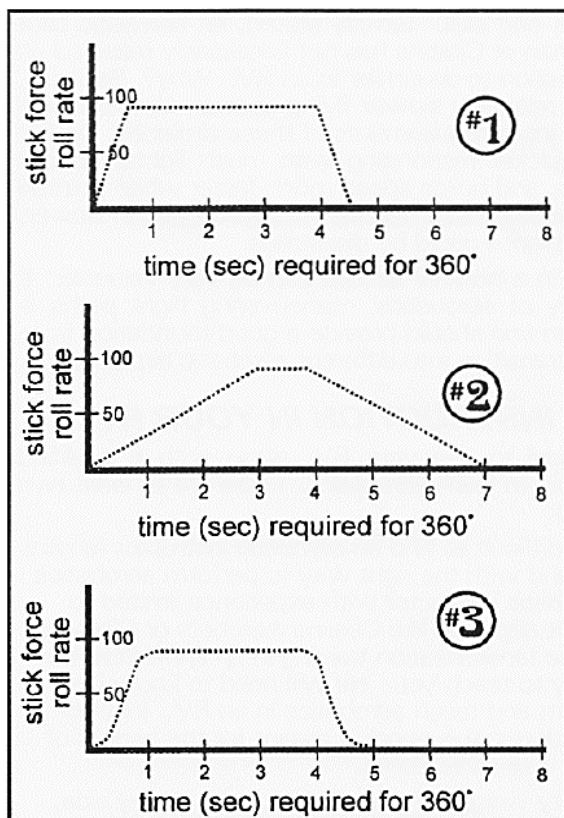
SMOOTH FLYING: Some pilots fly airplanes as if they were being controlled by short-circuited robots; they sort of jerk the airplane around the sky. Others fly the plane as if it were flowing through the air on a precisely programmed track. The difference could be a matter of preference, or more probably is a matter of training and finesse.

To gain a better understanding of smooth yet assertive flying, define two terms: control RATE and control ACCELERATION. RATE is the change in position per unit time. Most often we hear of roll rates, in degrees per second. For instance, it may require 15° of up aileron to produce a steady roll rate of 90° per second. Pitch rates are also important because in combination with forward speed they have a definite relation to G loads, but we rarely see pitch rate figures published.



ACCELERATION is the rate change per unit time. We rarely hear this term, but it refers to the rate at which an airplane responds to control application. For the sake of this discussion, we will limit its use to define the rate at which the pilot applies control forces: How much time it takes to move the stick from neutral to the 15° up aileron position that will produce a desired roll rate of perhaps 90° per second. The difference between smooth and jerky flying is primarily a matter of control acceleration. Does the pilot apply control abruptly with rapid acceleration, or

gradually, with a lower acceleration? These graphs represent an attempt to illustrate the difference through a plot of control application.



Plot #1 shows the fastest way to complete a roll, whether it be a 360° roll or just the rolling needed to establish a 45° bank. The steep ramp of the plot indicates abrupt control application to produce a large control deflection and achieve the target roll rate in a minimum time. It would be an effective procedure to execute a crisp air show roll, but would not be the most desirable way to establish a 45° bank with a load of passengers on board, or even to perform an enjoyable recreational aerobatic roll.

The shallow slope of Plot #2 shows very gentle control deflection and the resultant much longer time to achieve the desired roll rate and the total degrees of rotation desired. This

would be practical for establishing a 45° bank but would not be desirable for doing aerobatic rolls.

Plot #3 depicts the technique that smooth pilots use, though they may not be aware of it. The curved lines show how the pilot eases into and out of a high roll rate. This is achieved through the use of a quick, yet smooth, control application. The overall time to complete the roll is only slightly increased but the jerkiness is completely eliminated.

Fly your RV enough to become thoroughly familiar with its performance, controllability, and limits before attempting formal aerobatic flight. What measure of "thorough" is sufficient? 10 hours, 50 hours, or 100 hours? It's impossible to say. The amount of time



will vary widely, from practically nothing to infinity.

If you are not comfortable with any of the above training pre-requisites, extreme stalls, unusual attitudes, etc., then you're probably not ready – or even suited – for aerobatics.

Your own judgement – and that of your aerobatics instructor – are needed to make this determination.

AEROBATIC PRE-FLIGHT PLANNING

"Visualization," a technique used by many performers and athletes, can also be a useful tool for the aerobatic pilot. This consists of mentally putting yourself in the airplane and imagining what you will see and feel during a maneuver. Repeatedly forming the "picture in your head," even though you are sitting in your Barcalounger, will make the actual event seem familiar and less disorienting.

A pilot can also learn a lot by using a small handheld model airplane. He can twist and turn this model through the anticipated flight path of any aerobatic maneuver. He can try to put his mind and his eyes in the cockpit of that model plane to visualize the sight picture he might expect throughout the maneuver, particularly at certain key points in the maneuver.

FORMAL AEROBATIC TRAINING

We feel that it is essential to have formal aerobatic training before attempting aerobatics in your high-performance RV. Performing aerobatics in any qualified light airplane is both similar to – and yet very different than – other aircraft. Similar because the basic control requirements and maneuvering flight path are the same, and different because aircraft configuration, horsepower, speed capabilities, control force input requirements, reaction time, control harmony, etc. can demand a widely differing piloting experience and skill. Simply stated, an aerobatic pilot trained in a Stearman or Citabria has not necessarily received an adequate indoctrination to do similar in an RV. Why? Because in contrast to the relatively slower flying speeds, slower reacting, higher control input requirements of these airplanes, the RV is much faster, quicker responding with much lighter control input requirements, and builds speed much faster when pointed down. An attempt to directly transfer habits acquired in slower, less responsive airplanes could be disastrous.

Aerobatic training in a non-RV aircraft can be very valuable. It teaches the theory of aerobatics, maneuvering flight paths & kinetics, etc. It can and should provide a good foundation from which a pilot can transition into different aerobatic airplanes.



AEROBATIC INSTRUCTION IN YOUR RV

It would seem ideal to use your RV, along with a qualified aerobatic instructor, to learn aerobatics. There are at least two possible limitations:

1. It may be difficult to find an aerobatic instructor familiar with the RV and with the right way to perform aerobatics in it. An aerobatic instructor with experience limited to vastly different airplanes like Cessna Aerobats or Citabrias will need some familiarization training in an RV before they are ready to teach you. They will need to know how best to perform and teach aerobatics in an RV. The instructional information in this paper is meant for the benefit of instructors as well as students.
2. If the empty weight of your RV is on the heavy side, you may not be able to add the combined weight of yourself, an instructor, two parachutes, plus sufficient fuel and remain within aerobatic gross weight and C.G. limits. This can be a real dilemma. An overweight RV is a single place aerobatic airplane. It's as simple as that.

A FEW BASIC DIRECTIONS

CAUTION: These instructions are presented only as a supplement to the instruction you must receive from a qualified aerobatic instructor. They are not intended as a sole source of aerobatic instruction.

ROLLS:

I feel that rolls are good entry level aerobatic maneuvers for an RV pilot. They can be done with minimum control inputs and without imposing high G loads on the airframe. A roll performed in an RV can be simple and safe, or it can be very dangerous. It can be accomplished at barely over 1G or it can result in destructive 6G+ loads. These vast differences are due to variations in pilot skills, judgement, training, preparation, and execution.

There are a number of variations of rolling an airplane; these are covered in good aerobatic training textbooks, training videos, and aerobatic flight training curriculums. The following is a description of a method of performing rolls in an RV. It is meant to supplement the written and practical knowledge you have already gained, by introducing information specific to the RV. It is not meant to be a textbook-perfect method. Rather, it is a method that we have found effective for beginners. The primary intent is to guide the pilot through successful completion of the roll maneuver with the least pilot effort and the least chance of loss of control. This basic roll procedure also presupposes that the RV is not equipped with inverted fuel and oil systems, and as such is tailored for positive-G execution.



HOW TO ROLL:

1. Climb to at least 3000' AGL, tighten your seat belts and harnesses, and secure loose objects in the cockpit.
2. Achieve 170 mph IAS.
3. Nose up 20°-30° above the horizon.
4. Neutralize elevator control.
5. Take feet off rudder pedals.
6. Firm aileron input; half stick deflection or more.
7. Hold uniform aileron pressure throughout at least 300° of roll.
8. Reverse aileron just prior to wings level. Arrest roll rate at wings level.
9. Elevator (usually up) as required to return to level flight.

COMMON ERRORS:

1. The roll is completed but the nose is far below the horizon. Speed has increased and is rising rapidly. Usually this means that the nose was not high enough at the start of the roll. Most straight-and-level pilots will raise the nose 10° and think that it is 30°. Ten degrees is not enough.

Correction: (and training aid): Place a strip of tape on the side of the canopy to align with the horizon when a 30° deck angle is attained. Practice a pull up to 30°, then pause and note the nose/horizon position, level out, start over. This way, you can learn to recognize a 30° attitude to be sure that it is right before attempting your first roll in your RV.

2. Failure to neutralize elevator pressure. Holding back pressure will result in a higher than necessary G load and result in a barrel roll, and usually an excessive loss of attitude and altitude.

Correction: Set the trim for 160-170 mph. Practice pull up to 30° and neutralize elevator stick pressure. Watch as the attitude remains relatively constant for a second or two.

3. Not applying enough aileron. Non-acro pilots are unaccustomed to high roll rates and as such are hesitant to apply hard aileron and initiate a high roll rate. The sight of the horizon spinning in front of them is intimidating and they ease off the stick pressure. Often the pilot will start with a high roll rate and then subconsciously ease off as the roll progresses. This will cause the roll to take longer, and thus more time for the nose to drop, altitude to be lost, and speed to become excessive.

Correction: Practice rolling from 45° to 45° bank at high rates. Become accustomed to fast roll rates. Concentrate on maintaining the rate, despite the unaccustomed visual



rush. Though the world may be upside down and whirling around, that's what it is SUPPOSED to do. Don't panic--hold that aileron pressure.

4. Getting confused and trying to recover with up elevator. A slow roll rate, particularly when combined with insufficient nose up entry attitude, can result in an inverted dive at the mid-point of the roll. PANIC, CONFUSION, AND OVERLOAD can set in. The natural response when the nose is below the horizon is to apply up elevator. This is a conditioned reaction the pilot has learned from normal flight, but is WRONG when inverted. This will result in lowering the nose even further below the horizon and the beginning of a high-speed split-S maneuver. Particularly if the throttle is left open, you will almost certainly greatly exceed red line speed and could even exceed design and ultimate G load limits. Herein lies the greatest opportunity for loss of control and danger in performing rolls.

Correction: If you let the nose drop below the horizon before the mid-point of the roll, simply reduce power, roll wings level in the nearest direction with firm aileron, and return to level flight. Never pull up elevator when inverted (between 90° and 270° bank) (remember, up is down, down is up). Better that you push forward and cause fuel flow interruption (engine sputters and quits temporarily), and then complete the roll in a more level attitude. With this in mind, you can see the benefit of keeping the elevator neutral throughout the roll.

MOVING FORWARD:

Once you have mastered the basic roll – meaning you can do it consistently and are comfortable and cognizant throughout – you can experiment with variations. You can increase or decrease the rate of roll and the entry angle. If you wish to do a very slow roll, you will need a steep entry angle because the nose will drop a lot during the greater duration of the roll. Conversely, with a high roll rate a lesser pitch angle will suffice. All that I have tried to cover here is a simple, safe, and technically imperfect method for performing a basic roll. There is much, much more to learn about performing rolls more precisely as well as other variations of rolls. The foregoing is meant only to supplement what you will learn from your aerobatic instructor: techniques peculiar to the RV, which need be blended with your prior general aerobatic knowledge.

ADDING SOME POLISH:

Now, on to better things: Remember how in our initial discussion of rolls, there was a complete lack of instruction about the use of rudder? I intentionally omitted any mention of the rudder because RVs have so little aileron induced yaw that acceptable, safe rolls are possible without it. To avoid sensory overload, I didn't



mention it. Now that you can comfortably perform safe, albeit slightly uncoordinated rolls, it's time to perfect them. A textbook perfect aileron roll is one in which the flight path describes a straight, level line through the sky. To do this, several control inputs and reversals are necessary. It goes something like this:

The roll begins, like a turn, with coordinated aileron and rudder with slight back pressure to maintain altitude. The elevator pressure is gradually decreased to zero at the 90° roll point. As the roll progresses to a 90° bank, opposite rudder is gradually applied to help hold the nose up when on edge. The elevator is now vertical, like a rudder, and must be pushed forward to prevent turning. As the roll progresses from 90° to 180°, forward/down elevator is increased so the nose is high enough to maintain level flight when inverted. Opposite rudder is gradually released and reversed, to assist the ailerons in rolling by the time the 180° point is reached. Then, "into the turn" rudder is increased to help hold the nose up as knife-edge flight is approached at the 270° point, and the forward elevator pressure is relaxed to near neutral. As we pass the 270° point of the roll, top rudder is diminished as we approach wings level. Up elevator is gradually applied to maintain a level flight path.

If you agree that the above procedure sounds like a lot to do in 3-5 seconds, then you can better appreciate why I suggested the imperfect, aileron pressure only roll as a beginning point. With an RV, we are fortunate that such an uncomplicated procedure will produce an acceptable, safe roll; a starting point upon which to build.

A true aileron roll – one in which the aircraft is held on a straight, level line – is difficult to do without a full inverted fuel and oil system. A gravity fuel system will quit feeding fuel to the engine at about the 90° point and the ensuing lack of power will reduce the effectiveness of the elevator and rudder and cause a rapid loss of speed. Since the engine is still windmilling, oil will be pumped out the engine breather tube to lubricate the outside of the airplane rather than the inside of the engine. With luck, the engine will restart after returning to level flight. This is not a fun way to do rolls. However, we don't have to perform textbook-perfect rolls when flying just for fun. We can redefine the perfect roll to be one in which we maintain the straightest possible line of flight without starving the engine.

How do we progress from the simple roll to the perfect aileron roll? One step at a time. Start with the roll we practiced until we are at ease with it and can think ahead of what is happening. Then we can introduce, one at a time, other control inputs needed. Let's try a little top rudder. As we approach and pass through the 90° point, we apply some opposite or top rudder. Note how the nose hangs on the horizon longer than before. Then as we approach and pass through the 270° point, we apply top rudder, which is now "into-the-roll," and note how the nose again stays higher than before. After the roll is completed, note that the nose is probably higher on the horizon than before; maybe even above it.

We can also do a simple roll and add nothing but forward pressure during the



inverted phase. Even a gravity fuel system will operate at partial pressure; maybe as low as 1/2 G. That won't keep the airplane level when inverted but will help to limit the altitude (or attitude) loss. Be advised that you should carefully ease the stick forward, not shove it forward. We don't want to starve the engine. This is a good example of why we recommend flying your RV a lot before attempting aerobatics. If you have become very familiar with control pressures and reactions, you will be better able to apply a "just right" amount of control force in a sensitive maneuvering position like the inverted phase of a positive-G roll.

With top rudder and nose up elevator applied at optimum times, we find that we are losing much less altitude, so we can enter rolls with less nose up attitude. We are now able to think and react faster with all elements of control needed to roll so we can increase aileron deflection and roll rate. This also means less attitude change and therefore a more nearly level roll.

By Jove, we're catching on! Really now, if the object is to limit altitude variation by keeping the nose up, then all we need to do is apply the control inputs which hold the nose up, in whatever attitude we find ourselves at that split second. When the wings are level, the elevator holds the nose up. When on edge, the rudder does it. With practice, these inputs become subconscious and you're on your way to becoming another Sean Tucker or Patty Wagstaff. (Well, we can dream, can't we?)

HESITATION ROLLS:

Now, let's try a hesitation roll. This can be described as a rapid series of rolls, the rotational sum of which is 360 degrees. In a hesitation roll, say 4 points, we are doing 4 consecutive 90° rolls rather than one continuous 360° roll. Because of the hesitation required in a 4-point roll, completion will require a greater elapse time and will typically require more entry speed and entry pitch-up angle. It will also require that the roll segments be started and stopped more abruptly to conserve time.

First, try a single hesitation at the 180° (inverted) point. Begin with extra speed and pitch up angle. Then at the inverted position, pause just enough to see if you are approximately level with the horizon. Then re-initiate the roll to upright position. Practice this until you are comfortable and can perform it with a minimum pitch-up entry and a minimum attitude and altitude change. Then try hesitating only at the 90° position. Here it will be desirable to apply and hold "top rudder" which we discussed earlier. You will apply opposite aileron and rudder to stop the roll. Just as the wings stop in the vertical position, neutralize the aileron, but hold and increase the opposite rudder. Hold the vertical position just long enough to check that the wings are vertical and that the nose is being held up (somewhat). Then apply aileron and rudder into the roll and complete the remaining 270° back to upright. By practicing each point individually, you will have more time to concentrate on that point than if you were trying to stop at all three intermediate points. Once you have mastered each point, gather a bunch of speed, get the nose way up, and do your first complete 4-point hesitation roll.



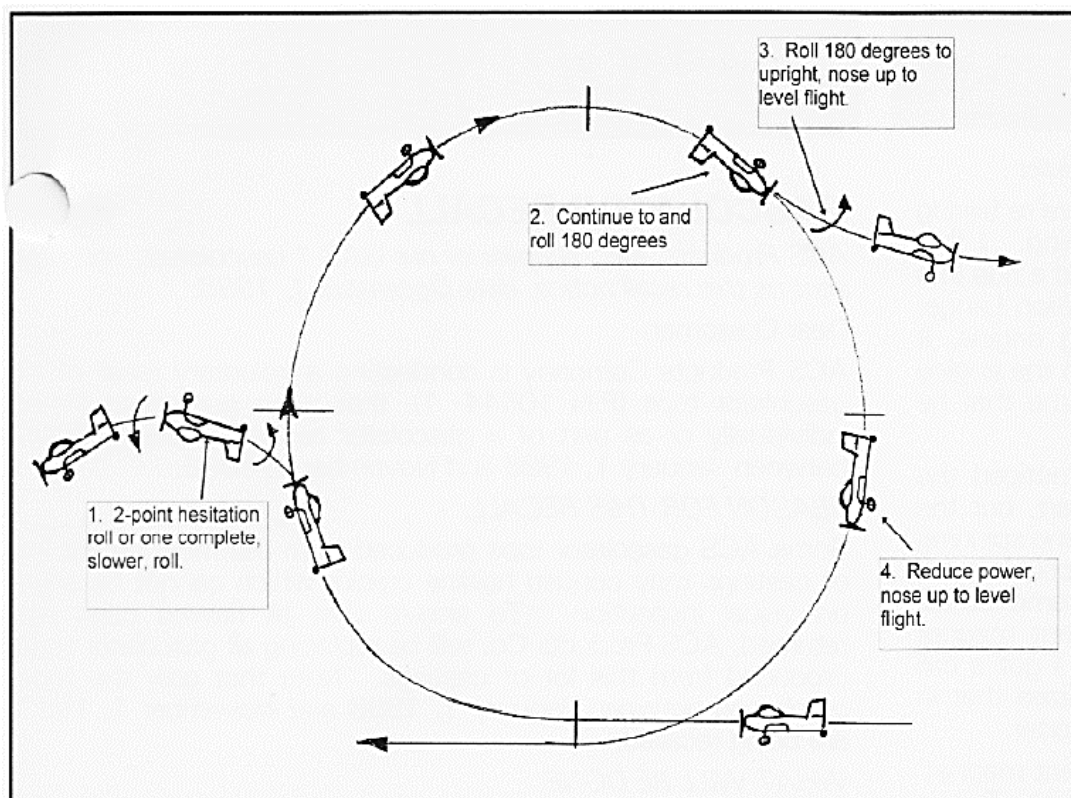
LOOPS:

Because of the broad performance range of your RV, there are different ways in which loops can successfully be performed. I will start by explaining what I feel to be the easiest and safest means of performing entry level loops.

1. Apply full throttle. (with constant speed prop, set rpm at 2600-2700 rpm)
2. Attain 170-180 mph IAS. Lower nose to hasten speed build up if desired.
3. Apply pitch control, (smoothly pull back stick) to attain 3Gs.
4. Maintain 3G load until passing through 90° nose up, then begin releasing back pressure so that at 180° (top of loop) not more than 1G is experienced. I must explain that "releasing back pressure" on the upper portion of a loop does not mean moving the stick forward. If you hold the stick firmly in position, back pressure will automatically diminish as the speed is dramatically dropping. When you are going straight up, or beyond vertical, speed decays much faster than you are accustomed to in all other normal flight attitudes. It will be necessary to pull the stick even further back (but not back to the control stop) to maintain a positive G load and to avoid excessive speed loss.

As you pass horizontal, inverted, at the apex of the loop, airspeed should be between 70 and 90 mph. Speeds as low as 50 mph are OK, but begin to feel uncomfortable because the airplane tends to fall inverted, control pressures become very light, and you start to float off the seat. This results from not maintaining enough inertia to "fly" around the top of the loop. After a bit of practice, you will be able to feel the correct speed more accurately than trying to fly it on the ASI. All comments I have about checking indicated airspeeds and G readings are meant to be quick references only. You should keep your eyes outside the cockpit at all times other than very brief instrument cross checks.

5. As the horizon appears in the windshield, reduce power to idle and increase back pressure to prevent excessive speed build up during the recovery phase.
6. When level flight attitude is attained, neutralize controls and apply cruise power setting.



POSSIBLE PROBLEMS:

1. Maintaining too much back pressure nearing the top of the loop. As speed decreases, an accelerated stall can occur, just as it can when doing a too tight turn at low speed, or when recovering too abruptly from a stall. Correction is easy; just release enough stick pressure to cause the stall buffet to stop, then continue the loop.
2. Failure to correct by breaking the stall could result in:
 - a) Continuing through inverted until the nose lowers enough to gain speed to break the stall.
 - b) While inverted and stall buffeting, misuse of rudder could cause spin entry. Oops!
3. Too little backpressure approaching or on the top of the loop: the airplane will lose speed and begin to fall inverted. Adding back pressure at that time will be too late because there is insufficient speed to command elevator (pitch) authority. The airplane will have to fall, at close to zero G, until the nose lowers and speed is gained for the resumption of elevator control. During this phase, elevator and rudder pressures are important because excessive use could cause a spin.



4. Too little back pressure on the back side (down side) of the loop: Can cause speed build-up, particularly if the throttle is left open. When an RV is pointed downward, whether upright or inverted, it is going to gain speed quickly. That's what clean airplanes do best! On the backside of a loop, it is necessary to apply back-pressure sufficient to produce a G force about equivalent to the entry G's.

Because of the wide speed range, low wing loading, and cleanliness of an RV, there is more than one right way to perform a loop. The engine HP, type of prop and pitch, and weight of your RV, all affect what might define the correct way to do a loop. For instance, I have performed loops with entry speeds ranging from 100 to 210 mph. The more I attempt to define specifics, the greater the opportunity for you to take me to task for correctness. Overall, it exemplifies a point I've tried to make before: You must have dual instruction. All that I can hope to do here is to point out a few techniques that are helpful when performing loops in an RV. Quite possibly this technique is different than that for the aircraft used in your basic aerobatic training. Thus, the textbook procedures must be tailored to the qualities, capabilities, and limitations of your airplane.

EASIEST WAY BACK TO LEVEL:

As with any aerobatic maneuver, it is possible to screw up loops in a wide variety of ways. Recovering gracefully from some attitude/airspeed situations you may find yourself in requires having an escape plan in mind. Thinking through a plan of escape can get you out of an awkward or even dangerous flight condition. The loop-escape drawing presented here shows a few possibilities where the RVs excellent roll performance can provide the "quickest way out." This drawing presupposes that the pilot has a mastery of basic rolling technique.

Should you decide to abort the loop when well into the first quadrant, a series of two 180° rolls, or one easy 360° roll, will get you back to normal flight. A "normal" tendency would be to simply lower the nose back toward level flight. With an inverted fuel system this would be OK. With just a gravity carburetor, you'd starve the engine almost immediately and this sudden loss of power at an extreme nose high attitude would result in a deep stall, a stopped prop, maybe even a tail slide, and a potential spin. The rolling technique maintains a positive G force to keep the engine running and promote easier energy management.

If things are not going right when you enter the third quadrant of a loop, particularly if you're too near the ground, a simple 180° roll will return you to level with a minimum altitude loss.

In the fourth quadrant of a loop, your options are limited. Rolling won't help. The quickest way back to normal is to reduce power to prevent excessive speed build up, and apply elevator to return to level flight with a minimum altitude loss and without



exceeding G limits.

AEROBATICS WITH PASSENGERS

So, you now have an airplane capable of playing in the wonderful world of aerobatic flight; perhaps your first such aircraft. Flying aerobatics with a passenger in back should be about the same as with an instructor. If you took a short-cut and taught yourself aerobatics, there are some real surprises in store when you chose to take a passenger along. First, you may have had an idiot for an instructor and thus be poorly trained. Second, the weight of the passenger, particularly in a tandem seat RV, will significantly alter the C.G. and the pitch control forces will become much lighter. The added weight will reduce the aircraft's capabilities and increase the skill requirements. The bottom line is that there will be a much greater possibility of losing control and inadvertently overstressing the airplane.

Assuming you have done everything right in the training department and have unquestionable control over the aircraft for the intended maneuvers, there is another factor to consider. Many years ago, a good friend stated it concisely, "Just when you think you're sharing a mind-expanding experience, your passenger suddenly throws up." Don't get carried away. There are probably better ways to impress your friends than with your aerobatic prowess.

AEROBATICS BY PASSENGERS

Almost 20 years ago when I first started flying the prototype RV-4, the first 2-seat RV, I was overjoyed by the handling qualities, particularly the ease with which rolls could be performed. I anticipated that a part of every introductory flight would be letting the passenger do a roll. It was so easy I reasoned that even a non-pilot could do it. "Imagine how impressed he will be when he can do a roll so easily on his first attempt," I thought.

Well, I soon received a baptism into the real world. I would explain to the rear seat passenger how the roll was done, and I would demonstrate one or two. Sometimes I'd even fly with the stick between my knees and my hands on my head, just to show how simple it was. When the passenger tried his hand, the results were dramatically different, usually frightening. Why? Because I was very familiar with the handling qualities of the RV-4, and I was skilled at aerobatics. The newcomer wasn't. It was as simple as that. I had conditioned reflexes acquired through many hours of practice; the passenger didn't. Even when the passenger had an aerobatic background, the results were sometimes bad. One of the worst rolls I remember included a 5G recovery—and he was a Pitts pilot. Another roll with a 3.5G recovery was at the hands of an aerobatic instructor with Decathlon experience. Does this mean that Pitts and Decathlon pilots are inferior? Does it mean that the RV is more difficult to fly? Not necessarily, on either count. It simply indicates that the RV is different. It also reinforces my point: you need to become very familiar with normal



flight handling qualities before attempting abnormal flight.

I strongly discourage turning the controls of your RV over to anyone for the purpose of aerobatics. If you feel strongly motivated to do so, first assure yourself that this person has become thoroughly familiar with the handling and control response of the RV. Thoroughly discuss what he is expected to do, and exactly how to do it. Then, be ready and able to take over at a split-second notice. I know that this sounds overly dramatic; but trust me, the average pilot not experienced with aerobatics and with the RV will mess up the simplest of aerobatic maneuvers.

Aerobatics are supposed to be fun and exciting. Carefully plan your aerobatics so that they don't become TOO exciting.

OTHER AEROBATIC MANEUVERS

There are many other aerobatic maneuvers which an experienced pilot can perform in an RV, many of which require inverted fuel and oil system. These include Immelman turns, horizontal eights, hammerhead stalls, vertical rolls, bunts, etc. One maneuver conspicuously absent from the above list is the Snap Roll. This is a maneuver I feel that the RVs are not well suited for because high G forces are needed to produce a brisk snap roll. The low stall speed, and thus low maneuvering speed, of the RVs limit the speed range in which snap rolls can be performed. The good stall characteristics of the RV's rectangular wing planform are not compatible with the asymmetric stall requirements of snap rolls. Our advice is to ignore snap rolls unless you have the counsel of a really great aerobatic instructor who is also very familiar with RVs. A careless approach to snap rolls can overstress the airframe and cause structural failure.

Please do not conclude from our emphasis that aerobatic flight is the only realm in which loss of control could occur. We all know better than that; landing approaches being a classic example. However, it is in the more aggressive forms of flight where loss of control becomes more probable. Another hazardous playing field is that of low flying and buzzing. Diving low passes and sharp pull-ups, while they may not be considered aerobatic in the same sense as titled aerobatic maneuvers such as rolls and loops, can involve a much higher element of risk because of their spontaneous, unplanned nature and the close proximity of the ground. When we analyze activities like these against the precepts of CONTROL and GRAVITY, we can easily see how the margins of safety become much, much narrower.

SUMMARY

Aerobatics are supposed to be fun and exciting. They can also be deadly. The information here is not intended to provide you with a complete "aerobatics in five easy lessons" guidebook. It is intended to provide some guidelines, to cause you to



VAN'S AIRCRAFT
TOTAL PERFORMANCE

14401 Keil Road NE, Aurora, Oregon, USA 97002
PHONE 503-678-6545 • FAX 503-678-6560
www.vansaircraft.com • info@vansaircraft.com

think and carefully consider your approach to this more demanding level of flight.

We strongly urge you to include this article with your permanent aircraft papers, Operators Handbook, and/or Operating Limitations, so any other pilot who may own or fly the airplane can have it available for his or her benefit.

Make a logbook entry indicating compliance with this service document per the requirements of the controlling authority/agency.

Place a copy of this notification in the back of the maintenance manual for your aircraft. Add the name and date of the service information to the Addendum Documents List at the front of the Maintenance Manual.

If you are no longer in possession of this aircraft, please forward this information to the present owner/operator and immediately notify Van's Aircraft, Inc. via email at registrations@vansaircraft.com. Please include the new owner's contact information and date the aircraft ownership transferred.

Information regarding establishing/transferring aircraft ownership, registration and licensing is available at: <https://www.vansaircraft.com/gr/transfer-of-ownership/>

Elektroantriebe für Ultraleichtflugzeuge

von Hans-Peter Schneider

1) Motivation

„Ich möchte mein UL-Flugzeug auf E-Antrieb umrüsten, bin aber nicht damit vertraut, was ich dabei beachten muss.“

Dieser Wunsch wird in letzter Zeit öfter geäußert. In dieser Mitteilung sollen die dazu erforderlichen Überlegungen sowie die Bauvorschrift mit den erforderlichen Nachweisen angesprochen werden. Auf jeden Fall sollte man das geplante Projekt vor dem Kauf von neuen Komponenten dem vorgesehenen Verband DAeC oder DULV vorstellen und sich eine schriftliche Genehmigung einholen, falls man Änderungen an einem mustergeprüften Flugzeug vornehmen möchte.

Eine Änderung an einem mustergeprüften Flugzeug erfordert die schriftliche Zustimmung des Inhabers der Musterprüfung.

2) Antriebsleistung für Reiseflug

Die wichtigste Frage ist die erforderliche Antriebsleistung für den Reiseflug. Wenn das Flugzeug bisher mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet war, kann man etwa von der **Hälfte der Maximalleistung** ausgehen, um eine noch akzeptable Reisefluggeschwindigkeit zu erreichen. Die „normalen“ Reiseleistungen werden häufig erst mit dem 0,66...0,75-fachen der maximalen Motorleistung erreicht.

Man kann auch selbst ausprobieren, mit welcher Leistung noch eine akzeptable Reisegeschwindigkeit erreicht wird. Da bei einem Verbrennungsmotor keine Leistungsmessung zur Verfügung steht, kann man die aktuelle Leistung mit Hilfe der Drehzahl abschätzen.

Leistung bei akzept. Reisegeschwindigkeit $P_{akz} = P_{max} \cdot (n_{akz}/n_{max})^3$

Die folgende Forderung in der Lufttüchtigkeitsforderung **LTF-UL 2020** wird gerne übersehen:

LTF-UL 25: ...eines Kraftstoffvorrates für mindestens **eine Stunde** Reiseflug bei max. Dauerleistung des Triebwerks...

d.h. man muss nachweisen, dass man ausreichend Energie mitführen kann, damit ein Flug mit einer Dauer von 1 Stunde bei maximaler Dauerleistung möglich ist.

Das ist auch einer der Gründe, warum Multicopter nicht als Ultraleichtflugzeug zugelassen werden können. Deren Flugzeit ist meist nicht länger als 30 Minuten. Bei vergrößerter Akkukapazität erhöht sich das Gewicht und man benötigt dafür mehr Leistung, also eine Katze die sich in den Schwanz beißt.

Beispiel (Für die eigene Abschätzung steht die Excel-Datei TI-37a zur Verfügung)

Erforderliche Akkumasse				
Flugzeugtyp		Ikarus C42		
Motor		Rotax 912		
max. Abflugmasse	$m_{\max} =$	472,5	kg	
Maximalleistung	$P_{\max} =$	60	kW	
Faktor für Teilleistung	$k =$	0,5	-	($k = 0,5 \dots 0,75$)
Minimale Reiseleistung	$P_{\text{Reise}} = P_{\max} \cdot k =$	30	kW	
Mindestflugzeit	$t_{\min} =$	1	h	
Erforderliche Akkukapazität	$C_{\text{Ak}} = P_{\text{Reise}} \cdot t_{\min} =$	30	kWh	
Spez. Akkumasse (Li-Ion)	$m_{\text{Aspez}} \approx$	4,5	kg/kWh	($m_{\text{Aspez}} = 4,2 \dots 4,6$)
Akkumasse (ohne Befestigung im Flugzeug)	$m_{\text{A}} = m_{\text{Aspez}} \cdot C_{\text{Ak}} =$	135	kg	
weitere E-Komponenten				
Spez. Motormasse	$m_{\text{Mspez}} \approx$	0,3	kg/kW	
Spez. Umrichter­masse, Kabel, usw.	$m_{\text{Uspez}} \approx$	0,15	kg/kW	
Motormasse	$m_{\text{M}} = P_{\text{Reise}} \cdot m_{\text{Mspez}} \approx$	9,0	kg	
Umrichter­masse, Kabel, usw.	$m_{\text{U}} = P_{\text{Reise}} \cdot m_{\text{Uspez}} \approx$	4,5	kg	
Bedienung, Überwachung	$m_{\text{B}} \approx$	1	kg	
Wandler für Bordspannung 12 V	$m_{\text{W}} \approx$	3	kg	
Akkubefestigung; Brandschutz		3	kg	
Gesamtgewicht E-Komponenten	$m_{\text{Eges}} =$	155,5	kg	
Was kann man ausbauen?				
Masse Verbrennungsmotor mit Zubehör	$m_{\text{V}} =$	70	kg	
Tank, Filter, Armaturen		9	kg	
Kraftstoff		37,5	kg	
Gesamtgewicht, ausbaubar	$m_{\text{VZ}} =$	116,5	kg	
Mehrgewicht durch E-Antrieb	$\Delta m = m_{\text{Eges}} - m_{\text{VZ}} =$	39,0	kg	

Dieses zusätzliche Mehrgewicht von 39 kg kann aus einem Zweisitzer einen Einsitzer machen, besonders bei ULs, die gemäß LTF-UL 2003 (472,5 kg) zugelassen wurden!

Den erforderlichen Motor mit einer Antriebsleistung von 30...50 kW zu beschaffen ist meist nicht sehr schwierig, aber die Akkus mit einer Kapazität von 30 kWh sind ein erheblicher Kostenfaktor.

Ein zweites Beispiel ist der Birdy, ein Motorsegler in der 120-kg-Klasse, der als Elektroflieger konzipiert wurde. Die Reiseleistung beträgt nur etwa 4...5 kW. Die Akkukapazität beträgt etwa 6,6 bzw. 9,9 kWh. Damit wird die Mindestflugzeit von einer Stunde erfüllt. Da das Gewicht der Akkus nicht als Leergewicht betrachtet wird, lässt sich ein Elektroflieger auch in der 120-kg-Klasse realisieren.

Der E-Song mit 12 m Spannweite ist ein weiterer Vertreter, bei dem man mit vertretbarem Akku-Gewicht einen elektrischen Antrieb realisieren kann. Da der E-Song in Tschechien gemäß UL-2 zugelassen wurde, gibt es keine Forderung nach einer möglichen Flugdauer von mindestens einer Stunde. In Deutschland darf ein UL in der 120-kg-Klasse ohne Nachprüfung legal fliegen, welches eine Prüfung innerhalb der EU bestanden hat. Diese Prüfung muss von einer offiziellen Stelle durchgeführt werden.

Eine Argumentation, dass man nur Termikanschluss realisieren möchte, wird nicht akzeptiert. Sogar das Abstellen des Antriebs während des Flugs ist bei einem UL genau genommen nicht zulässig. Ein UL wird nicht als Motorsegler angesehen. Deshalb gibt es auch keine legale Außenlandung für ein UL, auch wenn es wie ein Motorsegler aussieht und sich so verhält.

Falls man ein neues Flugzeug konstruiert, sollte man eine große Flügelstreckung wählen und eine hohe aerodynamische Ausführung anstreben. Nur so lässt sich die erforderliche Antriebsleistung minimieren.

3) Steigleistung

Die Motorleistung muss ausreichend groß sein, um auch die Mindeststeigleistung gemäß LTF-UL 2020 bzw. 2003 von 1,5 m/s erreichen zu können.

Beispiele:

Mindeststeigleistung		C42	Birdy	
Propellerwirkungsgrad beim Steigen	$\eta_{\text{Prop}} =$	0,7	0,7	
Steiggeschwindigkeit	$v =$	1,5	1,5	m/s
Reiseleistung	$P_{\text{Reise}} =$	30	9	kW
Abflugmasse	$m_{\text{max}} =$	472,5	315	kg
Abschätzung Steigleistung	$P_{\text{Steig}} \approx 0,66 \cdot P_{\text{Reise}} + v \cdot m_{\text{max}} \cdot 9,81 / (\eta_{\text{Prop}} \cdot 1000) =$	29,7	12,6	kW

Der Wert für Ikarus C42 liegt bei diesem Beispiel etwas unterhalb des Wertes für die Reiseleistung und erfüllt daher die Mindestforderung.

Beim Birdy ist die angenommene Maximalleistung von 9 kW zwar mehr als doppelt so groß wie die Mindest-Reiseleistung, aber noch zu klein zur Erfüllung der Mindeststeigleistung.

In beiden Fällen sollte die Maximalleistung etwas größer gewählt werden. In der Regel erlauben die Elektromotoren eine deutliche, kurzzeitige Mehrbelastung, die aber durch die Art der Wärmeabfuhr begrenzt ist.

Weitere Hinweise zur Steigleistung finden sich im Abschnitt Lärm und Erwärmung.

4) **Schwerpunktlage**

In einem bestehenden Ultraleichtflugzeug ist normalerweise kein besonderer Platz für den Einbau der Akkus vorgesehen. Hier bietet sich der Motorraum an, da der ursprüngliche Verbrennungsmotor ausgebaut wird. In dem Beispiel mit einer Ikarus C42 würde die berechnete Menge an Li-Ionen-Akkus nicht vollständig in den Motorraum passen. Einen Teil müsste man im Cockpit oder dem ehemaligen Tankraum unterbringen.

Vor den Umbaumaßnahmen sollte man sorgfältig die zu erwartende Schwerpunktlage abschätzen und nach dem Umbau auch wiegen.

5) **Lärm**

Ein Flugzeug mit Elektroantrieb erfüllt nicht automatisch die zulässigen Lärmemissionsgrenzwerte, insbesondere wenn gerade so die Mindeststeigleistung installiert ist, obwohl der Lärmanteil durch den Verbrennungsmotor wegfällt. Da in dem Messverfahren ein Steigflug vorgesehen ist, kann man u. U. beim Überflug über dem Messmikrofon noch so niedrig sein, dass der unvermeidliche Propellerlärm den Grenzwert überschreitet. Selbststartende Segelflugzeuge mit Frontantrieb haben bereits diese Erfahrung gemacht.

Aus diesem Grund sollte die Motorleistung nicht zu knapp gewählt werden. Bei einer Steiggeschwindigkeit von etwa 2,5 m/s und mehr ist normalerweise nicht mit einem Lärmproblem zu rechnen.

6) **Zweimot**

Bei einem UL ist der Einsatz von zwei Motoren, z. B. bei einer Neukonstruktion, kein besonderes Problem, da die Elektro-Motoren relativ leicht sind. In der Bauvorschrift gibt es keine Einschränkung auf nur einen Motor und es ist auch kein besonderes Rating zum Fliegen erforderlich.

7) Betrieb

7.1 Transport

Wer Glück hat kann die Akkus im Hangar im eingebauten Zustand laden. In den meisten Fällen wird man allerdings die Akkus dazu mit nach Hause nehmen müssen. Der einfachen Ein- und Ausbaubarkeit kommt daher eine hohe Bedeutung zu. Auch die elektrischen Anschlüsse, z.B. Ausführung als Steckverbindung, müssen für diese Zwecke sorgfältig geplant werden. Die Verbinder dürfen nicht verwechselt werden und auch nicht aus Versehen kurzgeschlossen werden können.

Beim Ein- und Ausbauen besteht immer die Gefahr, dass man einen Akku fallen lässt. Das kann u.U. dramatische Folgen haben, die nicht unbedingt sofort erscheinen. Es gibt einen bekannten Unfall, bei dem der Akku zum Glück erst während der Landung anfang zu brennen. Der Pilot hat einen Akku mit Pouch-Zellen bei dem Entnehmen aus dem Auto auf die Straße fallen lassen und ist anschließend damit geflogen.

7.2 Erwärmung

Im Steigflug mit maximaler Leistung wird nicht nur der Motor relativ warm, sondern auch der Umrichter (Motorcontroller) und der Akku. Auch wenn die Motoren typischer Weise einen Wirkungsgrad von 95...97 % haben, bedeutet das bei einem 20 kW-Motor immerhin 0,6...1 kW Wärmeleistung, bei 40 kW das Doppelte. Diese Leistung muss man in geeigneter Weise abführen.

7.2.1 Motor und Umrichter

Wenn der Motor und der Umrichter direkt vom Fahrtwind angeströmt werden, dürfte die Kühlung ausreichend sein. Falls man aber eine hohe aerodynamische Güte anstrebt, muss man bei kleinen Ein- und Auslassöffnungen dafür sorgen, dass möglichst geringe Strömungswiderstände entstehen. Evtl. kann man Öffnungen mit Klappen verschließen und die Strömung durch Ventilatoren unterstützen.

7.2.2 Akku

Es gibt Kontrolleinrichtungen die bei höherer Temperatur, insbesondere der Akkus, eine Leistungsbegrenzung durchführen. Darauf muss man im Steigflug vorbereitet sein. Wenn man den Akku gerade frisch geladen hat, liegt die Temperatur deutlich über der Umgebungstemperatur. Falls man keine Abkühlung abwarten möchte, wird die Leistungsbegrenzung relativ früh einsetzen.

7.3 Überwachung und Notaus

An die Überwachung der Akkus werden viele und hohe Ansprüche gestellt, die erfüllt sein müssen. Die Anzeige der Restkapazität, der Temperaturen, aktuelle Leistung und die Realisierung einer Not austaste bzw. Schalter sind obligatorisch.

7.4 Schubumkehr

Mit einem elektrischen Antrieb lässt sich auch der Schub umkehren, um z.B. eine Bremsklappe bei einem „Motorsegler“ einzusparen. Das funktioniert recht gut, aber bei einem Ausfall des elektrischen Systems wird die Landung ohne andere Gleitwinkelbeeinflussung eine Herausforderung. Man sollte eine Bremsklappe nur weglassen, wenn man mit dem Flugzeug einigermaßen slippen kann.

Natürlich kann man am Boden damit auch rückwärts einparken und Zuschauer beeindrucken.

7.5 Ladeeinrichtung

Falls man auf Strecke gehen möchte, ist es sinnvoll ein Ladegerät und evtl. ein Verlängerungskabel mitzuführen. An vielen Flugplätzen wird man sich mit einphasigem Wechselstrom begnügen müssen; eine Drehstromsteckdose findet man bestenfalls in einer Werkstatt. Damit ist die Anschlussleistung auf etwa 3,5 kW begrenzt.

Achtung, da man meist ein Verlängerungskabel bis zum Flugzeug benötigt, muss es dafür einen Mindestquerschnitt von $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ aufweisen und es muss vollständig von einer Kabelrolle abgewickelt sein.

Man sollte sich darüber bewusst sein, dass das vollständige Laden eines Akkus von z.B. 10 kWh bei einem Ladegerät mit 3,5 kW Anschlussleistung und einem Wirkungsgrad von 80 % mehr als 3,5 Stunden in Anspruch nimmt. Bei größeren Akkus muss man entsprechend mehr Zeit einplanen.

Das Laden erhöht die Akkutemperatur. Nach Möglichkeit sollte man nach dem Laden eine Abkühlphase vorsehen, sonst wird die Überwachungseinheit die Antriebsleistung während des Steigflugs deutlich reduzieren.

8) Akku-Qualität

Es gibt keine Einschränkung bezüglich der Akku-Technologie. Zurzeit sind Li-Ion-Akkus die leichteste Technologie.

LiFePo4-Akkus sind ebenfalls möglich, allerdings darf man nicht erwarten, dass damit alle Probleme bezüglich Selbstentzündung erledigt sind. Wenn man bei diesen Akkus eine Tiefentladung zulässt, bilden sich metallische Kristalle, die leicht die Trennschicht zwischen den Elektroden durchdringen und damit eine Entzündung provozieren können.

Falls man selbst einen Akku zusammenstellen möchte, sollte man darauf achten, dass möglichst alle Zellen von einem Hersteller stammen und jedenfalls vom gleichen Typ sind. Ein Qualitätsmerkmal ist der innere Widerstand der Zellen. Es kommt dabei nicht auf einen absoluten Wert an, sondern eher darauf, dass der Wertebereich aller Zellen möglichst eng ist. Zur Sicherheit sollte man den Wert bei einem einheitlichen Ladezustand messen. Dazu sind spezielle Messgeräte relativ preiswert verfügbar.

Leider werden auch meist relativ preiswerte Li-Ion-Zellen angeboten, bei denen Vorsicht geboten

ist. Möglicherweise stammen sie aus Fertigungschargen, die nicht alle Qualitätsmerkmale erfüllen.

Die Anforderungen an das Battery Management System (BMS) sind recht hoch und gehen aus den Forderungen der Bauvorschrift hervor.

Auf keinen Fall sollte man die mechanisch sehr empfindlichen Pouchzellen einsetzen.

9) Systemspannung

Für Antriebsleistungen bis etwa 50 kW sind Systeme mit einer Spannung kleiner 60 V verfügbar. Allerdings sind die Ströme im Steigflug enorm und erfordern relativ große Kabelquerschnitte aus Kupfer. Von Aluminiumkabeln ist abzuraten, da besonders die Verbindungsstellen zwischen Aluminium und einer Kabelschelle bzw. Steckverbindung relativ kritisch sind. Der Gewichtsvorteil gegenüber Kupfer ist sehr bescheiden.

Bei höheren Leistungen liegt es nahe, mit einer höheren Systemspannung zu arbeiten. Das ist zulässig, aber man muss einen zusätzlichen elektromechanischen Notfallschalter vorsehen, mit dem man das System nach einem Unfall sicher stromlos machen kann. Derartige Schalter sind auch in Elektroautos üblich.

10) Brandschutz

Es gibt leider keinen leichten Brandschutz, der einigermaßen ein evtl. thermisches Durchgehen des Akkus beherrschen könnte. Trotzdem kann es passieren, dass ein minimaler Brandschutz z.B. in Form von Keramik-Vlies oder Glasfasergewebe verlangt wird. Eine Einhausung in eine Metallschachtel mit ausreichender Be- und Entlüftung wäre besser. Vielleicht hilft eine dieser Maßnahmen einige Minuten länger für eine Notlandung zur Verfügung zu haben.

Der Brandschutz ist speziell im Zusammenhang mit den UL-Gesamtrettungssystemen extrem wichtig, denn sobald es tatsächlich zu einem Brand im Fluge kommen sollte, wird ein ausgelöstes Gesamtrettungssystem abhängig von der Flughöhe und Sinkzeit sehr wahrscheinlich zur Todesfalle. Daher wird auch seitens der Zulassungsstellen sehr viel Wert auf ausreichenden Brandschutz gelegt.

11) Nachweise

Der Umfang der Nachweise gemäß Anhang IV in der LTF-UL 2020 ist recht erheblich. Innerhalb dieses Anhangs wird eine weitere, US-amerikanische Prüfvorschrift RTCA-DOT311 herangezogen, die man ebenfalls sinngemäß erfüllen soll. In dieser Prüfvorschrift werden mehrere zerstörende Prüfungen verlangt, deren Kosten durch die zu zerstörenden Komponenten recht hoch werden können. Ob man für ein Einzelstück auf diese Art der Prüfungen verzichten kann, muss man evtl. mit der vorgesehenen Zulassungsstelle verhandeln. Es gibt bisher nur sehr wenige Projekte mit Elektroantrieben in ULs, sodass auch nur wenig Erfahrung mit der Art und dem Umfang der Prüfungen vorliegt.

Der Schwerpunkt der Prüfungen sind Nachweise, dass ein evtl. thermisches Durchgehen nicht zu einer totalen Katastrophe führt.

Man sollte auf keinen Fall aus Gewichtsgründen auf sogenannte Pouchzellen (weiche Ummantelung) zurückgreifen. Die würden kaum die Prüfungen gemäß RTCA DOT 311 bestehen können. Mit Stahlbecherzellen, die fachgerecht miteinander verbunden sind, wird man kaum Probleme haben. Wenn man sich für die Komponenten der Firma Geiger Engineering entscheidet, steht ein vollständiger Nachweis zur Verfügung, den man an sein Projekt anpassen kann.

Neben den Nachweisen für die Elektrotechnik wird man auch einige Flugversuche nachholen müssen, insbesondere wenn die Antriebsleistung deutlich geringer als die Leistung des vorherigen Verbrennungsmotors ist. Das trifft insbesondere zu für die Startstrecke und die Steigleistung.

12) Fazit

Es ist nicht die Absicht dieser Mitteilung vor dem Einbau eines Elektroantriebs abzuraten, sondern auf die vielfältigen Themen aufmerksam zu machen, die nicht immer so offensichtlich sind. Bei richtiger Handhabung ist ein Elektroantrieb eine feine Sache.

Elektromotoren sind im Verhältnis zu einem vergleichbaren Verbrennungsmotor erheblich leichter, aber der erforderliche Akku mit der heute (Stand 2025) am leichtesten verfügbare Technologie mit Li-Ion-Akkus stellt die eigentliche Herausforderung dar. Das betrifft auch den finanziellen Aufwand.

Einen Elektroantrieb in einem Ultraleichtflugzeug kann man daher nur in einem Flugzeug mit großer Streckung (>10) und vergleichsweise hoher aerodynamischer Güte empfehlen.

Ein Reiseflugzeug mit einer nennenswerten Reichweite sollte man elektrisch gut durchdenken, denn unterwegs gibt es kaum Schnellladestationen.

