



Flugzeugbetankung mit **MOGAS** Problematik aus Nutzersicht

Eine Präsentation mit Unterstützung
der Technischen Kommission des DAeC

H.U.Hellrigel

Rudolf Schuegraf

Rainer Hüls

Autobenzin für Flugzeuge

Hans-Udo Hellrigel

TEKO – DAeC Leiter Arbeitsgruppe Antriebe-Kraftstoffe
Referat Technik Luftsportverband Rheinland-Pfalz e.V.

55543 Bad Kreuznach

Tel. 0671-66663

Fax 0671-63406



Ablauf

Deutscher Aero Club

Heutiger Stand der Technik der Luftfahrzeugflotte

Kraftstoffverbrauch AVGAS 100 LL

Zulassungsverfahren und Sachstand

Europäisches Ausland

Technische Entwicklungen

Zusammenfassende Folgerungen

WARUM **MOGAS**

Unterschiede **AVGAS - MOGAS**

Verwendbarkeit

Tankanlagen



Deutscher Aero Club

Vertretung aller Luftsportarten in Deutschland

Sportarten: Fallschirm, Ballon, Modelflug, Segelflug,
Motorflug, Ultraleicht, Gleitschirm, Hängegleiter

ca. 100 000 Mitglieder

Mitglied im DSB und der FAI

Büro Flugsicherheit

Luftsportgerätebüro

Interessenvertretung bei allen wichtigen technischen
Angelegenheiten durch die DAeC-TEKO



Stand der Technik

Flugzeuge **E**

einmotorig mit
Kolbentriebwerk

Motorsegler **K**

Reisemotorsegler

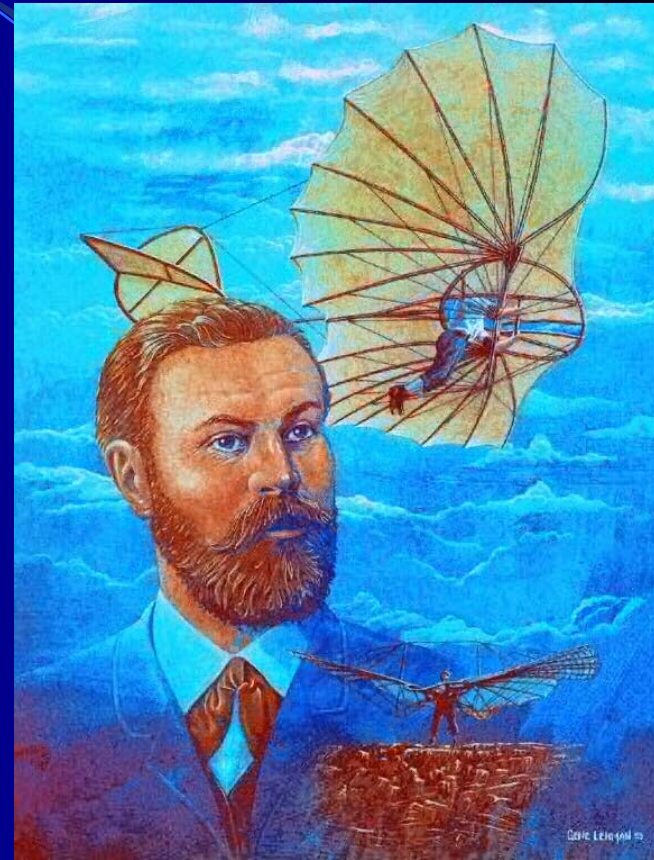
Klapptriebler

Ultraleichtflugzeug **M**

Aerodynamisch oder

Gewichtskraft-

gesteuert



Flottenbestand

E-Zulassung bis 2 t
Durchschnittsalter 30Jahre

6813
abnehmend

K-Zulassung
Durchschnittsalter 18Jahre

2434
Zunehmend

M-Zulassung

2866
Zunehmend



Flugbenzin für Kolbenmotoren

- 1996 22 000 t
- 1997 27 000 t
- 1998 24 000 t
- 1999 26 000 t
- 2000 23 000 t
- 2001 25 000 t
- 2002 22 000 t (ca.)
- jährlich

**Mineralölverbrauch in
der BRD alle Zwecke**

123 335 000 t

jährlich



Zulassungsverfahren Autobenzin

Sachstand

Grundlage US-STC von Petersen Aviation
Technischer Partner Innovative Aero
Antrag auf EMZ durch DAeC

Bisher vom LBA erteilte EMZ

20 Motoren mit Baureihen

18 Zellen mit Baureihen

weitere Motoren sind mit der Zelle zugelassen

aktuelle Liste: <http://www.daec.de>

Zulassung Autobenzen in Europa

Technische Entwicklung

Akzeptanz der FAA STCs in
Schweiz
Österreich

UK Allgemeinverfügung

Alternativen :

Dieselmotoren

Renault, Thielert



Konsequenzen

- Gleichwertiger Ersatz für AVGAS 100 LL
- Koordinierte Entwicklung Dieselmotoren
- Flächendeckende Versorgung mit Kraftstoff nach EN 228 an Flugplätzen aus Tankstellen ist dringend anzustreben.

Warum Mogas

Schon die Umwelt
senkt die Kosten

erhöht den Trainings-
stand

Bleifrei statt 0,56 g/l Blei

Preis je l ca. 0,40 EUR
niedriger als AVGAS
mehr Flugstunden wegen
geringerer Kosten



MOGAS statt Avgas

MOGAS

ist Umgangssprachlich die Bezeichnung für ein nicht näher definiertes Kraftfahrzeugbenzin, das in Flugzeugen verwendet wird.

Früher war dies zulässigerweise **Super verbleit nach DIN 51600 S mit 98 Oktan**

- Kraftstoffe stellen Betriebsgrenzen des Musters dar und bedürfen der Zulassung.
- Autobenzin ist in einer Ergänzenden Musterzulassung zu genehmigen.

Mogas statt Avgas (2)

Seit 1995 bemüht sich der DAeC um die Zulassung bleifreier Kraftstoffe in Flugmotoren.

Wegen der umfangreichen Nachweisführung wurde auf die amerikanischen STC der Fa Petersen Bezug genommen.

Die US-STC werden von der Fa. Innovative Aero in der Schweiz vertrieben.

Zunächst wurden die Zellen der amerikanischen Muster behandelt, die bei uns häufig vertreten sind. Danach werden Zellen nicht amerikanischer Muster mit US-Motoren behandelt.



Stand der EMZ

Übersicht – häufig vertretene Muster

	Muster Baureihe	Anz. Muster	Anz. Flugz.	Fz. je Muster	Anz. EMZ	Abg. EMZ	Erl. Fakt.	
US-Muster, bearbeitet		18	704	39	18	351	0,50	DAEC
US_Rest mit US-STC		16	188	12				
US_ weitere Muster, ohne STC		12	574	48				*) **)
Französische Muster	DR-Typen	21	406	19				Fa.Gornzig
	Mbrane-Typen	18	433	24				
	TB	11	233	21				
	Sonstige	4	59	15				
Deutsche Muster		9	285	32				Fa.Liese ?
Czechische Muster	ZLIN	13	150	12				?
Poln.Muster	kolibri 150	1	14					
Jap. Muster	Fuji	1	73	73				
Öst.Muster	DA 40	1	20					
		122	3139	26		351	0,11	

*) Motoreneignung unklar, Einspritzer bzw. Verdichtung über 8,5:1 !
Maßnahmen zur Klopfverhinderung

**) EMZ nur machbar, wenn Sammel-EMZ denkbar (Kosten je EMZ)



Stand der EMZ



EMZ bisher abgewickelt

Muster	STC	zugel.	1. Anfr.	anLBA	EMZerteilt	EMZ-Nr.	Anfr.akt.	STC	DAeC
Cessna F172B	SA00330W	66			18.06.01	1214	19	77	
Cessna F172P	SA00125W	62			02.08.01	1224	5	23	
Cessna 172A.	SA 1948 CE	55			13.08.01	1225	9	15	
Cessna 172P	SA2601 CE	12			31.08.01	1229	6	16	
PA28-160/180	SA2660 CE	66	25	26.10.01	18.06.02	1231	54	19	
PA28-140/151	SA 1963CE	45	20	26.10.01	29.11.01	1232	19	36	
PA 18/19	SA 1961 CE	50	18	02.12.01	22.01.02	1242	14	45	
Cessna 170	SA2019 CE	6	1	01.12.01	21.06.02	1243	1	2	
Cessna 150/152	SA2048 CE	34	7	18.01.02	28.01.02	1249	9	7	
Cessna F150	SA00216W	120	7	18.01.02	28.01.02	1250	11	40	
Cessna 182	SA2000 CE	96	11	19.02.02	04.03.02	1259	13	11	
Cessna 182P	SA2000 CE	1	4	19.02.02	04.03.02	1259	5	13	
Huski A1	SA2670 CE	3	3	19.02.02	04.03.02	1260	2	13	
Cessna 152	SA2613 CE	45	5	16.03.02	01.07.02	1271	3	12	
Cessna F152	SA00329W	6	6	16.03.02	01.07.02	1272	8	14	
AA5	SA 1965 CE	30	8	02.08.02	25.09.02	1274	6	4	
PA22-108/150	SA 1949 CE	4		02.08.02	28.08.02	1275	1	5	
PA22-160	SA2599 CE	3		02.08.02	28.08.02	1275	1	0	
Summe:	01.04.03	704	115				186	382	

Dampfblasenbildung

Ursachen

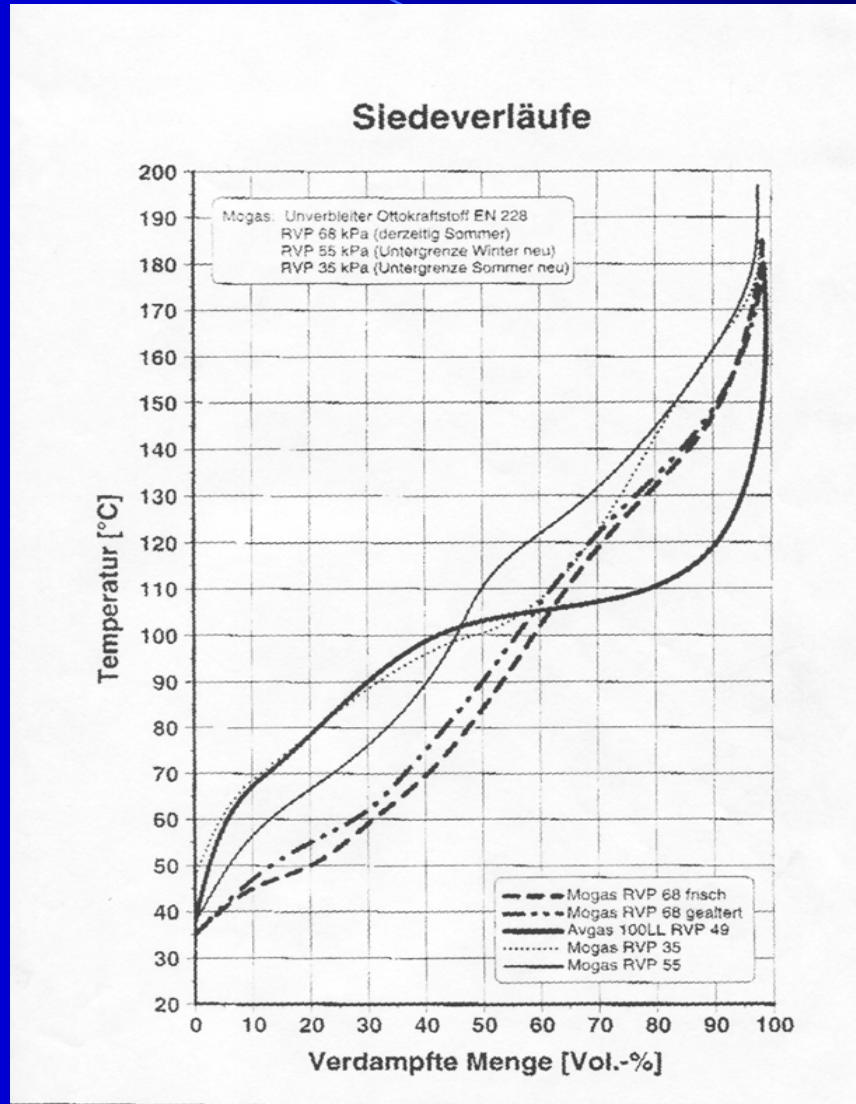
Dampfblasen können nicht nur bei Autobenzin, sondern auch bei AVGAS entstehen.

Bei Flugzeugen mit Falltankanlagen sind Dampfblasen selten, sie können jedoch bei ungünstiger Schlauchleitungsführung entstehen.

Vorzugsweise entstehen Dampfblasen an der mechanischen Kraftstoffpumpe durch Aufheizung infolge Wärmeleitung vom Triebwerk her wegen gleichzeitigen Unterdrucks auf der Saugseite der Pumpe.



Dampfdruck-Kurven





Dampfblasenbildung - mögliche Abhilfen

1. Kraftstoff-Rückführung

Kraftstoffsysteme mit Rückführung und Druckhaltung führen mehr Kraftstoff als zum Betrieb erforderlich ist durch die Pumpe und bewirken dadurch eine Kühlung. Die Nebenschlußmenge liegt bei ca. 15 - 40 l/h.

2. Elektrische Zusatzpumpe,

- a.) eine parallele el. Pumpe mit Überströmventil übernimmt die Versorgung im Dampfblasenfall
- b) eine in Reihe geschaltete Pumpe wird an kühler Stelle montiert und führt der mech. Pumpe Kraftstoff mit Vordruck zu. (Pumpe läuft evtl. immer)

Es sind jedoch immer die in der EMZ vorgeschriebenen Kriterien einzuhalten

Verwendbarkeit

MOGAS ist nach Untersuchungen der TU Dresden für Motoren mit einem Verdichtungsverhältnis von $8,5 : 1$ verwendbar.

Da die Untersuchungen der TU Dresden mit einer Einspritzanlage durchgeführt wurden, könnte dies die Grundlage für eine mögliche Zulassung auch für Einspritzmotoren werden.

Trotz evtl. niedrigerer Verdichtung bei Lademotoren ist **MOGAS** wegen des höheren Füllungsgrades und dadurch erhöhter Klopfneigung nach bisherigem Kenntnisstand nicht einzusetzen.



Einrüstung der EMZ /STC

Die Einrüstung erfolgt in einem LBA-genehmigten LTB.
Sie erfasst neben den technischen Maßnahmen das Anbringen der entsprechenden Hinweisschilder und die Ergänzung des Flug- und Betriebshandbuches.
Kosten für die Einrüstung sind aufwandsabhängig

Einrüstung der EMZ /STC

- Kosten für die EMZ mit US-STC:
 - CHF 2,20 je PS , zuzüglich
 - CHF 120,00 für DAeC-Mitglieder
 - CHF 180,00 für Nichtmitglieder
- bei PA-28 (161-181) + 1500 CHF für andere Pumpen und Rohrleitungen
- Bisher hat der DAeC ca. EUR 14.000 für LBA – Gebühren aufgewendet.



Welchen Kraftstoff verwenden?

Es ist Kraftstoff mit der geforderten Oktanzahl gem. Handbuch zu verwenden., z.B.

AVGAS 80/87

AVGAS 91/96

AVGAS 100 LL

Für die EMZ ist

SUPER PLUS 98 nach DIN EN228

vorgeschrieben. Dieser Kraftstoff wird von vielen UL und Motorseglern benötigt. Damit wird soll die Sortenvielfalt für den Tankstellenbetreiber eingeschränkt werden.



Benutzungsgrenzen für MOGAS

MOGAS in großen Höhen?

In der Regel sind keine Höhenbeschränkungen gegeben, da die abnehmende Außentemperatur mit zunehmender Höhe das Dampfblasenrisiko vermindert. Weitere Beschränkungen sind nicht festgelegt.

MOGAS darf gemäß EMZ auch für Schulung und gewerblichen Verkehr verwendet werden



Tankanlagen für MOGAS

Voraussetzungen :

max. Alkoholgehalt des Kraftstoffes < 1% bei Flugzeugen aufgrund der EMZ-Anforderungen.

möglichst Sommerkraftstoff wegen des Siedeverhaltens verwenden.

Regelmäßige Überprüfung des Tankumpfes auf freies Wasser.

Es ist zweckmäßig einen (Agentur)-Vertrag abzuschließen, mit dem eine gleichförmige Qualität gesichert wird.

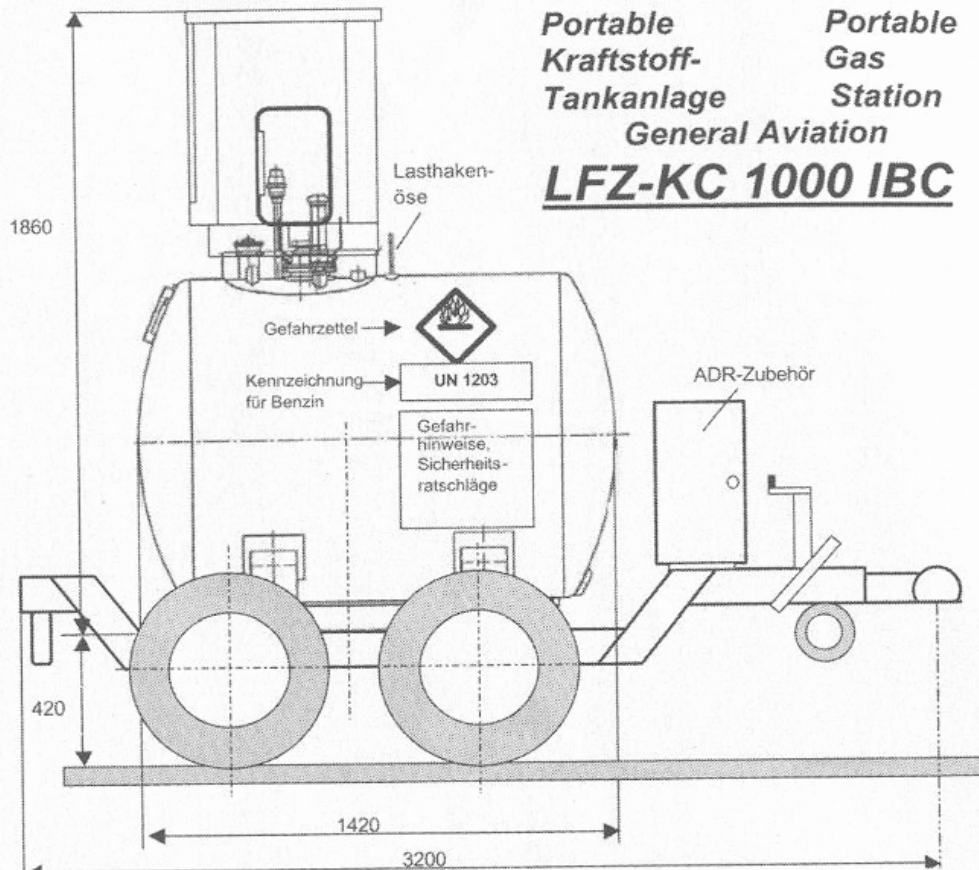


Tankanlagen für MOGAS (2)

- Kanisterbetankung sollte aus Umwelt-, Brandschutz- und Sicherheitsgründen unterbleiben
- Soweit ausschliesslich zu verwendender Kraftstoff am Flugplatz nicht verfügbar ist, soll mitgebrachter Kraftstoff nur auf geeigneten Umfüllflächen eingefüllt werden.
- Empfehlenswert sind die angebotenen transportablen Kleintankanlagen der Fa. Maul (Packcontainer)



Tankanlagen für MOGAS (3)



Portable Kraftstoff-Tankanlage
 Portable Gas Station
 General Aviation
LFZ-KC 1000 IBC

Nennvolumen:	1000 l	Nominal volume:	1000 l
Leergewicht:	280 kg + Anhänger	Empty weight:	280 kg + Trailer
Gefahrklassen:	A1, AII, AIII, B Benzin, Kerosin, Diesel	Hazard classes:	A1, AII, AIII, B gasolina, kerosine, diesel
ADR-Zulassung:	Straße, Schiene See	ADR-transport Approval:	road, rail, sea

Maul & Co.
 Entwicklung und Herstellung von Ausrüstungen, Prüftechnik und Tankanlagen für das Flug und Fahrwesen
 Inhaber/Owner:
 Dipl.-Ing. Wilhelm Maul, Am Stadtwald 19-23, D-08525 Plauen, Tel: +49 3741 5485 11, Fax: +49 3741 5495 59
 e-mail: wilhelm.maul@saxon.de, internet: www.saxon.de, Mitglied der AOPA-germany

Tankanlagen für MOGAS (4)

- Bei Befüllen eigener stationärer Tankanlagen mit geringen Lagermengen ist auf vermischungsfreie (Heizöl, Diesel) Anlieferung zu achten.
- Je 1 % Fremdstoff senkt die ROZ um 0,7 Punkte. Damit können sehr schnell Motorschäden durch Klopfen entstehen.
- Beim Einkauf ist auf einen Alkoholgehalt unter 1 % entsprechend der Zulassung zu achten.
- Zur Zeit hat sich nur **TOTAL FINA ELF** zur Einhaltung der notwendigen Grenzwerte gegenüber dem DAEC verpflichtet.



Weitere Planungen

EMZ für französische Zellen : Fa. Gomolzig

EMZ für einige deutsche Zellen : Fa. Liese

EMZ für geeignete Einspritzmotoren : Fa. Dachsel

Technischer Ausblick

- Modernisierung altbewährter Motoren durch
- Elektronische Einspritzung / FADEC
- Verbessertes Abgasverhalten
- Verringerter Kraftstoffverbrauch
- Flüssigkeitskühlung (z.B. Westerbeier-Motor)



Feststellungen beim MOGAS- betrieb

- Gelegentlich kann es, wie schon früher zu Veränderungen an Dichtungen oder Schlauch-leitungen kommen.
- Daher sind die Vorgaben über deren Lebensdauer dringend zu beachten und den Bauteilen bei der Wartung besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden.
- Beobachtungen melden Sie bitte an den DAeC, Referat Technik.

Feststellungen beim MOGAS-

betrieb

- Bisläng wurden, jedoch nicht gehäuft, festgestellt:
- Tankdeckeldichtungen quellen
- Strainerdichtungen gequollen oder abgelöst
- Schlauchleitungen gequollen.
- Solche Erscheinungen treten ohne definierte Zuordnung auf, ob bestimmte Kraftstoffmarken beteiligt sind, ist bisher offen
- Vermutlich werden Feststellungen, die aus früherer Nutzung stammen, jetzt bekannt.

- Der DAeC empfiehlt sich als kompetenter Partner des Luftsports
- Ich bedanke mich für Ihr Interesse

Hans-Udo Hellrigel

Leiter der DAeC-TEKO-Arbeitsgruppe

Antriebe - Kraftstoffe

