

Flugkraftstoffe und ihre Zukunft

AVGAS, MOGAS, Jet A-1, Dieselkraftstoff

Dr. Hartmut Behr
TOTAL Deutschland GmbH

Entwicklungen und Situation bei Flugkraftstoffen (1)



- **Wunsch von Flugzeugbetreibern:
kostengünstige Kraftstoffe**
- **Entwicklungen bei Motoren / teilweise aus Kfz-Motoren**
 - Motoren, zugelassen für Ottokraftstoff nach DIN EN 228 und/oder Avgas 100 LL
 - Motoren, zugelassen für Dieselkraftstoff nach DIN EN 590 und/oder Jet A-1
- **MOGAS (Ottokraftstoff unverbleit, 98 RON)
und Dieselkraftstoff wurden für den
Pkw-Motorenbetrieb entwickelt**
 - kostengünstiges Massenprodukt
 - raffineriestrukturabhängige, große Bandbreite bei der Herstellung möglich
 - EU-weit unterschiedliche Länder-Spezifikationen



Entwicklungen und Situation bei Flugkraftstoffen (2)



- Einsatz von unterschiedlichen Performance-Additiven für Pkw-Motore
- Zunehmend Einsatz von Bio-Komponenten FAME, Ethanol, ETBE aufgrund der EU-Biofuels-Richtlinie
- Housekeeping in Diskussion



MOGAS ist nur akzeptabel bei ausgewählten Lieferstellen. Qualitätssicherung und Housekeeping muss wie bei konventionellen Flugkraftstoffen sein



Dieselmotorkraftstoff des aktuellen Marktes (bis 5 Vol % FAME) ist für den Einsatz als Flugkraftstoff kritisch zu betrachten.



Motorische Anforderungen

Pkw-Motor	Flugmotor
Überwiegend dynamischer Betrieb	Überwiegend statischer Betrieb
Häufig wechselnde Drehzahlen/Last	Häufig konstante Drehzahlen/Last
Motortemperatur und Luftdruck relativ gleichmäßig	Extreme Temperatur- und Luftdruckschwankungen möglich
Gemischeinstellung statisch	Gemischeinstellung veränderbar (rich/lean)
Leistungs-/Emissions- und Verbrauchsoptimum	Betriebssicherheit, Leistung (und Verbrauch)

Mogas

AVGAS

Reinheit

klar, frei von sichtbarem Wasser und festen Fremdstoffen

klar, hell, frei von Feststoffen und ungelöstem Wasser

Partikel

normale Filter
Partikel max 24 mg/kg

Feinfilter
Filterwasserabscheider/Magnetabscheider

Wasser

max 200 mg/kg

wasserfrei

Flüchtigkeit

saisonabhängig

ganzjährig

Dampfdruck

Winter 60 - 90 kPa
Sommer 45 - 60 kPa
Übergang 45 - 90 kPa zus. VLI

38 - 49 kPa

Risiko der Dampfblasenbildung durch höheren Dampfdruck

Kälteverhalten

nicht definiert

Kristallisationspunkt - 60°C

Stabilität

Oxidationsstabilität für Strassenfahrzeuge ausreichend
enthält schwerere Komponenten mit geringerer
Oxidationsstabilität, führt zu erhöhter Rückstandsbildung

hohe Oxidationsstabilität

Additive

Performanceadditives für Fahrzeugbetrieb empfehlenswert

geringfügige Additivierung auf Grund der hervorragenden
Basisqualität

extrem unterschiedlich im Markt

begrenzte Anzahl spezieller Additives

Betrieb

Auslegung für mit Ottokraftstoff betriebene PKW- und
Nutzfahrzeugmotoren (dynamischer Betrieb)

Auslegung für Flugmotoren (statischer Betrieb)

Mogas

AVGAS

Qualität

DEF STAN 91-90/ASTM Standard Specification D 910-02

DIN EN 228

Spezifikationen der Gesellschaften

Kloppfestigkeit

MOZ Magermix mind. 100/Fetter Mix mind. 130 (100 LL)

MOZ mind. 88

Bleigehalt

max. 0,56 g/l

max. 5 mg/l

weitere Anforderungen

keine Anforderungen für Leitfähigkeit und Heizwert

Leitfähigkeit, Heizwert

Herstellung

unterschiedliche Prozesse (Raffination)
und Komponenten

begrenzte Anzahl hochwertiger Komponenten

in fast allen Raffinerien verfügbar

geringe Anzahl von Raffinerien zur Herstellung

Alkohole und Äther als Mischkomponenten

Alkohole als Mischkomponenten nicht erlaubt

Begrenzung Alkohole auf max. 1 Vol.-% notwendig

Handling

Qualitätsmanagement für Lager, Umschlag
Transport

Guidelines for Aviation fuel quality and operating procedures
vollständig und umfassend beschriebene Abläufe

Lagerung/Logistik

Lagerung Flugplatz

Flugzeugbefüllungssysteme

Tankkontrolle

Verprobung jeden Tankes vor Verladung

Stichproben

Verladung

Tankkontrolle vor Beladung

Verladung mit Aufsicht

Kontrolle nach Beladung

automatische Verladung, Kontrolle durch den Fahrer

Mogas

AVGAS

Entladung

Fahrer lässt unbeaufsichtigt ab.
automatische Systeme, brauchen Unterstützung

Kontrolle Ladepapiere
visueller Check vor Entladung
Tankkontrolle nach Entladung

Lagerung

gelegentliche Tankkontrolle
Wasserkontrolle branchen- und marktüblich
Tankpflege nach Erfordernis in branchen- und
marktüblichen Zyklen

tägliche Tankkontrolle
regelmäßige Tankpflege (Entfernung Wasser und
Verschmutzung), entspricht der Sicherheitsphilosophie
für Flugkraftstoffe

DK

JET A-1

Reinheit

klar, frei von sichtbarem Wasser und festen Fremdstoffen

klar, hell, frei von Feststoffen und ungelöstem Wasser

Partikel

normale Filter
Partikel max 24 mg/kg

Feinfilter
Partikel max 1 mg/kg

Wasser

max 200 mg/kg

wasserfrei

Kälteverhalten

saisonabhängig
CFPP/CP

Winter max. CFPP - 22 °C/ CP - 7 °C

Sommer max. CFPP - 2 °C/ CP 5 °C

Übergang max. CFPP - 13 °C/ CP - 3 °C

ganzjährig
Kristallisationspunkt
max - 47 °C

Stabilität

Oxidationsstabilität für Dieselfahrzeuge ausreichend

Lagerstabilität ca. 1/2 Jahr

Einfluß von FAME-Beimischungen auf Stabilität und
Mikrobiologie in Beobachtung

extrem hohe Oxidationsstabilität

Langzeiterfahrung mit Produktionsverfahren

Additive

Performanceadditives für Fahrzeugbetrieb empfehlenswert
extrem unterschiedlich im Markt

geringfügige Additivierung auf Grund der hervorragenden
Basisqualität

Betrieb

Auslegung für mit Diesel betriebene PKW- und
Nutzfahrzeugmotoren (dynamischer Betrieb)

Auslegung für Flugmotoren (statischer Betrieb)



DK	JET A-1
<p>DIN EN 590 Spezifikationen der Gesellschaften</p>	<p>Qualität</p> <p>"Jet A-1 Check List" Aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems (AFQRJOS) DEF STAN 91-91/ASTM Standard Specification D 1655-04a</p>
<p>Qualitätsmanagement für Lager, Umschlag Transport</p>	<p>Handling</p> <p>Guidelines for Aviation fuel quality and operating procedures vollständig und umfassend beschriebene Abläufe Lagerung/Logistik Lagerung Flugplatz Flugzeugbefüllungssysteme</p>
<p>Stichproben</p>	<p>Tankkontrolle</p> <p>Verprobung jeden Tankes vor Verladung</p>
<p>automatische Verladung, Kontrolle durch den Fahrer</p>	<p>Verladung</p> <p>Tankkontrolle vor Beladung Verladung mit Aufsicht Kontrolle nach Beladung</p>
<p>Fahrer läßt unbeaufsichtigt ab. automatische Systeme, brauchen Unterstützung</p>	<p>Entladung</p> <p>Kontrolle Ladepapiere visueller Check vor Entladung Tankkontrolle nach Entladung</p>
<p>gelegentliche Tankkontrolle Wasserkontrolle branchen- und marktüblich Tankpflege nach Erfordernis in branchen- und marktüblichen Zyklen</p>	<p>Lagerung</p> <p>tägliche Tankkontrolle</p> <p>regelmäßige Tankpflege (Entfernung Wasser und Verschmutzung), entspricht der Sicherheitsphilosophie für Flugkraftstoffe</p>



- Konventionelle Flugkraftstoffe Avgas 100 LL und Jet A-1 ermöglichen einen sicheren Flugbetrieb.
- Entwicklungen neuerer Flugmotoren-Generationen lassen neben o.g. Flugkraftstoffen auch den Betrieb mit MOGAS und Diesel und/oder Jet A-1 motorisch zu.

Ottokraftstoffe und Diesel haben aber herstellungsbedingt und wegen anderer Zweckbestimmung Risiken für den Flugbetrieb.

MOGAS ist eingeschränkt einsetzbar, wenn Lieferstellen ausgewählt werden und sehr strenge Qualitätssicherungsanforderungen eingehalten werden (Also: kein Kanister-Betrieb ex Tankstelle!)

- TOTAL empfiehlt weiterhin Jet A-1 und Avgas 100 LL
- Zukunftsperspektive für Kleinflugzeuge ist der Dieselmotor, bei sicherem Betrieb mit Jet A-1