

Auto Super – MoGas – AvGas

Ethanol- Beimischungen erhöhen die **Klopffestigkeit** (erwünscht), aber auch drastisch den Dampfdruck (unerwünscht). Ein hoher Dampfdruck erhöht die Neigung zur **Dampfblasenbildung** (unerwünscht) und hat zur Folge, dass warmgelaufene Motoren nach dem Abstellen, vor allem im Sommer schlecht wieder anspringen. Um dies zu vermeiden, muss das mineralische Grundbenzin anders zusammengesetzt sein.

Sommerqualität gibt es vom: **01.05. - 30. 09. Übergangsqualität** (Herbst) vom **01.10 - 15.11. Winterqualität** vom **16.11. - 15.03. – Übergangsqualität** (Frühjahr) vom **16.03. bis 30.04.** Die unterschiedlichen Jahres – Qualitäten unterscheiden sich in den Dampfdrücken (siehe Tafel 1 Spalte 6) bei denen der **Siedebeginn** einsetzen kann.

Motorenbenzin ist ein komplexes Gemisch von etwa **150** verschiedenen aromatischen Kohlenwasserstoffen. Vorwiegend Alkane, Alkene, Cycloalkane mit 5 bis 11 Kohlenstoff-Atomen pro Molekül und einem Siedebereich zwischen 25 °C und ≈210 °C. Die Hauptbestandteile des Benzins sind neben dem Roh-Benzin noch diverse Ether und Alkohole. Die **Ethanolbeimischungen** erhöhen die **Klopffestigkeit** des fertigen Benzins. Die Motorenhersteller schreiben eine **Mindestoktanzahl** vor, denn bei zu niedrigerer Oktanzahl können durch Klopfen Schäden auftreten. Es sei denn, dass der Motor sich mit Hilfe eines Klopfensors, durch Verstellung des Zündzeitpunkts in gewissen Grenzen und geringfügigem Leistungsverlust, darauf einzustellen kann. Eine **höhere Oktanzahl** bedeutet nicht auch eine höhere Effizienz oder Leistung.

Klopffestigkeit (MOZ, ROZ): Beim „Klopfen“ **explodiert** ein großer Teil des Gemisches **unkontrolliert**, fast gleichzeitig. Erwünscht ist eine durch einen Zündfunken ausgelöste wandernde Flammenfront. Die **Klopffestigkeit** wird erreicht durch die Zusammensetzung des Kohlen-Wasserstoff-Gemisches.

Für Rotax und andere Flugmotoren ist Motorbenzin nach EN228 zugelassen, die meisten Motoren kommen mit Oktanzahlen zwischen **90** bis **95** aus, - wird **ROZ 98** getankt, bedeutet das nicht mehr Leistung. Auch Additive die den Verschleiß mindern sollen, bringen wegen ihrer Homöopathischen Dosierung kaum etwas. Andere Versprechen der Markenwerbung sind meistens auch nur heiße Luft.

Flugbenzinqualitäten

	Motorbenzin EN228	MoGas (Motor Gasoline)	AVGAS (Aviation Gasoline)
Kurzbeschreibung	Kraftstoff für Verbrennungsmotoren mit Fremdzündung	Super Plus wenn es im Flugzeug verwendet wird	Flugzeugbenzin
Bestandteile	Benzin, Additive, E5=5% E10=10% Bio- Ethanol- Beimischung	Benzin, Additive, <1% Bio- Ethanol- Beimischung	Benzin, Additive (verbleit)
Eigenschaften: Dichte	Dichte 0,720–0,775 kg/L (15°C)	Dichte 0,630–0,830 kg/L (20°C)	0,73–0,78 kg/L (15 °C)
Heizwert	8,4–8,7 kWh/L = 11,1–11,6 kWh/kg. Brennwert ca. 46,7 MJ/kg	8,9 kWh/L = 12,1 kWh/kg Brennwert: 47 MJ/kg	>43,5 MJ/kg
Oktanzahl	91 ROZ, 82,5 MOZ (Normal) 95 ROZ, 85 MOZ (Super/Eurosuper) 98 ROZ, 88 MOZ (Super plus) 100 ROZ, 88 MOZ (VPower Racing) 102 ROZ, 90 MOZ (Ultimate 102)	in der Regel: 98 ROZ Super plus/ Super Bleifrei 98 (Schweiz))	Handelsnamen: AvGas 80, 82 UL, 91, 100 LL, 100 AvGas 100 LL: 100 ROZ (verbleit) AVGAS UL 91: 96 ROZ <1% Bio-Ethanol Beimischung
Beginn der Verdampfung	Sommer 400 – 700mbar Winter 600 - 900mbar	Sommer 400 – 700mbar Winter 600 - 900mbar	380 – 480mbar * ? *
Siedebereich	30 - 215 °C	25 - 250 °C	35 –170 °C
ROZ/ Alkohol / Wasser löslich	95 / E5 <5%, E10<10% / E5=10.000ppm, E10 =20.000ppm	98 <1% / 2.000ppm	100 verbleit 500ppm
Zündtemperatur	ca. 220 °C	ca. 200–300 °C	?

* Ob es für AvGas auch Sommer und Winter-Kraftstoff gibt, konnte ich nicht erfahren

EN228 E5: kann bis 10.000ppm Wasser lösen. – **EN228 10:** kann bis 20.000ppm Wasser lösen.

MoGas: kann bis 2.000ppm Wasser lösen. - **AvGas 100LL** kann bis 500ppm Wasser lösen.

Problematisch ist eine **Ethanolanteil >1%** denn die Wasser- Alkohol- Ausscheidungen im KS-System können außer **Motorstörungen** durch Wasser, auch durch **Ethanolkorrosion** an Rohrleitungen, Gummischläuchen, Pumpen, Vergaser, Einspritzdüsen und GFK-Tanks anrichten. (tägliche Vorflugkontrolle)

1. Motorenbenzin Bezeichnungen: ROZ 95 (Super) (Deutschland, Österreich), Bleifrei 95 (Schweiz), Sans Plomb 95 (Frankreich, Schweiz, Belgien), Euro 95 (Belgien, Niederlande), Eurosuper, Natural 95 (Tschechien).

Bezeichnungen: ROZ 98 (Super plus) (Deutschland, Österreich, teilweise Schweiz) Bleifrei 98 (Schweiz), Sans Plomb 98 (Frankreich, Schweiz, Belgien) Euro 98 (Belgien, Niederlande), BP Ultimate bleifrei 98 (Schweiz, mind. ROZ 98), BP Ultimate Super 95 (Österreich, ROZ 98,4), Natural 98 (Tschechien)

Als Sorte bisher nicht genormt sind **100-Oktan-Benzine. Markenbezeichnungen:** Shell V-Power Racing (100), Aral Ultimate 102, OMV MaxxMotion Super 100 plus und darüber hinaus Flugbenzin AvGas 100 LL

2. MoGas (Motor Gasoline) ist die Bezeichnung für **Kraftfahrzeugbenzin**, im Regelfall **Super plus (ROZ98)** wenn es im Flugzeug verwendet wird. Während die amerikanische Zulassung für bleifreies Benzin die maximale Flughöhe auf **6.000ft.** begrenzt, gibt es eine solche pauschale Grenze in Deutschland nicht. Heute darf ein „nach deutschem Recht“ **zugelassenes Flugzeug jeden Treibstoff tanken, für den es einzeln explizit zugelassen ist.** Dies geschieht mittels einer „ergänzenden Musterzulassung“. Aus diesem Grunde stellt der Zusatz von Bioethanol im Kraftfahrzeugbenzin und die damit verbundene Gefahr der Wasserausscheidungen im Kraftstoff bei niedrigen Temperaturen ein **erhebliches Problem** dar.

3. AvGas (*Aviation Gasoline* ermöglicht, im Gegensatz zu MoGas den Einsatz in **größeren Flughöhen** (19.000 Fuß bei 30°C). Zurzeit werden sechs Sorten mit unterschiedlicher Verbleiung und auch unverbleit angeboten. AvGas wird nur von Flugzeugen mit Ottomotor oder Rotations-Kolbenmotor mit Fremdzündung verwendet. Bei einigen Sorten wird der Zusatz LL (Low Lead = bleiarm) oder UL (UnLeaded = bleifrei) angehängt. **AvGas 100 LL** ist – wie Motoren-Benzin auch – ein Blend aus verschiedenen Komponenten, wie: Additive Butan, 1,2 - Dibromethan (Scavenger, zur Verhinderung von Bleiablagerungen im Motor) Isopentan (zur Einstellung des Dampfdruckes) Leichtes Alkylatbenzin (C7–C9 Isoparaffine. Des Weiteren enthält AvGas noch diverse Additive wie ein Antioxidans Vereisungsschutz-Additiv, Korrosionsinhibitor sowie Leitfähigkeitsverbesserer.

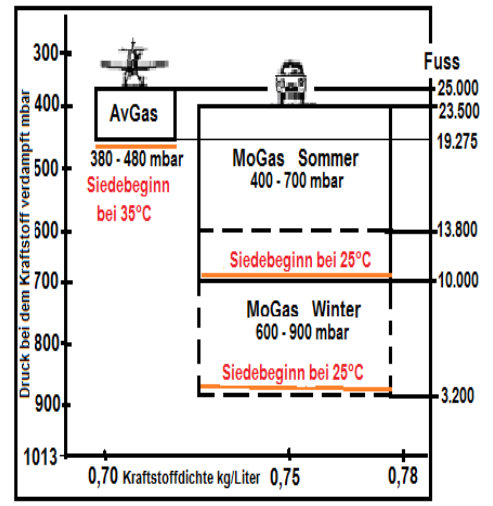


Bild rechts: die roten Linien, Beginn der Gasblasenbildung: AvGas bei 35°C, MoGas Sommer/ Winter bei 25°C und E5/ E6 Sommer/ Winter bei 30°C Benzin-Temperatur vor der Brennstoffpumpe und der entsprechenden Flughöhe. Der Beginn der Gasblasenbildung ist unabhängig von der Jahreszeit und läuft nach physikalischen Regeln ab, wenn die Bedingungen erfüllt sind, **spätestens an der oberen Linie**.

Ethanol bindet Kondenswasser im Kraftstoff und gibt dieses gebundene Wasser bei niedrigen Temperaturen wieder ab. Das pure Wasser kann dann in das KS-System (Vergaser, Einspritzanlage) gelangen. Aus diesem Grund ist der maximale Anteil des erlaubten Ethanols im **Flugzeugtreibstoff** auf **max. 1%** begrenzt. Viele Triebwerke von Propellerflugzeugen dürfen mit **MoGas** betrieben werden. Im Flughandbuch und am Tankverschluss findet man entsprechende Hinweise (*Beim Betrieb mit MoGas maximale Betriebshöhe 10.000 Fuß bei 25°C*). **Fliegt man Winterqualität an einem heißern Frühlingstag (Benzintemperatur > 25°C) = Siedebeginn schon in 3.200ft. möglich.**

Lagerbeständigkeit: Kraftstoffe verändern mit der Zeit, bei Einwirkung von Luftsauerstoff, Feuchtigkeit und Temperaturschwankungen, durch verdampfen leichtflüchtiger Bestandteile ihre Beschaffenheit. Kaltstart, sowie Fahr/ Flugverhalten in der Warmlaufphase und die Klopfestigkeit verschlechtern sich. Ottokraftstoffe unterliegen auch einer natürlichen Alterung (Oxidation), dies kann u. U. zur Rückstandsbildung führen. Weiter ist zu beachten, dass die Siedekurven für die **Sommer** bzw. **Winterperiode** und in der **Übergangszeit** so ausgelegt sind, dass sowohl im Winter als auch im Sommer ein optimales Kalt- bzw. Heißfahrverhalten sichergestellt wird. Die Lagerstabilität von E5 und E10-Kraftstoffen unterscheiden sich nicht, Ethanol ist sehr alterungsstabil, sogar besser als fossiler Ottokraftstoff. **Die Problematik ist:** dass sich unter gewissen Umständen **Ethanol** und **fossiler Kraftstoff entmischen** können. Ethanol ist hygroskopisch und **bindet** Wasser, Erreicht der Wassergehalt des Ethanols im Kraftstoff einen bestimmten (*temperaturabhängigen*) Wert, fällt **Ethanol** zusammen mit dem **Wasser** aus dem **Kraftstoff** aus und bildet **am Boden** eine **Wasser-Alkohol-Phase**, die **sehr korrosiv** ist.

Vielen Piloten ist nicht bekannt dass: im Laufe des Jahres die Brennstoff Eigenschaften dem Klima angepasst werden. Die Höhenfestigkeit Winterbenzin ist nur halb so hoch wie die von Sommerbenzin. Beim Nachfüllen der Lagerbehälter und beim Nachtanken vermischen sich der alte Restbestand mit der neuen Füllung. Oder wenn man verschiedene, Sorten nachtankt (E5 / MoGas). Noch komplizierter wird es, wenn sich im Tank ein größere Menge von altem **E5- Winter Benzin** befindet und neues **MoGas - Übergangsbenzin** nachgetankt wird, - mit dieser Tankfüllung **sollte man besser auf Flüge > 3.000ft. verzichten**. Wer gerne in Höhen von 10.000 ft. unterwegs ist **sollte sicher sein, dass sich im Tank die für Jahreszeit passende Benzinsorte befindet und kein Mix.**

	Rotax 912A / F / UL	Rotax 912S/ ULS / ULSFR	Rotax 914 F / UL
	2 Vergaser	2 Vergaser	2 Vergaser / Turbolader
Leistung	59,6 KW / 5.800 U/min	73,5 KW / 5.800 U/min	84 KW / 5.800
Verdichtung	9:1	11,1:1	9:1
Bohrung	79,5 mm	84 mm	79,5 mm
Hubraum	1.211 ccm	1.352 ccm	1.211 ccm
	min ROZ 90	min ROZ 95	min ROZ 90
Zugelassene Brennstoffsorten	E228 normal, Super, Super Plus, AVGAS UL 91, AVGAS 100LL	E228 Super, Super Plus, AVGAS UL 91, AVGAS 100L	E228 Super, Super Plus, AVGAS UL 91 AVGAS 100L

Laut Rotax- Maintenance- Manual ist der Brennstoffrücklauf in den Tank zurückzuführen