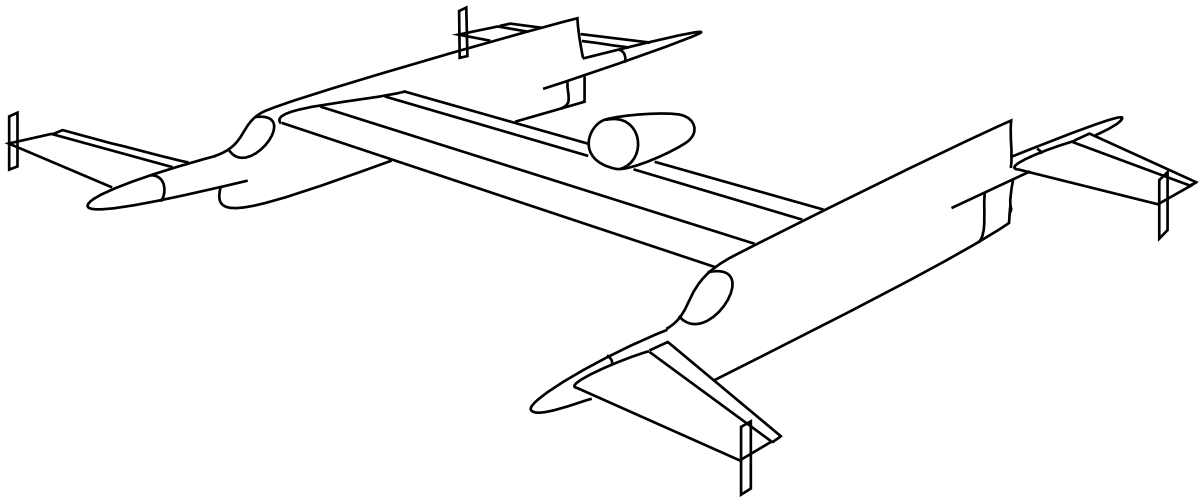
MUFUCAT

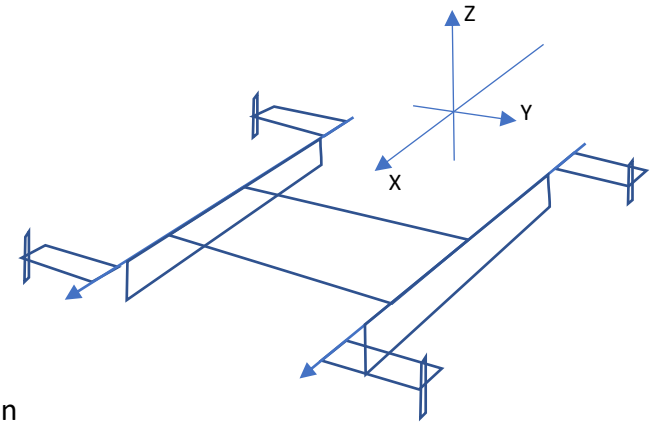
Der **MUFUCAT** ist ein **Mu**lti **Fu**nktions **Cat**amaran mit vielseitigen Anwendungen unter **Segeln und/oder Motorantrieb**:

- Segeln bei starkem Wind bis Sturm
- Foilen unter Segeln oder mit Motor
- Fliegen nahe über dem Wasser
- Fliegen in der freien Atmosphäre
- Landung auf dem Wasser
- Landung auf dem Land
- Rollen an Land

Diese vielen Eigenschaften entstehen durch eine spezielle Auslegung, die in folgender Ansicht zu sehen ist:



Schematisch ist der Aufbau folgendermassen:



- Mufucat besitzt zwei Rümpfe
- Sie sind durch eine Brücke verbunden
- Heck- und Bugseitig befinden sie vier Steuerflächen
- An jeder Steuerfläche befindet sich eine kleine Foilerfläche
- Jede Steuerfläche ist um 360° um die Längsachse (X-Achse) drehbar
- Jede Steuerfläche ist um 360° um die Querachse (Y-Achse) drehbar
- Rümpfe, Steuerflächen, Foilerflächen und die Brücke besitzen je ein Ruder
- In der Brücke sind zwei Masten mit Segeln integriert

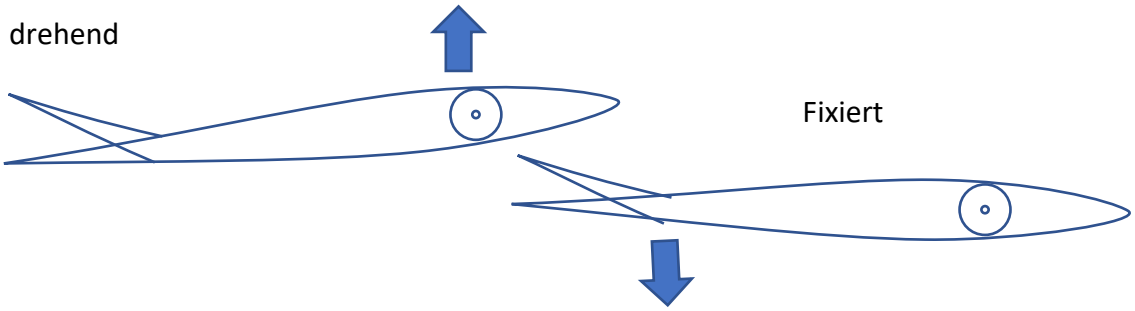
Im Hafen

Beim Ankern oder im Hafen ist die Position der Steuerflächen waagrecht nach innen mit geringer Breite und wenig Windangriffsfläche. Mit sehr kleinem Tiefgang kann in sehr flachen Gewässern geankert werden und der MUFUCAT kann bei geeignetem Grund ohne Probleme trockenfallen. Die Steuerflächen hochgestellt lassen sich an ihnen Stoffplanen über die Brücke aufspannen, die vor Sonne oder Regen schützen.

Ansteuerung der Steuerflächen

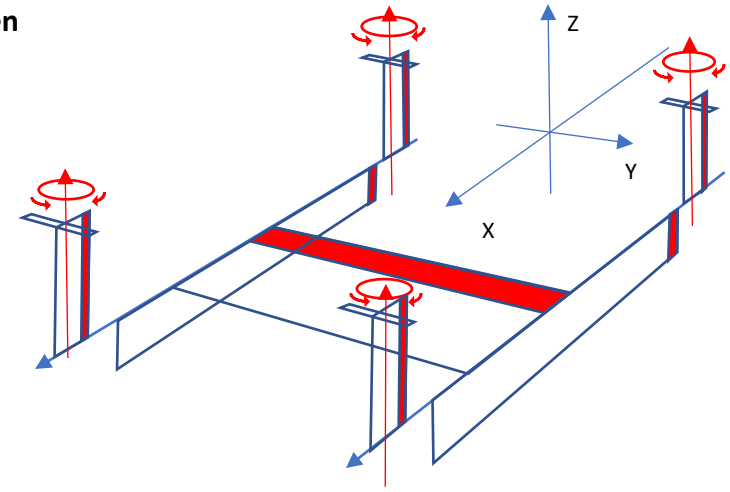
Die Steuerflächen können einzeln zum Rumpf gedreht eine Vielzahl von Positionen und Funktionen übernehmen. Alle Steuerflächen richten sich zudem frei drehbar um ihre Querachse selbstständig in das Strömungsmedium aus. Die Kräfte der Steuerflächen werden durch Servoruder erzeugt. Sie bewirken ausgeschlagen an frei drehbaren Steuerfläche eine resultierende Kraft zur ausgeschlagenen Seite. Bei fixierter Steuerfläche wirkt die Kraft entgegen dem Ausschlag des Servoruders.

Frei drehend



Fixiert

Hochgestellten Steuerflächen

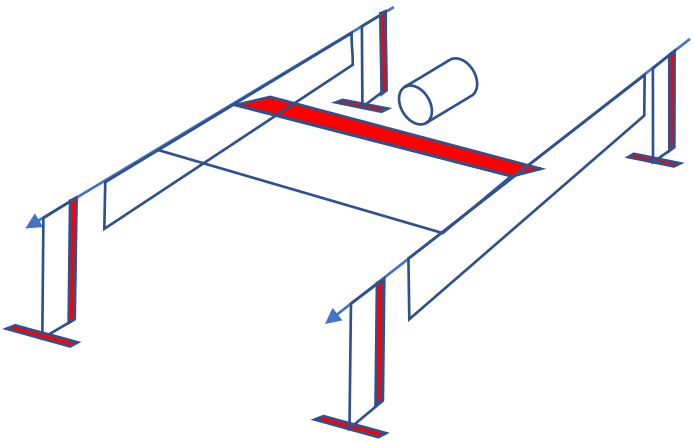


Die Steuerflächen hochgestellt sind sie als Segel einzeln durch die Servoruder angesteuert in der Lage Querkräfte zur Anströmrichtung und bei differenzierter Druckverteilung gewünschte Drehmomente zu erzeugen. Durch die Steuerung können Drehungen und Beschleunigungen auch bei wenig Wind sehr gezielt erfolgen.
Bei sehr starkem Wind bis Sturmstärke sind bei den kleinen Abmessungen entsprechend wirksam. Durch die freie Drehung der Ruder ist immer eine schnelle selbstständige Anpassung jeder Steuerfläche in Böen gegeben und durch den tiefen Druckpunkt ist eine Kentergefahr entsprechend klein. Wereden die Steuerflächen zusätzlich schräg hochgestellt, bewirken die Luftkräfte auch vertikale Komponeneten, welche die Schwimmer nach Bedarf ans Wasser drücken oder anheben. Damit MUFUCAT durch durch den starken Wind nicht ungewollt abhebt besitzt die Brücke ein Ruder, dass nach oben gestellt wie eine negative Wölbklappe wirkt und die Rümpfe aktiv an die Wasseroberfläche drückt. Die Lenkung der Rümpf durchs Wasser übernehmen wie gewohnt Ruderflächen an den Enden. Da Drehmomente auch durch die Druckverteilung an den Steuerflächen entstehen, helfen sie den MUFUCAT auszutrimmen oder in Redundanz bei Ruderausfall zu steuern.

Tiefgestellte Ruder

Wenn die Steuerflächen nach unten zeigen, erzeugen sie ins Wasser eingetaucht Wasserkräfte, die als Kiele seitliche und durch ihre Foils vertikale Richtungen besitzen.

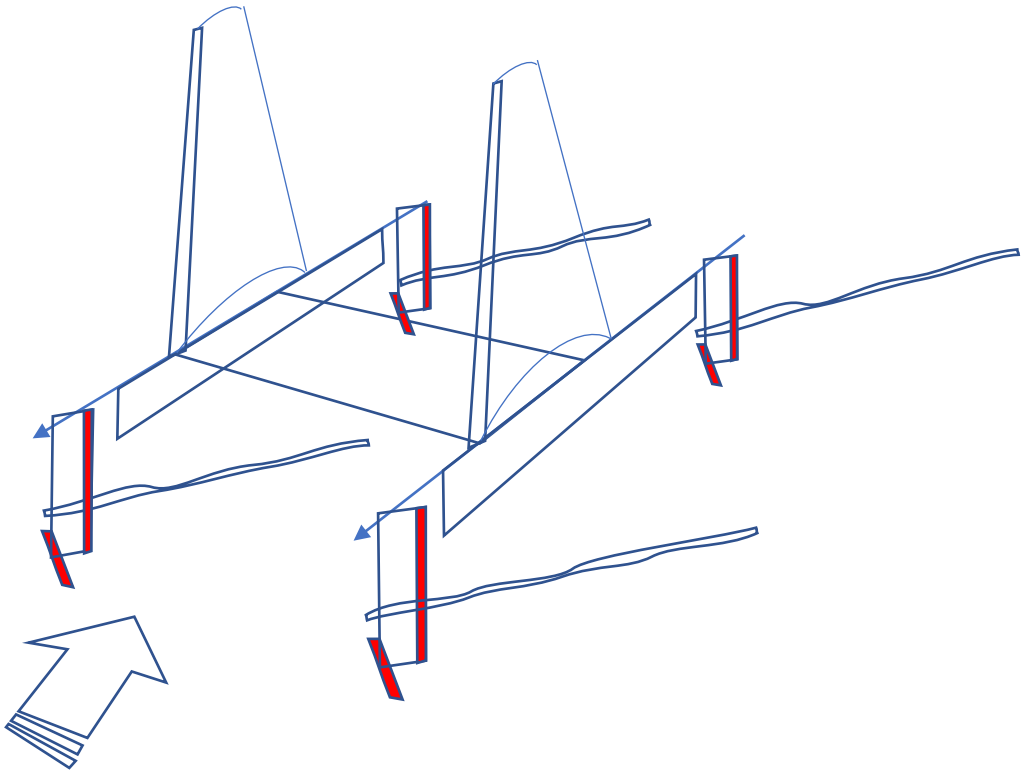
Foilern unter Motorantrieb



MUFUCAT besitzt einen Antrieb wie ein Flugzeug und durch den Schub auf die Luftmasse. Bei ausreichend Geschwindigkeit werden die kleinen Foilerflächen den Mufucat aus dem Wasser heben. Als zusätzliche Auftriebskraft kann die Wölbklappe der Brücke nach unten ausgeschlagen werden. Beim Foilern schneidet MUFUCAT mit den Steuerflächen ruhig durch die Wellen und wesentlich schneller als im Verdrängermodus.
Unter Motor werden für mehr Stabilität bei einer schnellen Foilerfahrt die Steuerflächen in Rumpfrichtung fixiert und die Bewegungsrichtung bzw. Einsinktiefe nur durch die Servoruder gesteuert.

Foilern unter Segeln

Im Foilermodus werden die Steuerflächen anstatt am Rumpf fixiert frei drehend durch Servoruder einzeln angesteuert. So können alle über dem Wasser liegenden Teile differenziert zur Bewegungsrichtung durchs Wasser ausgerichtet werden. Diese Eigenschaft hat den Vorteil, dass das Segel fix auf dem Deck als Einheit mit den Rümpfen aerodynamisch optimal gegen den relativen Wind stehen, während nur die Steuerflächen den Kurs durchs Wasser bestimmen.



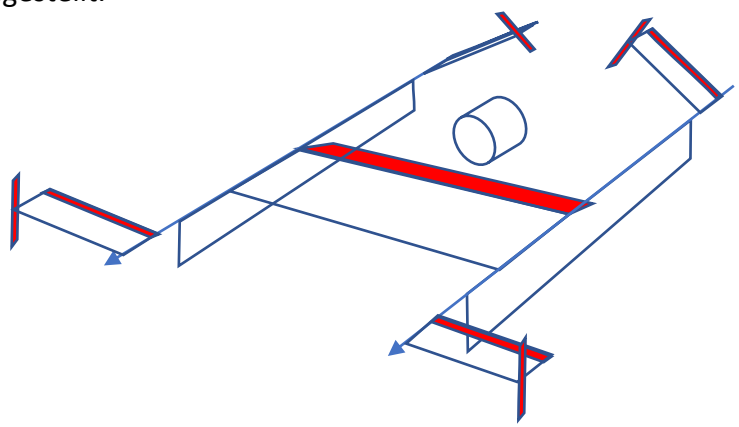
Bei viel Wind kann ein Segelmast abgelegt werden, was ein Reffen ersetzt.
Bei sehr viel Wind kann ohne Segel allein durch die Rümpfe der Vortrieb zum Foilern ausreichen, falls es die Wellensituation erlaubt. Ansonsten ist der Betrieb im Sturmmodus mit hochgestellten Steuerflächen wie weiter oben beschrieben vorzuziehen.

Segeln im Verdrängermodus

Bei zu wenig Wind kann MUFUCAT mit hochgeklappten Masten auch im Verdrängerfahrt gesegelt werden, jedoch bestimmen dabei die Rümpfe die Fahrtrichtung im Wasser und das Achterliek des Segels muss wie bisher in den relativen Wind ausgefiert werden. Werden die Steuerflächen hochgestellt helfen sie frei drehbar den Segeln Vortrieb zu erzeugen und können als Momentenausgleich dienen. Tiefgestellt im Wasser kontrollieren die Steuerflächen den Driftwinkel des Rumpfes, was hart am Wind Vorteile bringt.

Fliegen im Bodeneffekt

Die Brücke besitzt ein aerodynamisches Profil mit Wölbklappen. Bei positiven Klappenwinkeln wird die Brücke immer mehr Auftrieb erzeugen und bei genügend Geschwindigkeit wird der MUFUCAT aerodynamisch komplett aus dem Wasser gehoben. Über dem Wasser fliegend sind die Steuerflächen zum Rumpf fixiert und werden über die Servoruder gesteuert. Die vorderen Steuerflächen sind dabei horizontal gestellt und die hinteren seitlich hochgestellt.



Der MUFUCAT gleitet im Stauflügelmodus ohne Wasserkontakt durch den Stauflügeleffekt besonders Energiesparend übers Wasser. Diese Fortbewegungsart erlaubt schnelles Reisen ohne Gefahr einer Kollision mit an der Wasseroberfläche treibenden Körpern.
Für die Flugfähigkeit muss der MUFUCAT seinen Schwerpunkt in einem dazu geeigneten Bereich haben, ansonsten die Stabilität und Steuerbarkeit im Fluge nicht gewährleistet ist. Die vorderen Servoflächen übernehmen die Funktion des Höhenruders und Querruders. Die hinteren Servoflächen hingegen haben neben der Höhenruderfunktion die Seitenruderfunktion.

Flug in der freien Atmosphäre

Aus dem Bodeneffekt steigend kann der MUFUCAT auch wie jedes Flugzeug grosse Höhen erreichen, was jedoch mehr Antriebsenergie erfordert, da der indutierte Widerstand zunimmt.
Als Flugzeug soll der MUFUCAT auch an Land landen und starten können und besitzt dazu ein ausfahrbares Fahrwerk. Dieses Fahrwerk kann auch dazu benutzt werden den MUFUCAT einzuwassern, auf ungünstigem Grund trockenfallen zu lassen oder an Land zu rollen.

Motorischer Antrieb

Als Antrieb sind Gasturbinen sehr geeignet, weil sie sehr leicht, wartungsarm, zuverlässig und besonders leistungsstark sind. Für ein Manövrieren im Hafen sind sie jedoch ungeeignet. Dafür ist ein leichter leistungsschwacher Elektroantrieb ideal, der mit Propellerschub der Luft agiert und umgekehrt auch als Generator für die Stromversorgung dient.
Der elektrischen Versorgung fällt besondere Bedeutung zu, da bei der Komplexität der Steuerung eine «Fly by wire» mit entsprechender Regelelektronik gefordert ist.

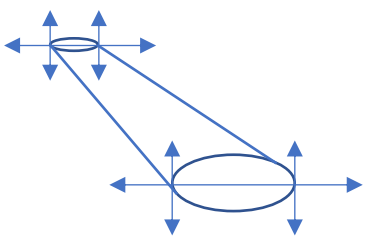
Steuerung

Die Ansteuerung der vielen Servorudern an den Steuerflächen und Foils bedeutet eine koordinative Herausforderung, bei der die Ausrichtung und Lage der Rümpfe im Raum, die Höhe über dem Wasser und der Winkel zum relativen Wind ständig überwacht und korrigiert werden müssen. Weil je nach Konfiguration die Steuerflächen in ihrer Wirkungsrichtung verschiedene Bewegungen beeinflussen, erschwert dies die Komplexität zusätzlich.

Eine mechanische Verbindung von einer Handsteuerung des Piloten bis zu den Steuerflächen wäre sehr kompliziert. Deshalb befinden sich Stellmotoren direkt am jeweiligen Ruder und die Steuerimpulse werden von der Regelelektronik oder dem Steuerstick elektrisch übertragen. Durch Vorgaben am Autopiloten können gewünschte Werte vorgewählt werden. Sie werden durch Sensoren gemessen und von einer Regelelektronik über die Ruderflächen automatisch korrigiert.

AUTOPILOT		
Height over Water	xxx	+ -
GPS Direction	xxx	+ -
IAS Speed	xxx	+ -

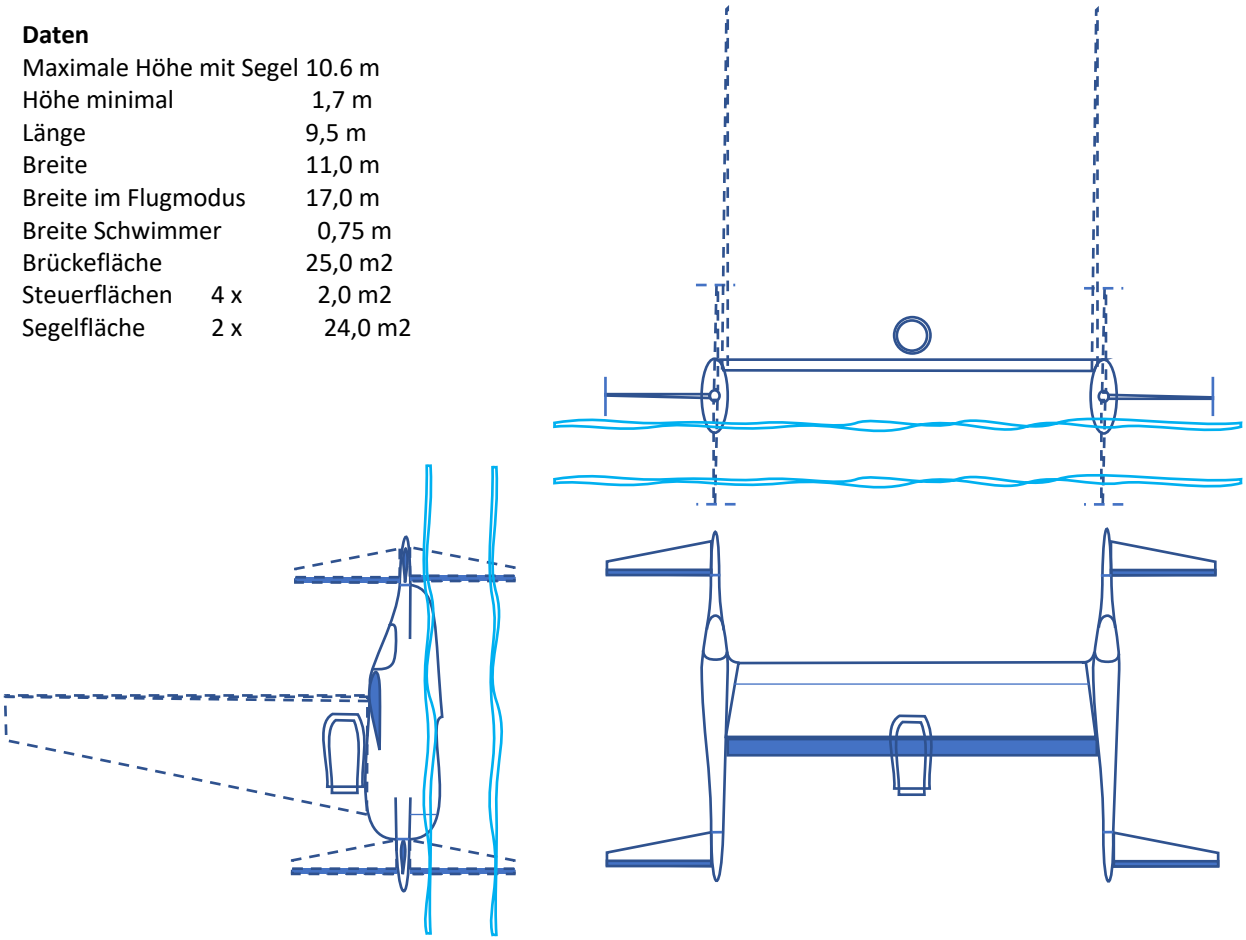
Der manuelle Steuerstick wird in Form eines ovalen Zylinders bedient und kann vorne und hinten in jede Richtung gedrückt und auch um die Längsachse gedreht werden. Die Druckrichtung am Steuerstick bewirkt eine Druckerhöhung der entsprechenden Steuerflächen.



Eine reine Handsteuerung ist sehr anspruchsvoll und benötigt Übung und grosse Konzentration, vor allen wenn ein instabiles Verhalten in der Steuercharakteristik besteht. Solche Instabilitäten sind bei modernen «Kampfjets» durchaus gewollt und werden durch eine elektronische Regeltechnik stabilisiert. Die Eingaben am Steuerstick werden als «Override» des Autopiloten betrachtet und verändern die Sollwerte. Danach hält die Regelelektronik die neuen Werte. Bei schwierigen Situationen, welche den Autopiloten überfordern, sind manuelle Eingriffe sehr sinnvoll und notwendig.
Bei Stromausfall bzw. der Steuerung der Servoruder sind die Heckruder der Rümpfe als Notsteuerung und das Achterliek des Segels von Hand einstellbar bzw. steuerbar.

Beispiel

Daten		
Maximale Höhe mit Segel		10.6 m
Höhe minimal		1,7 m
Länge		9,5 m
Breite		11,0 m
Breite im Flugmodus		17,0 m
Breite Schwimmer		0,75 m
Brückefläche		25,0 m2
Steuerflächen	4 x	2,0 m2
Segelfläche	2 x	24,0 m2



Bei ca 30 m2 Auftriebsfläche, einem maximalen Auftriebsbeiwert 1,7 und einer Abhebegeschwindigkeit von 40 kt dürfte der MUFUCAT nicht schwerer als 2 t schwer sein.