

DON'T HIT ME !! - Gedanken zu Warnmarkierungen auf Segelflugzeugen

von Werner "micro" Scholz, Akaflieg Stuttgart, microsaurus@web.de



Foto: Tobias Barth

Der Zweck von Farbwarnmarkierungen auf Segelflugzeugen ist es vor allem, mögliche Kollisionen zu verhindern. Im Falle von Segelflugzeugen besteht dieses Risiko besonders deswegen, weil im Segelflug im Aufwind und auf Strecke häufig eng zusammen geflogen wird. Statistisch gesehen sind viele an Kollisionen beteiligte Segelflugzeug vorher schon geraume Zeit in Sichtweite zueinander gewesen.

Wie also können uns solche Warnmarkierungen helfen?

Erkennbarkeit – Sichtbarkeit – Auffälligkeit

Die meisten Piloten verstehen sofort, was mit den Begriffen „Sichtbarkeit“ und „Auffälligkeit“ in diesem Zusammenhang gemeint ist. Es geht um die Eigenschaft eines Objekts, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, auch wenn nicht aktiv danach gesucht wird.

Leider wird dies in vielen Diskussionen oft mit „Erkennbarkeit“ im Sinne von „erkennbar auf große Entfernungen“ verwechselt – dies hat vielleicht auch zu dem Vorurteil geführt, dass Farbwarnmarkierungen nutzlos seien oder gar die Sichtbarkeit herabsetzen würden.

Daher werden im Folgenden diese Begriffe ein wenig näher betrachtet:

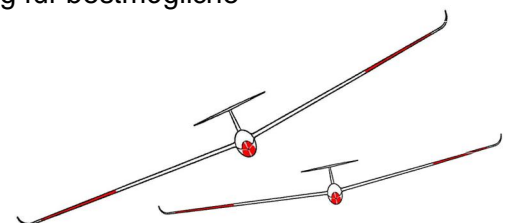
Erkennbarkeit auf große Entfernungen

Überlegen wir uns also zunächst einmal, wie wir ein Objekt (z.B. ein Segelflugzeug) auf möglichst große Entfernung erkennen können.

Bei maximaler Entfernung wird nur ein ganz kleiner Punkt wahrgenommen – so klein wie die sprichwörtliche Mücke auf der Frontscheibe.

Der Pilot sieht diesen Punkt zunächst nur durch den Kontrast, den dieser gegenüber seiner Umgebung besitzt, und kann ihm noch keine Farbe zuordnen.

Im Flug wird dieser Punkt entweder gegen den meist hellen Himmel oder den dunklen Boden wahrgenommen, und daraus lässt sich die optimale Farbgestaltung für bestmögliche Erkennbarkeit auf maximale Entfernung ableiten:



DON'T HIT ME !! - Gedanken zu Warnmarkierungen auf Segelflugzeugen

von Werner "micro" Scholz, Akaflieg Stuttgart, microsaurus@web.de

Das Flugzeug müsste möglichst dunkel (= schwarz) sein, wenn es gegen den Himmel beobachtet wird, oder es sollte möglichst hell (= weiß) sein, wenn es gegenüber dem dunklen Boden entdeckt werden soll (und wenn nicht gerade Schnee liegt...).

Das ist genau der Grund, warum die meisten Militärflugzeuge heute in mittleren Grautönen lackiert werden, denn dann ist der Kontrast im Mittel am geringsten und damit die Erkennbarkeit auf große Entfernungen minimal (was ja der Zweck des Tarnanstrichs ist).

Studien, die sich mit der Erkennbarkeit aus maximaler Entfernung befassen, kommen daher leicht zu dem Schluss, dass Warnmarkierungen keinen Vorteil hätten. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die umfangreiche Untersuchung¹ der Cranfield Universität in Großbritannien, die in Zusammenarbeit mit der Royal Air Force und den Royal Flying Cadets entstand.

In dieser Studie wurden Motorsegler der Royal Flying Cadets mit verschiedenen Warnmarkierungen auf konvergierenden Kursen nach einem Zufallsschema betrieben und die Entfernung ermittelt, bei der ein erstes Erkennen möglich war. In Übereinstimmung mit dem oben Gesagten stellte man fest, dass farbige Warnmarkierungen keine erhöhte Erkennungs-Entfernung erbrachten, während eine schwarz lackierte Unterseite sich als vorteilhaft erwies.

Diese Studie wurde auch als wesentlicher Teil in der Studie „BEKLAS“ (Erkennbarkeit von Segelflugzeugen und kleinen motorisierten Luftfahrzeugen)² aus dem Jahr 2004 zitiert. Offenbar definierte man auch dort die Wirksamkeit von Warnmarkierungen vor allem über die erreichbare Erkennungs-Entfernung.

Beide Studien beschreiben ferner die mögliche Gefahr, dass die Ausführung einzelner Teile eines Flugzeugs in unterschiedlichen Farben die Erkennbarkeit auf große Entfernungen herabsetzen könnte, da damit der Umriss aufgebrochen würde.

Nun bleibt aber festzustellen, dass Erkennbarkeit auf große Entfernungen vor allem dann ein Sicherheitsthema für den Segelflieger ist, wenn die Gefahr durch Kollisionen mit schnellfliegenden anderen Flugzeugen vermindert werden soll. Die entscheidende Frage lautet aber:

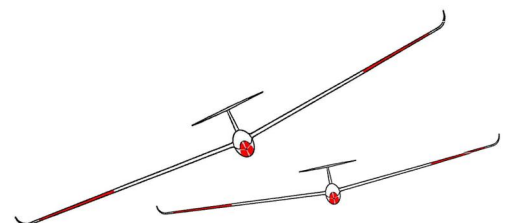
Was ist für uns im Segelflug die größte Kollisionsgefahr?

Die traurige und unpopuläre Antwort ist ganz klar: ...das sind wir selbst!!

Sichtet man die bei der BFU³ (Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung) veröffentlichten Berichte über Kollisionen mit Segelflugzeugen, so findet sich ein deutlicher Schwerpunkt solcher Unfälle beim gemeinsamen Flug in der Thermik oder am Hang, bzw. beim Einstieg oder Verlassen der jeweiligen Aufwindzonen. Das deckt sich auch mit dem eigenen Erleben jedes Streckensegelfliegers, dass doch immer wieder mal ein Segelflugzeug „plötzlich ganz nah war“ oder „auf einmal das FLARM gepiepst hat“ oder „ich den anderen auf einmal im Kreis gar nicht mehr gesehen habe, obwohl er immer noch da war“.

Diese Erfahrung vieler Piloten wird (leider oder vielleicht auch zum Glück?) in den Statistiken offizieller Stellen wenig widerspiegelt, da wir fast nie eine solche knappe Begegnung als gefährlichen Zwischenfall melden – Sichtbar wird das Problem nur bei Auswertung der Unfallstatistiken tatsächlicher Kollisionen.

Eine mögliche Lösung der Problematik dieser Kollisionsgefahr zwischen Segelflugzeugen hat sich inzwischen herumgesprochen und in Europa mit über 35.000 Installationen etabliert: das Kollisionswarngerät FLARM⁴.



DON'T HIT ME !! - Gedanken zu Warnmarkierungen auf Segelflugzeugen

von Werner "micro" Scholz, Akaflieg Stuttgart, microsaurus@web.de

Heute muss man kaum einem Segelflieger mehr das Prinzip oder die Benutzung von FLARM erklären. Viele von uns möchten diese zusätzliche Information im Cockpit nicht mehr missen, und der eine oder andere hat vielleicht dank FLARM im entscheidenden Moment richtig reagiert und damit Schlimmeres verhindert.

Es bleibt aber das Problem, dass uns trotz Luftraumbeobachtung oder FLARM in entscheidenden Flugabschnitten ein Segelflugzeug in der Nähe optisch nicht unmittelbar „ins Auge sticht“. Somit vergehen erst wertvolle Sekunden, bis man den Anderen erkennt und bevor eine notwendige Ausweichbewegung eingeleitet werden kann. Und genau hier kommen Warnmarkierungen als wichtiges Element ins Spiel!

Sichtbarkeit & Auffälligkeit beim gemeinsamen Fliegen

Jeder von uns kennt die folgenden Szenarien:

- Alle Flugzeuge kreisen unter der Wolke, und im Wolkenschatten und im leichten Dunst wirken die anderen Segelflugzeuge nur irgendwie grau.
- Vor dem kontrastreichen Hintergrund (abwechslungsreiche Landschaft, wie z.B. in den Bergen) fällt der andere Segelflieger kaum auf.
- Oder auch das Gegenteil: Bei dem eintönigen, vielleicht eher dunstigen oder grauen Himmel fällt es schwer, auf Unendlich zu fokussieren, um die Anderen zu sehen.
- Und natürlich: ein Segelflieger genau voraus, aber das andere Flugzeug ist nur ein schmaler, grauer Strich ohne Farbe.

In allen diesen Fällen können Tagesleuchtfarben erheblich helfen – dafür gibt es vor allem zwei Gründe:

Zunächst die Definition: Fluoreszenz ist die Abstrahlung von Licht, das vorher in Form von Licht oder anderer Strahlung auf nicht sichtbarer Wellenlänge aufgenommen wurde. Das bedeutet, dass eine fluoreszierende Farbe heller als eine „normale“ (= nicht-fluoreszierende) Farbe ist, da zusätzliches Licht ausgestrahlt wird, das i.d.R. durch Umwandlung von UV-Strahlung in sichtbares Licht gewonnen wurde.

Daher auch der Name „Tagesleuchtfarbe“ oder auch „DayGlo“ im Englischen.

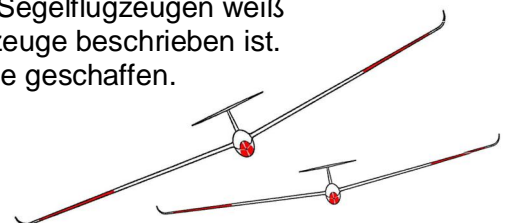
Zweitens ist fluoreszierende Farbe eine höchst unnatürliche Farbe. Jedes Mal, wenn Auge und Hirn etwas wahrnehmen, das „dort nicht hingehört“, wird die Aufmerksamkeit ganz automatisch dorthin gelenkt, selbst wenn die Konzentration gerade nicht so hoch ist, wie z.B. beim ewigen Kreisen mit anderen Segelflugzeugen.

Aus diesen beiden Gründen steigt die Sichtbarkeit und Auffälligkeit eines Segelflugzeugs deutlich, sobald entsprechende Warnmarkierungen in Tagesleuchtfarben und ausreichender Mindestgröße angebracht werden.

Oder anders ausgedrückt: keine Markierungen in „normalem“ Rot, Orange, Gelb, Blau, etc., denn diese verkleinern / zerstückeln die Kontur des weißen Flugzeugs und nutzen bestenfalls ein wenig vor hellem Hintergrund.

Geeignete und typische Tagesleuchtfarben sind die Farbtöne RAL 2005 Leuchtorange, RAL 3024 Leuchtrot oder RAL 3026 Leuchthellrot - diese bilden auch einen starken Kontrast zu blauem Himmel. Dabei sind wenige große, zusammenhängende Flächen deutlich besser zu erkennen, als viele kleine Flächen - von vorn ist die größte Fläche der Rumpfbug, aber auch die Profillinien helfen bei Annäherung und Auffälligkeit von vorne.

Solchen großflächigen Warnmarkierungen stand bislang die Zulassungs-Anforderung entgegen, dass die Oberflächen von Faserverbund-Strukturen an Segelflugzeugen weiß ausgeführt sein müssen, wie es in den Kennblättern unserer Flugzeuge beschrieben ist. Hier wurde inzwischen durch eine EASA-zugelassene STC⁵ Abhilfe geschaffen.



DON'T HIT ME !! - Gedanken zu Warnmarkierungen auf Segelflugzeugen

von Werner "micro" Scholz, Akaflieg Stuttgart, microsaurus@web.de

Diese ermöglicht nunmehr eine legale Anbringung von großflächigen Warnmarkierungen als Lackierung oder als Folie in Verbindung mit einem einfachen Temperatursensor, um der erhöhten Erwärmung der nun nicht mehr weißen Oberflächen Rechnung zu tragen. Darüber hinaus gibt es auch erste Entwicklungen von Segelflugzeugherstellern, nicht-weiße Segelflugzeuge als neue Muster zuzulassen⁶.

Somit bleibt für jeden Flugzeugbesitzer und Piloten nur noch die Frage, ob man solche Warnmarkierungen als Lack oder als Farbe ausführen möchte, und der Spaß daran, das Segelflugzeug mit großflächigen Markierungen nicht nur auffälliger und besser sichtbar, sondern auch ein wenig anders als die vielen „nur“ weißen Kollegen zu betreiben.

Literaturverzeichnis & weitere Informationen:

- (1) Dr. Tony Head, Glider conspicuity trials held at RAF Bicester in June and October 2002, Human Factors Group, School of Engineering, College of Aeronautics, Cranfield University
- (2) Abschlussbericht BEKLAS - Erkennbarkeit von Segelflugzeugen und kleinen motorisierten Luftfahrzeugen, Forschungsbericht im Auftrag des BMVBW, Bonn, Mai 2004
- (3) Homepage www.bfu-web.de
- (4) Homepage www.flarm.com
- (5) Technische Mitteilung TM-L01 „Farbwarnmarkierungen“; EASA zugelassen 2015; Fiberglas-Technik Rudolf Lindner GmbH & Co. KG, Walpertshofen
- (6) z.B. ASG 32 der Fa. Alexander Schleicher Flugzeugbau



Foto: Werner Scholz

Anmerkung zu Beständigkeit und der Frage „Folie oder Lack?“:

- Jede Tagesleuchtfarbe fluoresziert aufgrund des vorhandenen UV-Lichtanteils, aber leider geht sie dadurch auch langfristig kaputt; dies gilt für Folie und für Lack und kann nur durch UV-Schutz-Schichten (mehr oder weniger) stark gebremst werden;
- Bei Lack wird deshalb Klarlack über die Leuchtfarbe gespritzt, bei Folien besteht gute Folie aus mehreren Schichten – zuoberst eine Schicht zum UV-Schutz
- Beispiele zweier Folientypen: 3M Folie mit sehr guter Farb-Haltbarkeit (relativ dünn, flexibler, etwas teurer), sowie etwas günstigere Oracal Folie (verbleicht schneller, dicker, steifer), Bezugsquellen sind Segelflugbedarf oder Autobeschrifter.
- Aktuelle 2-K-Lacke (z.B. wie von Flugzeug-Herstellern verwendet) werden in zwei Schichten (Tagesleuchtfarbe und Klarlack zum UV-Schutz) lackiert, und deren Beständigkeit scheint laut Kundenerfahrung auch recht gut zu sein.

