

Siegeszug der Blasturbulatoren?

D.Althaus *

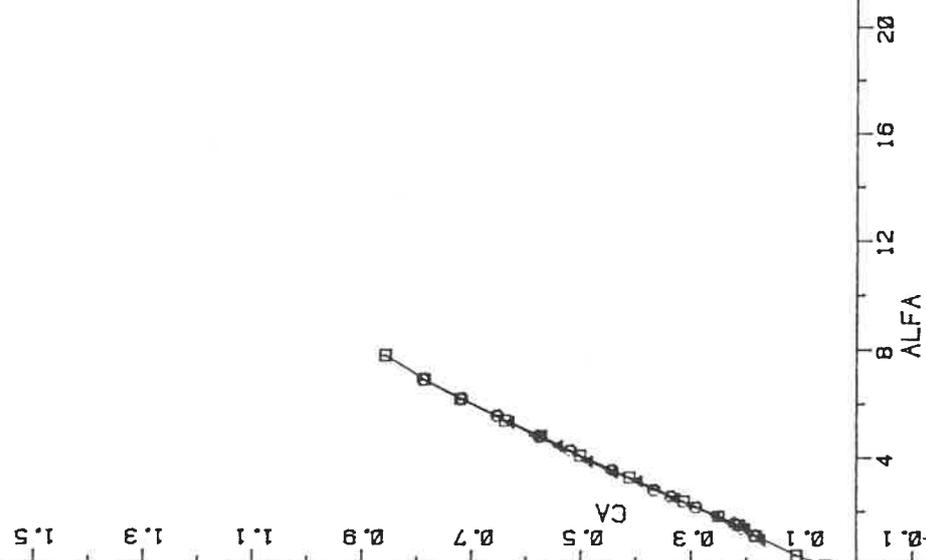
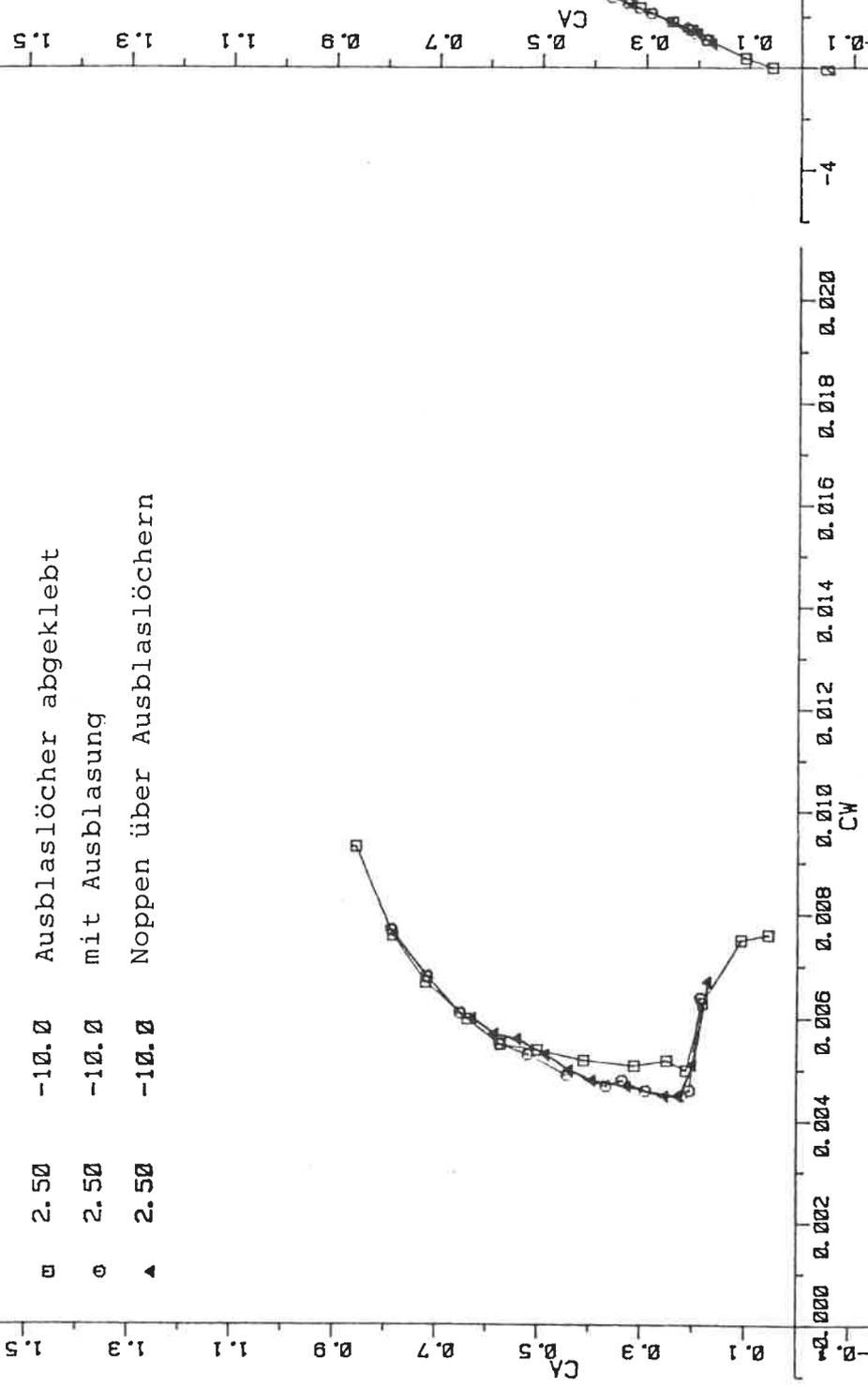
In der Dezemberausgabe des Luftsport berichtet U.Potthoff von einem Siegeszug der Blasturbulatoren. Mit Hilfe der Blasturbulatoren sollen die laminaren Ablöseblasen beseitigt werden, die unter Umständen eine Erhöhung des Profilwiderstands bewirken. Laminare Ablöseblasen lassen sich aber auch auf andere Weise beeinflussen bzw. beseitigen. Durch geeignete Formgebung des Profils, d.h., durch eine geringfügige Verzögerung der Geschwindigkeit am richtigen Ort, kann die Instabilität der laminaren Grenzschicht erhöht werden, sodaß sie, anstatt abzulösen, in den turbulenten Zustand umschlägt. Wenn der Übergang zur Strömungsverzögerung gegen die Profilhinterkante jedoch schroff erfolgt, bilden sich große laminare Ablöseblasen. Diese können durch Störungen kurz vor dem Übergangspunkt verringert bzw. beseitigt werden. Dazu ist aber keineswegs die recht aufwendige Installation von Blasturbulatoren (2000 Bohrungen) mit der zugehörigen Luftversorgungsanlage erforderlich. Windkanalversuche im Laminarwindkanal des Instituts für Aero- und Gasdynamik der Universität Stuttgart haben eindeutig erwiesen, daß derselbe Effekt mit sogenannten Noppenbändern erreicht wird. Diese Noppenbänder sind Klebestreifen mit halbkugelförmigen Erhebungen. Sie sind in jeder Länge einfach und billig herzustellen und können leicht an beliebigen Stellen befestigt werden /1/.

Im Windkanal wurden Polarenmessungen an Profilen mit Blasturbulatoren durchgeführt, dann wurden die Blaslöcher mit einem dünnen Klebfolienstreifen überklebt, der über jedem Blasloch einen der oben beschriebenen Noppen hatte. In beiden Fällen ergaben sich, wie die abgebildeten Diagramme zeigen, dieselben Polaren.

Literatur: /1/ D.Althaus: Influencing Transition on Airfoils
XVII. OSTIV Congress Paderborn 1981

* Institut für Aero- und Gasdynamik der Universität Stuttgart

RE	BETA	
□	-10.0	Ausblaslöcher abgeklebt
○	-10.0	mit Ausblasung
▲	-10.0	Noppen über Ausblaslöchern



LAMINARWINDKANAL
 UNI-STUTTGART
 12. 3. 81.

Mit der SB 12 begannen die Blasturbulatoren ihren Siegeszug

Das Idaflieg-Vergleichsfliegen 1981 machte die Vorteile deutlich

Es fliegen schon eine ganze Reihe von Segelflugzeugen mit Blasturbulatoren nach der SB 12, Baer Selens ASW 19, die ASW 22 und Hansjörg Streifeneders „Falcon“. Klaus Holighaus arbeitet mit ähnlich wirkenden Zackenbändern und experimentiert am Nimbus 3 ebenfalls mit Turbulatoren. Wie jedoch die meist auf den Flügelunterseiten ausgeblasene Luft wirkt, ist vielen Segelfliegern noch unbekannt. Am Beispiel der SB 12 soll es deshalb erklärt werden.

Im Sommer 1979 begann die Akaflieg Braunschweig mit dem Bau der SB 12, einem Segelflugzeug der Standardklasse. Neue Erkenntnisse der Profilaerodynamik versprochen erhebliche Leistungsverbesserungen. An der SB 12 wurden erstmals im Segelflugzeugbau grenzschichtbeeinflussende Maßnahmen erfolgreich angewendet.

Ehemalige Mitglieder der Akaflieg, Karl-Heinz Horstmann und Armin Quast, die am Institut für Entwurfsaerodynamik der DFVLR in Braunschweig arbeiten, sind gewissermaßen die aerodynamischen Väter der neuen Entwicklung. Sie entwickelten für die SB 12 das Profil DFVLR HQ 14/18,43 mit einer relativen Dicke von 18,43 Prozent.

schlägt. Damit wird die Bildung der sogenannten laminaren Ablöseblase verhindert.

Solche Ablöseblasen treten oft an Laminarprofilen von Segelflugzeugen etwa bei 50 Prozent der Profiltiefe auf der Oberseite und bei zirka 70 Prozent der Profiltiefe auf der Unterseite auf. Sie bewirken, daß sich der Profilwiderstand erhöht und infolgedessen die Leistung des Flugzeuges herabgesetzt wird.

Wenn es gelingt, kurz vor dem Ablösepunkt der laminaren Grenzschicht, also kurz vor Bildung der Blase, ein geeignetes Hindernis anzubringen, so erfolgt der Umschlag in die turbulente Grenzschicht, in der eine Blasenbildung nicht möglich ist. Das Prinzip, mit Hilfe von Turbu-

lust, bedingt durch die kleinere laminare Laufstrecke der Grenzschichtströmung, größer sein als der Gewinn durch Zerstörung der Ablöseblase.

Das Profil der SB 12 wurde so ausgelegt, daß die Blase quasi bei jeder Geschwindigkeit an der gleichen Stelle steht und dort durch Blasturbulatoren beseitigt werden kann.

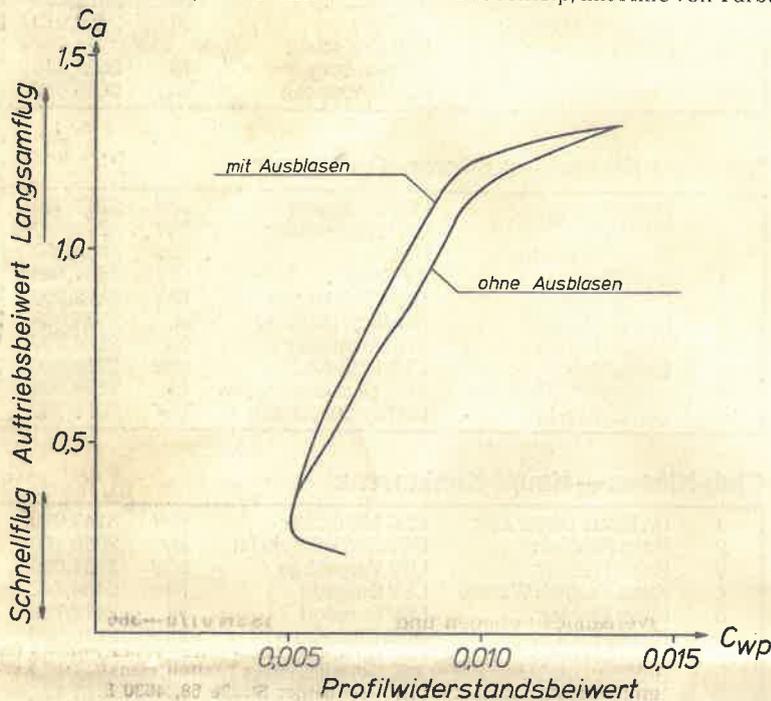
Um ein geeignetes Profil zu finden und gesicherte Erkenntnisse über die notwendige Position der Blasturbulatoren und den Blasdruck zu gewinnen, mußten umfangreiche experimentelle Untersuchungen durchgeführt werden. Dazu wurden verschiedene Profile über eine Breite von 1 m auf die ASW 19 der Akaflieg aufgespachtelt und im Freiflug vermessen. In ruhiger Luft wurden über 60 vergleichende Widerstandsmessungen und einige Druckverteilungsmessungen durchgeführt.

Basisflugzeug Hornet

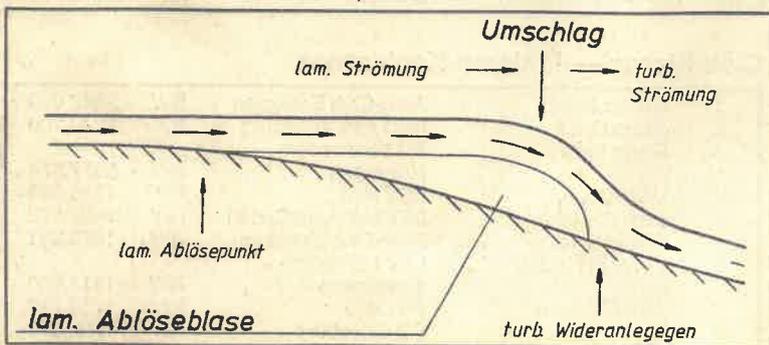
Darüber hinaus dienten Anstrichbilder zur Analyse der Strömungsverhältnisse. Bei diesem Verfahren wird ölhaltige Farbe auf die Oberfläche aufgetragen, die während des Fluges bei konstanter Geschwindigkeit antrocknet und ein Bild des Grenzschichtzustandes wiedergibt.

Um die gewonnenen Erkenntnisse möglichst schnell in einem Flugzeug realisieren zu können, sollte der Bauaufwand der SB 12 möglichst klein gehalten werden. Die Firma Glasflügel ermöglichte es den Akafliegern, eine Hornet in den betriebs-eigenen Formen zu bauen. Auf deren unlackierte Flügel wurde das neue Profil mit Hilfe von Conticell-Schaum, Microballon-Spachtel und Glasgewebe aufgebracht. Zwei Luftkanäle, die in Spannweitenrichtung dicht unter der Oberfläche verlaufen, versorgen die Flügel mit der nötigen Blasluft. Sie sind mit einem Naca-Einlauf verbunden, der sich an der linken Bordwand des Rumpfes hinter dem Cockpit befindet. Durch diese Umbauten stieg das Leergewicht um 12 kg auf 215 kg.

Nach nur sechs Monaten Bauzeit, am 6. April 1980, startete die SB 12 zu ihrem Erstflug. Die Flugeigenschaften erwiesen sich als sehr angenehm und gutmütig. Zunächst wurde ohne Ausblasen geflogen. Im weiteren Verlauf mußten noch einige Meßflüge durchgeführt werden, um die beste Stelle für die Turbulatoren zu finden. Schließlich wurden 2000 Röhrchen in 1 mm starke Bohrungen auf der Ober- und Unterseite der Flügel eingesetzt.



Im Freiflug gemessene Widerstandspolare des SB 12-Profiles.

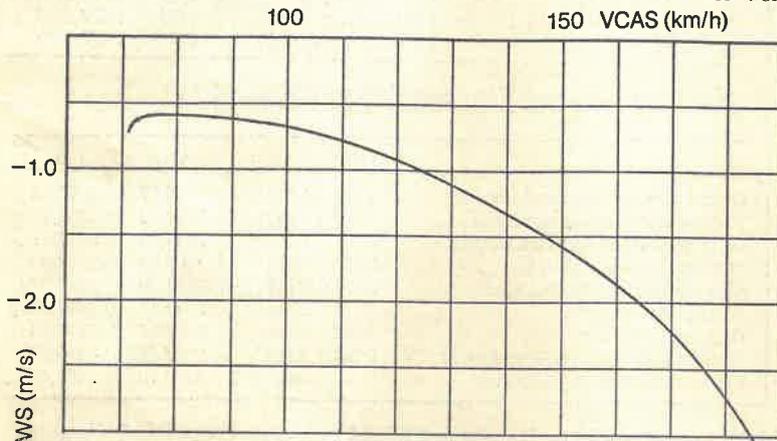


Strömungsverhältnisse an einer laminaren Ablöseblase.

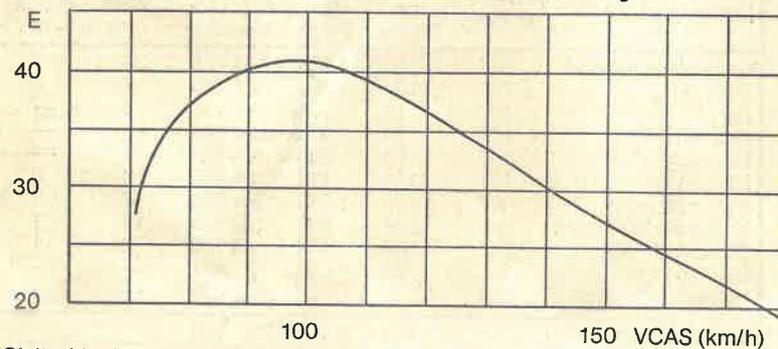
Im hinteren Bereich des Profils sind entlang der Spannweite sogenannte „Blasturbulatoren“ eingebaut, kleine Röhren mit einem Innendurchmesser von 0,6 mm, aus denen senkrecht zur Oberfläche schwache Luftstrahlen austreten. Diese Luftstrahlen bilden ein künstliches Hindernis für die laminare Grenzschichtströmung, so daß diese in den turbulenten Zustand um-

latoren laminare Ablöseblasen zu zerstören, ist schon seit langem bekannt.

In der Praxis ergeben sich jedoch Schwierigkeiten, da die Blase mit sich änderndem Auftriebsbeiwert beziehungsweise mit sich ändernder Fluggeschwindigkeit in Profiltiefenrichtung wandert. Unter Umständen erfolgt der Umschlag dann weit vorher. In diesem Falle kann der Ver-



Geschwindigkeitspolare der SB 12, D-1225, vermessen in Aalen/Elchingen am 22./25.8.1981, G/S = 33.2 kg/m²



Gleitzahlpolare der SB 12, D-1225, vermessen in Aalen/Elchingen am 22./25.8.1981, G/S = 33.2 kg/m²

Ihre erste Bewährungsprobe bestand die SB 12 auf der deutschen Segelflugmeisterschaft in Aalen/Elchingen. Dort belegte ein Akaflieger unter 44 Teilnehmern den 14. Platz.

Leider stellte sich im Laufe der Saison 1980 heraus, daß die Außenhaut der Flügel nicht widerstandsfähig genug war. Der bis zu 30 mm dick aufgeklebte Conticell-Schaum hatte sich unter anderem unter dem Einfluß der sommerlichen Temperaturen verworfen, und es stellten sich Welligkeiten auf der Oberfläche ein. Trotz dieser Beeinträchtigung wurden recht gute Flugleistungen ermittelt. Insbesondere im Langsamflug war die SB 12 mit einem geringsten Sinken von 59 cm/s anderen Standardsegelflugzeugen überlegen. Allerdings erfüllten die beste Gleitzahl von 39 und die Schnellflugleistungen nicht ganz die ehrgeizigen Erwartungen.

Leistungsziel erreicht

Aus diesem Grunde wurden im Frühjahr dieses Jahres die Flügel hinsichtlich der Festigkeit der Oberfläche überarbeitet und auch die Aerodynamik auf den neuesten Stand gebracht. Das Profil wurde im Innentrapezteil in seinem hinteren Bereich modifiziert, so daß nur noch auf der Unterseite ausgeblasen werden muß. Auch die Außenflügel erhielten eine verbesserte Profilierung. Anstatt des einheitlichen Querruderprofils DFVLR HQ 14/19,22 wird nun vom Innenprofil auf das Außenprofil DFVLR HQ 15/18,79 übergestrukt. Die Oberfläche wurde mittels Spachtel und dickerem Glasgewebe wesentlich verstärkt. Durch die erneuten Umbauten stieg das Leergewicht noch einmal um 23 kg auf 238 kg.

Die Ergebnisse des Idaflieg-Vergleichsfliegens 1981 zeigten schließlich die erhofften Flugleistungen. Mit einer besten Gleitzahl von 41 bestätigt die SB 12 die in sie gesetzten Erwartungen. Auch in den übrigen

SPORT

Geschwindigkeitsbereich besticht das Flugzeug durch seine Leistung.

Abschließend kann man sagen, daß bei der SB 12 noch nicht alle gewonnenen Erkenntnisse und Verbesserungen durch Blasturbulatoren angewendet werden konnten. Da der Tragflügelgrundriß, die geometrische Schränkung und die relative Profildicke vorgegeben waren, mußten aerodynamische Kompromisse eingegangen werden. Bei einem neu konzipierten Flugzeug wären insbesondere noch bessere Schnellflugleistungen zu erwarten.

Inzwischen haben Blasturbulatoren auch Eingang in die Serienfertigung gefunden. Die ASW 22 der Firma Schleicher fliegt bereits mit einem Blasturbulatoren-Profil, das ebenfalls von den Aerodynamikern Horstmann und Quast entwickelt wurde.

**Akademische
Fliegergruppe Braunschweig
Ulrich Potthoff**