Ulrich Queck / Wilhelm Schmidt

DK-629.132.2

Das Delphin-Luftschiff — Luftfahrt in gewellter Strömung

In einem Beitrag "Prognose der Luftschiffahrt" [1] wurde die Anwendung des Delphin-Prinzips auf der Grundlage des Wellantriebs zur Entwicklung eines völlig neuartigen Luftschifftyps, des "Delphin-Luftschiffs", vorgeschlagen. In sozialistischer Gemeinschaftsarbeit im Arbeitsausschuß zum Studium der Luftschiffahrt beim IZV "Luftfahrt" des Fachverbandes Fahrzeugbau und Verkehr der Kammer der Technik gelangten die Verfasser, gestützt auf die Forschungsarbeiten von Dr.-Ing. W. Schmidt über den Wellantrieb, zu einer neuen Theorie über Luftfahrt in g e w e l l t e r Strömung, die geeignet erscheint, neue Grundlagen für die Wiedereinführung der Luftschiffahrt auf höherer Stufe zu schaffen.

Im nachfolgenden Beitrag wird das Projekt eines im Prinzip vervollkommneten Delphin-Luftschiffes beschrieben, das wendig und manövrierfähig wie ein Hubschrauber, schnell wie ein PTL-Flugzeug und tragfähig bzw. komfortabel wie ein Seeschiff, zudem besonders ökonomisch und mit Helium-Traggas unbrennbar sowie faktisch absturzsicher wäre.

I. Das Delphin-Prinzip

Die Natur war seit Urzeiten die große Lehrmeisterin des Menschen; sie ist es auch noch im Zeitalter der technischen Revolution. Es wäre allerdings verfehlt, wie es beispielsweise in der Luftfahrt die Konstrukteure von Schwingenflugzeugen versuchten, die Naturvorbilder einfach kopieren zu wollen, anstatt ihre Funktionsprinzipien zu erforschen und in technische Perfektion umzusetzen. Dabei ist es durchaus möglich, daß das menschliche Denken die Naturvorbilder nicht nur erreicht, sondern sie sogar übertrifft und sozusagen weiterzuentwickeln vermag.

Denken wir zum Beispiel an eine der großartigsten menschlichen Erfindungen, das Rad. Es kommt nirgends in der Natur vor, und dennoch liegt ihm das natürliche Funktionsprinzip des menschlichen Ganges zugrunde. Wir haben diesen Vergleich darum gewählt, weil er nachfolgend in der Beziehung zwischen Schlagruder und rotierendem Weller analog wiederkehrt.

Die überragende Schwimmleistung des Delphins, die technisch bisher unerreicht ist, beruht auf dem Zusammenwirken

a) der Laminarform des Delphinkörpers,
b) der Schwanzgestaltung ohne Ablösung,
c) der dämpfenden Struktur der Delphinhaut und
d) der Körper- und Flossenbewegung /2/.

Der britische Zoologe Gray hatte sehr richtig erkannt, daß die Antriebsleistung der Schwanzflosse niemals ausreicht, um eine Schwimmgeschwindigkeit des Delphins bis 80 km/h zu erreichen [3]. Entsprechend Körperform, Muskelkraft und der klassischen Strömungslehre (in gerader Strömung) dürfte der Delphin nur etwa 4 km/h schaffen. In der Literatur wird das Schwimmwunder vor allem durch die "Laminarhaltung" und "Verhinderung der Ablösung der Strömung am Heck" erklärt. Wissenschaftler schreiben der dämpfenden Delphinhaut dabei die Hauptrolle zu [2; 3; 4; 5; 6]. Selbstverständlich kommt der Grenzschichtbeeinflussung eine sehr wesentliche Bedeutung zu. Aber

die "elastische Delphinhaut" ist nur eine, jedoch keinesfalls die primäre Ursache für das Rätsel der hohen Schwimmgeschwindigkeit; sie ist unseres Erachtens vor allem darum erforderlich, weil der Delphin mit ihr beim K ö r p e r s c h l a g (Faltenbildung!) den Strömungswiderstand optimal beherrschen kann. Beim starren Delphin-Luftschiff, bei dem der rotierende Bugweller eine dem Delphin-Körperschlag analoge Wirkung besitzt, dürfte daher eine unkomplizierte, glatte und reibungsarme Kunststoffhaut am laminaren Luftschiffkörper genügen.

Das eigentliche Funktionsprinzip des Delphinwunders beim Schnellschwimmen, die primäre Ursache also, ist die Erzeugung und Ausnutzung von Wellenergie durch kombinierte Schläge von Körper und Schwanzflosse. Die Erzeugung der Wellenergie dabei erfolgt durch die Muskelkraft des Körperschlages. Die Schwanzflosse selbst hat für den Antrieb beim Schnellschwimmen nur eine sekundäre Bedeutung; sie dient im eigentlichen als Stütze des Delphinkörpers, ohne die der kraftvolle Körperschlag keinen Halt fände und daher unmöglich wäre. Zugleich aber wirkt die Schwanzflosse als Schlagflosse, die die vom Delphinkörper nicht in Vortrieb verwandelte und daher abströmende Wellenergie "entwellt", das heißt, sie aus Widerstandswirbel in zusätzlichen Vortrieb umwandelt und somit gleichzeitig die widerstandserhöhende Ablösung am Schwanz verhindert. Die Schwanzflosse bewirkt damit zugleich die Laminarhaltung der Körperumströmung. - Beim Anschwimmen dagegen benutzt der Delphin die Schwanzflosse zumeist als Schlagruder, wie es die dabei entstehende Wirbelstraße bei Filmaufnahmen deutlich erkennen läßt.

Fast der ganze Delphinkörper ist also zugleich Vortriebserzeuger, so daß die Schwanzflosse nur einen Teil des Vortriebes zu liefern braucht. Die Schwanzflosse besitzt also gar keine so hohe Schlagzahl, daß an ihrem Rande die in der Schiffahrt und im Turbinenbau so gefürchtete, zerstörende Kavitation von großer Stärke entstehen könnte, wie sie Osten /4; S. 932/ beschreibt.

Das Geheimnis des Schwimmwunders Delphin ist in der Tat der naturgegebene Wellantrieb, der im Delphin-Prinzip vollendet vorliegt. Der Delphin schwimmt also in"gewellter Strömung", dieer durch seinen Körperschlag selber erzeugt.

Das gleiche Grundprinzip, jedoch nicht in der Vollendung wie beim Delphin, finden wir ebenfalls im Vogelflug vor. Auch den Vogelflug muß man sich als Flug in "gewellter Strömung" vorstellen. Schon 1909 wurde durch Knoller /7/ und 1912 durch Betz /8/ darauf hingewiesen, daß man sich den mühelosen Segelflug der Vögel ohne Aufwind durch eine dauernd wechselnde Anströmung des Flügels von unten oder oben erklären könne. Wird der Flügel von vorn angeströmt (Bild 1), so entsteht ein

Bild 1 Luftfahrt in gerader Strömung
v = Anströmgeschwindigkeit
W = Widerstand

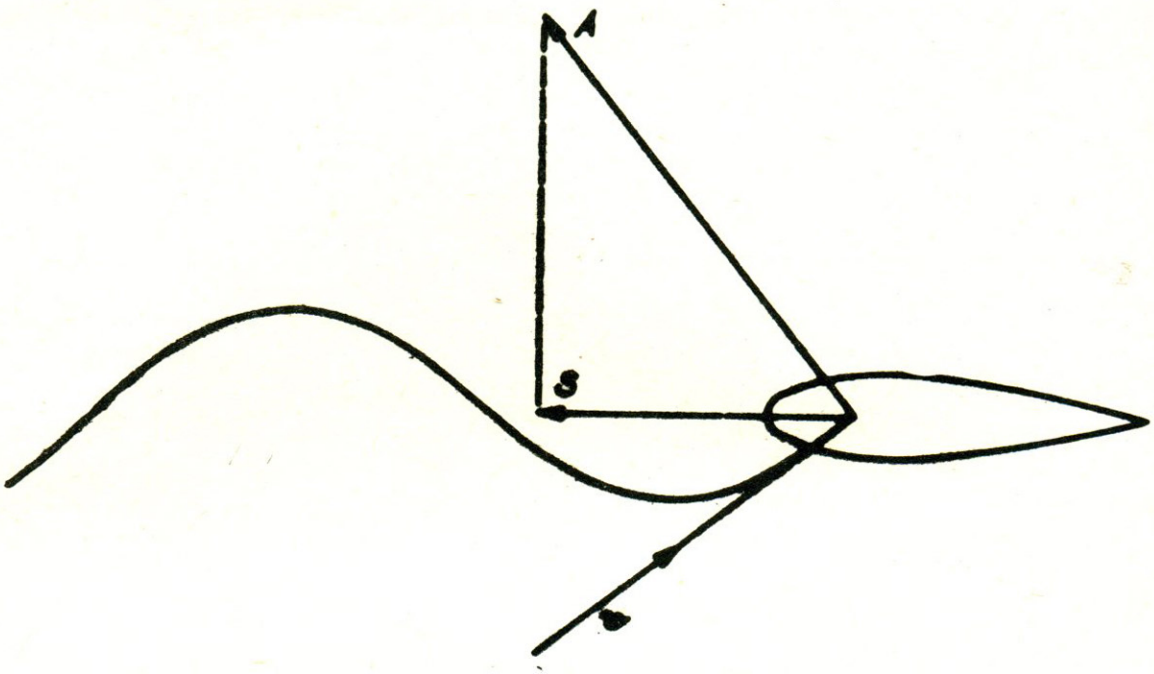

Bild 2 Luftfahrt in gewellter Stromung
v = Anströmgeschwindigkeit
A = Strömmittelkraft
S = Schub

reiner Widerstand W. Wird dagegen derselbe Flügel schräg von unten angeströmt (Bild 2), so liefert die im wesentlichen senkrecht zur Anströmgeschwindigkeit v wirkende Strömmittelkraft A eine in Richtung der Vorwärtsbewegung liegende Komponente S als Schub, der den Flügel vorwärtstreibt. Der gleiche Schub entsteht bei entsprechender Anströmung von oben. Das Zustandekommen dieses Vortriebes wird als "Knoller-Betz-Effekt" bezeichnet.

Für die Wirkung ist es gleichgültig, ob ein ruhender Flügel von einer gewellten Strömung angeströmt oder ob in einer geraden Strömung ein Flügel auf und ab geschlagen wird; in beiden Fällen entsteht Vortrieb. Versuche ergaben jedoch, daß ein auf- und abbewegter Flügel, ein Schlagflügel also, bei hohen Schlagfrequenzen einen Wirkungsgrad von nur etwa 50 % hat, also zu wenig. Die restlichen 50 % strömen als Wellenergie nutzlos nach hinten ab.

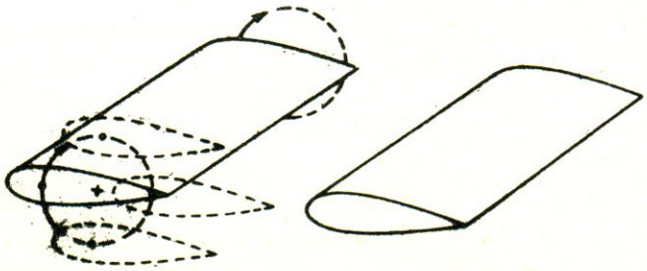

Bild 3 Schematische Skizze des Wellpropellers, bestehend aus einem rotierend auf und ab bewegten Weller und einem festen Entweller. Da der Weller gegenüber dem Schlagruder keine "Totpunkte" hat, ist eine höhere Schlagfrequenz möglich.

Ordnet man aber hinter dem Schlagflügel einen festen Flügel an, so liegt er in de vom Schlagflügel erzeugten gewellten Strömung und liefert aufgrund des "Knoller-Betz-Effektes" ebenfalls einen Vortrieb. Versuche zeigten, daß man durch Abstimmen der Nachflügeltiefe auf die Schlagfrequenz und Anströmgeschwindigkeit einen Wirkungsgrad von nahezu 100 % der Antriebsleistung erhält.

Wird nun der Schlagflügel rotierend auf- und abbewegt, so erhält man den Wellpropeller - einen neuartigen Antrieb (Bild 3) /9/.

II. Widerstand wird Vortrieb

Besonders aufschlußreich für die Anwendung des Delphin-Prinzips in der Luftschiffahrt sind Rundlaufversuche mit einem Schlagrudermodell, die von W. Schmidt 1957 durchgeführt wurden /10/.

Benutzt wurde ein Schlagrudermodell, dessen Abmessungen Bild 4 zeigt. Es wurde das symetrische Profil mit 25 % größter Dicke bei 30 % Tiefe aus dem NACA Report Nr. 460 (1933) benutzt. Die Schlagfrequenz betrug etwa 40 Schläge je Sekunde. In Bild 8 sind die Umlaufzeiten des Schlagrundmodells eingetragen.

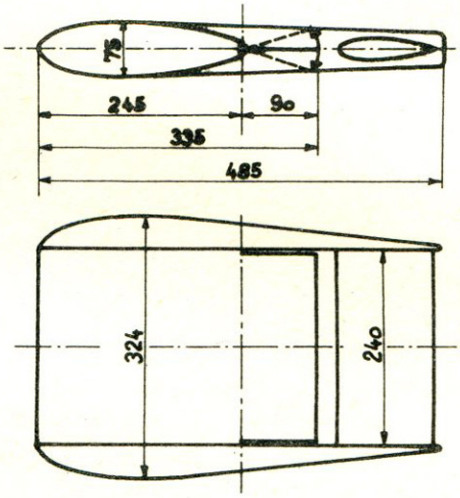

Bild 4 Skizze des untersuchten Schlagrudermodells

a) Die Umlaufzeit für das Schlagrudermodell ohne nachgeordneten Flügel bzw. Tropfen beträgt 3 s.

b) Ordnet man einen tropfenförmigen Körper (Zeppelinform) unterhalb des Schlagruders in g e r a d e r Strömung an, so entsteht ein Widerstand und die Umlaufzeit erhöht sich je nach Tropfenlänge (Kurve 1). Durch Anbringen einer Quernase am Bug des Tropfens erhöhen sich Widerstand und Umlaufzeit noch stärker (Kurve 2).

c) Ordnet man den gleichen Widerstandskörper direkt hinter dem Schlagruder an (Kurve 5), so entsteht zunächst ein geringer Vortrieb und die Umlaufzeit verkürzt sich. Bei einer Tropfenlänge von 40 cm treibt der Widerstandskörper gerade noch, die Umlaufzeit beträgt wieder 3 s. Verlängert man den Tropfen aber über 40 cm hinaus, entsteht nunmehr ein Widerstand und die Umlaufzeit erhöht sich. Durch Anbringen einer Quernase am Tropfen erhöht sich der Vortrieb bei Tropfenlängen unter 60 cm bzw. vermindert sich der Widerstand bei größeren Tropfenlängen gegenüber gleichen Tropfen in g e r a d e r Strömung erheblich (Kurve 6).

d) Ordnet man einen Flügel mit 24 cm Breite unterhalb des Schlagruders in gerader Strömung an, so erhöht sich der Widerstand mit zunehmender Flügeltiefe und die Umlaufzeit erhöht sich (Kurve 3). Versieht man diesen Flügel mit Endscheiben, so erhöht sich der Widerstand noch stärker und vergrößert die Umlaufzeit noch mehr (Kurve 4).

e) Ordnet man denselben Flügel hinter dem Schlagruder in g e w e l l t e r Strömung an, so wird der Widerstand zunächst aufgrund des Knoller-Betz-Effektes in

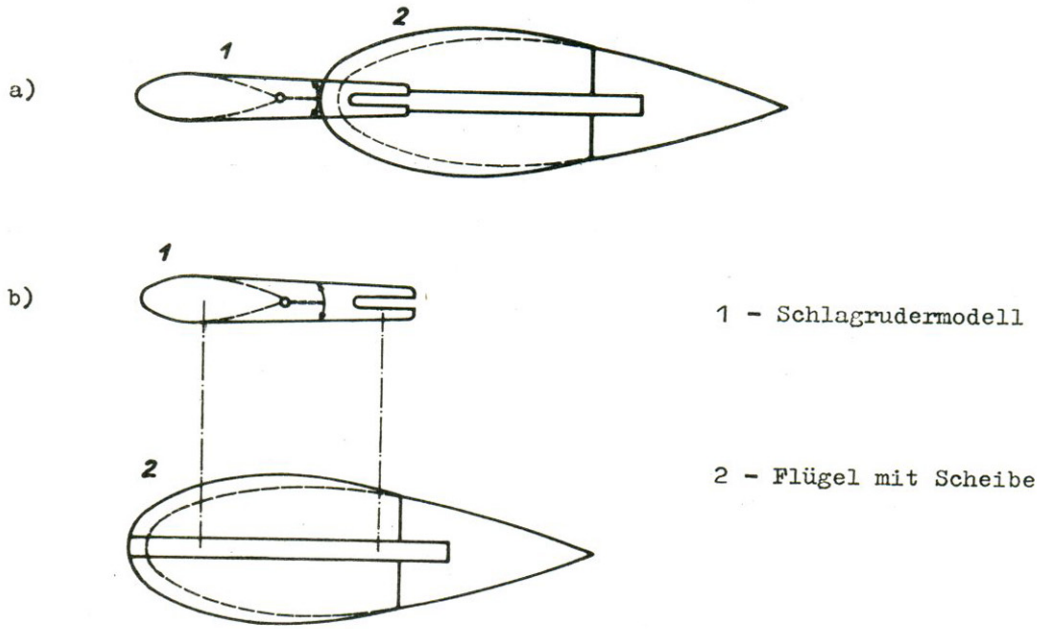

Bild 5 Skizze eines Schlagruders mit
a) Flügel nachgeordnet in **g e w e l l t e r** Strömung;
b) Flügel unterhalb in g e r a d e r Strömung.

Vortrieb umgewandelt und die Umlaufzeit verkürzt sich; erst bei einer Flügeltiefe über 60 cm tritt ein wachsender Widerstand und damit eine Erhöhung der Umlaufzeit ein (Kurve 7). Versieht man denselben Flügel zusätzlich mit Endscheiben, verstärkt sich zunächst der Vortrieb noch mehr; erst bei einer Flügeltiefe über 75 cm tritt ein wachsender Widerstand auf und erhöht die Umlaufzeit (Kurve 8).

Obgleich diese Modellversuche mit relativ einfachen Mitteln durchgeführt wurden, erbringen sie wertvolle wissenschaftliche Erkenntnisse, die eine Revolutionierung in der bisherigen Luftschiffahrt einleiten und einen völlig neuen Luftschifftyp - das Delphin-Luftschiff mit Wellantrieb - ankündigen. Es ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

1. Nicht der Zeppelintyp (Tropfenform) ist die beste Form für Luftschiffe, sondern der Flügeltyp mit Endscheiben in gewellter Strömung. Es wird möglich sein, Fahrgeschwindigkeiten über 500 km/h zu erreichen.
2. Der Flügeltyp mit Endscheiben und Wellantrieb ermöglicht gegenüber allen anderen Antriebsarten (Luftschraube, Rotor, Strahlantrieb) eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit im gesamten Geschwindigkeitsbereich.
3. Der Flügeltyp mit Endscheiben in g e w e l l t e r Strömung besitzt zugleich einen günstigen aerodynamischen Auftrieb, der auch das Aufsuchen grosser widerstandsarmer Höhen möglich macht.
4. Der Wellantrieb, so zeigte sich bei Windkanalversuchen, wandelt analog dem "Windmühlen-Prinzip" zugleich die Windenergie in zusätzliche Vortriebsleistung um. Es ist daher zu erwarten, daß beim Delphin-Luftschiff bei Gegenwind dennoch die Geschwindigkeit über Grund in etwa der Eigengeschwindigkeit des Luftschiffs entspricht.

5. Die zunächst mit primitiven Mitteln durchgeführten Versuche lassen annehmen, daß bei einer intensiven wissenschaftlichen Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Luftschiffahrt in g e w e l l t e r Strömung noch sehr viele wesentliche Verbesserungen zur Vervollkommnung des Luftschiffes für einen Einsatz mit großem volkswirtschaftlichem Nutzen möglich sind.

III. Anwendung des Wellantriebes am Luftschiff

Delphin und Luftschiff haben gemeinsam, daß sie in einem e i n h e i t l i c h e n Medium schwimmen, im Wasser bzw. in der Luft. Versuche haben bewiesen, daß die gleichen Strömungsgesetze (Vortrieb durch g e w e l l t e Strömung) sowohl im Wasser für den Delphin als auch in der Luft für das Luftschiff gelten.

Während die Fische im allgemeinen mit horizontalem Körperschlag Wellenergie zu ihrer Vorwärtsbewegung erzeugen, wendet der Delphin den vertikalen Körperschlag an.

Will man am Luftschiffkörper eine g e w e l l t e Strömung erzeugen, braucht man lediglich einen Weller vor dem Luftschiffkörper anzubringen und die Wellfrequenz auf die Luftschifflänge abzustimmen. Der Luftschiffkörper wirkt dann zugleich als Entweller; das Luftschiff bildet somit einen einheitlichen Wellantrieb (s. Bild 4).

Verwendet man die bisher allgemein übliche Tropfenform (Zeppelin), so empfiehlt sich, dem Luftschiffbug über die Breite des Wellers die Form einer Flügelnase zu geben. Viel vorteilhafter aber ist es, von der Tropfenform völlig abzugehen und statt dessen einen t r a g f l ü g e l a r t i g e n Luftschiffkörper mit nahezu symmetrischem Profil sowie halbtropfenförmigen Endscheiben einzuführen (Bild 9).

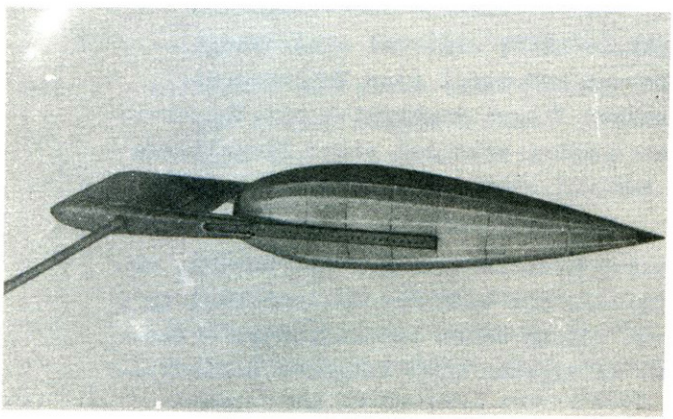

Bild 6 Tropfen von 95 cm Länge hinter dem Schlagrudermodell am Rundlauf

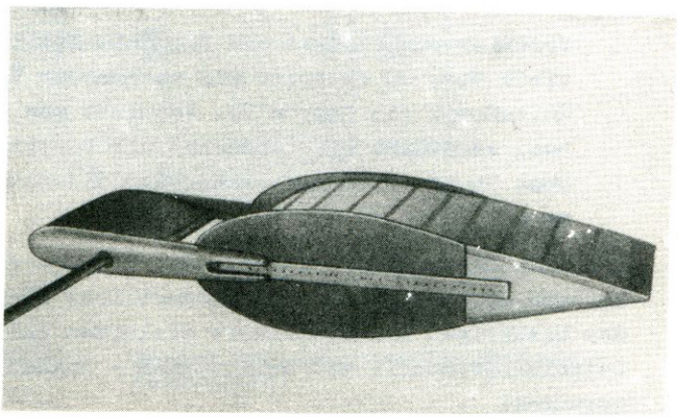

Bild 7 Flügel von 70 cm Tiefe mit Endscheiben (volumengleich mit Tropfen von 95 cm Länge!) hinter dem Schlagrudermodell am Rundlauf.

Ordnet man zugleich am Luftschiffheck einen zweiten Wellantrieb an, so ergibt sich:

1. Der hintere Wellantrieb dient zugleich als Absaugeinrichtung und hält die Strömung über die gesamte Länge des Luftschiffkörpers laminar. Vermutlich kann somit eine gesonderte, komplizierte Grenzschichtabsaugung durch eine poröse Oberhaut entfallen.
2. Es wird ein Abreißen der Strömung am Heckteil verhindert.
3. Der hintere Wellantrieb bewirkt zudem eine "Leistungsreduktion durch Ineinandergreifen von Widerstands- und Antriebsmechanismus", dadurch eine Leistungseinsparung von etwa 50 % [2].

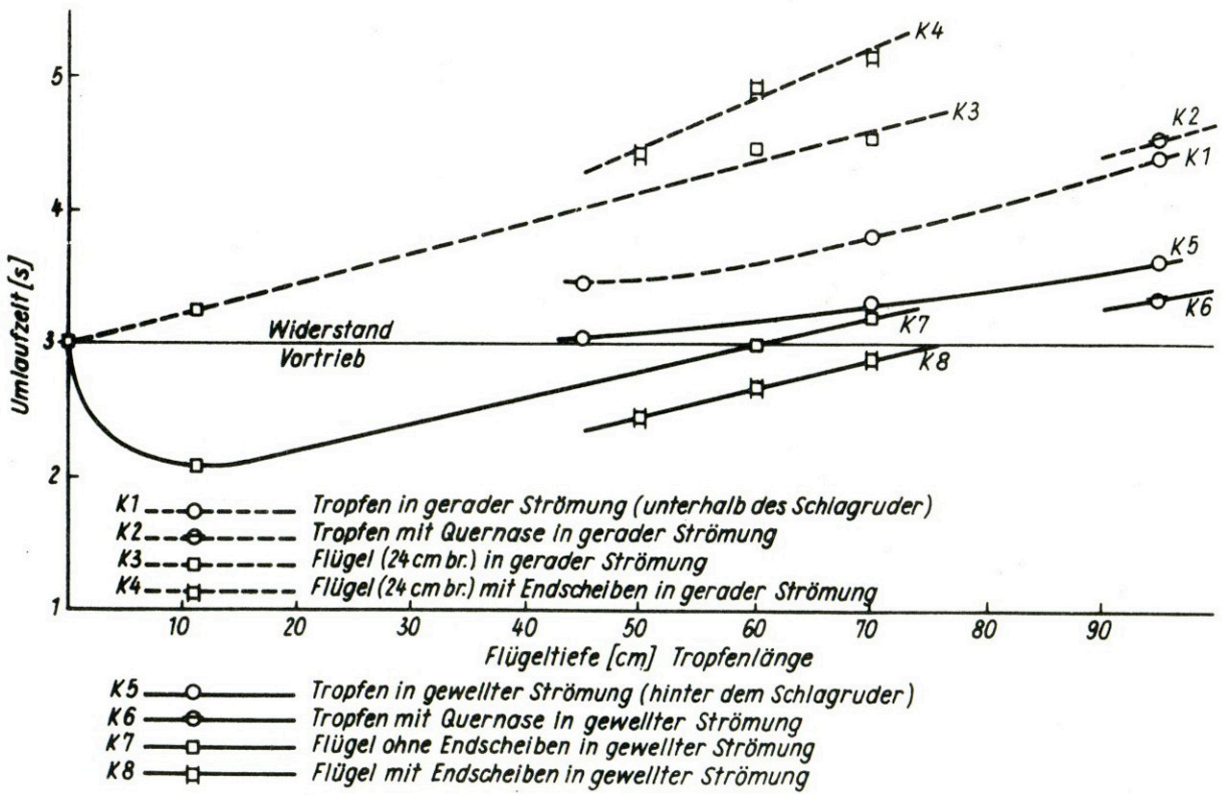

Bild 8 Rundlaufversuche von Dr.-Ing. Wilhelm Schmidt (1957)

4. Der Einbau eines hinteren Wellantriebes erhöht somit den Vortrieb, so daß Geschwindigkeiten über 500 km/h erreicht werden können.

5. Das Hecktriebwerk ermöglicht die Verwendung von sowohl langen wie auch von außergewöhnlich dicken (d/l = 0,5), also kürzeren Luftschiffkörpern. Man kann also das Delphin-Luftschiff in der Dicke und Breite so variieren, daß es bei gleichem Gasvolumen (Tragfähigkeit) beispielsweise nur etwa die halbe Länge eines entsprechenden Zeppelin-Luftschiffes hat.

6. Die Anbringung eines Wellantriebes am Bug und Heck ermöglicht eine bessere Schwerpunktlage.

7. Die Lage der beiden Wellantriebe ermöglicht es, die Manövrierfähigkeit des Luftschiffes wesentlich zu verbessern.

8. Die rotierenden Weller wirken zugleich als Stabilisatoren.

Neben der geringen Geschwindigkeit war die schlechte Manövrierfähigkeit ein Hauptmangel der früheren Luftschiffe. Das Delphin-Luftschiff kann aber nicht nur die Geschwindigkeit von Turboprop-Flugzeugen erreichen, sondern besitzt zudem die M a n ö v r i e r f ä h i g k e i t des Hubschraubers. Es kann senkrecht steigen oder sinken:

a) Durch Veränderung des Gasvolumens mittels eines Kompressors (Hauptmethode bei Großluftschiffen mit hohen Traglasten).

b) Durch Erwärmen oder Abkühlen des Heliums mittels der Auspuffgase oder spezieller Wärmeaustauscher.

c) Durch den Wellantrieb, indem durch Verstellen der Wellerblätter ein zusätzlicher Auf- oder Abtrieb beim Start- bzw. Landemanöver erzeugt werden kann.

Das Delphin-Luftschiff benötigt daher keine Haltemannschaft mehr; es genügt ein Steuermann. Zur Höhenänderung während der Fahrt dient ein Höhenruder am hinteren Entweller.

Das Delphin-Luftschiff kann mittels der beiden Wellantriebe selbst bei Wind auf der Stelle stehen bzw. schweben; es kann vorwärts sowie rückwärts fahren.

Neuartig ist auch die Seitensteuerung des Delphin-Luftschiffes. Es befinden sich sowohl am Heck wie am Bug Seitenruder. Während der Fahrt wird normal mit den hinteren Seitenrudern gesteuert. Stellt man jedoch in der Standschwebe die Blätter des vorderen Wellers auf Rückwärtsfahrt und diejenigen des hinteren Wellers auf Vorwärtsfahrt, wobei die vorderen und hinteren Seitenruder gleichgerichtet ausgeschlagen werden, so wird das Luftschiff p a r a l l e l z u s i c h s e l b s t n a c h b a c k b o r d b z w. s t e u e r b o r d versetzt. Werden hingegen unter Beibehaltung der obigen Einstellung der Wellerblätter die vorderen Seitenruder entgegen den hinteren Seitenrudern ausgeschlagen, so dreht sich das Luftschiff a u f d e r S t e l l e n a c h l i n k s b z w. r e c h t s. Dieses Drehen auf der Stelle in der Standschwebe, was besonders wichtig bei Montagearbeiten usw. ist, läßt sich auch ohne Seitenruderausschlag erreichen, wenn man beispielsweise die Weller der Backbordseite auf Vorwärtsfahrt, diejenigen der Steuerbordseite dagegen auf Rückwärtsfahrt einstellt.

Weitere Vorteile des tragflügelförmigen Luftschiffes (Delphin-Luftschiff) sind

a) Ein größeres Volumen als ein gleichlanger, gleichdicker Tropfenkörper; damit eine größere Tragfähigkeit,

b) Eine geringere Windangriffsfläche bei gleichem Volumen gegenüber der Tropfenform; dadurch eine geringere Segelfähigkeit (Seitenwindanfälligkeit).

c) Eine Abstellmöglichkeit des Luftschiffes nach Reduzierung des statischen Auftrie-

bes zur Landung (Abfertigung) am Boden. Das wäre z.B. auch wichtig für Forschungsluftschiffe (die dann zeitweilig in unbewohnten Gegenden "campieren" können), für das Luftschiff als "fliegende Messehalle" sowie für die Abfertigung auf Hochhäusern im Stadtkern usw. Der Bau von Delphin-Luftschiffen sollte daher von Anbeginn an streng genormt bzw. standardisiert werden, um den Betrieb, die Abfertigung (vor allem auf Hochhäusern) und die Wartung wesentlich zu vereinfachen und optimal ökonomisch betreiben zu können; die sozialistische Planwirtschaft bietet alle Voraussetzungen dazu.

d) Die Möglichkeit, Großcontainer für Fracht- oder Passagierbeförderung an der Luftschiffunterseite einzuhängen, so daß strömungstechnisch kein schädlicher Widerstand wie bei Außenaufhängung entsteht. Dadurch kann die Beladung und Abfertigung wesentlich vereinfacht werden, weil die Container unabhängig in Ruhe be- und entladen werden können, während das Luftschiff bereits unmittelbar nach der Ankunft mit einem anderen bereitstehenden Container weiterfliegen kann. Es entstehen also keine langen Bodenabfertigungszeiten,

e) Auf der Luftschiffoberseite können unter transparantem Kunststoff Sonnendecks bei Touristenluftschiffen eingebaut werden,

f) An der Luftschiffunterseite können geräumige Passagierdecks mit guten Sichtmöglichkeiten untergebracht werden (s. Bild 9),

g) Die Passagierkabinen lassen sich in großer Zahl beidseitig in den halbtropfenförmigen Endscheiben unterbringen. Die Ober- und Unterkanten können als Wandelgänge mit guten Sichtmöglichkeiten nach allen Seiten gestaltet werden,

h) In den Vorder- und Hinterteilen der Endscheiben läßt sich der Kraftstoff gleichmäßig verteilen. Es können je nach Zweckmäßigkeit Diesel-, Otto-, Wankel- oder Turbopropmotoren verwendet werden. Der ideale Luftschiffantrieb aber wird dereinst der Kleinreaktor sein, der kleine Elektromotoren an den einzelnen Wellern speist und somit anstelle des Treibstoffballasts zusätzliche Nutzlast ermöglicht. Es kann auch "gewichtsloses" Kraftgas in den Endscheiben untergebracht werden,

i) Zur Erhöhung der Tragfähigkeit ließen sich zwei oder mehrere Rumpfteile übereinander mit entsprechendem Zwischenraum und einheitlichen Endscheiben aufstocken (Doppel- oder Mehrdecker). Dadurch wäre gegenüber dem Kugelluftschiff [1, S.93/95] eine weit höhere Geschwindigkeit durch Nutzung der Wellenergie sowie Widerstandsherabsetzung möglich. Es könnten überlange Luftschiffe vermieden und eine höhere Festigkeit des Rumpfes gewährleistet werden.

j) Der Wellantrieb ist zudem ein niederfrequenter "Propeller", der darum relativ lärmarm arbeitet; er ist daher besonders geeignet im Stadt-Stadt-Verkehr bei Landungen auf Hochhausdächern oder sonstigen Landeplätzen im Weichbild der Stadt.

Mit der Entwicklung eines tragflügelförmigen Delphin-Luftschiffes mit Wellantrieb ist somit der Beweis geliefert, daß die Wiedereinführung der Luftschiffahrt sich keinesfalls mit dem Nachbau der veralteten Zeppeline, der Postkutschen der Luftschiffahrt, begnügen darf, sondern ein völlig neuartiges, wirksameres, eigenständiges Luftfahrzeug als Grundlage hat. Das Delphin-Luftschiff läßt sich dabei in den verschiedensten Varianten für die verschiedensten Zwecke abwandeln.

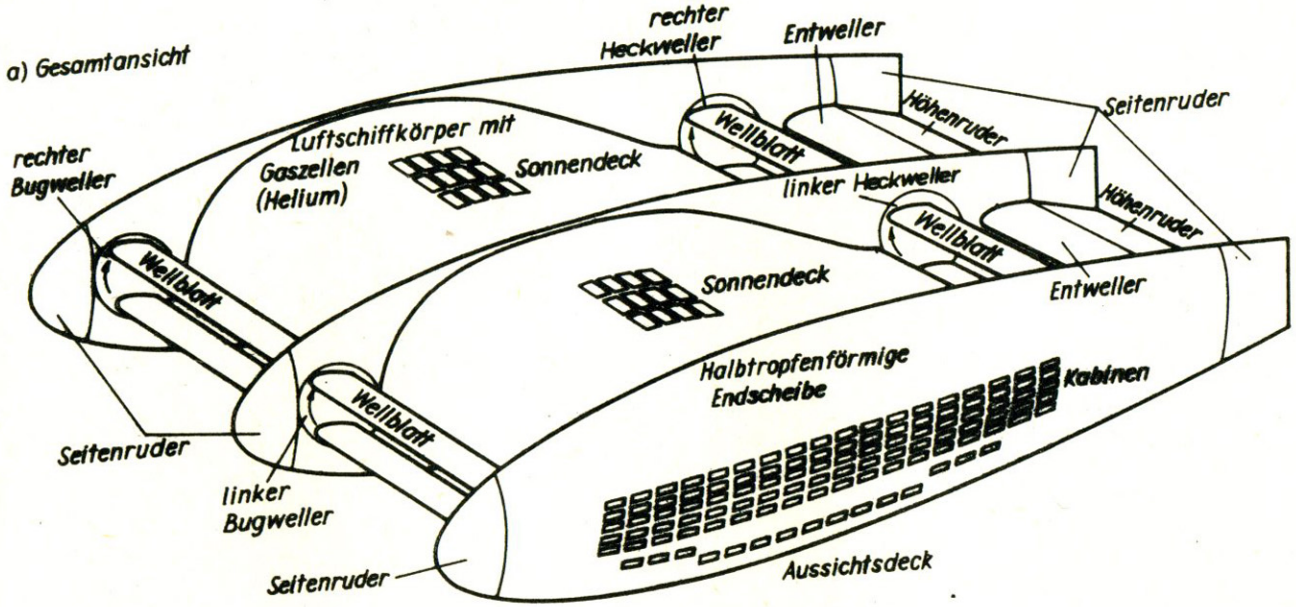

Bild 9 a Delphin-Luftschiff mit Wellantrieb (Prinzipskizze)

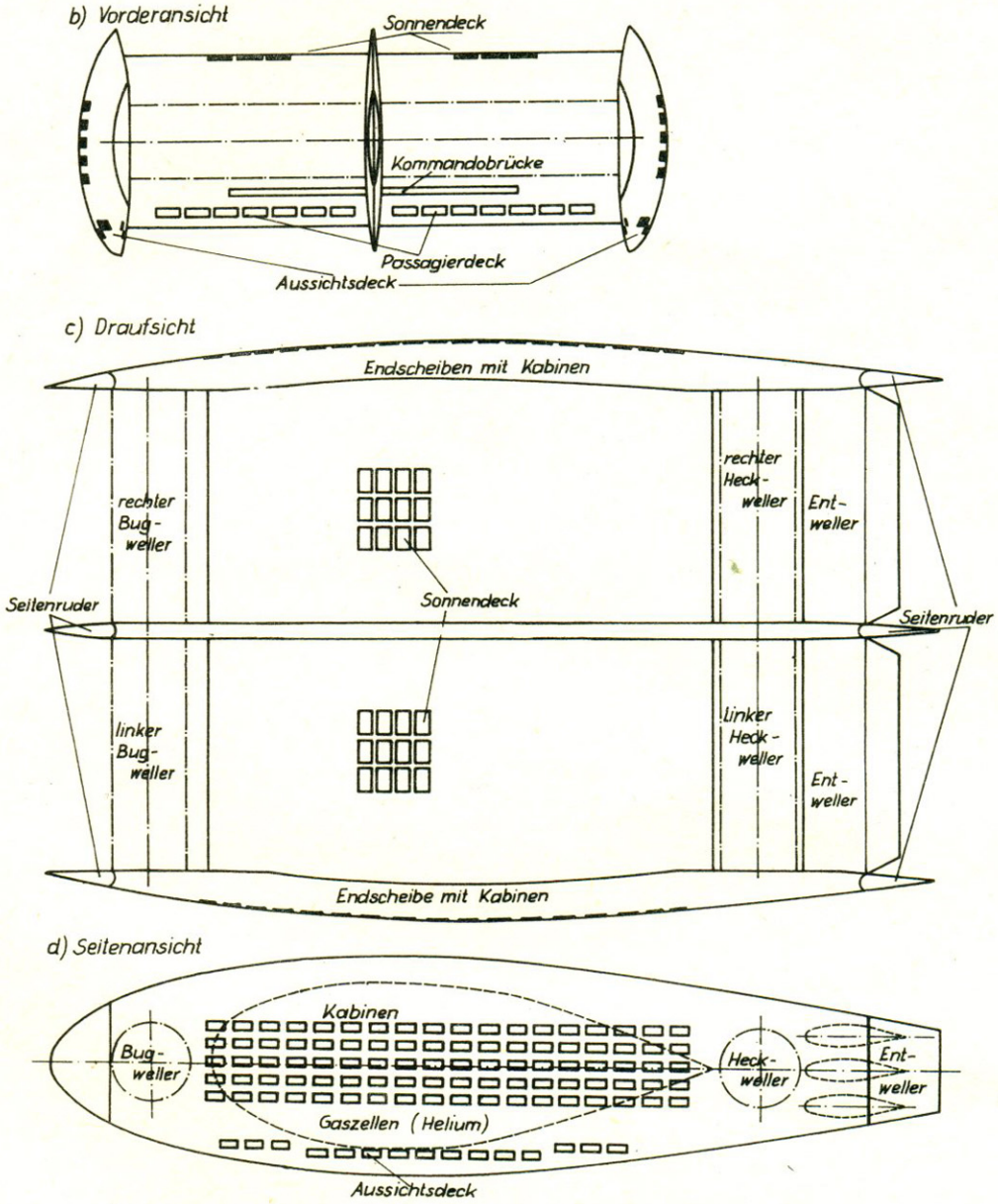

Bild 9 b...d Delphin-Luftschiff (Dreiseitenriß)

IV. Zusammenfassung

Das Delphin-Luftschiff wird das Flugzeug als schnellstes Beförderungsmittel keinesfalls verdrängen, sondern als eigenständiges neuartiges Luftfahrzeug in einem einheitlichen sozialistischen Verkehrswesen sinnvoll ergänzen und neue bzw. teils bessere Transportmöglichkeiten in der Lastenbeförderung, der Montage aus der Luft, des Massenverkehrs, des Stadt-Stadt- oder Werk-Werk-Verkehrs und der Touristik erschließen.

Flugzeuge operieren in g e r a d e r L u f t s t r ö m u n g ; sie erfordern daher möglichst schlanke Profile (z. B. die Tu-144). In g e w e l l t e r L u f t s t r ö m u n g dagegen haben die dicken Profile einen größeren Vortrieb als die schlanken Profile. Den Beweis hierfür lieferten die in Bild 8 dargestellten Rundlaufversuche; hier zeigte sich, daß der dicke Flügel mit Endscheibe, der in g e r a d e r S t r ö m u n g den stärksten Widerstand und damit die größte Erhöhung der Umlaufzeit aufweist, dagegen in g e w e l l t e r S t r ö m u n g den stärksten Vortrieb und damit die größte Verkürzung der Umlaufzeit hat.

Wir müssen also künftig klar unterscheiden zwischen

a) Fliegerei in g e r a d e r S t r ö m u n g und

b) Luftschiffahrt in g e w e l l t e r S t r ö m u n g , also Delphin-Luftschiffahrt.

(Das Delphin-Luftschiff mit Wellantrieb wurde im In- und Ausland zum Patent angemeldet)

Literatur:

[1] Queck, U. Prognose der Luftschiffahrt. - Technisch-ökonomische Informationen der zivilen Luftfahrt 5 (1969) H. 2, S. 82...103, Berlin-Schönefeld.

[2] Hertel, H. Struktur, Form Bewegung. - Kraußkopf-Verlag, Mainz 1963.
Hertel, H. Das Schwimmwunder Delphin. Die lebendige Natur als Inspirator des Flugzeugkonstrukteurs. Flugwelt 18 (1966), Nr. 1...3.

[3] Gray, J. Studies in animal locomotion: The propulsion powers of the delphin. - Jorn. Exp. Biol. Bd. 13 (1936) S. 192...200.

[4] Osten, F. Supertechnik submarin. - Jugend und Technik 16 (1968) H. 10, S. 931...934.

[5] Kramer, M.O. The delphins secret. - New Scientist 7, London (1960), S. 1118...1120.

[6] Ullrich, W. Tiere recht verstanden. - Urania-Verlag, Leipzig/Jena/Berlin 1968.

[7] Knoller, R. Die Gesetze des Luftwiderstandes. - Flug- und Motortechnik (Wien) 3 (1909) Nr. 21, S. 1...7 und Nr. 22, S. 1...6.
Zur Theorie des Segelfluges. - Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt 4 (1913), S. 13...14.

[8] Betz, A. Ein Beitrag zur Erklärung des Segelfluges. - Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt 3 (1912), S. 269...272.

[9] Schmidt, W. Der Wellpropeller - ein neuartiger Antrieb für Landwirtschaftsflugzeuge, Luftkissenfahrzeuge und Flugautos. - Technisch-ökonomische Informationen der zivilen Luftfahrt 2 (1966) H. 6, S. 57...67.

[10] Schmidt, W. Rundlaufversuche mit einem Schlagrudermodell in Luft. - Deutsche Flugtechnik 3 (1959) H. 11, S. 338..341.