

sperrn zu beseitigen, hat ergeben, daß dadurch im ED-Bezirk Köln etwa 15 Bedienstete an den Ausgangssperren frei würden, während 180 bis 200 Köpfe im Zugbegleitedienst zusätzlich eingesetzt werden müßten, falls man einigermaßen sicherstellen wollte, daß Prüfung, Entwertung und Abnahme der Fahrausweise im Zuge erfolgten. Dieses ungünstige Ergebnis nach der personalwirtschaftlichen Seite liegt vor allem darin begründet, daß bei den meisten Bahnhöfen die Ein- und Ausgangssperren zusammenliegen und je nach Bedürfnis von ein- und ausgehenden Reisenden wechselweise benutzt werden. Vielerorts laufen auch die Züge der verschiedenen Art gleichzeitig oder in so geringem zeitlichen Abstand ein, daß die Trennung der ausgehenden Reisenden nach Zugarten praktisch unmöglich ist. Die Prüfung führt also zu dem zunächst widersinnig erscheinenden Ergebnis, daß die Beseitigung lediglich der Ausgangssperre bei den Bahnhöfen Köln-Hbf., Bonn und Bad Godesberg bereits die Hälfte des zusätzlich erforderlichen Personals bedingte, das insgesamt nötig wäre beim Wegfall sowohl der Ausgangs- wie auch der Eingangssperren für den ganzen Bezirk. Diese und ähnliche Teillösungen erscheinen mithin nicht diskutabel, zumal bei jedem Versuch alsbald Berufungen anderer Strecken und Gebiete ausgelöst würden und Versuche, die dem Publikum irgendeine Annehmlichkeit bringen, erfahrungsgemäß nur schwer oder überhaupt nicht mehr rückgängig gemacht werden könnten. Eine teilweise Aufhebung von Sperren sollte daher in jedem Falle nur dann als Übergangsregelung mit von vornherein beschränkter Geltungsdauer angeordnet werden, wenn die allgemeine Aufhebung sämtlicher Sperren nach eingehender Prüfung des umfangreichen Fragekomplexes beschlossen wäre und in absehbarer Zeit in Kraft treten könnte.

Der Entwicklungsstand des Verkehrs-Hubschraubers und seine Möglichkeiten in der Zukunft

Von Dr.-Ing. Werner Treibel, Stuttgart

In den letzten Monaten haben die Erörterungen über den baldigen Einsatz von Hubschraubern im innerdeutschen Luftverkehr einen breiten Raum eingenommen. Es wurde zum Teil von Fachkreisen behauptet, daß der Hubschrauber schon heute das Verkehrsmittel für alle Strecken bis 400 km Entfernung sei. Als Folge dieser programmatischen Erklärung sind bereits in einer Reihe von Städten Projekte zum Bau von Hubschrauber-Flughäfen, meist auf Dächern, angelauten. Offenbar hat man die hervorragenden Ergebnisse mit Arbeits-Hubschraubern im Spezialeinsatz auf den Verkehrs-Hubschrauber übertragen, ohne auf die verschiedenen technischen Voraussetzungen und Einsatzbedingungen genügend Rücksicht zu nehmen.

Für die Beurteilung des Hubschraubers muß zunächst festgestellt werden, daß für den Einsatz des Luftfahrzeuges drei Hauptgebiete zu unterscheiden sind:

1. Der Arbeits-Hubschrauber, das ist also ein Hubschrauber, der z. B. als Helfer im Not- und Rettungsdienst, zur Schädlingsbekämpfung, zur Groß-Aussaart, zur Kontrolle von Pipe-Linien in unwirtlichem Gelände, als fliegender Kran und für viele andere Spezialzwecke eingesetzt wird
2. Der Militär-Hubschrauber, der für Aufklärungs-, Rettungs- und verschiedene militärische Spezialaufgaben eingesetzt wird.
3. Der Verkehrs-Hubschrauber, der auf Kurzstrecken des Luftverkehrs zur Personen-, Fracht- und Postbeförderung verwendet werden soll.

Zweifelloos hat der Hubschrauber bereits seine Verwendbarkeit als Arbeits- und Militär-Hubschrauber in hervorragender Weise bewiesen. Auf diese beiden Verwendungsgebiete wird im folgenden nicht eingegangen, weil für den öffentlichen Verkehrseinsatz eine ganze Reihe zusätzlicher Forderungen erhoben werden müssen, die für den Arbeits- und Militär-Hubschrauber nicht unbedingt notwendig sind. Beim Verkehrs-Hubschrauber sind z. B. die Sicherheitsanforderungen viel größer und die Herstellungs- und Betriebskosten sowie die Flugeigenschaften viel entscheidender. Daher erscheint es gefährlich, von den bedeutenden Ergebnissen des Hubschraubers im Spezialeinsatz auf gleich gute Bewährung im öffentlichen Verkehrseinsatz schon heute zu schließen, zumal bisher noch kein zweimotoriger Verkehrs-Hubschrauber fliegt. Ein Urteil kann man erst fällen, wenn man alle für den Verkehrseinsatz maßgebenden Faktoren untersucht hat. Im einzelnen sind dies:

1. die Flugeigenschaften,
2. der technische Entwicklungsstand,
3. die Herstellungs- und Betriebskosten,
4. die Anforderungen an Bodeneinrichtungen (Flughäfen),
5. die Fernerreichweite für den Verkehrshubschrauber-Einsatz.

Zu 1. Die Flugeigenschaften

Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Hubschrauber völlig andere Flugeigenschaften aufweist, als die bisher üblichen Starrflügelflugzeuge. Das beruht im wesentlichen darauf, daß beim Hubschrauber die Rotoren die tragende Fläche bilden und diese gleichzeitig der Geschwindigkeitserzeugung und der Höhenbewegung dienen. Durch laufende Verstellung der Rotorblätter bei jeder Um-

drehung — periodische oder zyklische Blattsteigungsänderung — mittels des Steuerknüppels wird die Lage der Rotordrehenebene im Raum verändert und damit auch die Flugrichtung bestimmt. Der Hubschrauber ist dadurch in der Lage, Schwebeflug, Steig- und Sinkflug, Vorwärts-, Rückwärts- und Seitwärtsflugbewegungen durchzuführen.

Auf eine Tatsache muß jedoch besonders hingewiesen werden. Die heute zum Einsatz gelangenden Hubschrauber können einen wirklichen Vertikalflug — also 90° zur Erdoberfläche — über längere Zeit nicht durchführen. Die max. Steigfähigkeit in m/sec., wie sie als Leistungsangabe von den Hubschrauber-Firmen heute mit 6-8 m/sec. angegeben wird, erreicht der Hubschrauber im allgemeinen bei 0,3 der max. Vorwärtsgeschwindigkeit (Angaben Prof. Focke), also z. B. bei rd. 60-70 km/h. Der Steigwinkel beträgt bei dieser Geschwindigkeit rund 30°. Bei kleinerer Vorwärtsgeschwindigkeit ist die seitliche Beanspruchung der Rotorblätter, die sich wie beim Drachenflugzeug in einer Steigbewegung auswirkt, kleiner. Diese Tatsache zwingt bei der Auswahl der Start- und Landefläche für Hubschrauber bestimmte Bauschutzbereiche einzuplanen. Darüber wird später im einzelnen gesprochen werden. Eine Photographie des Start- und Landevorganges eines im planmäßigen Posteingang eingesetzten Hubschraubers zeigt die Flugkurven sehr klar. Die Aufnahme wurde bei Nacht mit beleuchteter Kabine des Hubschraubers gemacht. (Bild 1)

Für den Verkehrseinsatz sind einige der besonderen Flugeigenschaften des Hubschraubers, so z. B. der Seitwärts- und Rückwärtsflug nicht unbedingt erforderlich. Dagegen werden eine Reihe von Anforderungen an den Hubschrauber im Verkehrseinsatz zusätzlich gestellt werden.

Die Blattsteigungs- und die Motorleistungsverstellung, der Ausgleich des durch den Rotor erzeugten Drehmoments der Zelle um die Rotorachse und andere Steuerungsprobleme, insbesondere solche, die bei Motorausfall auftreten, stehen im Mittelpunkt des technischen Interesses. Das Problem des Rotorfluges hat die Menschen schon frühzeitig beschäftigt. Schon vor vielen Hunderten von Jahren hat z. B. Leonardo da Vinci die Möglichkeiten des Rotors für den Steigflug erkannt und konstruktiv auswerten wollen (1483). Im 18. und 19. Jahrhundert haben insbesondere Franzosen und Engländer sich an Modellen von Hubschraubern erprobt. 1907 gelang es Paul Cornu als erstem, mit einem 24-PS-Motor und zwei je 6 m großen gegenläufigen Rotoren sich selbst und zwei Personen auf eine Höhe von 1,5 m über dem Erdboden zu erheben und dort im Schwebeflug über eine Minute zu verbleiben.

1910 machte Igor Sikorsky in Kiew erfolgreiche Versuche. Die Entwicklung ging aber sehr langsam vor sich. Erst als Professor Focke 1937 mit der FW 61 einen Flug von Bremen nach Berlin durchführte, war der erste entscheidende Schritt für die Verwendung des Hubschraubers im praktischen Einsatz erreicht.

Zehn Jahre später erhielt am 2. 6. 1947 die Los Angeles Airways die Genehmigung von CAB¹⁾, die erste Hubschrauber-Poststrecke der Welt in Betrieb zu nehmen. Die offizielle Lufttüchtigkeitsbescheinigung für verkehrsmäßige Personenbeförderung erhielt 1949 als erster Hubschrauber das amerikanische Muster „Bell 47“²⁾. Es handelt sich dabei um einen einmotorigen, einrotorigen Hubschrauber für drei Personen. Das Fluggewicht beträgt nur 1000 kg.

Die großen Entwicklungsintervalle zeigen, daß es sich bei dem Hubschrauber um eine Konstruktion handelt, die noch voll in der Entwicklung ist. Die entscheidenden Fortschritte gelangen erst in den letzten 15 Jahren. Noch sind die Flugeigenschaften unbefriedigend, da der Hubschrauber weitgehend instabil ist. Die dauernde Kontrolle aller Flugzustände, das Vorausdenken-Müssen bei jeder Steuerbewegung auf ihre mögliche Wirkung gerade in diesem Augenblick der Blattstellung, der Lage der Rotorebene zum Rumpf, die Berücksichtigung der

¹⁾ CAB — Civil Aeronautics Board, Washington, USA.
²⁾ Bell 47 — Hubschrauber der Firma: Bell Aircraft Corp. Buffalo (N. Y.).

Außeneinflüsse wie z. B. Böen, die sich in starkem Maße in vertikaler Bewegung auswirken, erschweren den Flug und führen zu einer schnellen Ermüdung des Flugzeugführers. Besonders der Vorwärtsflug erfordert Aufmerksamkeit. Bei erhöhter Geschwindigkeit nimmt die Notwendigkeit der ständigen Kontrolle durch den Flugzeugführer zu, dies ganz im Gegensatz zum Flug mit Starrflügeln.³⁾ (Bei den deutschen Mustern Flettner Fl 282, Focke 61 und Focke 223 war dagegen die Stabilität im Vorwärtsflug wesentlich besser als im Schwebeflug- oder Langsamflug). Bei rauhem Wetter und im Instrumentenflug kann dies zum Verlust der Steuerfähigkeit führen. Aus diesen Gründen begann man schon frühzeitig, eine automatische Steuerung für Hubschrauber zu fordern. Die Sperry Gyroskope Co. hat nach langen Versuchen vor wenigen Monaten eine automatische Steuerung (A—12 Gyropilot) herausgebracht. Damit wurde der zweite entscheidende Schritt nach der Konstruktion von Professor Focke im Jahre 1937 in der Hubschrauber-Entwicklung getan. Jetzt ist es für den Flugzeugführer möglich, während des Fluges auch andere Aufgaben zu erledigen und längere Flüge auch ohne Erdsicht durchzuführen. Versuchsdiagramme beweisen, daß besonders die starken Schwankungen in der Höhenlage (Horizontalachse) bei Handsteuerung durch die Automatik fast völlig vermieden werden. Die Reaktionszeiten liegen bei einem Bruchteil von Sekunden, während bei Handsteuerung oft erst nach 5—6 Sekunden der alte Flugzustand wieder erreicht wird. Drehungen um die Längsachse und um die Vertikalachse treten beim Hubschrauber nicht so stark in Erscheinung. Sie werden von der Automatik leicht ausgeglichen. Mit dieser Steuerung ist es nach Angaben der Sperry Gyroskope Co. und der Fa. Piasecki möglich, ruhiger zu fliegen, dazu bei jedem Wetter und ohne Ermüdung des Flugzeugführers.⁴⁾

Der Aufwand ist zur Zeit noch sehr hoch (7000 \$), jedoch hofft man, durch den Serienbau bald zu erträglichen Herstellungskosten zu kommen.

Das amerikanische CAA hat für den Bereich der Zivilluftfahrt bereits einige Flug-Richtlinien bekanntgegeben⁵⁾. Jeder Hubschrauber hat ein Höhen-Geschwindigkeitsdiagramm, welches die Mindest-Sicherheitshöhen für jede Vorwärtsgeschwindigkeit angibt; dies ist vorzulegen. Eine Mindestschwebhöhe bei klarer Sicht — unabhängig von den Luftkissen — von 1250 m wird bei max. Fluggewicht gefordert. Autorotationslandungen müssen unter verschiedenen Außenbedingungen vorgeführt werden. Die Stabilität des Hubschraubers sollte nach Ansicht von CAA mindestens so gut wie die eines Starrflügelflugzeuges sein. Bei Reisegeschwindigkeit sollte sie für Schlechtwetterbedingungen ausreichen. CAA — Civil Aviation Administration — wird sich voraussichtlich nicht damit zufrieden geben können, daß diese Bedingungen nur mit automatischer Steuerung erfüllt werden.

Eine Verbesserung der Flugeigenschaften des Hubschraubers ohne Automatik kann wahrscheinlich nur auf dem Wege des Verbund-Flugzeuges (convertible Aeroplane) erreicht werden. Bei diesen Flugzeugen soll die Vorwärtsgeschwindigkeit mittels Luftschrauben oder Düsentriebwerken erzeugt werden, während für die Vertikalbewegung ein oder mehrere Rotoren vorhanden sind. Bei diesen Flugzeugen muß jedoch ein kleiner Flügel für die Stabilität in bestimmten Bereichen sorgen. Damit sollen die Eigenschaften des Starrflüglers mit den Besonderheiten des Hubschraubers verbunden werden⁶⁾. Die Steuerungsprobleme bei Ausfall eines Motors und beim Flug mit Autorotation sind noch teilweise unge-

³⁾ Quelle: Helicopter Design (Aero Digest, Februar 1951).

⁴⁾ Donald N. Meyers, Edward G. Vanderlip: Helicopter Stability via Automatic Control (Aero Digest, Juni 1951).

⁵⁾ G. De Vore, CAA: Policies, Flight Test Procedures and Civil Air Regulations for Helicopter (Lecture given during 7th Annual Forum of CHS in Washington, April 1951).

⁶⁾ Dr. Alexander Klumt, President of the American Helicopter Society: The Helicopter Forum, 5. Jahresversammlung der AHS in New York 1949; Aero Digest, Juni 1949.

löst. Im ganzen muß festgestellt werden, daß noch eine Großzahl von fliegerischen und Steuerungsfragen, besonders für den planmäßigen Verkehrseinsatz des Hubschraubers, offenbleiben.

Zu 2. Der technische Entwicklungsstand

Bevor man die Hubschraubermuster auf ihren technischen Entwicklungsstand untersucht, muß man sich über die Aufgaben klar werden, die durch dieses Fluggerät gelöst werden sollen. Der Verkehrshubschrauber soll den Luftverkehr in das Zentrum der Städte hineinbringen und Direktverkehr von Stadt zu Stadt ermöglichen. Es gilt also, einen Hubschrauber dem Luftverkehr zur Verfügung zu stellen, der allen Sicherheitsforderungen gegenüber der Öffentlichkeit, also insbesondere der unbeteiligten Stadtbevölkerung gerecht wird. Wir sind der Auffassung, daß nur ein mehrmotoriger Hubschrauber, der auch bei Ausfall eines Motors noch schwebefähig gehalten werden kann, diese Forderung erfüllt. (Vgl. auch den Bericht des Hubschrauber-Ausschusses des MCA Ministry of Civil Aviation, der Anfang d. J. veröffentlicht wurde⁷⁾. Es ist etwas grundlegend anderes, ob ein einmotoriges Flugzeug in Sicherheitshöhe eine Stadt überfliegt oder ob ein Hubschrauber planmäßig im Zentrum einer Stadt starten und landen muß, und damit zwangsläufig seine Mindestsicherheitshöhe laufend unterliegt. Die Aufsichtsbehörden in den USA und auch in England haben den gleichen Standpunkt eingenommen und alle Anträge auf Genehmigung von planmäßigen Personenflügen über geschlossener Bebauung mit den bisher vorhandenen einmotorigen Hubschraubern abgelehnt.

Welche Hubschrauber-Muster stehen zur Zeit nun für den öffentlichen Personenverkehr zur Verfügung und auf welche Konstruktion stützen sich die Befürworter eines baldigen Hubschraubereinsatzes in Deutschland?

Eine sachliche Untersuchung ergibt, daß zur Zeit noch kein zweimotoriger Hubschrauber serienreif ist und daß ein Verkehrshubschrauber überhaupt noch nicht geflogen ist. Die zweirotorige Anordnung, wie sie bereits bei Focke-Achgelis, Piasecki⁸⁾, neuerdings auch bei Bell, verwendet wird, wurde in allen Fällen durch einen Motor im Rumpf angetrieben⁹⁾. Mit der Konstruktion des britischen Bristol 173¹⁰⁾ ist erstmalig die zweimotorige Ausführung für Zivilzwecke versucht worden¹¹⁾. Das Muster befindet sich im Bau. Man rechnet noch in diesem Jahr mit dem Erstflug.

Nicht verkannt werden darf, daß eine Reihe von schwierigen technischen Problemen, besonders der Kraftübertragungen bei Ausfall eines Motors, der Synchronisierung des vorderen und hinteren gegenläufigen Rotors zu lösen sind. Statische Fragen besonderer Art treten bei der Lastübertragung von den fast 13 m auseinanderliegenden Rotorachsen auf den Rumpf auf (Knickmoment). Die Leistungen dieses Musters, das mit rund 5 500 kg erst die Hälfte des Fluggewichtes einer Douglas DC-3 erreicht, sind in der angefügten Tabelle I mit den Daten der US-Projekte von Howard Hughes¹²⁾ H-205 und Froesch¹³⁾ EAL verglichen. Für die letzteren beiden Projekte fehlen genauere Angaben; trotzdem ist zu erkennen, daß die von Bristol gewählte Größe von 10—15 Fluggästen nur eine Zwischenlösung darstellt. Allgemein glaubt man, daß der Verkehrshubschrauber für 25—30 Fluggäste eingerichtet werden sollte. In den USA soll außer den genannten Mustern noch bei Piasecki ein zweimotoriger zweirotoriger PV-15

⁷⁾ E. N. B. Bentley: Die Zukunft des Hubschraubers (The Shipping World, 13. 6. 1951).

⁸⁾ Piasecki — Helicopter, Corp. USA, einer der bedeutendsten Hubschrauberfabrikanten, hauptsächlich für militärische Zwecke.

⁹⁾ Dr. Alexander Klemin: A Paradox in the Helicopter Field (Aero Digest, April 1950).

¹⁰⁾ Bristol Aeroplane Co. Ltd. Filton, Bristol.

¹¹⁾ Britain's First Twin-engine Helicopter (Acroplane, 10. 3. 1951).

¹²⁾ Howard Hughes — Hauptinhaber der TWA (Trans World Airway), der Hughes Aircraft Co. Flugzeugproduzent, Rekordflieger.

¹³⁾ Charles Froesch — seit Jahren Cheffing, der Eastern Airlines (EAL), USA.

vorbereitet werden. Es wäre erwünscht, wenn diese erfahrene Hubschrauberfirma sich an der Lösung der schwierigen technischen Probleme des zweimotorigen Verkehrshubschraubers beteiligt.

In England wird an der Weiterentwicklung des Cierva¹⁴⁾ „Airhorse“ mit 2 Motoren und 3 Rotoren für 30—36 Fluggäste gearbeitet (W 11 T). Die Vorentwicklung bei Cierva war zunächst sehr günstig beurteilt worden, bis das Versuchsmuster durch Totalbruch verloren ging. Ähnliches Pech hatte die Entwicklung von Fairey¹⁵⁾ „Gyrodyne“, ein Verbundflugzeug mit 2 Luftschaubenturbinen in Projektbearbeitung. Mit diesem Muster soll eine Reisegeschwindigkeit von 220 km/h erreicht und sollen 23 Fluggäste befördert werden.

Aus diesen wenigen Angaben ist ersichtlich, daß die Entwicklungsgrundlage des Verkehrshubschraubers denkbar klein ist. Es fehlen gleichwertige Muster, die sich gegenseitig befruchten. Im ganzen befindet man sich noch im Zeitpunkt der schrittweisen Lösung konstruktiver Probleme. Nach Sammlung und Auswertung der Erfahrungen bei den Flugversuchen mit dem Bristol 173 wird man frühestens im nächsten Jahr wissen, ob der eingeschlagene Weg der Tandem-Anordnung der Rotoren und Motoren, richtig war oder ob auf co-axiale Leistungsführung Wert gelegt werden soll. Die Versuche mit Düsenantrieb in den USA bei Hiller, Mc Donnell und anderen, sowie in Frankreich bei der S.N.C.A.S.O. werden ggf. die gesamte Hubschrauberentwicklung in neue Bahnen lenken. Der Antrieb durch Düsen in den verschiedensten Formen erscheint bei Hubschraubern besonders lohnend, da sich ein Großteil der schwierigen Kraftübertragungsprobleme damit wesentlich leichter lösen läßt.

Außerdem ergeben sich günstige Kombinationsmöglichkeiten für Vorwärts- und Vertikalflug. Auf der 7. Jahresversammlung der American Helicopter Society in Washington im April 1951 hat Paul Morain über vergleichende Untersuchungen von Hubschraubern mit Kolbentriebwerken und Düsenantrieb berichtet¹⁶⁾. Danach beträgt bei Hubschraubern

- durchschnittlich das installierte Gewicht eines Kolbenriebwerks das 2,5fache eines Düsenriebwerks,
- das spezifische installierte Gewicht fällt bei steigender Leistung bei Düsenantrieb stärker als bei Kolbenriebwerken,
- der spezifische Brennstoffverbrauch fällt bei den Düsenriebwerken bei größer werdender Leistung in weit stärkerem Maße als bei Kolbenriebwerken; trotzdem beträgt im günstigsten Fall der Verbrauch des Düsenriebwerks noch das rund 1,65fache des Kolbenriebwerks.

Auf Grund dieser Zahlenverhältnisse ist es möglich, das spezifische Leistungsgewicht von Triebwerk und Betriebsstoff in Abhängigkeit von der Reichweite zu zeigen. Die graphische Darstellung 2 beweist, daß die Düsenriebwerke bei einer bestimmten Reichweite und einer angenehmen Reisegeschwindigkeit von 205 km/h in 1600 m Höhe ein niedrigeres spezifisches Leistungsgewicht von Triebwerk und Betriebsstoff haben, als ein Hubschrauber mit Kolbenriebwerk. Bei einer Reichweite von 250 km und 1600 PS Triebwerksleistung beträgt z. B. die Gewichts Differenz zwischen Kolben- und Düsenantrieb 640 kg, die bei Verwendung eines Düsenriebwerks in Form von vergrößerter Nutzlast zur Verfügung steht. Aus der Darstellung 2 ist außerdem zu ersehen, daß bei einem 400 PS starken Triebwerk bis 1340 km Reichweite der Hubschrauber mit Düsenantrieb im Vorteil ist. Bei einer Antriebsleistung von 1600 PS würde der Hubschrauber mit Düsenantrieb bis 1020 km Reichweite günstiger Ergebnisse zeigen.

Die technische Entwicklung des Hubschraubers ist noch vollständig im Fluß. Eine Vorausschau ist im Gegensatz zum Starrflügelflugzeug noch nicht möglich.

¹⁴⁾ J. de la Cierva — spanischer Ingenieur, baute als erster einen Tragschrauber „Autogiro“.

¹⁵⁾ Fairey Aviation Co. Ltd., Hayes, Middx, Great Britain.

¹⁶⁾ Paul Morain SNCASO: The Adaption of Jets to Aircraft (Lecture given during 7th Annual Forum of CHS in Washington, April 1951).

Insbesondere kann noch nicht übersehen werden, ob die Verbundflugzeuge bereits in nächster Zeit eine Bedeutung für zivile Zwecke gewinnen. Wirklich brauchbare Verkehrshubschrauber für 25—30 Fluggäste dürften nicht vor 1958 bis 1960 verfügbar sein.

Zu 3. Die Herstellungs- und Betriebskosten

Die Wirtschaftlichkeit eines Flugzeuges hängt zu einem wesentlichen Teil von dem Herstellungspreis und den direkten Betriebskosten ab. Über die tatsächliche Höhe beider Werte haben verschiedene Fachleute auf der 7. Jahresversammlung der American Helicopter Society in Washington im April 1951 Angaben gemacht. Wenn man diese Zahlen mit den durchschnittlichen Werten für Verkehrsflugzeuge der bisher üblichen Starrflügelbauart vergleicht, so ist folgendes festzustellen:

- a) Der Herstellungspreis des Starrflüglers ist im letzten Jahrzehnt mit Vergrößerung der Zellen, Erhöhung des Komforts und der Vervollkommnung der Bordgeräte-Ausrüstung gestiegen. Während z. B. bei der zweimotorigen Douglas DC-3 (21 Sitzplätze) der Verkaufspreis vor dem Kriege je kg Fluggewicht etwa 20,5 Dollar betrug, ist er bei dem Boeing-Stratocruiser (54—60 Sitzplätze) auf 28 Dollar je kg Fluggewicht gestiegen. Von den Hubschraubermodellen sind bisher in ziviler Ausführung für Personenbeförderung ganz wenige Exemplare hergestellt worden. In der Abbildung 3 „geschätzte Baukosten je kg Nutzlast in Abhängigkeit von der Größe der Nutzlast“ ist ein Überblick über die mögliche Entwicklung der Hubschrauber-Herstellungskosten in 1motoriger und 2motoriger Bauart gegeben.
- Durch den Bezug der Baukosten auf die ausnutzbare Nutzlast des Hubschraubermodells wird ein wirtschaftlicher Güterwert der Konstruktion mit berücksichtigt. Aus der Abbildung (3) ist ersichtlich, daß die einmotorigen Hubschrauber im günstigsten Fall einen um 15% höheren Herstellungspreis je kg Nutzlast gegenüber der DC-3 erreichen. Es ist dies der Sikorsky-Hubschrauber¹⁷⁾ S-55 für 8 bis 10 Fluggäste bei Fertigung in Großserie.
- Bei den zweimotorigen Hubschraubern werden die Herstellungskosten für den Bristol 173 und das Froesch-Projekt auf rund 170 Doll./kg Nutzlast gegenüber 107 Doll./kg Nutzlast der DC-3 bei Serienfertigung geschätzt. Dies sind noch fast 60% höhere Kosten für die Herstellung der Verkehrshubschrauber. Der Vergleich mit der DC-3 erscheint angebracht, da dieses Flugzeug etwa der Größenordnung und dem Komfort eines kommenden Verkehrshubschraubers entspricht.¹⁸⁾ Es ist anzunehmen, daß die Herstellungskosten mit der Fertigung in größeren Serien und der weiteren technischen Entwicklung, insbesondere der Vereinfachung der Hubschrauber dem normalen Flugzeug hinsichtlich der Herstellungskosten unterlegen. In welchem Umfang durch den Einbau von Düsenantrieb an den Rotorblättern eine Verringerung der Baukosten eintreten wird, ist noch nicht zu übersehen.
- b) Die direkten Betriebskosten der Hubschrauber, bezogen auf die Beförderungsleistung (tkm), sind zur Zeit noch erheblich höher als die von gleich großen Starrflügel-Flugzeugen. Nach Angaben von Mr. R. K. Waldo von der US/CAA¹⁹⁾ betragen die Betriebskosten der bisherigen neuesten einmotorigen Hubschrauber etwa das Vierfache je tkm verglichen mit denen einer DC-3.
- Aus Bild 4 „geschätzte Betriebskosten in Abhängigkeit von der Beförderungsleistung je Flugstunde“ sind die Kostenverhältnisse im einzelnen fest-

¹⁷⁾ Sikorsky Aircraft Division of United Aircraft Corp., USA.

¹⁸⁾ Charles Froesch, EAL: Go ahead with Air Transportation (April 1950).

¹⁹⁾ Richard K. Waldo, CAA: Economic Prospects for Large Transport Helicopter (Lecture given during 7th Annual Forum of CHS in Washington, April 1951).

sichtlich. Bei dem Serien-Hubschrauber A handelt es sich offenbar um das Muster Bell 48 A. Bei Serienmuster B um das Muster Sikorsky S-55, während das Serienmuster C wahrscheinlich das Flugzeug Piasecki HRP-2 darstellt.

Das Hubschrauber-Projekt A liegt etwa in der Größenordnung des Froesch-Vorschlages mit rund 2600 kg Nutzlast bei 180 km/h Reisegeschwindigkeit. Das Projekt B müßte bei gleicher Reisegeschwindigkeit eine Nutzlast von 3750 kg haben. Ein entsprechendes Flugzeugmuster ist nicht bekannt. Alle Werte sind nach ATA-Formel²⁰⁾ errechnet, und zwar für eine Streckenlänge von rund 100 km und der sehr hohen jährlichen Ausnutzung von 2750 Flugstunden. Zur Zeit erreicht die Los Angeles Airways im Tag- und Nachtflugdienst als Gesellschaft mit den größten praktischen Erfahrungen im Hubschrauberbetrieb rund 1300 Flugstunden je Jahr und je Flugzeug.²¹⁾ Daraus ist ersichtlich, wie optimistisch die geschätzten Betriebskosten von CAA berechnet worden sind. Trotzdem muß festgestellt werden, daß im günstigsten Fall die direkten Betriebskosten noch doppelt so hoch sind als die durchschnittlichen Betriebskosten im US-Kurzstreckenverkehr im Jahre 1950. Es erscheint jedoch möglich, daß in Zukunft bei größeren Serien und bei größeren Einheiten mit etwa 25 bis 30 Fluggästen die Betriebskosten eines Hubschraubers je tkm nur noch 50% höher sind als die eines entsprechenden Starrflügel-Flugzeuges.²²⁾

Wenn man die indirekten Betriebskosten, u. a. auch die Bodengebühren ebenfalls berücksichtigt, könnten im günstigsten Falle die Gesamtbetriebskosten eines Hubschraubers in 10 bis 20 Jahren so gesenkt werden, daß sie nur noch 25% höher sind als die eines Starrflügel-Flugzeuges.

Nach diesen Angaben maßgeblicher Fachleute ist also nicht zu erwarten, daß der Hubschrauber ähnlich günstige wirtschaftliche Ergebnisse aufweisen kann, wie ein Starrflügel-Flugzeug. Seine Vorteile liegen auf anderem Gebiet.

Zu 4. Die Anforderungen an Bodeneinrichtungen (Flughäfen)

Auf dem Internationalen Kongreß für die rechtlichen Grundlagen des Vertikalfluges in Mailand im April 1951 hat Präsident a. D. Dr. Wegerdt u. a. in einem Vortrag gesagt: „Ein freies Landungs- und Abflugsrecht für Hubschrauber ist nicht vertretbar, weder auf Straßen und Plätzen des öffentlichen Verkehrs, noch außerhalb derselben. Von diesem Flugplatzzwang kann nach der geltenden Rechtslage auch der Hubschrauber nur bei Vorliegen eines Notstandes abweichen. Jeder dem allgemeinen Verkehr dienende Flughafen ist gleichzeitig ein Hubschrauber-Flughafen (Heliport).“

Wie muß nun ein Hubschrauber-Flughafen aussehen? Die Größe der Start- und Landefläche ist abhängig von dem zum Einsatz kommenden Hubschrauber-Muster. Die für den planmäßigen Verkehrseinsatz in Frage kommenden zweimotorigen Muster werden eine Gesamtlänge von 35 bis 40 m haben. Nach den neuesten Berechnungen ist mindestens mit einer Start- und Landefläche von 80×80 m zu rechnen. Die Ausdehnung der Start- und Landefläche hängt außer von der Größe der eingesetzten Hubschrauber entscheidend davon ab, in welcher Form der Start- und Landevorgang sich abspielt (Abb. 5).

1. Start und Landung von Hubschraubern erfolgen im allgemeinen in zwei Abschnitten,

²⁰⁾ ATA — Air Transport Association of America.

²¹⁾ Clarence M. Bellin: Los Angeles Airways (Lecture given during 7th Annual Forum of CHS in Washington, April 1951).

²²⁾ Clarence M. Bellin: Helicopter operating Costs dropping sharply (American Aviation, 14. 5. 1951).

- a) dem Abheben aus dem Stillstand und dem Übergang in den Schwebeflug (unter Schwebeflug versteht man den Zustand des Schwebens ohne horizontale oder vertikale Veränderung), und
 - b) dem Vorwärtsflug aus dem Schwebeflug heraus, bei dem der Auftrieb mit dem Grad der Vorwärtsgeschwindigkeit wächst (Translationsflug).
2. Beim Schweben an Ort und Stelle in ruhiger Luft verursacht jeder waagerechte Windstoß auf den Rotor bei einrotorigen Hubschraubern eine Aufwärtsbewegung, bei zweirotoriger Anordnung nebeneinander ein Rollmoment.
 3. Unter besonderen örtlichen und atmosphärischen Bedingungen kann ein senkrechter Abflug oder Schwebeflug undurchführbar sein; dann hilft nur ein Anlaufstart.
 4. Bei Beginn des eigentlichen Landeflugs soll die Fluggeschwindigkeit etwa 65 bis 70 km/h betragen. Der Anflug selbst erfolgt am besten unter 30° bis etwa 1 m über dem Ansatzpunkt; dann beginnt der vertikale Sinkflug, bis die Räder den Boden berühren.

Hieraus ist zu entnehmen, daß der Hubschrauber sich normalerweise nicht senkrecht nach oben — wie ein Fahrstuhl — bewegt, sondern nach dem Abheben, aus dem Schwebeflug in den Steigflug übergeht. Es wird dabei angenommen, daß der Hubschrauber zunächst mit einem Steigwinkel von 20° fliegt, um bei erhöhter Fahrt, etwa 65 bis 70 km/h Vorwärtsgeschwindigkeit, einen Steigwinkel von 30° zu erreichen. Bei Schönwetterflug wird dann die Steigung in einer großen Spiralbewegung bis zur Erreichung der normalen Flughöhe fortgesetzt, wenn die umgebende Bebauung oder sonstige Gründe dies erfordern. Dann beginnt der Horizontalflug (200 oder 300 m).

Damit wird die Frage der den Hubschrauber-Flughafen umgebenden Bebauung angeschnitten. Da die Hubschrauber mit Schräganflug bzw. Steigflug unter bestimmten Winkeln rechnen müssen, unterscheidet sich ein „Hubschrauber-Flughafen“²³⁾ von den bisher üblichen Verkehrsflughäfen nur durch folgende Tatsachen:

1. Gegenüber den 1500 und 2500 m langen Start- und Landebahnen der Kontinental- oder Weltflughäfen braucht der Hubschrauber-Flughafen nur einen Bruchteil der Fläche für Start und Landung.
2. Der Steig- bzw. Landewinkel bei Hubschraubern beträgt ein Vielfaches gegenüber denen eines Starrflügelflugzeuges.
3. Auf Bauschutzbereiche kann auch bei Hubschrauber-Flughäfen nicht verzichtet werden. Jedoch können die Neigungswinkel der Anflugbereiche voraussichtlich zwischen 1:5 bis 1:2 gegenüber 1:40 bis 1:20 für die Starrflügel liegen.
4. Durch die größere Instabilität und die geringere Vorwärtsgeschwindigkeit der Hubschrauber empfiehlt es sich, den Schlechtwetter-Anflugbereich in der Horizontalen mit einem genügenden Sicherheitsfaktor auszurüsten (Öffnungswinkel).

Bei Verwirklichung der Vorschläge unter 3 und 4 würden Gebäude in einer Entfernung von 100 m von der Außenkante des Start- und Landeplatzes bis zu einer Höhe von 30 m gestattet sein; in einer Entfernung von 200 m bis zu einer Höhe von 80 m. Bei Schlechtwetterflug müßten die Bedingungen weit schärfer gefaßt werden, da gleichzeitig mit der Gefahr gerechnet werden muß, daß ein Einmotorenflug nach Ausfall eines Motors durchgeführt werden muß. Es erscheint daher angebracht, einen Neigungswinkel für die Baubeschränkungen des Schlechtwetter-Anflugbereiches von 1:5 ab Außenkante der Start- und Landefläche zu wählen. Damit ist ein Sicherheitsabstand in der Höhe gegenüber dem von der CAA für Einmotorenflug angegebenen 20° Neigungswinkel gewähr-

²³⁾ Nach folgenden Untersuchungen wurden bereits in ähnlicher Form vom Verfasser in der Zeitschrift „Weltluftfahrt“, Bd. III, Heft 6, veröffentlicht.

leistet. Bei 100 m Entfernung von der Außenkante der Start- und Landefläche würden dann Gebäude bis zu einer Höhe von 20 m gestattet sein; bei 200 m Entfernung von 40 m Höhe und bei 500 m Entfernung von 100 m Höhe.

Über die Seitenstabilität der Verkehrs-Hubschrauber sind bisher keine festen Angaben verfügbar. Da aber jeder waagerechte Windstoß Anlaß zur Einleitung einer Vertikalbewegung gibt, ist anzunehmen, daß der Öffnungswinkel des Schlechtwetter-Anflugbereiches nicht größer zu sein braucht, als der für normale Flughäfen.

Um einen Überblick über die Größe für Hubschrauber-Flughäfen zu geben, wurde in der Abb. 6 auf einer Start- und Landefläche von 3000 qm (Hamburger Projekt) und einer solchen von 6400 qm (80×80) einige Hubschrauber in der Größe des zur Zeit im Bau befindlichen einzigen Verkehrs-Hubschraubers Bristol 173 maßstäblich eingezeichnet. Daraus ist zu ersehen, daß bei der möglichen Steigerung der Fluggewichte von Verkehrs-Hubschraubern auf 10—15 t (DC-3 Größe) entsprechend dem Froesch-Projekt mindestens diese Fläche von 6400 qm als reine Start- und Landefläche benötigt wird.

Für den planmäßigen Luftverkehr mit Hubschraubern muß neben der Start- und Landefläche eine Abstellfläche für Reservemaschinen, ferner eine Werkstatt zur Erledigung von Reparatur- und Wartungsarbeiten sowie eine Endabfertigung für die Fluggäste vorhanden sein. Diese Aufwendungen für einen Hubschrauber-Flughafen und die Notwendigkeit, eine hindernisfreie Umgebung entsprechend einem bestimmten Neigungswinkel zu sichern, wird bei der Frage, ob diese Flughäfen am Boden oder auf dem Dach genügend großer Gebäude errichtet werden sollen, von entscheidender Bedeutung sein. Im Zentrum unserer größeren Städte wird sich kaum eine genügend große Fläche mit der entsprechend niedrigen Umgebungsbebauung finden. Dies spricht trotz der schwierigen technischen Probleme, die bei einem Dach-Hubschrauber-Flughafen auftreten, für diese Anordnung.

Einige mögliche Formen solcher Hubschrauber-Flughäfen werden in den Abb. 4 bis 7 skizziert.

Der Vorschlag (Abb. 7 und 8) zeigt einen flachen Abfertigungsgrundbau, der die rechteckige Gesamtfläche von etwa 140×80 m in einen Abstellplatz sowie die Start- und Landefläche teilt. Neben den Abstellplätzen für vier bis fünf zwei-motorige Hubschrauber kann ein Nose-hangar mit etwa 30 m Frontlänge in einer Ecke des Abstellplatzes untergebracht werden — für Fracht- und Post-Abfertigung können entsprechende Vorrichtungen auf dieser Fläche durchgeführt werden. Die eigentliche Start- und Landefläche hätte dann unbehindert eine Größe von 80×80 m. Die Seitenansicht zeigt die etwa in Frage kommenden Bauhöhen. Auf dem flachen Abfertigungsgrundbau könnte der Kontrollturm in der Mitte oder exzentrisch zu der Abstellfläche hin aufgesetzt sein. Damit würde die geringste Behinderung beim Anflug auftreten. Unterflurtanks mit verschiedenen Pumpstellen sorgen für eine schnelle Betankung der Hubschrauber in unmittelbarer Nähe des Abfertigungs-Rundbaues. Die Tanklager befinden sich im Untergeschoß. Die Kreisform, die in der Abb. 9 gezeigt wird, hat den Vorteil, bei gleicher Fläche von 6400 qm einen Durchmesser von rund 90 m zu haben gegenüber der Seitenlänge des Quadrats von 80 m. Damit besteht eine zusätzliche Sicherheit bei Start und Landung. Außerdem sind auf der Kreisfläche besonders günstige Rollbedingungen von der Außenkante nach dem Mittelpunkt, sofern gleichzeitig noch andere Hubschrauber abgefertigt werden. Beim Schweben, Steig- oder Neigungsflug sind bessere Start- und Landebedingungen auf der Kreisfläche vorhanden (Lösung Ia). Die Abstellfläche befindet sich bei der Dachanordnung auf einem durch einen Straßenzug getrennten Dach. Der Übergang sollte mindestens die doppelte Breite der max. Breite des seitlichen Radabstandes haben (evtl. 20 m als Normalbreite festlegen). Der Schutz gegen seitliche Überrollung muß durch Schlingerkanten gesichert werden. Falls aus architektonischen Gründen

eine Kreisordnung für die Abstellflächen nicht in Frage kommt, könnte die entsprechende Lösung Ib in rechtwinkliger Ausführung geplant werden. Weitere Vorschläge sind unter IIa und IIb (Abb. 10) gezeigt. Für die eigentliche Start- und Landefläche wurde die quadratische Form gewählt. In den inneren Ecken sind die Fracht- und Postabfertigung (FA) und die Passagier-Abfertigung (PA) getrennt angeordnet. Dies wird erforderlich sein, wenn der Verkehr einen größeren Umfang angenommen hat bzw. Post- oder Frachthubschrauber getrennt von den Passagier-Hubschraubern abgefertigt werden. Bei der Fluggast-Abfertigung handelt es sich nur um eine Warthalle, da die eigentliche Abfertigung im Untergeschoß erledigt werden soll.

Auf der Abstellfläche, die wiederum über eine Brücke von der Start- und Landefläche erreicht wird, befinden sich Abstellplätze für etwa drei bis vier zweimotorige Hubschrauber sowie ein Nose-hangar für Wartungszwecke. Diese Abstellfläche kann entsprechend IIa in rechteckiger Ausführung oder entsprechend IIb halbkreisförmig gestaltet sein.

Diese wenigen Vorschläge sollen nur einige der verschiedenen Möglichkeiten andeuten. Es ist selbstverständlich, daß eine Unmenge von technischen Problemen bei dieser neuen Form von Flughäfen, besonders, wenn es sich um Dach-Hubschrauber-Flughäfen handelt, auftreten.

Einige dieser offenen Fragen sind:

1. Überprüfung des Vorschlages auf Bauschutzbegrenzung.
2. Kennzeichnung von Hubschrauber-Flughäfen bei Tag und bei Nacht.
3. Start- und Landeflächen-Beleuchtung bei Schlechtwetter.
4. Schlechtwetter-An- und Abflugverfahren und Anforderungen an die Geräte.
5. Standort der Flugsicherung (Kontrollturm). Die Entfernungsbegrenzung für den Verkehrshubschrauber-Einsatz.
6. Festigkeits-Anforderungen an die Start- und Landefläche.
7. Sicherung gegen Überrollen der Dachkante.
8. Sind Werkstätten nötig? Welche Größe?
9. Welche Leistungsfähigkeit und Abmessung müssen die Fahrstühle haben (Flugzeug-Ersatzteile, Triebwerke usw.)?
10. Welche Bodengeräte sind für technische und Abfertigungsarbeiten erforderlich? Wo können diese abgestellt werden?
11. Wo wird der Betriebsstoff gelagert? Unterflurtanks im Obergeschoß oder im Keller der Gebäude?

Nachdem nun die Flugeigenschaften, der technische Stand, die Herstellungs- und Betriebskosten des Hubschrauber sowie seine Anforderungen an die Bodeneinrichtungen (Flughäfen) erörtert worden sind, muß man fragen, für welche besonderen Verkehrsaufgaben sich dieser Aufwand rechtfertigt und welche Verkehrsaufgaben durch den Einsatz von Hubschraubern befriedigender gelöst werden können als bisher. Der große Vorteil des Hubschraubers für Verkehrseinsatz liegt in der Möglichkeit des steilen An- und Abflugs. Er ist damit in der Lage, einen Direktverkehr von Stadtzentrum zu Stadtzentrum ohne allzu große Start- und Landeflächen durchzuführen. Trotz seiner geringen Reisegeschwindigkeit kann durch das Fehlen der Zubringerzeiten die Gesamtreisezeit verkürzt werden. An einen Zubringerverkehr vom Stadtzentrum zum Flughafen wird heute nur noch gedacht, wenn die Zubringer-Entfernung mindestens 40 bis 50 km beträgt und die Zeitersparnis gegenüber den bodengebundenen Verkehrsmitteln so groß wird, daß die wesentlich höheren Betriebskosten aufgebracht werden können. Auf Grund des Bildes 11 „Blockgeschwindigkeit bei zwei normalen Verkehrsflugzeugen und einem projektierten Hubschrauber“ kann dies klar bewiesen werden, da bis zu einer Entfernung von 40 bis 50 km die Verlustzeiten durch Start, Steigen und wieder landen am Zielpunkt sich doch so erheblich auswirken, daß der Hubschrauber gegenüber den Bodenverkehrsmitteln nur eine begrenzte Zeitersparnis erreichen kann. Auf dem gleichen Bild ist zu erkennen,

daß die Verlustzeiten bei Normalflugzeugen für Rollen, Start und Steigen und umgekehrt für den Landevorgang so erheblich sind, daß erst bei 300 bis 350 km Streckenlänge eine Blockgeschwindigkeit erreicht werden kann, die nicht mehr allzu sehr unter der Normalreisegeschwindigkeit liegt. Ein Einsatz der Hubschrauber von Flughafen zu Flughafen, wie er zur Zeit in England — London Airport nach Northolt — durchgeführt wird, ist auf Grund der gezeigten Verhältnisse nur dann mit Zeitersparnis verbunden, wenn die Entfernung bei den heute üblichen Fluggeschwindigkeiten nicht größer als 50 bis 70 km ist. In diesem Bereich ist die Blockgeschwindigkeit des Hubschraubers größer als die von Normalflugzeugen.

Während durch die Gegenüberstellung der Blockgeschwindigkeit die untere Entfernungsgrenze, die beim Hubschraubereinsatz einen Zeitgewinn bringt, festgestellt werden konnte, wird im Bild 12 „Gesamtgeschwindigkeit bei Normalflugzeug und Hubschrauber“ die obere Entfernung für zeitersparenden Hubschraubereinsatz eindeutig abgegrenzt. Danach ist der Hubschrauber dem Normalflugzeug (Convair)²⁴⁾ bis zu einer Streckenentfernung von 320 km überlegen. Für größere Strecken kann keine Zeitersparnis erreicht werden. Aus beiden Darstellungen kann also entnommen werden, daß der Hubschrauber bei den heutigen Geschwindigkeitsverhältnissen nur für einen Einsatz auf Kurzstrecken zwischen 50 und 320 km in Frage kommt.

Zu der eingangs gestellten Frage, ob der Hubschrauber im heutigen Entwicklungsstand verkehrstauglich und vorteilhaft einzusetzen ist, muß festgestellt werden, daß dazu erst eine Reihe von technischen, flugeigenschaftenmäßigen, betriebswirtschaftlichen und bodenorganisatorischen Voraussetzungen geschaffen werden müssen. Es ist nicht zu erwarten, daß der Verkehrshubschrauber bereits in den nächsten Jahren so entwickelt werden kann, daß er mit wirtschaftlichem Erfolg für einen allgemeinen Verkehrseinsatz auf Kurz-Strecken in Frage kommt.

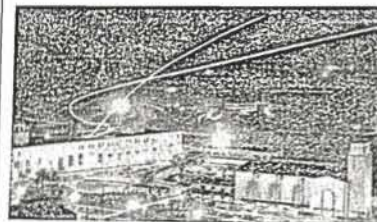
²⁴⁾ Consolidated-Vultee, Aircraft Corp., Forth Worth USA, hat durch seinen 2mot. Convair-Liner die Douglas DC-3 bei vielen amerik. und europäischen Luftverkehrsgesellschaften ersetzt.

Tabelle I

Zweimotorige Verkehrs-Hubschrauber

Land Hersteller - Bezeichnung	GB Bristol 173 (im Bau)	USA Hughes 205 (in Entwicklung)	USA Froesch P (Projekt)
Länge in m (gefaltete Blätter)	23,8		
Breite in m (gefaltete Blätter)	5,19		
Höhe in m	4,57		
Abstand zwischen Rotorachsen in m	12,4		
Rotordurchmesser in m	2×14,8	1×	2×
Bauart:	hintereinanderliegende Rotore gegenläufig		
Motoren (Zahl und PS)	2×550	2×	2×
Muster:	Alvis Leonides		
Besatzung/Gastzahl	2/13	5/70	3/25
Geschwindigkeiten in km/h, max.:	230		
Reise:	175	185	180
Rüstgewicht in kg	3 550		
Besatzung	154		
Brennstoff	500		
Öl	41 695		
Fluggäste	900		1 875 +
Fracht	195 +		} 940 + 2 815
Post	160 + 1 255		
Nutzlast		26 800 kg	14 400
Fluggewicht bei einer max. Reichweite in km	590		
Flächenbelastung (Rotor) in kg/qm	15,9		
Leistungsbelastung in kg/PS	5,0		
Nutzlastanteil in %	19,1		

Anmerkung: + == errechnet.



Fernaufnahme nach Orig. Photo Los Angeles Airw.

Bild 1: Hubschrauber Flugkurven im planmäss. Posteinsetz für Start und Landung.

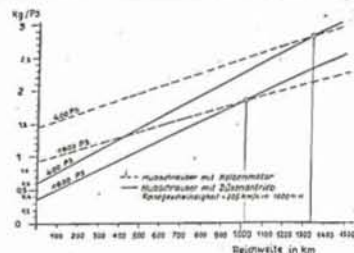


Bild 2: Spez. Leistungsgewicht von Triebwerk und Betriebsstoff in Abhängigkeit von der Reichweite (nach Paul Morain S.N.C.A.S.O.)

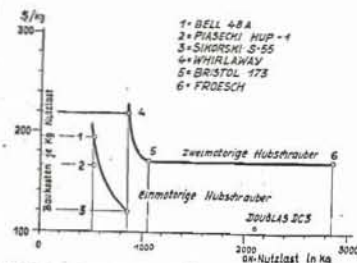


Bild 3: Geschätzte Baukosten je kg Nutzlast in Abhängigkeit von der Größe der Nutzlast

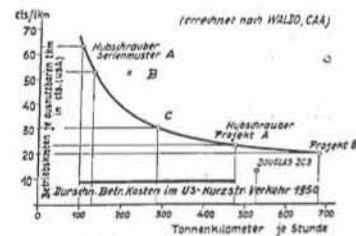


Bild 4: Gesch. Betriebskosten in Abhängigkeit von der Beförderungs-Leistung je Flugstunde

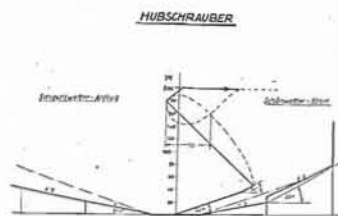


Bild 5: Flugweg-Skizze bei Schönwetterflug mit Vorschlag für Bauhöhenbegrenzung

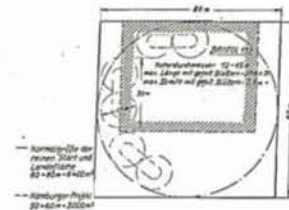


Bild 6: Form für Hubschrauber-Flughäfen

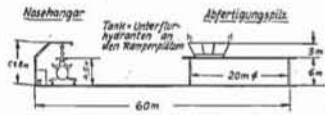


Bild 7: Ungef. Bauhöhe für Hubschrauber

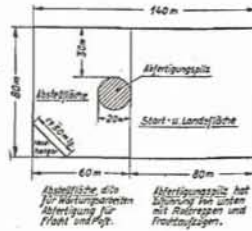


Bild 8: Start-, Lande- und Abstellfläche für Hubschrauber

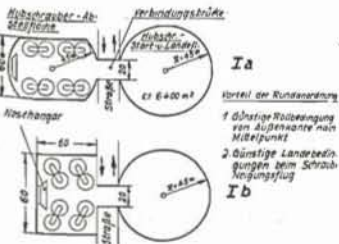


Bild 9: Formvorschlüsse für Hubschrauber-Flughäfen

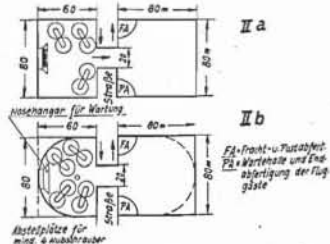


Bild 10: Formvorschlüsse für Hubschrauber-Flughäfen

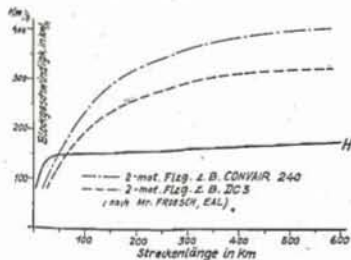


Bild 11: Blockgeschwindigkeit bei zwei Normal-Verkehrsflugzeugen und einem proj. Hubschrauber

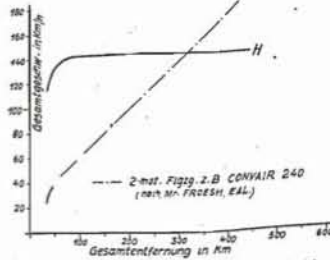


Bild 12: Gesamtgeschwindigkeit bei Normalflugzeug und Hubschrauber

Der Behälterverkehr im Rahmen einer modernen Verkehrsabwicklung

Von Abteilungs-Präsident Dr. Unverzagt, Stuttgart

(Vortrag vor dem Verkehrsausschuß des Bundesverbandes der Deutschen Industrie am 16. 11. 1951 in Stuttgart)

Im September 1951 nahm der Bundesverband der Deutschen Industrie in einer besonderen kleinen Denkschrift eine sehr klare und in seinen Schlußfolgerungen sehr mutige Stellung „Zur Verkehrskrise“ ein. Es ist nicht der Sinn dieser Darstellung, diese Denkschrift selbst hier eingehend zu erörtern. Andererseits greift sie einige Probleme heraus, die auch uns heute beschäftigen sollen. Der Bundesverband hat nämlich gerade bei der Erörterung des Wettbewerbs zwischen Kraftwagen und Schiene durchaus zutreffend herausgestellt, daß „von der Tarifseite allein sich das Problem nicht lösen läßt“. Die Denkschrift hat aber auch gleichzeitig gesagt, welche Ergänzungen tarifarische Maßnahmen haben müßten, indem sie betont, daß neben der sogenannten Angleichung der Startbedingungen „die beteiligten Verkehrsträger aber vor allem das ihre dazu tun müssen, um im Rahmen ihres Bereichs durch Erhöhung der Wirtschaftlichkeit die bestmöglichen Voraussetzungen zu schaffen.“

Bei diesen Möglichkeiten ist u. a. auf zwei Gebiete hingewiesen, deren Rationalisierung zu dieser angestrebten Verbesserung der Leistungen der Verkehrsträger führen kann:

- die Mechanisierung des Stückgutverkehrs,
- die Fortentwicklung des Behälterverkehrs.

Nicht nur vom Standpunkt der Deutschen Bundesbahn, sondern erst recht wegen des außerordentlichen, bisher nur noch nicht in vollem Umfange erkannten Wertes des Behälterproblems ist seine Betonung auch von dieser Seite außerordentlich erfreulich.

Die Tätigkeit der Verkehrsträger auf dem Gebiet des Behälterverkehrs, insbesondere aber der Deutschen Bundesbahn hat an sich schon eine beachtliche Resonanz gefunden. Der Schritt des Bundesverbandes bedeutet aber weiter einen außerordentlich erfreulichen Beitrag zur Aktivierung, zur Propaganda für den Behältergedanken selbst. Er verstärkt die Art von „Sympathiewelle“, die sich für das moderne Umschlaggerät, für das moderne Beförderungsmittel, eben den Behälter, gerade im Jahre 1951 durch die große „Internationale Behälterausstellung in Zürich“ bemerkbar gemacht hat. Nun ist es bekanntlich mit Versammlungen, Ausstellungen und Propagandaschriften nicht getan. Einer der wichtigsten Werte eines „Konzertes“ liegt ja bekanntlich auch nicht nur in der Aufführung, sondern im Nachklang.

Zunächst: Handelt es sich beim „Behälter“ um etwas Neues?

Entwicklung des Behältergedankens

England ist mit Berechtigung sehr stolz darauf, den Behälter zuerst bei sich eingesetzt zu haben. Es weist darauf hin, daß der abnehmbare Wagenkasten bei ihnen schon vor über 100 Jahren vorhanden war und damit den ersten Großbehälter eigentlich darstellt. Trotz dieses frühen Beginns bleibt festzustellen, daß die Gedanken, die wir mit dem Behälterverkehr verbinden, längst nicht so alt sind.