

Hubschrauber-Prinzip war bereits im Jahre 1493 von Leonardo da Vinci erkannt und beschrieben worden. Es wurde jedoch bis in das 20. Jahrhundert hinein an einer wesentlichen Voraussetzung: der Verfügbarkeit eines leistungsfähigen Motors. So verlief die Entwicklung bis in die 20er und 30er Jahre unseres Jahrhunderts eher be-

messig. Professor Focke in Deutschland entwickelte einen tatsächlich brauchbaren Hubschrauber, mit dem 1937 erste, zukunftsweisende Rekorde möglich waren. Seinen endgültigen Durchbruch verdankt der Hubschrauber seinem Erfinder Igor Sikorsky, dem Wegbereiter der Hubschrauber-Industrie in den USA.

Der Drehflügler noch in den 50er Jahren eher mißtraulich als mehr oder weniger unsichere »fliegende Kiste« betrachtet wurde, aus tausend beweglichen Teilen bestehend und jedes einzelne möglicherweise Ursache eines Fehlers, folgte eine geradezu atemberaubende Entwicklung. In kürzester Zeit hat sich der Hubschrauber weltumspannend, sich im zivilen wie militärischen Bereich bewährt und bei zahlreichen Aufgaben als unersetzbar erwiesen. Seine außerordentliche Verwendungsbreite und Sicherheit beweisen seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten: Rettungsaktionen über See oder im Gebirge, im Geschäfts-Reise-Flugverkehr, im Polizeidienst, als fliegende Feuerwehr, in der Agrarfliegerei, als »fliegender Kran« oder in der Panzerabwehr.

Die rasante Entwicklung dieses einzigartigen Fluggerätes zeichnet der Hubschrauberexperte Rolf Besser mit einer illustrierten Universalgeschichte des Hubschraubers von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart in allen Entwicklungsstufen und wesentlichen Stationen anschaulich und technisch fundiert nach.

Technik und Geschichte der Hubschrauber



3-7637-5873-9

Rolf Besser

Technik und Geschichte der Hubschrauber

Von Leonardo da Vinci bis zur Gegenwart



Bernard & Graefe Verlag

Der Autor

Rolf Besser. Geboren 1921 in Magdeburg. Nach Tätigkeit als Vertriebskaufmann in der Industrie übernahm er mit dem Aufbau der Vertriebsorganisation für den ersten deutschen Serienhubschrauber BO 105 bei Messerschmitt-Bölkow-Blohm im Unternehmensbereich Drehflügler die Öffentlichkeitsarbeit. Später wechselte er in den Unternehmensbereich Flugzeuge über. Als fachkundiger und versierter Publizist, insbesondere auf dem Gebiet der Hubschrauber, ist er über den engeren Fachkreis hinaus auch einem breiteren Publikum bekannt geworden.

Bücher über Hubschrauber

Kyrill von Gersdorff/Kurt Knobling

Hubschrauber und Traghubschrauber

Entwicklungsgeschichte der deutschen Drehflügler von den Anfängen bis zu den internationalen Gemeinschaftsentwicklungen

Reihe: Die deutsche Luftfahrt. Band 3

Hermann Neuber

Mayday, Mayday...

SAR-Hubschrauber im Rettungseinsatz auf See

Kurt Schütt

Heeresflieger

Truppengattung der dritten Dimension - Die Geschichte der Heeresfliegertruppe der Bundeswehr

Die außergewöhnliche Enzyklopädie

Flugzeug von A bis Z

Band 1: Aamsa Quail - Consolidated P2Y

Band 2: Consolidated PBY - Koolhoven FK55

Band 3: Koolhoven FK56 - Zmaj

Die umfassende Dokumentation aller zivilen und militärischen Flugzeuge und Hubschrauber der Welt von den Anfängen bis heute.

Aktuelle und historische Luftfahrtbücher

Ulf Balke

Der Luftkrieg in Europa

Die operativen Einsätze des Kampfgeschwaders 2 im Zweiten Weltkrieg

Roderich Cescotti

Kampfflugzeuge und Aufklärer

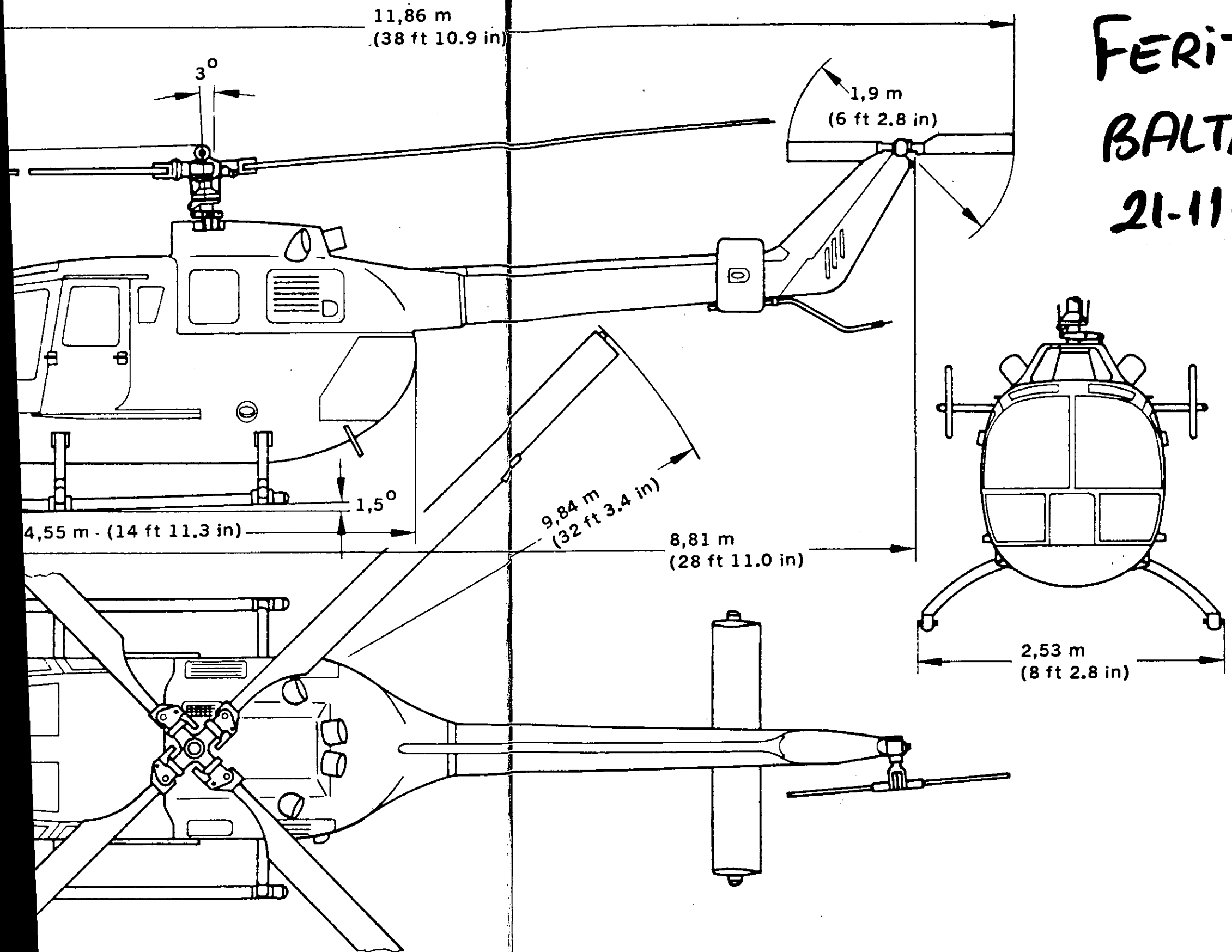
Entwicklung, Produktion, Einsatz und zeitgeschichtliche Rahmenbedingungen von 1935 bis heute

Reihe: Die deutsche Luftfahrt. Band 15

(Fortsetzung hintere Klappe)

Bernard & Graefe Verlag

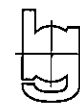
Karl-Mand-Straße 2 · D-5400 Koblenz



Rolf Besser

Technik und Geschichte der Hubschrauber

Von Leonardo da Vinci bis zur Gegenwart



Bernard & Graefe Verlag

2., durchgesehene und erweiterte Auflage/Sonderausgabe in 1 Band

© Bernard & Graefe Verlag, Koblenz 1990

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise,
nur mit Genehmigung des Verlages.

Herstellung und Layout: Walter Amann, München

Lithos: Repro GmbH, Ergolding/Landshut

Satz, Druck und Bindung: Echter Würzburg,

Fränkische Gesellschaftsdruckerei und Verlag GmbH

Printed in Germany

ISBN 3-7637-5877-1

Inhalt

Vorbemerkung	4
------------------------	---

Band 1

Inhalt	6
Vorwort	8
Die Vorgeschichte	9
1907 bis 1932: Vom ersten Abheben bis zum ersten praktisch verwendbaren Hubschrauber	34
1933 bis 1945: Hubschrauber-Entwicklung in Deutschland und ihre Resonanz im Ausland	66
»Mister Helicopter« tritt auf den Plan	85
Die erste Hubschrauber-Generation: Haupt- und Heckrotor setzen sich durch	89
Viele begannen mit coaxialen Konstruktionen	107
Flettners »Mixquirle« finden weiteres Interesse	112
Blattspitzenantrieb im Blickpunkt	116
Tandemhubschrauber finden ihre Gewichtsklasse	130
Anhang: Umrechnungsfaktor, Aerodynamische Begriffe, Abkürzungen, Zeittafel, Literaturverzeichnis, Bildnachweis, Personenregister	137

Band 2

Inhalt	4
Vorwort	7
Die zweite Hubschraubergeneration:	
Turbinen und militärische Belange bestimmen die Entwicklung	9
Militärische Aufträge: Trainer, OH und AH, AAH und UTTAS	40
Turbinen-Leichthubschrauber: Eroberung des zivilen Marktes und Typenbereinigung	80
Leichthubschrauber mit Kolbentriebwerken	111
Kipprotoren, Kippflügler und andere Zukunftsprojekte	125
Das Hubschrauber-Museum Bückeburg	138
Hubschrauber-Weltrekorde	143
Anhang: Umrechnungsfaktor, Aerodynamische Grundbegriffe, Abkürzungen, Herstellerverzeichnis, Typennamenverzeichnis, Literaturverzeichnis, Bildnachweis, Personenregister	146
Nachtrag: Hubschrauber für die 90er Jahre.	153

Vorbemerkung

Der Hubschrauber kann, je nach Typ, im Femininum (die Alouette = »Lerche«) oder im Maskulinum (der »Kolibri«) bezeichnet werden. Das H-21 »Workhorse« konnte auch fliegen, denn bei der Geschlechtsbezeichnung von Hubschraubertypen gehen die Meinungen auseinander. Heißt es nun die BO 105 oder der BO 105, die Sikorsky S-76 oder der Sikorsky S-76, die Mil Mi-6 oder der Mil Mi-6?

Im Französischen ist die männliche Version ohne Rücksicht auf den Namen üblich: le SE 3130 Alouette (»Lerche«), le SA 365 Dauphin (»Thronfolger«), le AS 350 Ecureuil (»Eichhörnchen«). Soweit aus der DDR-Literatur ersichtlich, wurde in diesem Teil Deutschlands ebenfalls die männliche Form benutzt: der Mil Mi-6 heißt es dort.

Da es nicht praktikabel ist, dauernd auf eine Umschreibung auszuweichen (der Hubschrauber S-76 oder das Baumuster S-76) sind in den verschiedenen Beschreibungen oft verschiedene Artikel anzutreffen (der Mil Mi-24 Hind = »Hirschkuh« und die Mi-24, der SA 365 und die SA 365. Im deutschen Sprachge-

brauch wird für Schiffe (die »Bremen«, die »Prinz Eugen«) und Flugzeuge (die Me 109 und die »Flamingo«) die feminine Form angewandt. Neben der aus dem Englischen übernommenen Tradition spricht bei Flugzeugen der Gedanke, die Flamingo als Flugzeug von dem Vogel zu unterscheiden, für diese Handhabung. Auch bei Hubschraubern ist bei der S-76 »Spirit« ein klarer Unterschied zu dem Spirit (Geist) erkennbar.

Bereits in der 1955 erschienenen grundlegenden »Einführung in die Hubschraubertechnik« von Dr.-Ing. (habil.) W. Just, der als Experte auf diesem Gebiet anerkannt ist, wird die Fw 61 als erster flugtauglicher Hubschrauber beschrieben. Das führende deutsche Luftfahrt-Unternehmen Messerschmitt-Bölkow-Blohm verwendet (nach anfänglichen Meinungsverschiedenheiten) für die BO 105 einheitlich die feminine Form. In diesem Buch wird mit der Anwendung des Femininum eine klare Linie bei der Typenbezeichnung für Hubschrauber eingehalten.

Rolf Besser

Technik und Geschichte der Hubschrauber

Von Leonardo da Vinci bis zur Gegenwart

Band 1

Inhalt

<i>Vorwort</i>	8	Ciervas Autogiros beeinflussen die Hubschrauber-Entwicklungen	57
		In Holland und in der Sowjetunion wird der Haupt- und Heckrotor kreiert	58
Die Vorgeschichte	9	Tandem-Rotoranordnungen in Frankreich und in Belgien	59
Koaxial-Hubschrauber-Modelle bieten zunächst die einfachste Lösung	12	Die Koaxialhubschrauber von Asboth, d'Ascanio und Bréguet bedeuten einen Fortschritt	60
Der erste Entwurf für einen drehmomentfreien Blattspitzenantrieb	13	Experimente in der UdSSR	63
Taylor projiziert die erste Blattwinkelverstellung	14	Zaschkas Projekt scheitert an fehlender finanzieller Grundlage	65
Kipprotoren im Anfangsstadium	15		
Die Vorstellungskraft übertrifft alle Möglichkeiten	17	1933 bis 1945	66
Auftriebsmessungen führen zu klaren Erkenntnissen	20	<i>Hubschrauber-Entwicklungen in Deutschland und ihre Resonanz im Ausland</i>	66
Ein Irrtum der Gebrüder Wright	26	Rieseler R I und R II	66
Jahrmarkt-Vorstellungen und ernstzunehmende Projekte zu Beginn unseres Jahrhunderts	29	Erfolge mit einem ineinanderkämmenden Rotorsystem	68
		Henrich Focke bringt die Hubschrauberwelt in Bewegung	72
1907 bis 1932	34	Die Tragschrauber-Konstruktionen »Bachstelze«, »Rotaplane« und Heliofly I	79
<i>Vom ersten Abheben bis zum ersten praktisch verwendbaren Hubschrauber</i>	34	Einmannhubschrauber von Baumgartl und Nagler	80
Ein Fuß Flughöhe beim ersten bemannten Hubschrauberflug erreicht	35	Erstflug mit Reaktionsantrieb	82
Weitere unstabile komplizierte Rotoranordnungen	36	Fesselhubschrauber mit Elektromotor	84
Koaxial-Hubschrauber-Konstruktionen dominieren bei der Mehrzahl der Entwürfe	39		
Ein Hauptrotor-Konzept und viele nicht zu verwirklichende Ideen	43	»Mister Helicopter« tritt auf den Plan	85
Ellehammers Eigenbau: eine weithin unbekannte Pionierleistung	46	Die erste Hubschrauber-Generation	89
Der erste Plan für einen Kranhubschrauber	48	<i>Haupt- und Heckrotor setzen sich durch</i>	89
Der Einblattrotor war nicht zu stabilisieren	49	Von der S-51 bis zur S-58	89
PKZ 1918: die aussichtsreiche Konkurrenz für den Fesselballon	50	Bell-Helikopter am stärksten in der Leichtgewichtsklasse	96
Douherêt, Pescara und Oemichen: die Hubschrauber-Pioniere der frühen Nachkriegsjahre ..	52	Das Rotormatic-System war der Knüller von Hiller	99
Vier 6-Blatt-Rotoren auf Auslegern	56	Interessante Projekte im Schatten der erfolgreichen Konstruktionen	101
		Die Anfänge der Aérospatiale	101

Bristol und Saunders-Roe bauten die ersten britischen Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor	103
Mit der Mil Mi-1 wurde die Hubschrauber-Industrie im Ostblock aufgebaut ..	104

Viele begannen mit koaxialen Konstruktionen In der westlichen Welt verblieben die Koaxial-Hubschrauber im Prototypen-Stadium	107
Kamow setzte sein Rotorsystem in der UdSSR durch	110

Flettners »Mixquirle« finden weiteres Interesse ..	112
Die »Abeille« (Biene) blieb ein Einzelexemplar ..	112
Kellets Nachbau war dem Flettner-Vorbild nicht ebenbürtig	112
Die Kaman-»Huskie«-Serie verkörperte alle Vorteile des Flettner-Rotorsystems	113

Blattspitzenantrieb im Blickpunkt	116
»Ariel« mit Brennkammern an den Blattspitzen ..	116
»Djinn« mit »kaltem« Blattspitzenantrieb	116
Von der »Gyrodyne« zur Fairey »Ultralight« ...	119
»Rotodyne«: ein erfolgreiches Projekt fiel dem Rotstift zum Opfer	120
Aufsehererregende Fortsetzung des in Wiener Neustadt entwickelten Konzepts in den USA ...	122
Gewichtseinsparung mit Staustrahl-Triebwerken	122
Vorteile und Nachteile der Pulsstrahltriebwerke	124
Mischgasantriebe	125

Kaltluftreaktionsantrieb für einen Kranhubschrauber	126
Niederdruck-Reaktions-Versuchsaufbau in Ottobrunn bei München	129

Tandemhubschrauber finden ihre Gewichtsklasse	130
Piaseckis »Fliegende Bananen«	130
Bei Leichthubschraubern war der Aufwand für die Tandem-Rotoranordnung nicht rentabel ..	133
Mehrrotorige Hubschrauber in Großbritannien ..	133
Ein Verbundhubschrauber mit seitlich angeordneten Rotoren und ein Doppeltandemhubschrauber	135
Bell und Sikorsky experimentieren ebenfalls mit der Tandem-Rotoranordnung	135
Auch im Fernen Osten wurde ein Prototyp gebaut	136
Die JAK-24 mit 24 m Rumpflänge	136
Boeing-Vertol übernimmt das Piasecki-Konzept	136

Anhang	
<i>Umrechnungsfaktor</i>	137
<i>Aerodynamische Grundbegriffe</i>	137
<i>Abkürzungen</i>	137
<i>Zeittafel</i>	138
<i>Literaturverzeichnis</i>	142
<i>Bildnachweis</i>	142
Personenregister	143

Vorwort

Hubschrauber sind eine Klasse für sich und können als verhältnismäßig komplizierte Fluggeräte betrachtet werden. Sie haben sich nach dem heutigen Stand der Technik für Aufgaben qualifiziert, die mit Flächenflugzeugen nicht ausführbar sind, und nehmen dank ihrer Unabhängigkeit von Flugplätzen eine Sonderstellung ein, die in den Luftverkehrsordnungen bis jetzt noch nicht in dem für die Praxis erforderlichen Umfang gewürdigt wird.

In der chronologischen Betrachtung ergab sich die Notwendigkeit, die verschiedenen Rotoranordnungen (Haupt- und Heckrotor, Koaxial-Rotoren, Tandem-Rotoren, ineinanderkämmende Rotoren) für die jeweiligen Zeitabschnitte zu trennen und den Hubschraubern mit drehmomentfreiem Blattspitzenantrieb sowie den Verwandlungshubschraubern (mit Kipprotoren oder zusätzlichen Propellern für den Vorwärtsflug) besondere Abschnitte zu widmen. Die ebenfalls zur Familie der Drehflügler gehörenden Tragschrauber (Autogiros) sind nur für den Zeitabschnitt von 1922 bis 1932 erwähnt, in dem sie den »rassereinen« Hubschraubern leistungsmäßig überlegen waren.

Für einen Fachmann sind Baubeschreibungen interessant, die bis ins kleinste Detail die konstruktiven Merkmale, Kenngrößen, aerodynamischen Daten und Profile sowie die in den Flughandbüchern ausgewiesenen Leistungsdaten erläutern. Immerhin umfaßt die technische Dokumentation für jedes Fluggerät mehrere Bände. In diesem Buch über die Technik und Geschichte der Hubschrauber ist die Entwicklung der Rotorsysteme allgemeinverständlich und unter Verzicht auf Formeln für Rotorleistungen und Verlustfaktoren dargestellt. Mit der kompletten Zeittafel soll es jedoch auch für die Fachwelt lesenswert sein und mit dem geschichtlichen Rückblick die Leistungen vieler weithin unbekannter Hubschrauberpioniere würdigen.

Eine Motivation, dieses Buch zu schreiben, verdanke ich meinem Großvater Ansbert E. Vorreiter, dem Verfasser des Jahrbuches der Luftfahrt 1912. Aus seinem Band 36 »Motorflugapparate« der Autotechnischen Bibliothek (1910) konnte ich verschiedene Berichte über Hubschrauber-Entwicklungen aus der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg verwerten. Flugkapitän Hanna Reitsch, der 1979 verstorbenen Hubschrauberpionierin, möchte ich an dieser Stelle für die Gespräche danken, in denen meine Hochachtung für diese vorbildliche Fliegerin immer wieder eine Bestätigung fand.

Besonderen Dank möchte ich dem Gründer und nunmehrigen Kurator des Hubschrauber-Museums in Bückeburg, Herrn Werner Noltemeyer, aussprechen, der mir die Vorarbeiten im Archiv des Museums ermöglichte und immer mit seinem fachlichen Rat behilflich war. Herrn Dipl.-Ing. August Stepan, 1942 bis 1945 Konstrukteur in der Entwicklungsmannschaft der Wiener Neustädter Flugzeugwerke und erster Testpilot des ersten flugfähigen Hubschraubers mit Blattspitzenantrieb (WNF 342-V 1), habe ich aus der Zeit, in der er Leiter der Gesamterprobung des ersten deutschen Serienhubschraubers nach dem Zweiten Weltkrieg war, für den immer guten Rat zu danken, den er mir zuteil werden ließ. Herrn Hauptmann Karl Zimmermann, den zweimaligen Weltmeister im Hubschrauber-Kunstflug, darf ich als den Piloten erwähnen, der mir die fast unglaublichen Flugeigenschaften der BO 105 zu einem einmaligen Erlebnis werden ließ. Nicht minder zu Dank verpflichtet bin ich den Test- und Werkpiloten des MBB-Unternehmensbereichs Drehflügler, voran Herrn Baron Wilfried von Engelhardt, die mir zu vielen praktischen und technischen Erfahrungen verhalfen.

R. B.

Die Vorgeschichte

Die Vorgeschichte des Hubschraubers reicht vom Jahre 2000 v. Chr. bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. Der Erfinder des Hubschraubers heißt: Leonardo da Vinci (Italien), Michail Lomonossow (Rußland), Sir George Cayley (England), Gustave Ponton d'Amecourt (Frankreich), Enrico Forlanini (Italien), Louis Bréguet (Frankreich), Professor Henrich Fokke (Deutschland), Igor Sikorsky (Rußland-USA) oder ...?

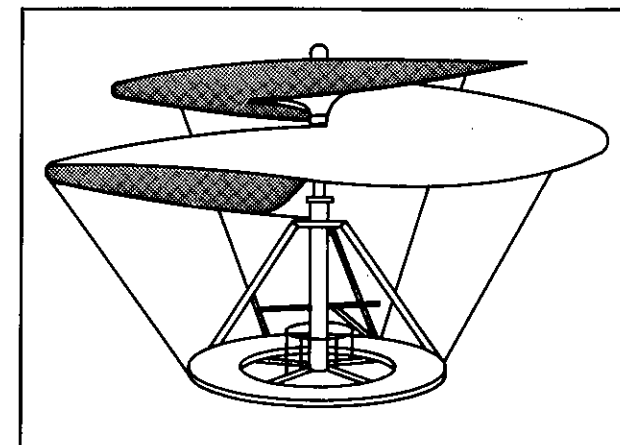
Eine ganze Ahnengalerie von bekannten und unbekannten Hubschrauber-Erfindern könnte man zusammenstellen. Unbekannt wie der Erfinder des Rades ist der Chinese, der vor vielleicht 2500 Jahren den ersten Spielzeug-»Hubschrauber« erdachte, einen runden Stock mit Hühnerfedern an beiden Enden. Mit Drehung aus den Handflächen oder mittels einer Schnur brachten die Chinesenkinder ihren Federstab-Helikopter zum Rotieren und zum Fliegen.

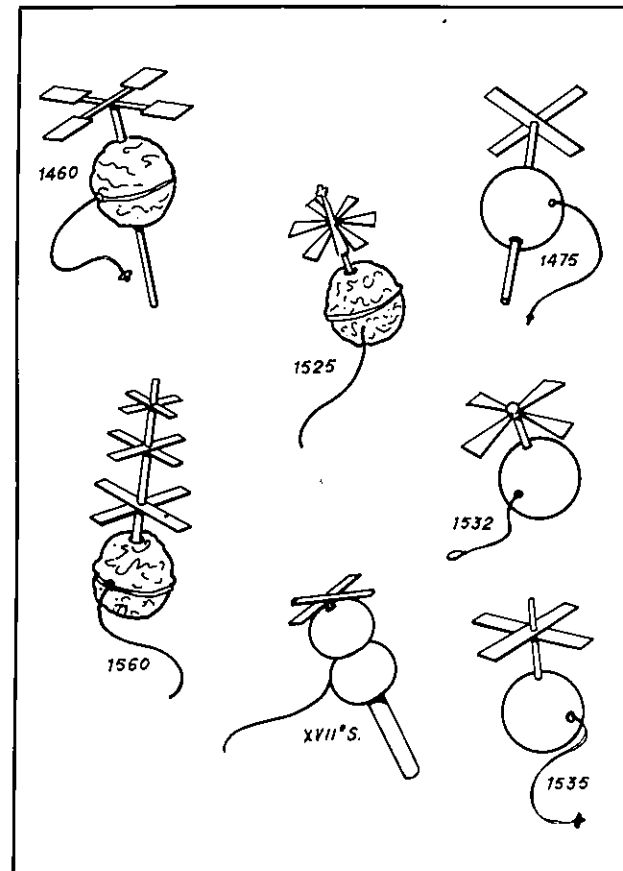
Der große griechische Mathematiker und Physiker Archimedes (287–212 v. Chr.) stellte die Behauptung auf, daß jeder in Flüssigkeit oder Gase getauchte Körper entsprechend seinem spezifischen Gewicht einen Auftrieb erhält. Dieses Gesetz vom Auftrieb ebenso wie seine Erkenntnisse über die Funktion der Schraube, damals in der Wasserförderung schon praktisch angewandt, gereichte 1700 Jahre später dem Universalgenie Leonardo da Vinci (1452–1519) zur Erkenntnis, daß die Luft eine für die Auftriebserzeugung eines sich drehenden Blattes erforderliche Dichte aufzuweisen hat. Er folgerte, daß eine spiralförmige Fläche, an einem vertikalen Mast mit entsprechender Geschwindigkeit in Umdrehung versetzt, imstande sein müßte, eine Last vom Boden zu heben und in der Luft zu halten. Leonardo da Vinci entwickelte somit erstmals das Hubschrauber-Prinzip mit der Konstruktionszeichnung einer Spiralschraube, für die er auch den Wortstamm für den heutigen Begriff »Helikopter« erfand, aus dem Griechischen »helix« = spiralförmig und »pteron« = Flügel. Seine Tagebuchblätter, in denen diese Konstruktion aufgezeichnet ist,

kamen erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts wieder zum Vorschein, als sie in einer Bibliothek in Florenz entdeckt wurden.

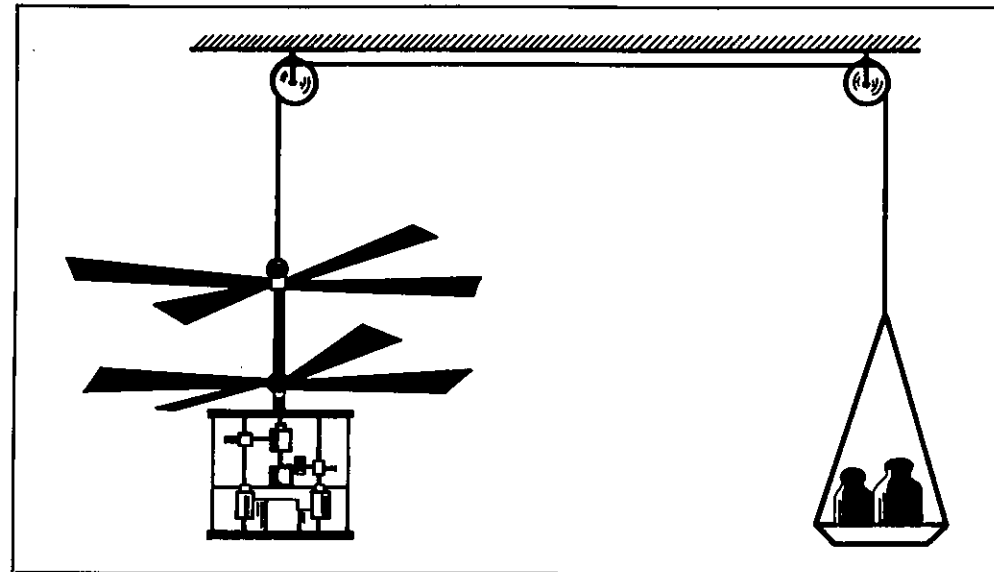
Versuche, aus mittelalterlichen Zeichnungen die Grundlagen für einen »Hubschrauber« ableiten zu wollen, sind in der Praxis meist zum Scheitern verurteilt. Als Beispiel hierfür ist das Altarbild aus dem 15. Jahrhundert zu sehen, welches den Jesus-Knaben mit einem Propeller-Spielzeug darstellt und unter dem Namen »Göttliche Jungfrau mit dem Hubschrauber« im Museum von Le Mans (Frankreich) ausgestellt ist. Mühlenflügel und Hubschrauberblätter stehen eben nur bedingt miteinander in Verbindung. 1768, somit 250 Jahre nach Leonardo da Vincis Konzept der Spiralschraube, hat der berühmte Mathematiker J. P. Paucton der französischen Akademie der Wissenschaften den Entwurf für ein Muskelkraft-Flugzeug (»Pterephore«) vorgelegt, bei dem je eine Luftschraube für den Auftrieb und für den Vorwärtsflug vorgesehen war. Wie Leonardo hat Paucton dieses

Die Leonardo da Vinci-Spirale, erst Ende des 19. Jahrhunderts wiederentdeckt, wurde zum Symbol für Hubschrauber-Entwicklungen.





Das Spielzeug aus dem Mittelalter ist nicht als Vorbild für Hubschrauber-Entwicklungen zu betrachten.



Lomonossow:
Auftriebsmessungen
um 1750.

Projekt nur auf Zeichnungen dargestellt, von einem Modellbau oder gar Erprobungen liegen keine Nachrichten vor.

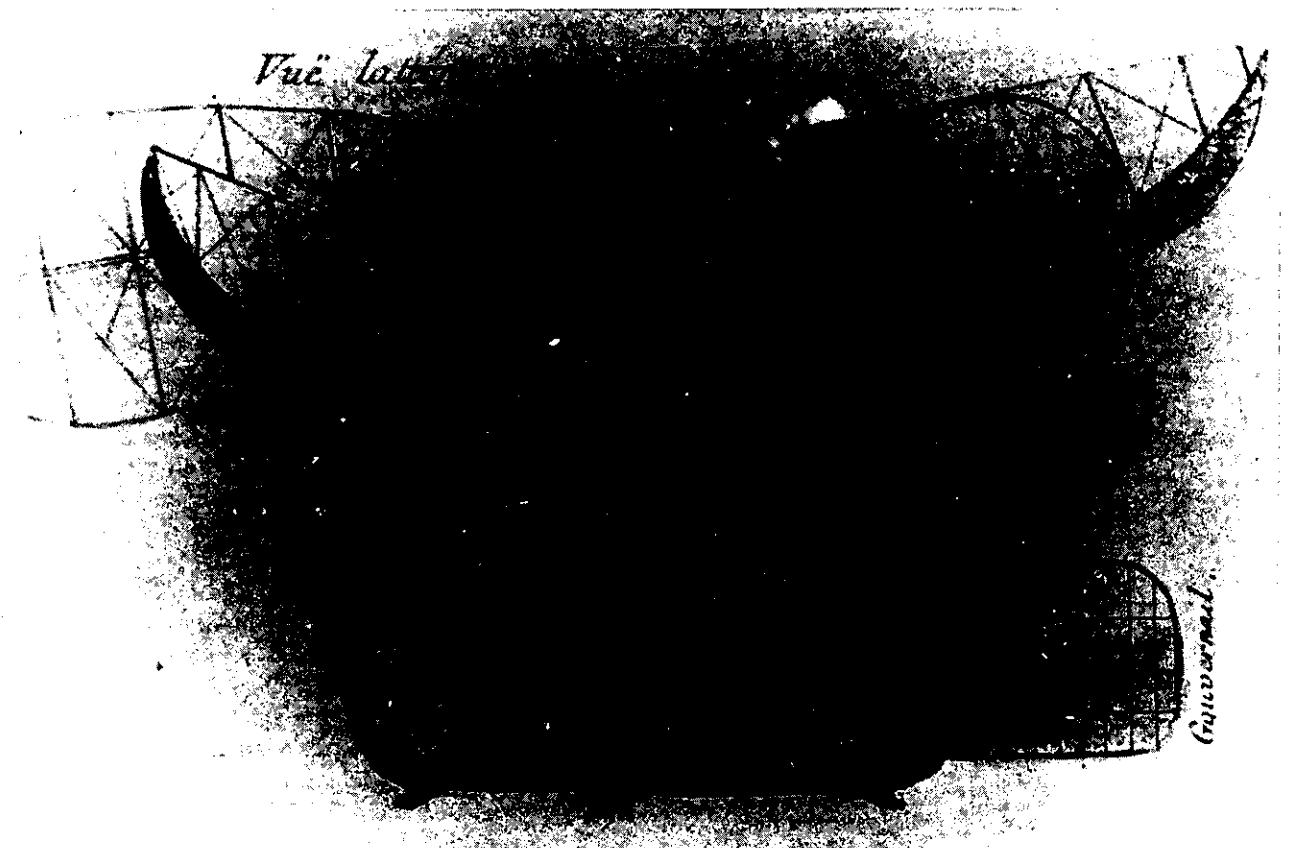
Das koaxiale Rotorkonzept wurde zu jener Zeit von Michail Lomonossow (1711–1765), dem Gründer der ersten russischen Universität und »Vater der russischen Wissenschaften« erstmals praktisch demonstriert. Lomonossow beabsichtigte, mit seinen von Federwerken angetriebenen Hubschraubermodellen Instrumente zur Messung von Luftdichte und Temperaturen in verschiedene Höhen zu befördern. Bemerkenswert sind die Belastungsversuche, die er damals zur Ermittlung der Tragkraft seiner Konstruktion über einen Waagebalken mit Gewichten anstellte.

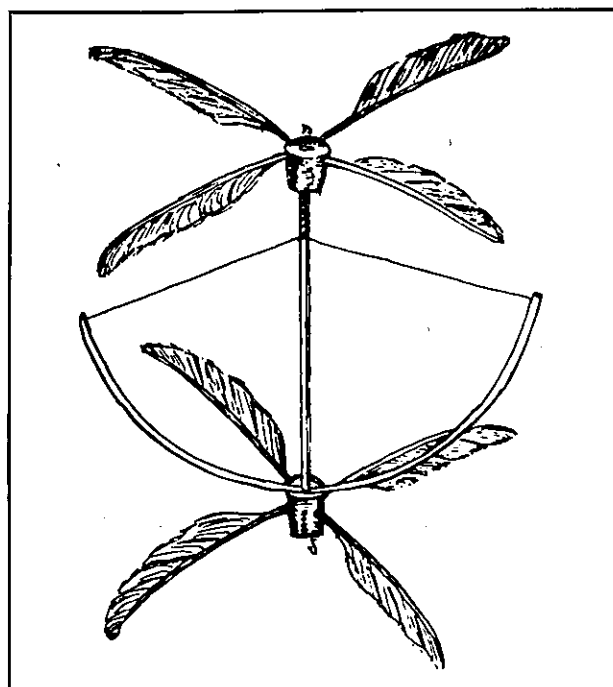
1781 befaßte sich François Blanchard in Frankreich in Zusammenarbeit mit dem Abbé de Viennay mit der Konstruktion eines »fliegenden Schiffes«. Schwingenflügel in horizontaler Ebene mit Muskelkraft von

Menschen in Bewegung gesetzt, Hilfsflügel und ein Steuerruder sollten dem Apparat zum Abheben vom Boden und zu weiteren Flugmanövern verhelfen. Einen Schritt weitergehend als Paucton wollte er seine Theorie mit einem Versuchsaufbau unter Beweis stellen und kam zu dem Ergebnis, daß die Antriebskraft ohne einen Motor bei weitem nicht ausreicht. Seinen Traum vom Fliegen verwirklichte er dann als erfolgreicher Ballonfahrer; sein Mißerfolg mit der Muskelkraft veranlaßte ihn, sich für die Einführung des Dampfmotors im Flugwesen einzusetzen.

Einige Jahre später (1784) führten die Franzosen Launoy und Bienvenu der Akademie der Wissenschaften ein Spielzeug vor, das mit zwei gegenläufig arbeitenden Rotoren Flügel bis zu 20 m Höhe vollbrachte. Sie verwendeten einen Bogen als Antrieb und wie bei den alten – oder richtig gesagt: jungen – Chinesen, bestanden die Rotoren aus Hühnerfedern.

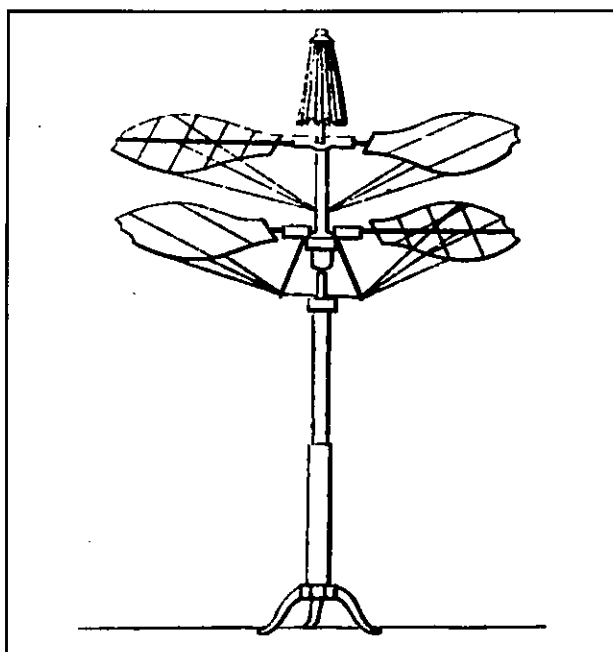
Blanchard's »Fliegendes Schiff« (1881).





George Cayley (1773–1857) baute bereits im Alter von 11 Jahren mit Korken und Hühnerfedern Koaxialhubschrauber-Modelle nach dem Vorbild von Launoy.

Jakob Degen (1817).



George Cayley (er lebte von 1773 bis 1857 auf dem Schloß Brompton Hall in Yorkshire/England) war elf Jahre alt, als er erstmals Kenntnis von diesem in Paris vorgeführten Flugmodell erhielt. Vorher hatte er bereits nach dem Vorbild der Gebrüder Montgolfiere mit Papierballons und Kerzen experimentiert, jetzt befaßte er sich mit der gleichen Begeisterung mit dem Bau von Koaxial-Hubschrauber-Modellen. Berühmtheit erlangte er jedoch vor allem durch seine wissenschaftlichen Untersuchungen der aerodynamischen Voraussetzungen für Flächenflugzeuge und Drachenflugzeuge, die auch von späteren Generationen als richtungsweisend anerkannt wurden. Über seine weiteren Arbeiten auf dem Gebiet der Drehflügler ist in diesem Buch noch einiges zu berichten.

Koaxial-Hubschrauber-Modelle bieten zunächst die einfachste Lösung

Aus dem Biographischen Lexikon des »Kaiserthums Österreich« – »Die Lebensskizzen der denkwürdigen Personen, welche von 1750 bis 1850 im Kaiserstaate und in seinen Kronländern gelebt haben« – ist der Werdegang von Jakob Degen zu ersehen. 1760 in Liestertswil im Kanton Basel geboren, kam er im Alter von zehn Jahren mit seinem Vater nach Wien. Neun Jahre beschäftigte er sich hier mit der Bandweberei (sein Vater war Werkmeister in einer Bandfabrik), dann bestimmte ihn sein Hang zur Mechanik, die Uhrmacherkunst zu erlernen. Das Fliegen, damals noch eine Utopie, zog ihn ebenfalls in seinen Bann. Zunächst konstruierte er eine Flugmaschine mit zwei starr verbundenen, herzförmigen Flügeln, die durch Muskelkraft gradlinig auf- und abbewegt wurden. Dann erfuhr er von den Experimenten von Launoy und Bienville. Als Uhrmachermeister verwendete er für den Antrieb seines Koaxial-Hubschrauber-Modells, das er 1816 startete, ein in eine Metallhülse eingebautes Uhrwerk. Den Absturz verhinderte ein kleiner Fallschirm, der sich nach dem Ablauf des Uhrwerks automatisch öffnete. Bei einer öffentlichen Vorführung im Wiener Prater soll dieses Modell aus eigener Kraft 160 Meter hoch gestiegen sein. Man muß jedoch annehmen, daß Windströmungen zu dieser Auftriebsleistung beigetragen haben. Die französische Armée de l'Air darf den Rang beanspruchen, auf dem Gebiet der militärischen Verwen-

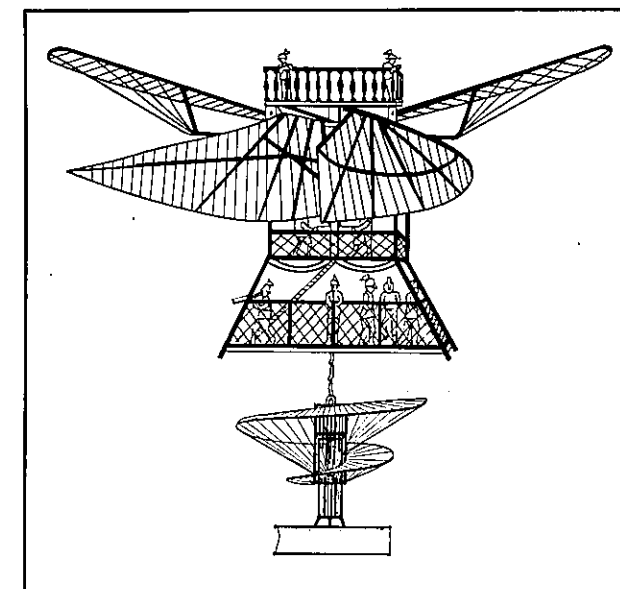
dung des Hubschraubers die ersten Vorstellungen entwickelt zu haben und damit auf eine 160jährige Tradition zurückblicken zu können. 1818 befaßte sich Graf Adolphe de Lambertye als Bataillonskommandeur im französischen Heer mit den Entwürfen für eine Flugmaschine, die er »Aérienne« nannte. Eine große Luftschraube, von einem Mann mittels Kurbel angetrieben, sollte den Auftrieb bewirken, wobei zur Stabilisierung in der Luft ein Flügel vorgesehen war. Neben diesem kleinen Modell plante Lambertye einen größeren Flugapparat mit drei Stockwerken, bestehend aus einem Beobachtungsstand in der oberen Etage, einem Bedienungsraum in der Mitte, in dem die Mannschaft die Schwingen zu betätigen hatte, und unterhalb davon einen Ruheraum für die Ablösungen, die mit einem Hubschrauber in die Höhe gebracht werden sollten.

Mit den Plänen für einen 1-PS-Koaxial-Hubschrauber trat zwei Jahre später der Franzose Eolypile Seguer in Erscheinung. Anstelle der Menschenkraft wollte er für den Antrieb des Rotors ein Pferd verwenden.

Dem Italiener Vittorio Sarti gelang es ebenfalls, Technik und phantastisches Design miteinander zu verbinden. Er entwickelte im Jahre 1828 in Bologna die Pläne für ein Luft-Segelschiff (»Aereo Veliero«) mit zwei gegenläufigen Koaxial-Rotoren, bestehend aus drei Segelflächen, die mit Luftströmung aus dem hohlen Rotormast in Drehbewegung versetzt werden sollten. Ein Ausgleichsgewicht für die Schwerpunktlage und ein enormes Steuersegel bildeten die weiteren Glanzpunkte dieses abenteuerlichen Projektes. Weitere Koaxial-Hubschrauber-Modelle mit Uhrwerkantrieb wurden 1843 von dem Engländer Bourne hergestellt. Auch seine Rotorblätter bestanden aus Hühnerfedern. Immerhin wird von Flughöhen bis zu sechs Metern berichtet, die er damit erreichte.

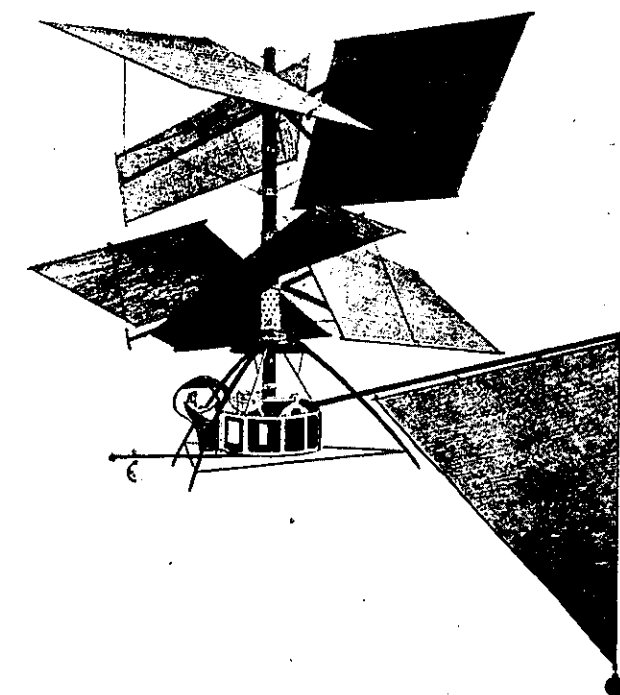
Der erste Entwurf für einen drehmomentfreien Blattspitzenantrieb

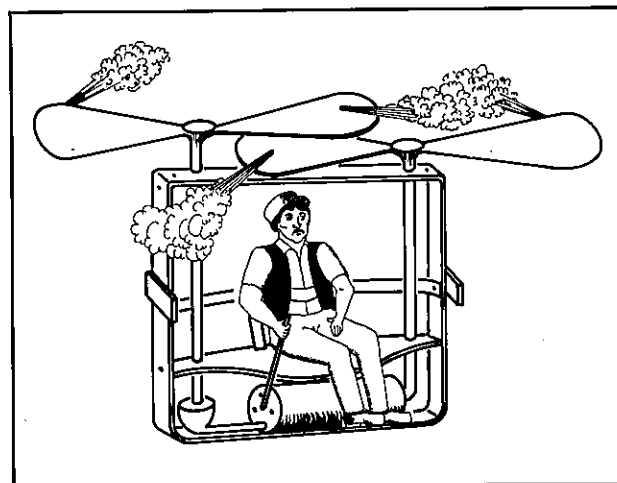
Die ersten erfolgreichen Versuche mit einem Blattspitzenantrieb für seine Hubschraubermodelle wurden von dem Engländer W. H. Philips 1842 durchgeführt. Philips, der als Erfinder des Feuerlöschers bekannt wurde, benutzte ein Kraftstoff-Luft-Gemisch aus der Verbrennung von Holzkohle und Salpeter, das durch Auslaßöffnungen an den Blattspitzen die Roto-



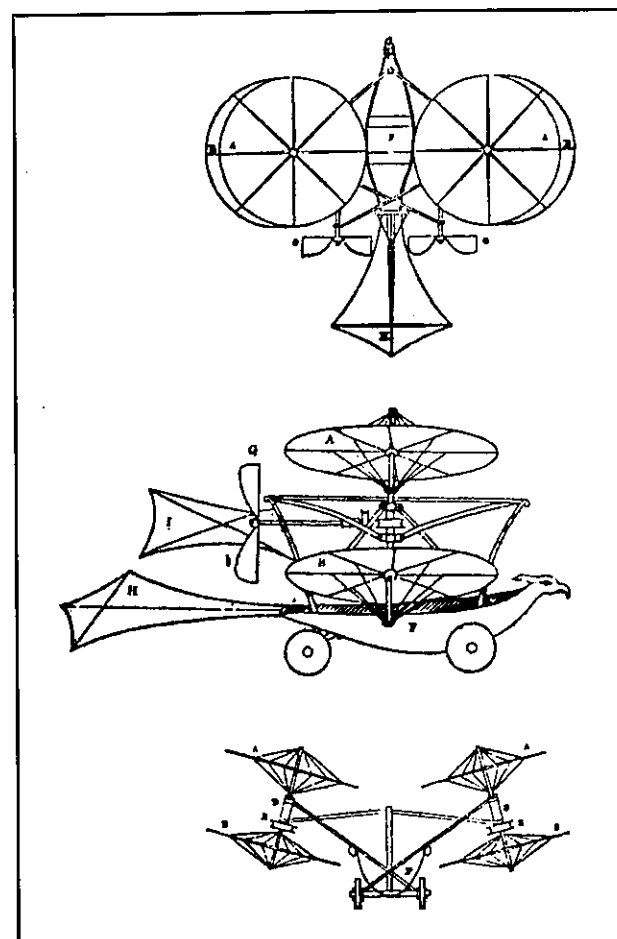
Adolphe de Lambertye: Hubschrauber als militärische Beobachtungsplattform (1818).

Sarti's »Aereo Veliero« (1828).





Der »Rasensprenger« von W. H. Philips ist der erste Hubschrauber-Entwurf mit Blattspitzenantrieb.



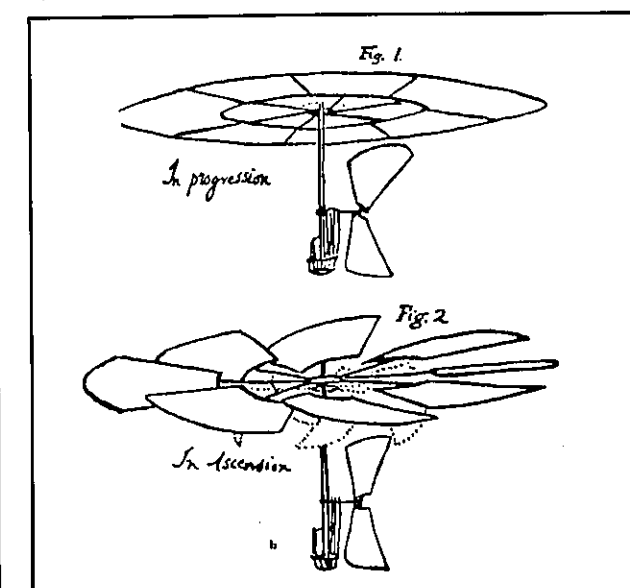
ren in Drehbewegung versetzte. Das Modell, etwa 20 kg schwer, war durchaus flugfähig, aber nicht steuerbar und zerschellte schließlich am Boden. Unter dem Namen »Rasensprenger« ist es in die Geschichte der Drehflügerei eingegangen, die Abbildung zeigt die Vorstellung, die Philips von einem bemannten Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb besaß.

Taylor projiziert die erste Blattwinkelverstellung

Von einem Amerikaner stammt der erste bekanntgewordene Versuch einer Hubschrauberkonstruktion mit Blattwinkelverstellung. Robert W. Taylor, Sohn eines 1819 nach Amerika ausgewanderten Engländers, erarbeitete ein Konzept für den Auftrieb mit Hilfe schräg gestellter Luftschrauben und einer Blattwinkelverstellung auf null Grad für den Vorwärtsflug, bei dem die Rotorebene somit eine geschlossene Scheibe darstellen sollte. 1842 unterbreitete Taylor diesen Vorschlag dem inzwischen als Experten für die Luftfahrtforschung anerkannten Sir George Cayley in

◀ Sir George Cayley: Koaxiale Rotorpaare auf Auslegern (1843).

▼ Robert W. Taylor: Blattwinkel-Verstellung (1842).



England. Cayley baute 1843 im Alter von bereits 70 Jahren das Taylorsche Konzept mit zwei seitlich angeordneten Koaxialrotorpaaren und zwei Luftschrauben für den Horizontalflug weiter aus. Als Antrieb hatte er eine Dampfmaschine vorgesehen, deren Gewicht für einen praktischen Flugbetrieb aber zu schwer war.

Am 15. Dezember 1857 verstarb Sir George Cayley. In seiner Lebensarbeit war er nur an einem Hindernis gescheitert, dem Fehlen einer geeigneten Antriebskraft für seine zahlreichen und vielseitigen Flugzeugkonstruktionen. »Vater der Luftfahrtforschung« lautet der Ehrentitel dieses Mannes, der seiner Zeit weit voraus war.

Erfahrungsaustausch und Nachrichtenübermittlung der Forschungsergebnisse waren in der Frühzeit der Luftfahrtentwicklungen nicht so intensiv, wie man es heute durch umfangreiche Publikationen und Medien gewohnt ist. Viele Erfinder arbeiteten für sich allein, ohne die Erkenntnisse, die an anderer Stelle bereits gewonnen waren, verwerten zu können.

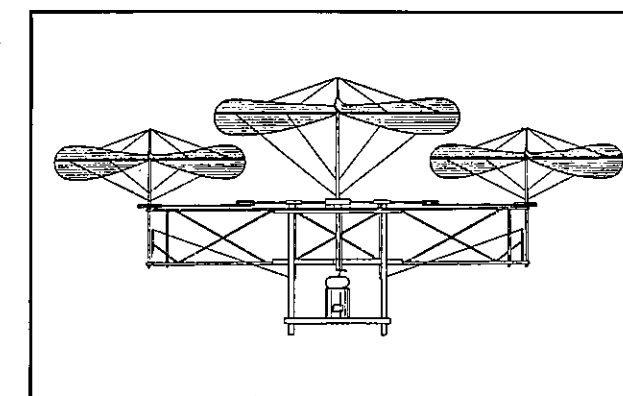
Kipprotoren im Anfangsstadium

Als Beispiel kann das von Cossus in Frankreich 1845 entwickelte Schraubenfliegermodell gelten. Eine Blattverstellung war hierbei nicht vorgesehen, die große Tragschraube in der Mitte war fest angeordnet, während die beiden seitlichen Schrauben kippbar angebracht waren. Für Umwandlungshubschrauber sind kippbare Rotoren das besondere Merkmal eines jeden Konzepts geblieben, in dieser Richtung hat Cossus somit einen gangbaren Weg aufgezeichnet. Als Antrieb für sein Schraubenfliegermodell benutzte er ein Uhrwerk.

Aubaud und Lebris entwickelten 1851 eine Kombination aus zwei gegenläufig drehenden Hubschrauben in Tandemanordnung mit zwei Vortriebspropellern und geneigten Tragflächen. Die Standbeine des Landegeräts sollten mit Luftfederung eine weiche Landung gewährleisten.

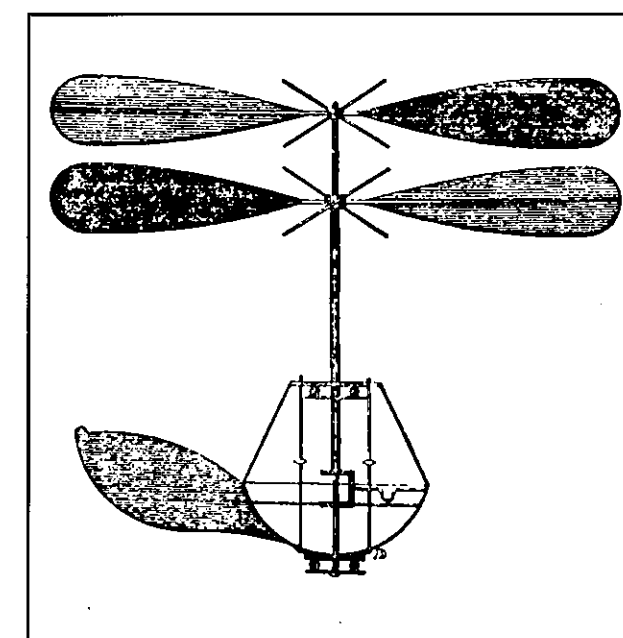
Mit der Möglichkeit, Erfindungen zum Patent anzumelden, wurde in der Mitte des 19. Jahrhunderts geistiges Eigentum erstmals geschützt und die Vorichtsmaßnahmen, Konstruktionen bis zur tatsächlichen praktischen Verwendung möglichst geheim zu halten, konnten vernachlässigt werden.

Das erste Patent für eine koaxiale Rotoranordnung wurde 1859 in England an Henry Bright erteilt. Praktische Versuchsergebnisse konnten mit dem von Bright vorgesehenen Handantrieb über eine Kegelarübersetzung naturgemäß nicht erzielt werden, sein Konzept kann jedoch als Vorbild für die späteren Koaxial-Hubschrauber von Sikorsky (1911), v. Petroczy und Kármán, Rüb, von Asboth, d'Ascanio,



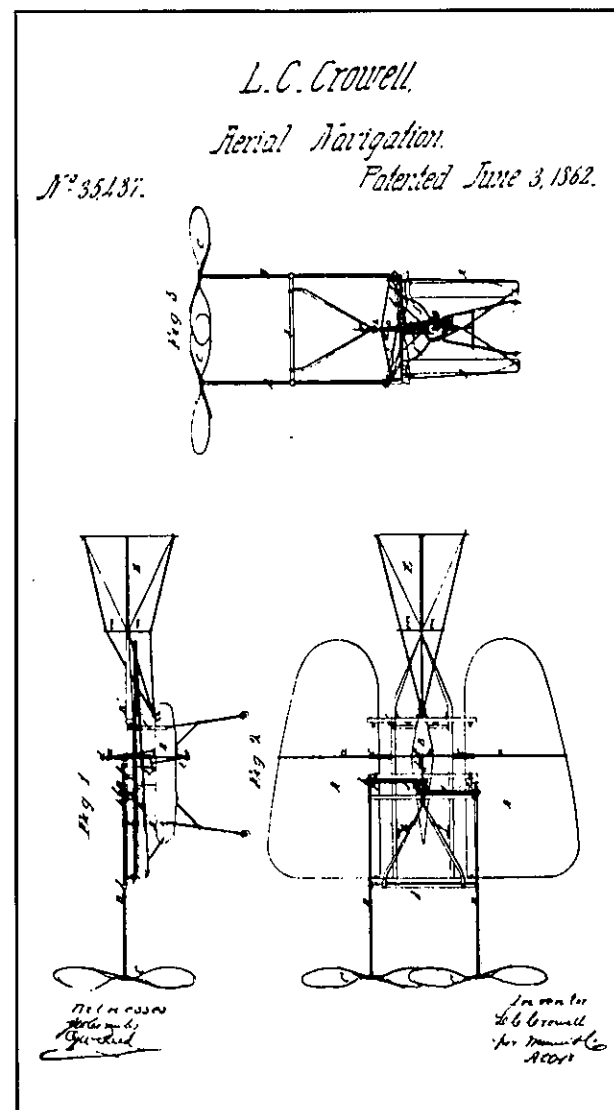
Cossus: Hauptrotor und Kipprotore (1845).

Henry Bright: Erstes Koaxialrotor-Patent in England (1859).



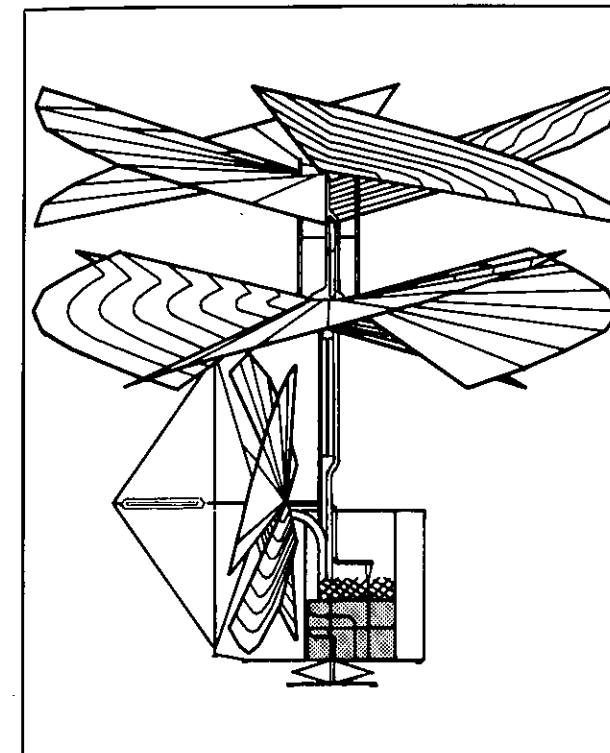
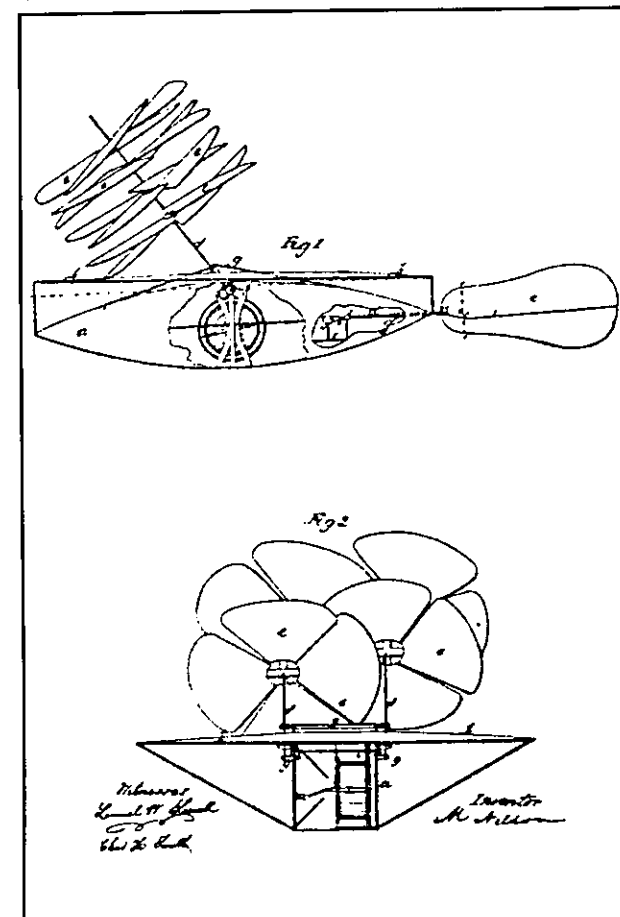
Bréguet, Kamow und anderen gelten. Für eine Kipp-rotoranordnung mit entgegengesetzt ineinander drehenden Rotoren erhielt Luther C. Crowell am 3. Juni 1862 das US-Patent Nr. 35347. Ein Kipprotorsystem ist auch in den abgebildeten Konstruktionszeichnungen von Mortimer Nelson erkennbar. In Frankreich erhielt Vicomte Gustave de Ponton d'Amécourt 1861 ein Patent für den Rotoraufbau nach koaxialem System. Die Kraft der Uhrwerke, die er zum Antrieb seiner ersten Modelle verwendete, reichte nur, solange die Federn gespannt waren, dann

fielen die Modelle zu Boden. Bei Dampfmaschinen waren die Vorrichtungen, den Dampf zu erzeugen, zehnmal so schwer wie die Maschinen selbst. Er beschrieb 1863 in seiner Denkschrift »Die Eroberung der Luft mit der Spiralschraube« das Problem, einen Motor zu entwickeln, der im Verhältnis zu seinem Gewicht die erforderliche Leistung erbringen würde. »Der Motor ist die Voraussetzung für den Erfolg, bisher hat es ihn noch nicht gegeben, es gibt ihn heute noch nicht, aber morgen wird er zur Verfügung stehen.«

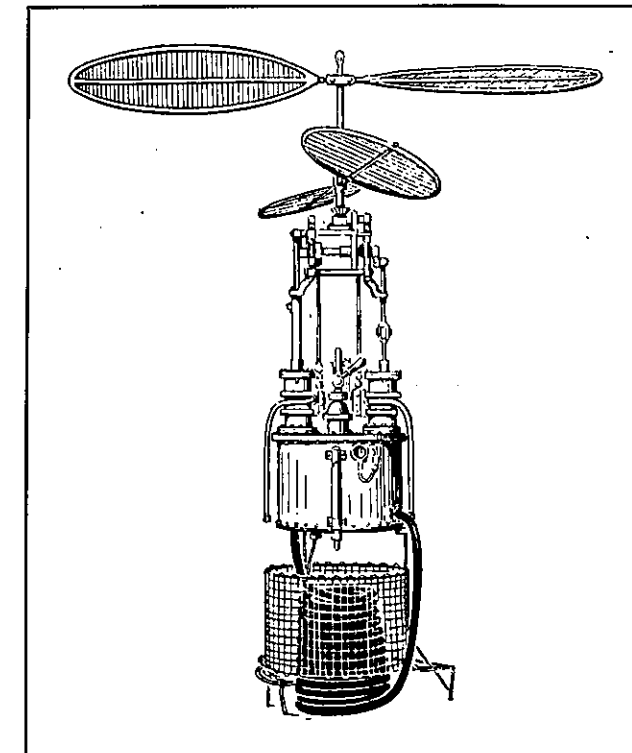


◀ Luther C. Crowell: US-Patent für Kipprotore (1862).

Mit je vier Rotorebenen auf den Masten überbot Mortimer Nelson den Entwurf von Sir George Cayley. Vortriebspropeller waren bei dieser kippbaren Anordnung nicht erforderlich.



Ponton de'Amécourt: Koaxialhubschrauber-Modelle (1861).



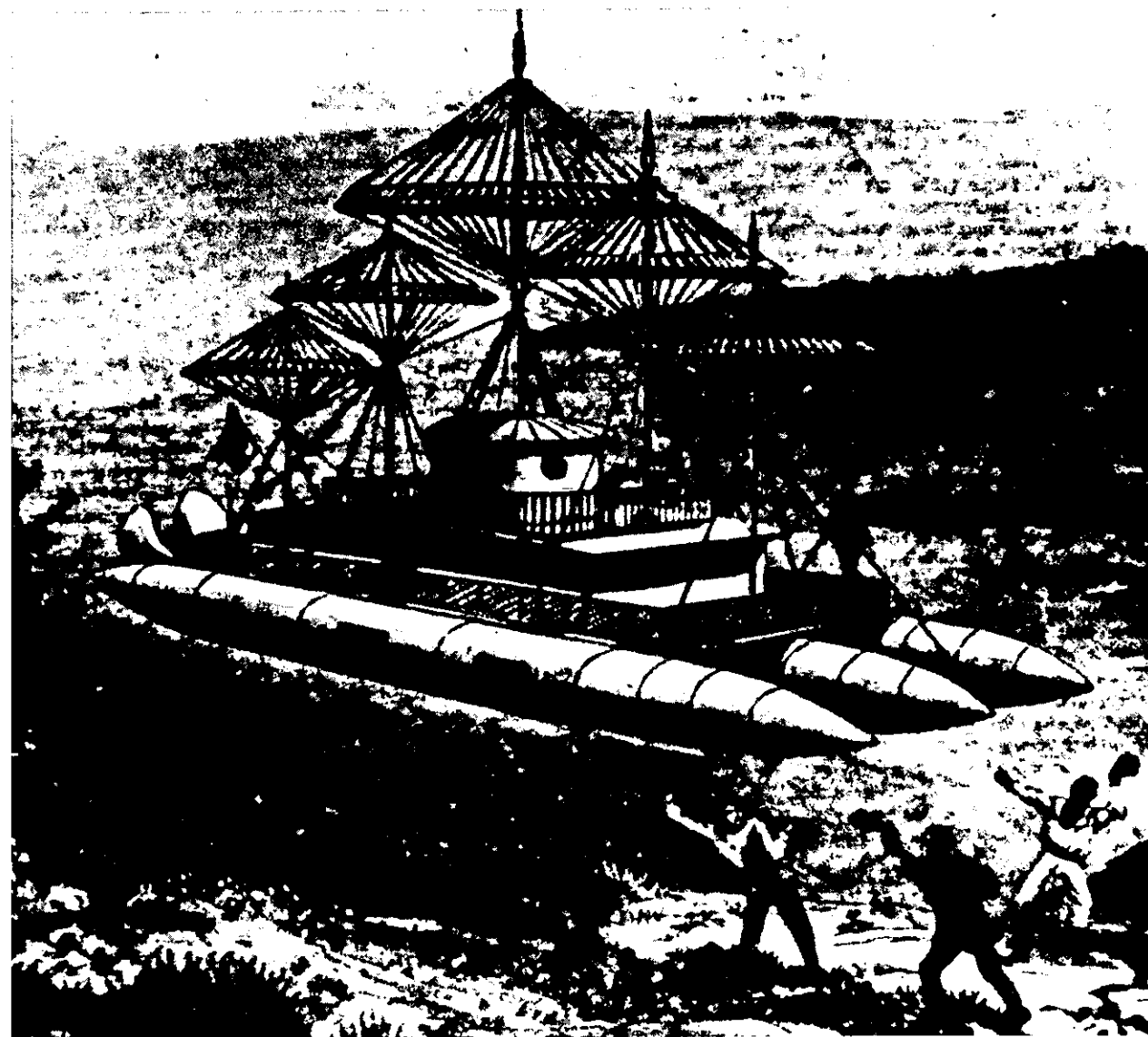
Die Vorstellungskraft übertrifft alle Möglichkeiten

In dieser Überzeugung befaßte sich auch Gabriel de la Landelle mit Hubschrauberentwicklungen, baute 1861 einige mit Uhrwerkantrieb betriebene Modelle und wagte sich dann an die Konstruktion eines 160 kg schweren Apparates. Der Erfolg blieb ihm versagt, denn der erreichbare Auftrieb belief sich nur auf 50 kg. Der spektakulärste Entwurf von Gabriel de la Landelle aus dem Jahre 1862 ist ein klassisches Beispiel für die Vorstellungskraft des Erfinders. Immerhin wurde dieser Dampfmaschinen-Luftschiff-Hubschrauber 1974 als Emblem für die Internationale Luftfahrtschau in Tokio ausgewählt, Jules Verne hatte er bereits als Vorbild für den Elicoptère »Albatross« gedient.

Felix Nadar, der mit dem Präsidenten der französischen aerostatischen und geologischen Gesellschaft

Vicomte d'Amécourt und mit Gabriel de la Landelle als Herausgeber eines Luftfahrtmagazins mit dem Titel »Aéronaute« zusammenarbeitete, wurde vom Journal »Amusant« für die damals unverständenen Pläne mit der Karikatur »Les Nadareostats« bedacht. Im Amerikanischen Bürgerkrieg wollte Captain William C. Powers auf seiten der Südstaaten einen Dampfschiff-Hubschrauber als Blockadebrecher, Bomber und Beobachtungsplattform aus der Luft einsetzen. Nur weil er Bedenken hatte, daß auch die Nordstaaten ein derartiges Gerät gegen seine Partei einsetzen könnten, verzichtete er auf die Verwirklichung seines Kriegsplanes.

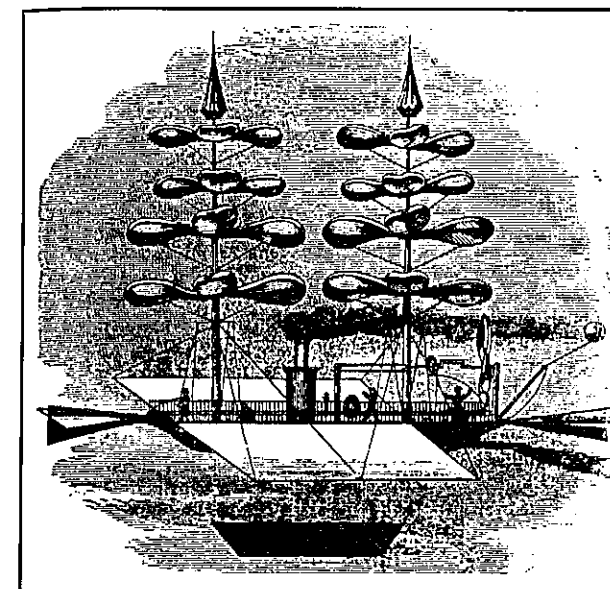
Das inzwischen in Europa, vor allem in Frankreich und England sehr verbreitete Kinderspielzeug, schon vor 2500 Jahren in China bekannt, von Launoy und Bienvenu 1784 wieder kreiert, für Jakob Degen und Sir George Cayley eine Motivation, erfuhr 1870 durch Alphonse Penaud eine Auftriebsverbesserung. Mit



Jules Verne's Vision eines Luftschiffes »Elicoptère Albatross« ist symbolisch für die Zukunftsvorstellungen gegen Ende des 19. Jahrhunderts.

Gummischnüren zur Rotation gebracht, flogen die kleinen Penaud-Modelle 15 bis 20 Sekunden lang und erreichten Höhen von über 20 m. Zwei weitere französische Erfinder, Pomes und de la Pauze, begnügten sich nicht mit Gummischnüren. Sie projektierten eine Luftschraube mit Schießpulverantrieb. Die Resultate ihrer Versuche sind leider nicht bekannt.

Auch aus Rußland kamen nunmehr Meldungen über Hubschrauberaktivitäten. Historische Bedeutung ist jedenfalls dem Projekt beizumessen, das der bedeutende russische Elektrotechniker A. N. Lodygin, der als Erfinder der elektrischen Bogenlampe gilt, 1869 seinem Kriegsministerium unterbreitete. Es handelte sich um den Entwurf für einen Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor, ein Konzept, das 40 Jahre spä-

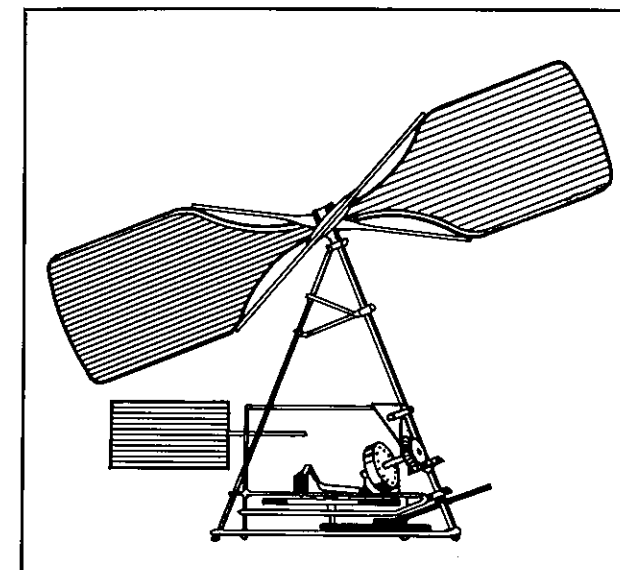
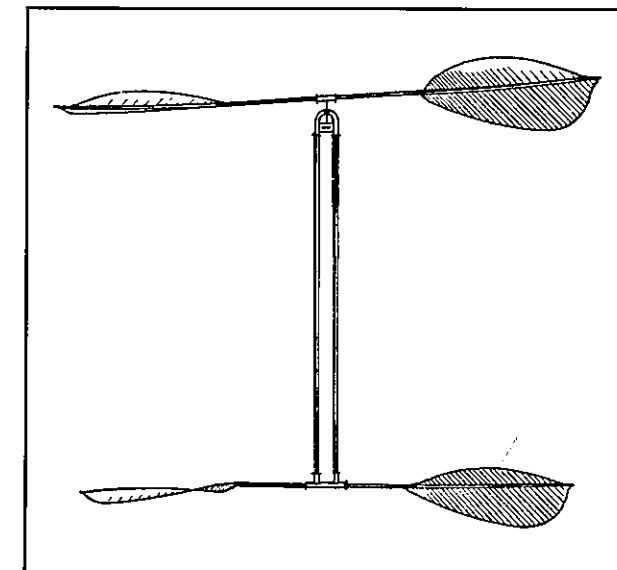


▲ »Utilité – Possibilité«, der Apparat von M. G. de la Landelle (1863).

Nadar in einer zeitgenössischen Karikatur (1877).

Unten rechts: Pomes und de la Pauze: Hubschrauber mit Schießpulver-Antrieb (1870).

Mit der von eingedrehten Gummischnüren erzeugten Antriebskraft betrieb Alphonse Penaud 1870 seine Koaxial-hubschrauber-Modelle.



ter auch von B. N. Jurjew aufgegriffen wurde. Seiner Fachrichtung entsprechend hatte Lodygin einen Antrieb durch einen Elektromotor im Sinn, die Steuerbarkeit sollte durch Verstellen der Achsen erreicht werden.

Auftriebsmessungen führen zu klaren Erkenntnissen

1871 veröffentlichte M. A. Rykatschow, Direktor des Zentralen Physiklabors in Moskau, eine Arbeit über »Erste Versuche über die Hebekraft von Luftschrauben, die sich in der Luft drehen«. Seit 1860 hatte er bereits Untersuchungen von Luftschrauben für den horizontalen und vertikalen Flug betrieben. Die praktischen Experimente führte er mit einem Vierblattrotor durch, der durch die kombinierte Wirksamkeit eines Fallgewichtes und einer Uhrwerkfeder zum Drehen gebracht wurde.

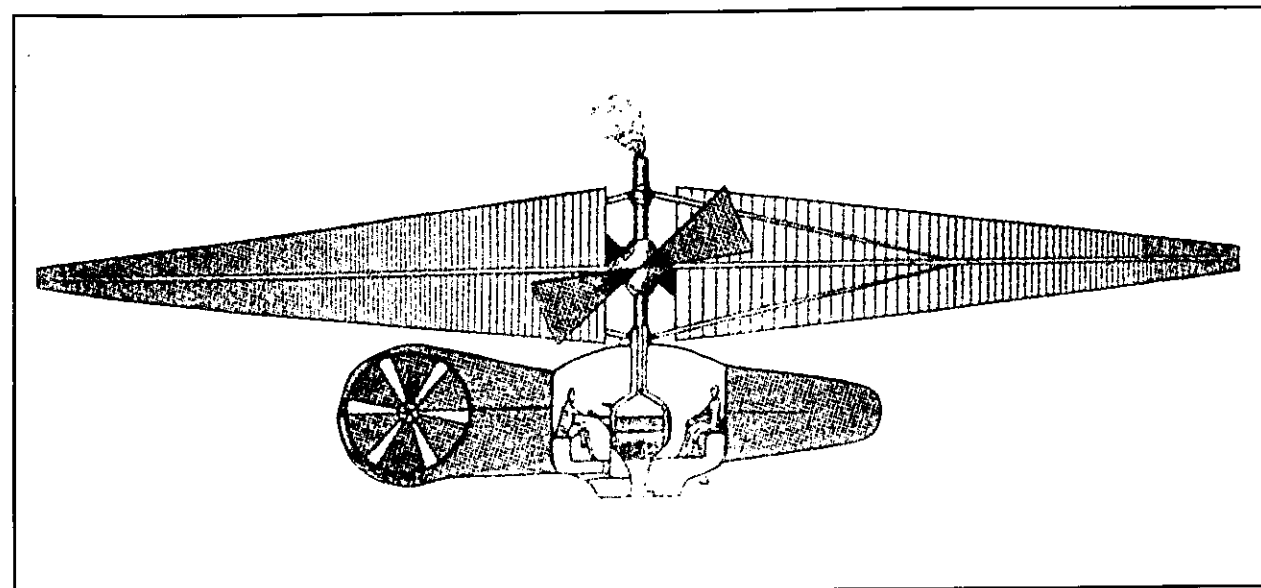
Während sich Renoir (1877) und Delprat (siehe Inse-
rat) mit Modellentwürfen für einen Muskelkraftantrieb begnügten, wollten deutsche Erfinder wieder einmal »Dampf« machen. Von Fritz und Wilhelm Achenbach liegt aus dem Jahre 1874 ein Entwurf vor, mit einer Dampfmaschine eine große Luftschraube für

den Auftrieb und eine kleinere für den Vortrieb rotieren zu lassen. Von Zeitgenossen wurde diese Dampfmaschine, um die herum sich alles drehen sollte, als »großer Wurstkessel« beschrieben. Auf jeden Fall ist bei dem Achenbach-Entwurf der Heckrotor für den Drehmomentausgleich erkennbar.

Zu den abenteuerlichen Erfindern gesellte sich 1876 nun auch ein Amerikaner, Mr. J. W. Lewis aus New York City, der eine Gartenlaube an ein frei nach Phantasie gezeichnetes koaxiales Rotorsystem auf Auslegern aufhängen wollte; das Häuschen hatte er zur Illustration mit Vogelschwingen bedacht.

Professor Enrico Forlanini in Italien hingegen baute 1877 das erste flugfähige Dampfmaschinen-Hubschrauber-Modell, das eine Flughöhe von fast 13 Metern erreichte und bis zu 20 Sekunden in der Luft blieb. Das Rotorsystem bestand aus zwei übereinander angeordneten Luftschrauben, von denen die obere von einer 2-Zylinder-Dampfmaschine angetrieben wurde und die entgegengesetzt drehende untere Schraube fest mit der Maschine verbunden war, um die Eigenrotation aufzuheben. Das Gewicht des Modells betrug insgesamt 3,5 kg, der Dampf wurde in einer Hohlkugel erzeugt und die Heizungsanlage, die sich als zu schwer erwies, mußte am Boden zurückgelassen werden.

von Achenbach: Dampfmaschinen-Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor (1874).



Un prospectus amusant!

BICYCLETTES & TRICYCLES

EXTRA-SOIGNÉS

SUR COMMANDE

A VENDRE A CRÉDIT A TOUTE PERSONNE HONORABLE

Prix modérés et inférieurs à ceux des autres maisons

ACTION REMBOURSABLE A 500 FRANCS

DONNÉE EN PRIME A TOUT ACHETEUR

Les machines sont entièrement en acier de première qualité et non en fonte comme celles que l'on trouve toutes prêtes dans la plupart des autres Maisons. Elles sont garanties contre tout vice de construction. Billets partout, même aux pédales.

CAOUTCHOUCS CREUX OU PNEUMATIQUES A VOLONTÉ

Toute bicyclette est livrée 48 jours au plus tard après la commande. L'acheteur peut suivre la construction jour par jour en visitant les ateliers. Il peut ainsi s'assurer que sa machine n'est pas en fonte, mais bien en acier de première qualité.

VELOCIPÈDES AÉRIENS

HELICES

ou à

AILES BATTANTES



AÉROPLANES

ORTHOPTÈRES

HÉLICOPTÈRES

A. DELPRAT, Constructeur-Mécanicien

Inventeur des Vélocipèdes Aériens Mécaniques. Rédacteur au Journal LA CAPITAL. Auteur du Traité Théorique et Pratique de Navigation Mécanique Aérostatique. En vente chez l'auteur et chez tous les Libraires (Prix 10 fr.)

Directeur des ateliers de Mécanique de Précision et d'Aviation

12, RUE LAGRANGE, 12

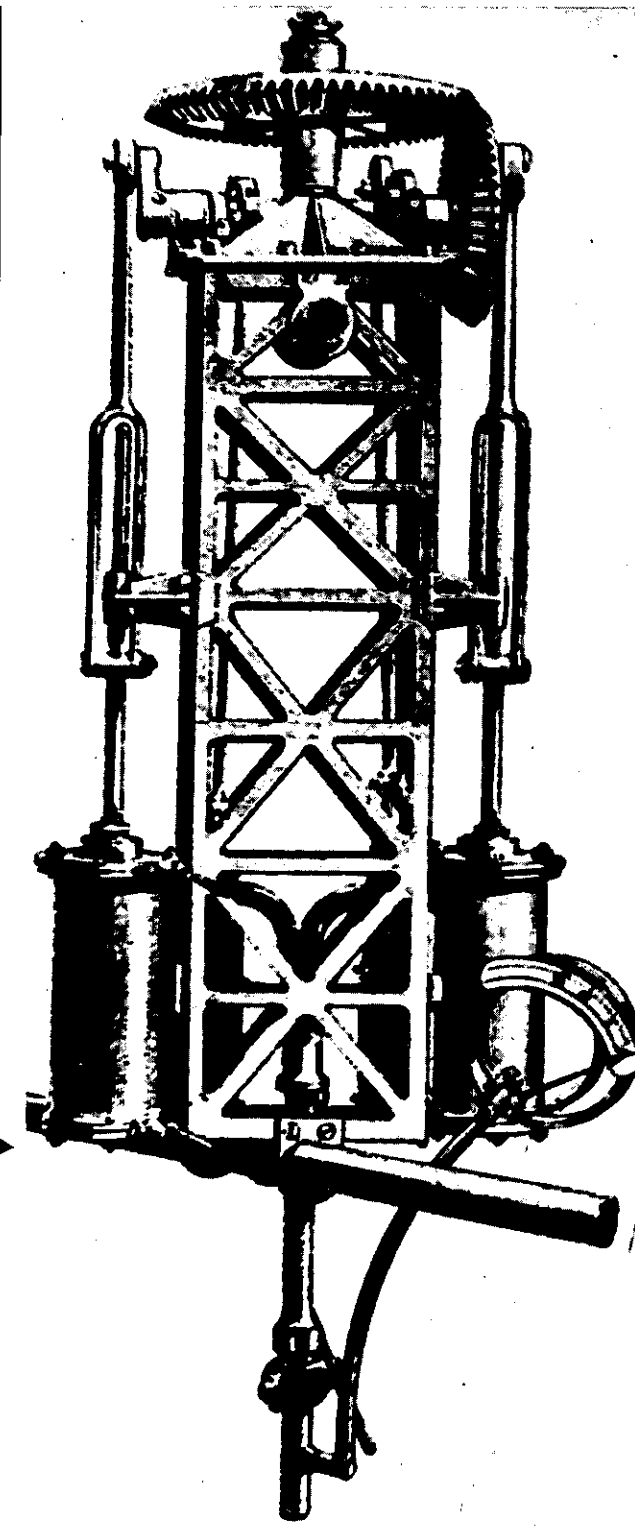
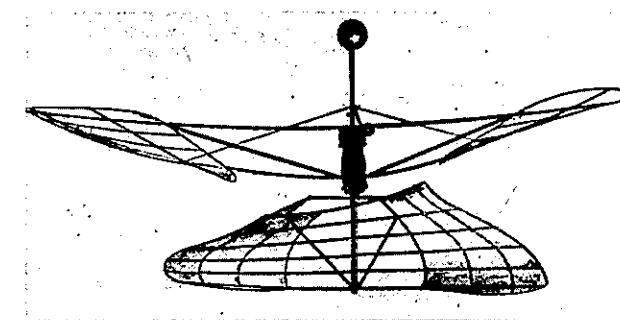
PARIS

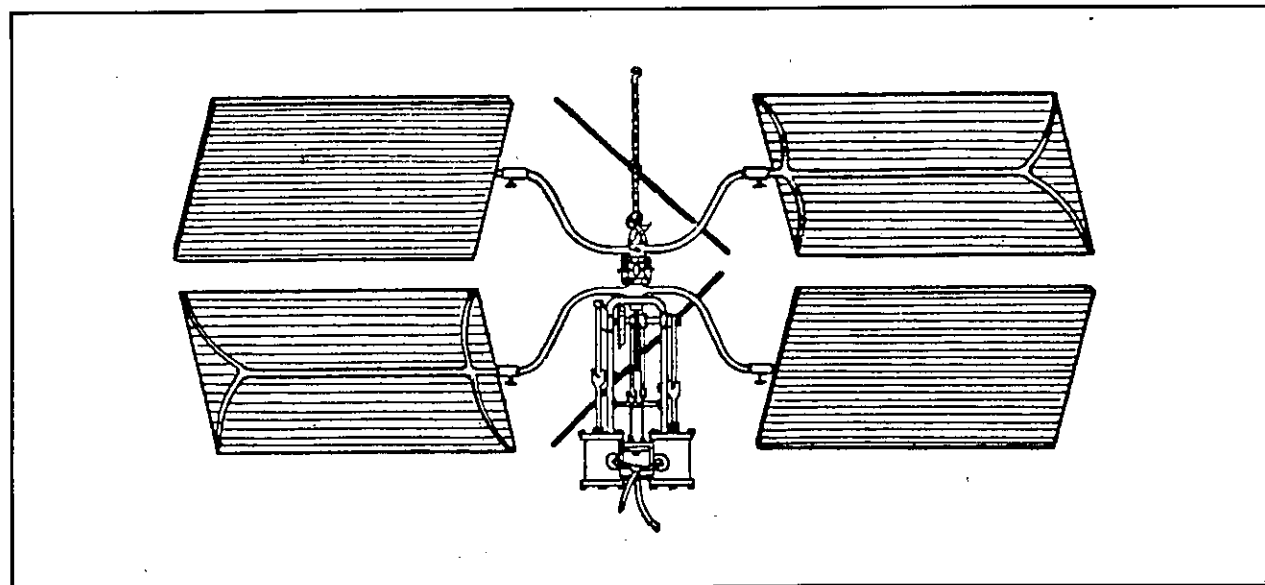
On demande des placiers, avec fixe et remise

Imprimerie Typographique et Lithographique J. BÉLÉ, 8, rue Louis-le-Grand

A. Delprat: Luft-Veloziped (1877).

Enrico Forlanini: Dampfmaschinen-Hubschraubermodell (1877).

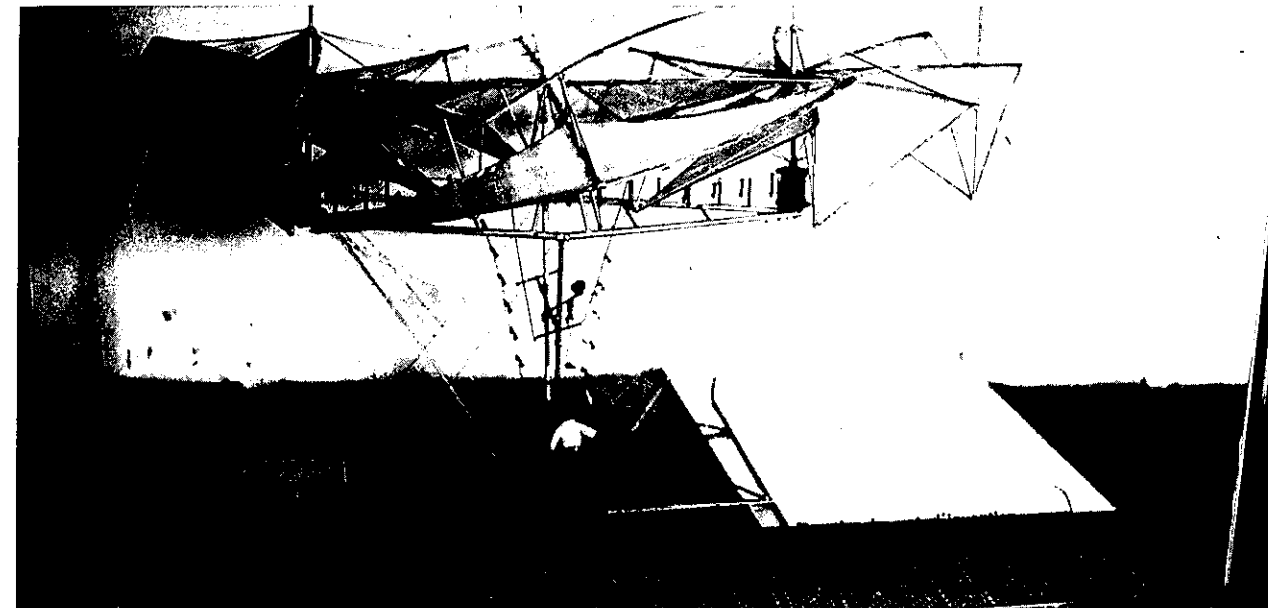
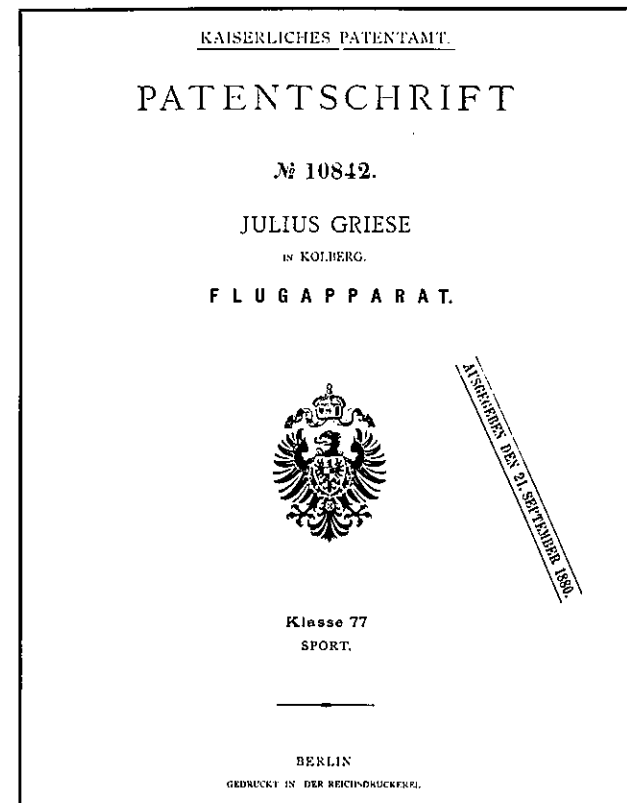




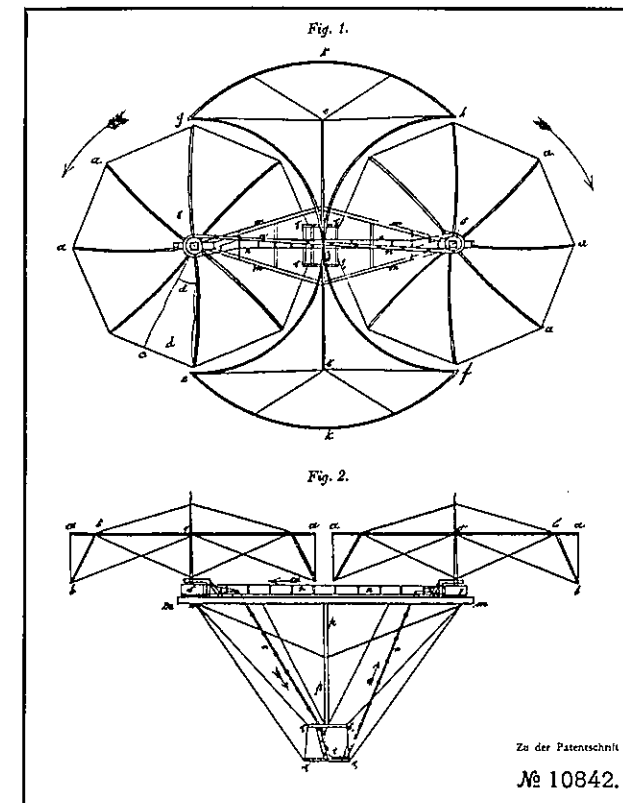
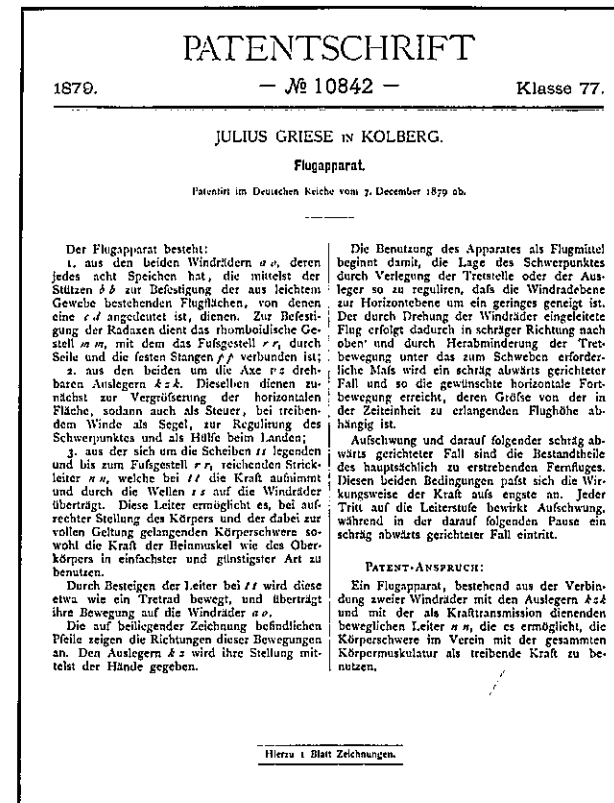
Emmanuel Diewaide: Am Boden stationierter Dampfmaschinen-Antrieb (1877).

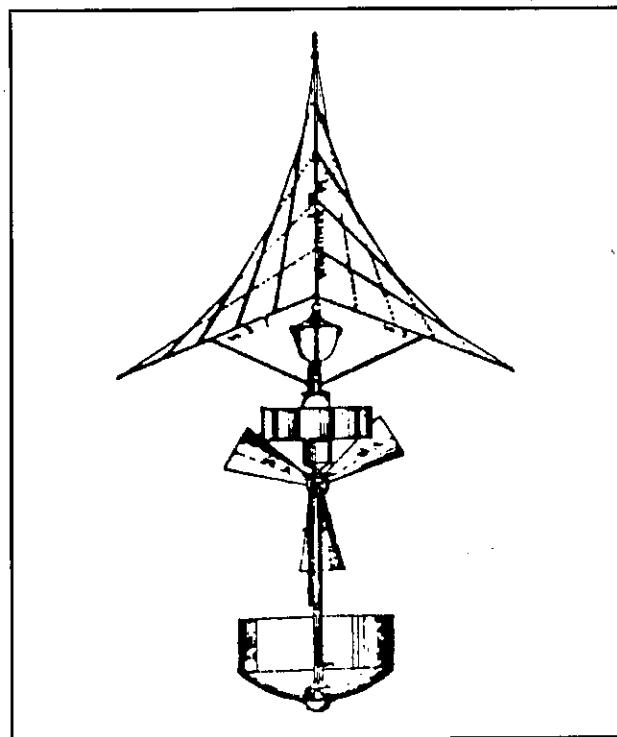
Nach der gleichen Methode verfuhr Emmanuel Diewaide in Frankreich, der ebenfalls die Dampfmaschine am Boden beließ und den Dampf durch einen Metallschlauch seinem Schwingen-Drehflügel-Modell zuleitete. Der hierbei erreichte Auftrieb ermöglichte immerhin ein Abheben des Gerätes vom Boden. Castel, gleichfalls ein französischer Ingenieur, benutzte 1877 für sein Hubschraubermodell einen Druckluftantrieb, den er mit einem Kompressor vom Boden aus erzeugte. Nachdem sein Modell beim Test an einer Wand zerschellte, stellte er die Versuche ein. Das erste Patent für einen Hubschrauber im Deutschen Reich wurde am 7. Dezember 1879 erteilt. Die Patentschrift Nr. 10842 Klasse 77 und ein Modell der Vorstellung von Julius GRIESE aus Kolberg für einen Flugapparat, bei dem die Rotoren mit leichtem Gewebe bespannt sind, ist im Hubschraubermuseum Bückeburg zu besichtigen.

Der Kraftübertragung dienen bei diesem Modell die um Scheiben gelegten Strickleitern. Sie sollten es ermöglichen, beim Besteigen in aufrechter Stellung des Körpers mit der voll zur Geltung gelangenden Körperschwere die Kraft der Beinmuskeln und des Oberkörpers in einfacher und günstiger Art zu nutzen. In den USA wollte Linfield den Auftrieb mit neun Luftschrauben zu je 0,9 m Durchmesser erreichen, die



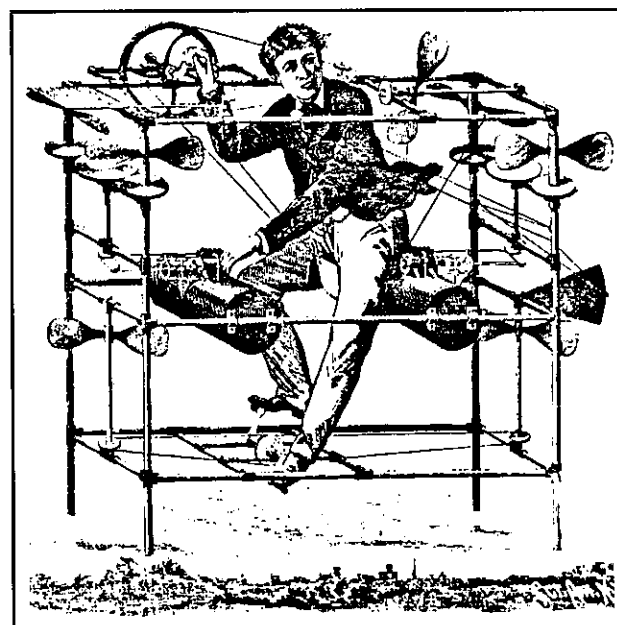
Das erste Deutsche Reichspatent für eine Hubschrauberkonstruktion von Julius GRIESE, Kolberg 1879. Das Modell befindet sich im Hubschrauber-Museum Bückeburg.





Melikoff: Turbinen-Antrieb mit Ätherdämpfen (1879).

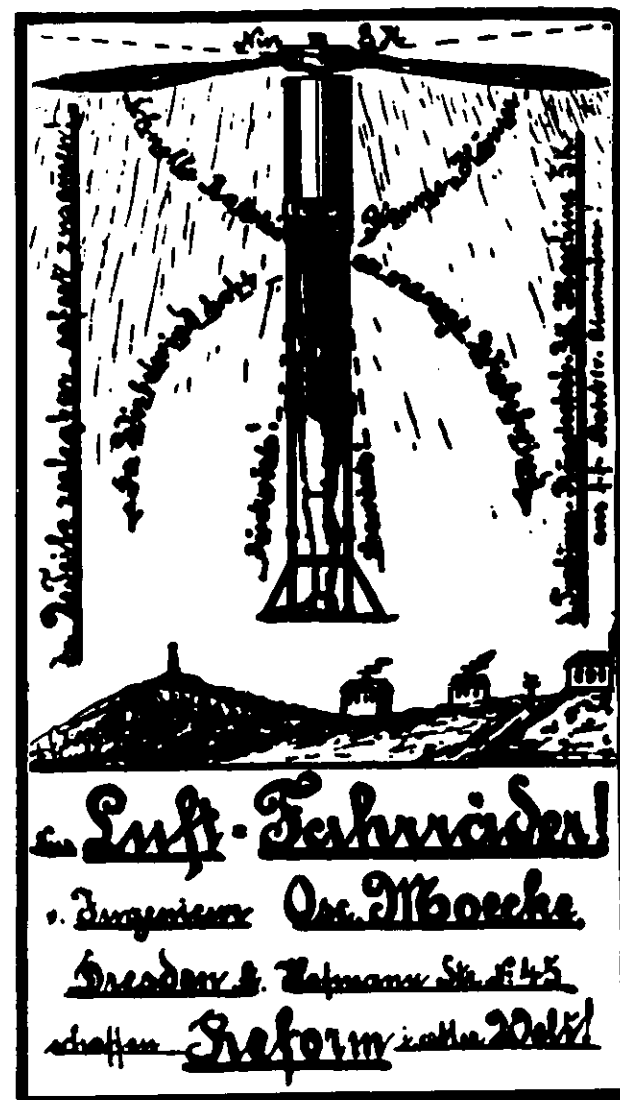
Ayre's neuer Sicherheitsflugapparat »Upwards«. Antrieb mit Preßluft, Fahrradpedalen und Handkurbel (1885).



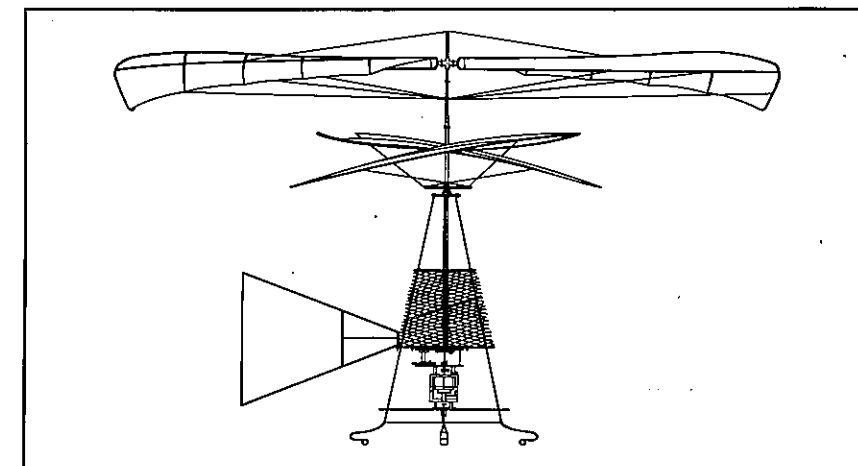
er mit jeweils 15 cm Abstand übereinander montierte. Hierbei stellte sich heraus, daß diese neun Schrauben weniger Hubkraft erzeugten als zwei mit einem Abstand von 1,20 m übereinander angeordnete Schrauben. In dieser Zeit stellte auch W. F. Quinby in den USA Schraubenflieger-Entwürfe vor, die nicht realisierbar waren.

Autorotationseffekt oder Fallschirmwirkung für eine Landung versprach sich der in Frankreich lebende russische Ingenieur Melikoff von seinem Hubschrauben-

Oskar Moecke: Luftfahrrad (1886).



Wilhelm Kress hatte die Auftriebsleistungen genau berechnet, seine Vorstellungen für einen Vorwärtsflug bei diesem Entwurf jedoch noch nicht definiert.



projekt, für das er 1879 einen Turbinenantrieb mit Luft- und Ätherdämpfen verwenden wollte. Für den Vorwärtsflug hatte er einen Dreiblatt-Propeller vorgesehen. Aber es blieb bei der Planung, ein startfähiges Modell wurde nicht gebaut.

Einen weiteren Anlauf, sich mit Muskelkraft vom Boden zu erheben, unternahm Dr. W. O. Ayres 1885 in England. Sein Plan mit Tretantrieb und Handkurbel war leider ebenso wenig durchführbar wie das Hubschrauber-Projekt von R. G. Owens mit seitlich angeordneten Rotoren und jenes von J. S. Fosters, der 1886 durch Seilzug im Handbetrieb neigbare Rotor-maste plante.

Oskar Moecke, der in diesen Jahren in Brieg (Schlesien), Dresden und Berlin mit der Erkenntnis hervortrat, daß ein Wirbelsturm Bäume und Häuser emporhebt, wollte den Wind für seine Flugapparate mit durch Muskelkraft betriebenen Rotoren erzeugen. Entgegen dem Sprichwort: »Wer Wind sät, wird Sturm ernten«, erntete er nur den Ruf, ein Phantast zu sein.

Elektromotoren kamen in Mode, der Franzose Dudgeon zog es vor, die Ergebnisse seiner Versuche mit elektrisch angetriebenen Drehflüglern geheimzuhalten. Demnach ist anzunehmen, daß ihm kein Erfolg beschieden war.

Sein Landsmann Trouvé hingegen konnte 1888 bekanntgeben, daß mit seinem 15 kg schweren $\frac{1}{3}$ -PS-Elektromotor die besten Resultate zu erzielen waren, wenn bei den Rotorblättern die Steigung gleich oder etwas kleiner als ihr Durchmesser gehalten war. Entgegenkommend gab er diese Erfahrungswerte

auch dem Österreicher Wilhelm Kress zur Kenntnis, dem er überdies Motoren für Versuche mit gefesselten Hubschraubermodellen lieferte. Das Koaxialmodell von Kress war 33 kg schwer. Die Schrauben rotierten mit 120 U/min. Die Auftriebsmessungen ergaben folgende Resultate:

Auftrieb in kg	PS	Schrauben-Durchmesser
8	0.51	3 m
14	0.64	3 m
10	0.56	4 m
16	0.62	4 m

Kress rechnete weiter und projektierte einen bemannten Hubschrauber mit einem 20-PS-Motor und 325 kg Gesamtgewicht, konnte jedoch ohne den erforderlichen finanziellen Rückhalt das Projekt nicht zur Ausführung bringen.

Die von Wilhelm Kress gestalteten Luftschrauben bestanden aus mit Seide bespannten Rohren und waren richtungsweisend für den Propellerbau überhaupt. Seine zielstrebig durchgeführten Versuche erfolgten im Erfahrungsaustausch mit französischen Entwicklungen, zumal er selbst von 1870 bis 1873 seine Ausbildung von Penaud in Paris erhalten hatte. Zu diesem Kreis der Luftfahrtpioniere gehört auch der Pole Stefan Drzewiecki, der sich mit der Entwicklung von Propellern beschäftigte, die auch für senkrechten Auftrieb verwendbar waren.

Thomas Alva Edison, der große amerikanische Erfinder, berechnete 1885 die Effektivität von Motoren für Fesselhubschrauber. Sein Idealmotor hätte bei 18 kg

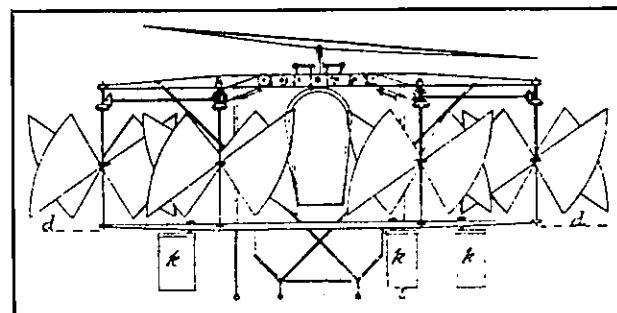
Gewicht 50 PS Leistung bringen müssen. Dieses Leistungsverhältnis war damals noch nicht erreichbar, Edison gab seine Drehflüglerversuche wieder auf. Seine Meinung äußerte er zu einem späteren Zeitpunkt, als die Flächenflugzeuge bereits flogen: »Das Luftfahrzeug wird nichts nützen, bis eine Maschine geschaffen ist, welche die Fähigkeit des Kolibri besitzt – senkrecht aufzusteigen, vor- und rückwärts zu fliegen und senkrecht herabzukommen und zu landen, wie ein Kolibri. Es wird nicht einfach sein, eine solche Maschine zu bauen, aber irgendwer wird es tun ...«

Ein Irrtum der Gebrüder Wright

Im Gegensatz zu Edison hatten die Gebrüder Wright, die vor ihrem Erstflug in Kitty Hawk erfolglose Versuche mit Hubschrauberkonstruktionen unternommen hatten, keine hohe Meinung von den Möglichkeiten der Drehflügler. Wilbur Wright meinte 1906: »Der Hubschrauber leistet mit viel Mühe nur das, was ein Ballon mühelos leistet.«

An der Schwelle des 20. Jahrhunderts war der Zeitpunkt in greifbare Nähe gerückt, sich mit einem motorisierten Fluggerät erstmals in die Luft zu erheben. Die Erfinder und Konstrukteure von Flächenflugzeugen und Drehflüglern waren emsig wie noch nie am Werke. Aus der Vielfalt der Drehflüglerprojekte sind zunächst die einfachen Hubschraubermodelle Emile Veyrins von 1892 zu erwähnen. Ihr besonderes Merkmal war eine Neigung der Rotorebenen im Winkel von etwa 45 Grad zur Horizontalen. Damit konnten Auftrieb und Vortrieb erreicht werden, eine Steuerfläche diente bei diesen mit einem Uhrwerk betrie-

August Boehm: Bewegliche Steuerflächen im Rotorabwind (1894).



benen Modellen der Stabilisierung im-Flug. Die Verbrennungsgase einer mit Petroleum betriebenen Turbine hingegen sollten die Antriebskraft für den Tandemhubschrauber von J. Craig liefern, während die Antriebskraft für den Tandemhubschrauber von J. C. Walker nicht mehr mit Bestimmtheit feststellbar ist. Sein Konzept erstreckte sich auf zwei in vertikal angeordneten Zylindern untergebrachte Rotoren und zwei horizontal wirkende Propeller, ebenfalls in Zylindern. Leitflächen hinter den Propellern dienten der weiteren Stabilisierung, der Übergang zum Horizontalflug war durch regulierbare Gewichtsverlagerung vorgesehen.

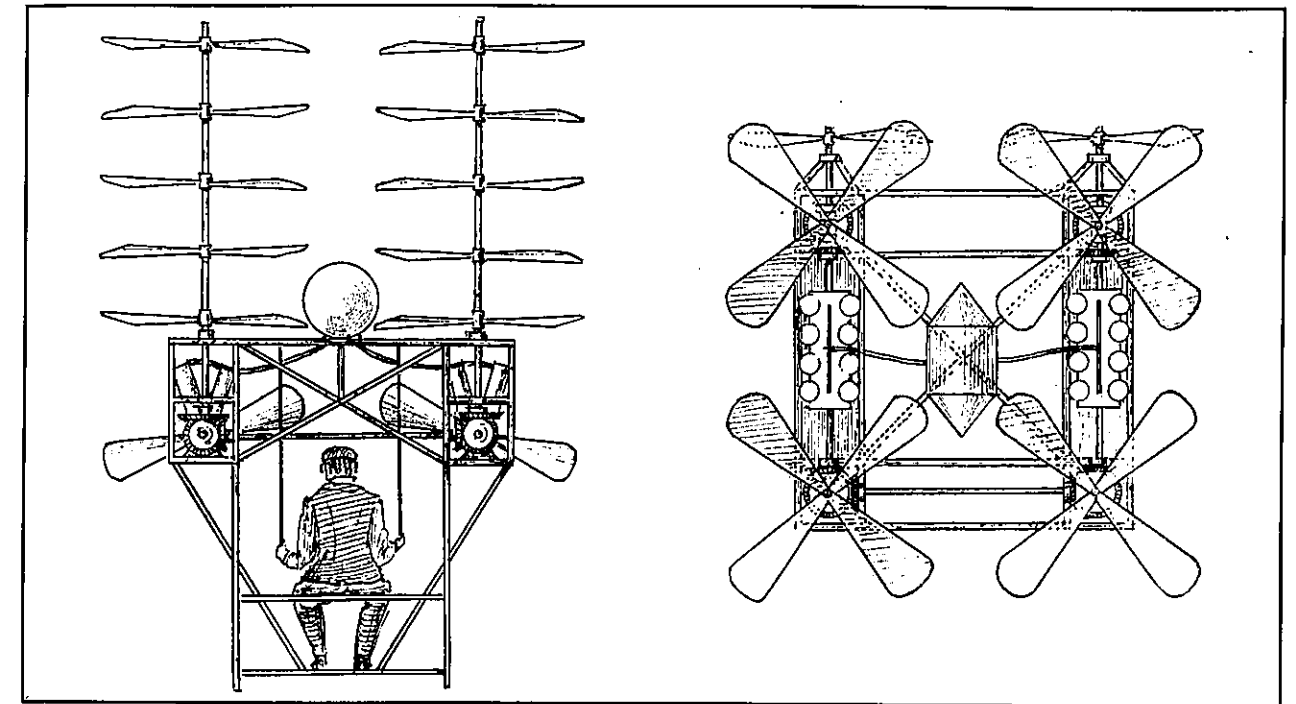
Sir Charles Parsons entwickelte 1893 in England ein Konzept mit einem Hauptrotor und einer senkrechten Stabilisierungsfläche, desgleichen J. Roots (1896), der mit Änderung der Schwerpunktlage vorwärts fliegen wollte.

Mit den im Abwind des Hauptrotors beweglich angeordneten Steuerflächen beabsichtigte August Boehm aus Breslau, seinen Drehflügler auch im Horizontalflug lenkbar zu konstruieren. Das hierfür am 27. Februar 1894 erteilte Reichspatent Nr. 85 903 fand allerdings keine praktische Anwendung.

Wellner entwickelte 1894 ein Ringflüglerkonzept, das aus horizontal angeordneten ringförmigen Hubschrauben und vertikal angeordneten Propellern bestand.

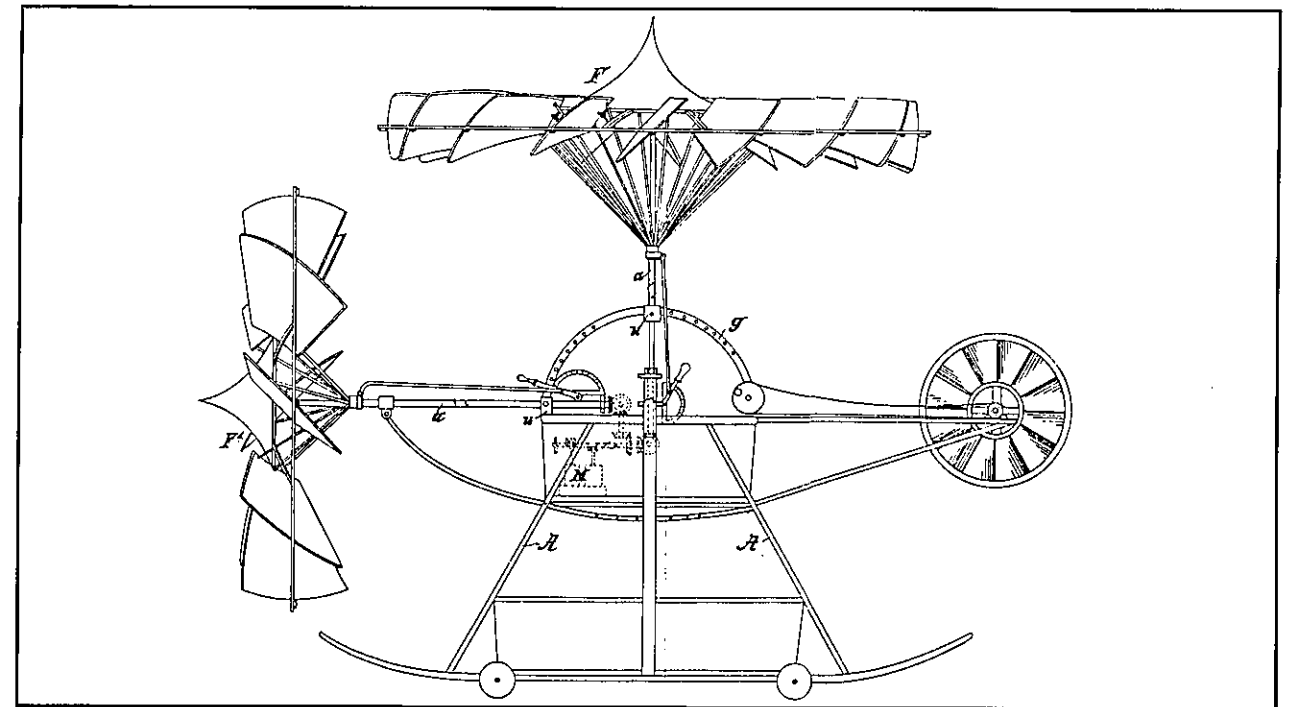
Die von A. Jarolimek in Österreich 1894 durchgeführten theoretischen Studien gipfelten in dem von ihm vertretenen »Gliederungsprinzip«, nach dem die Zerlegung eines großen Apparates in viele kleine untereinander gleichartige Elemente die Tragkraft erbringen würde, die mit einer Fläche von großen Dimensionen aus Festigkeitsgründen nicht so rationell erreichbar sei. Dementsprechend bestand seine Rotoranordnung aus vier Masten mit je fünf Vierblatt-Rotoren übereinander und zwei Vortriebspropellerpaaren. In Italien erfand Gottardo Segantini 1896 eine Flugmaschine mit kreisenden Flächen, die mit dem Projekt von Jarolimek im Grundriß auffallende Übereinstimmung zeigte.

Carl Zenker arbeitete zur gleichen Zeit an seinem lenkbaren »Luftschiff Bremen I«, einer Anordnung von übereinanderliegenden Rotorpaaren plus hintereinanderliegenden Luftschrauben für den Vortrieb. In Mexico schlug 1895 E. C. de los Olivos einen Tandemhubschrauber mit einer beweglichen Tragfläche für den Vorwärtsflug vor.



A. Jarolimek: Fünf Vierblattrotore auf vier Masten (1894).

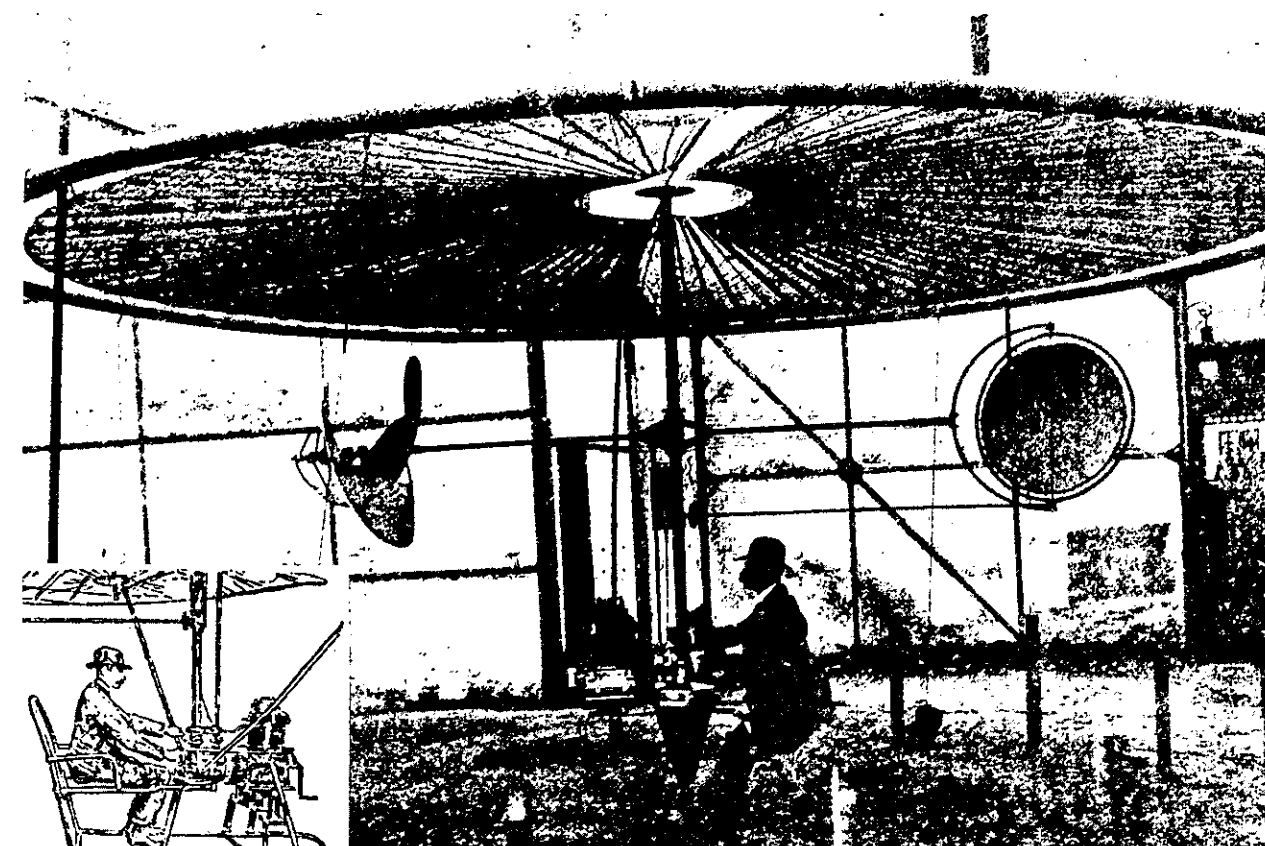
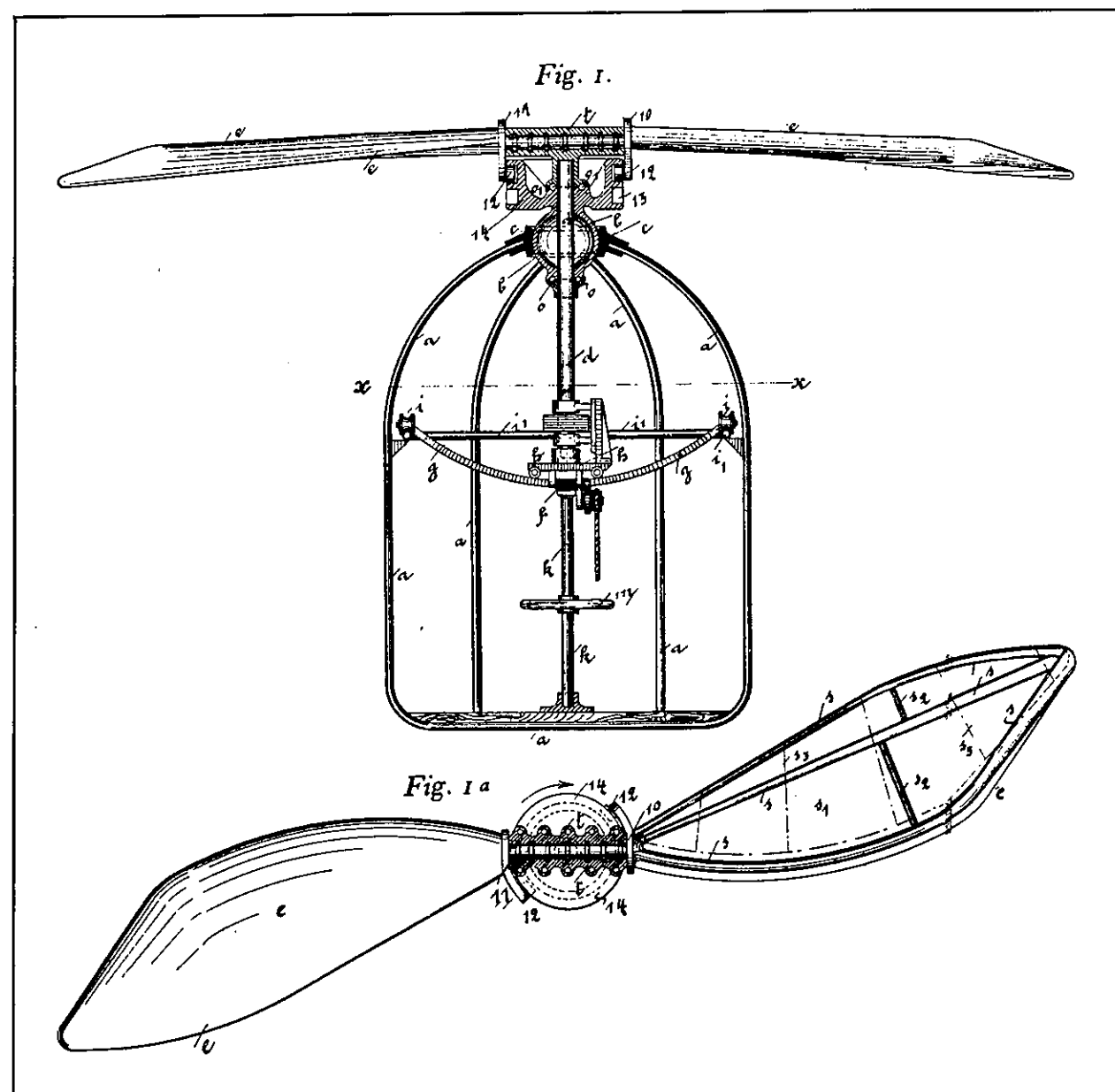
Dr. R. Beenen in Dresden: Deutsches Reichspatent Nr. 98 109 vom 6. Mai 1896.



1896 erhielt Dr. R. Beenen in Dresden das Deutsche Reichspatent für seinen Verbundhubschrauberentwurf mit kippbarem Hauptrotor und von Hand betriebenen Heckrotor. Alexander Schörke aus Dresden erhielt am 22. April 1896 ebenfalls ein Deutsches Reichspatent für sein Drehflüglerkonzept mit Kippro-

tor. Angaben über Motorisierung oder Antriebskraft der Geräte sind in den Patentschriften nicht enthalten. In Frankreich hatte Henry Villard seine Versuche mit einem Schirm von 7 m Durchmesser begonnen, zur besseren Stabilisierung ging er dann zu zwei Rotorschirmen über.

Alexander Schörke in Dresden: Deutsches Reichspatent Nr. 95 963 vom 22. April 1896.

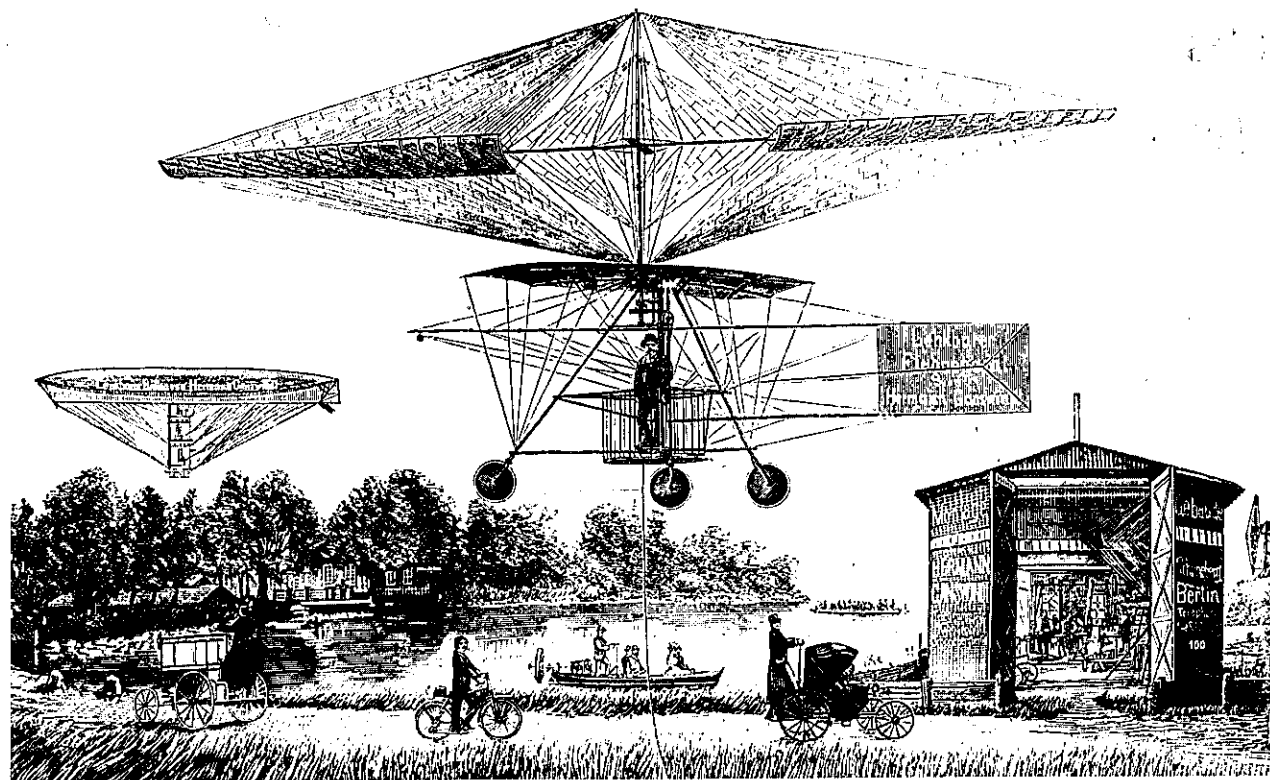


Henry Villard: Rotorschirme (1896).

Der Koaxial-Hubschrauber-Entwurf eines schwäbischen Tüftlers mit außerordentlicher technischer Begabung erweckte 1899 in Friedrichshafen am Bodensee das Interesse des Luftschiffbauers Graf Zeppelin. Otto Rüb, von Beruf Schuhmachermeister, war der Konstrukteur, der im Rückgebäude seiner Werkstatt das Schraubenfliegerprojekt in Angriff genommen hatte, das damals lediglich an der Frage der Motorisierung scheiterte. Nachdem sich Rüb neben der Hubschrauberkonstruktion auch mit der Konstruktion eines leistungsfähigen Motors befassen mußte, verlor Graf Zeppelin die Geduld, dieses Vorhaben weiter zu fördern. Die Söhne von Otto Rüb stellten 1918 mit der Konstruktion der Schraubenflieger »Rotoplan I« und »Rotoplan II« die Richtigkeit der Vorarbeiten ihres Vaters unter Beweis.

Jahrmarkt-Vorstellungen und ernstzunehmende Projekte zu Beginn unseres Jahrhunderts

Eine kuriose Konstruktion aus dem Jahre 1901 ist vielleicht deshalb erwähnenswert, weil mit ihr der Wunschtraum, auch mit unzulänglichen Mitteln den Hubschrauberflug zu verwirklichen, mit einer Anzeige wegen Betruges endete. Es handelt sich um das »Hebeluftschraubenflugzeug« des Erfinders Hermann Ganswindt, das mit einem Tretantrieb versehen war. In seinem »Technischen Lunapark« in Berlin-Schöneberg führte Ganswindt den Flugapparat vor, der mit zwei Personen an Bord abhob. Aufgrund der Beschuldigung, er habe den Apparat mit einem Seil



Hermann Ganswindt: »Hebeluftschraubenflugzeug« (1901).

zur Hallendecke hochgezogen, wurde Ganswindt als Schwindler verhaftet. Die Gerichtsverhandlung endete mit einem Freispruch für Ganswindt, sein Unternehmen war jedoch durch den Prozeß in derartige Schwierigkeiten geraten, daß er es nicht fortführen konnte.

Während in Deutschland weiterhin Emil Neyer in Berlin einen Hubschrauber mit 5 Hub-, 10 Treib- und 6 Steuerschrauben entwarf, der für die Landung sowohl Räder wie auch Schwimmkörper aufzuweisen hatte und zudem mit Segelflächen versehen war, versuchten es die Franzosen 1904 mit einfacheren Mitteln.

Die Entwürfe von Felix Faure – Nr. 1 mit Elektromotor und koaxialer Rotoranordnung, Nr. 2, ein »fliegendes Fahrrad« und Nr. 3 mit einem Benzin-Motor – sind schon wesentlich einfacher zu begreifen.

Der Tandemhubschrauber des französischen Obersten Charles Renard, der mit einem 2-Zylinder-V-

Motor ausgerüstet war, ist vor allem deshalb von besonderem Interesse, weil dieser Konstrukteur erstmals die Verwendung von Schlaggelenken versuchte. Doppelte Rotorpaare, übereinander auf Auslegern, verwendeten die Schweizer Armand und Henry Dufaux, die jedoch nur ein Modell mit 6,5 kg Nutzlast bei 17 kg Gesamtgewicht bauten.

Über die zahlreichen damals betriebenen Hubschrauberaktivitäten sind nur spärliche Berichte an die Öffentlichkeit gelangt. Sie standen mehr oder weniger im Schatten des Erstflugs der Gebrüder Wright und der Flächenflugzeuge, die laufend erfolgreich verbessert wurden.

Zu erwähnen sind die Versuche von Decazes und Besançon 1902, die mit einem 10-PS-Motor und zwei Hubschrauben von 6 m Durchmesser 67 kg Auftrieb erreichten, die Experimente von Deutsch de la Meurthe und Victor Tatin 1904, bei denen für ein 50 kg schweres Modell nur ein 3-PS-Motor zur Verfü-

gung stand, und der Koaxialhubschrauber von Rupert Treffner in der Schweiz, bei dem der Platz für den Piloten in einem Käfig vorgesehen war.

Im Auftrag des Fürsten von Monaco konstruierte Ingenieur Maurice Léger 1905 eine vom Boden aus mit einem Elektromotor betriebene Koaxial-Rotor-Plattform, mit der erstmals ein Mensch in die Höhe gehoben wurde. Besonders eindrucksvoll war diese Fesselhubschrauber-Vorführung, weil sich der Direktor des Instituts für Meereskunde in Monaco, M. Richard, für das Experiment zur Verfügung stellte, »da er von allen Zuschauern das größte Körpergewicht aufzuweisen hatte«.

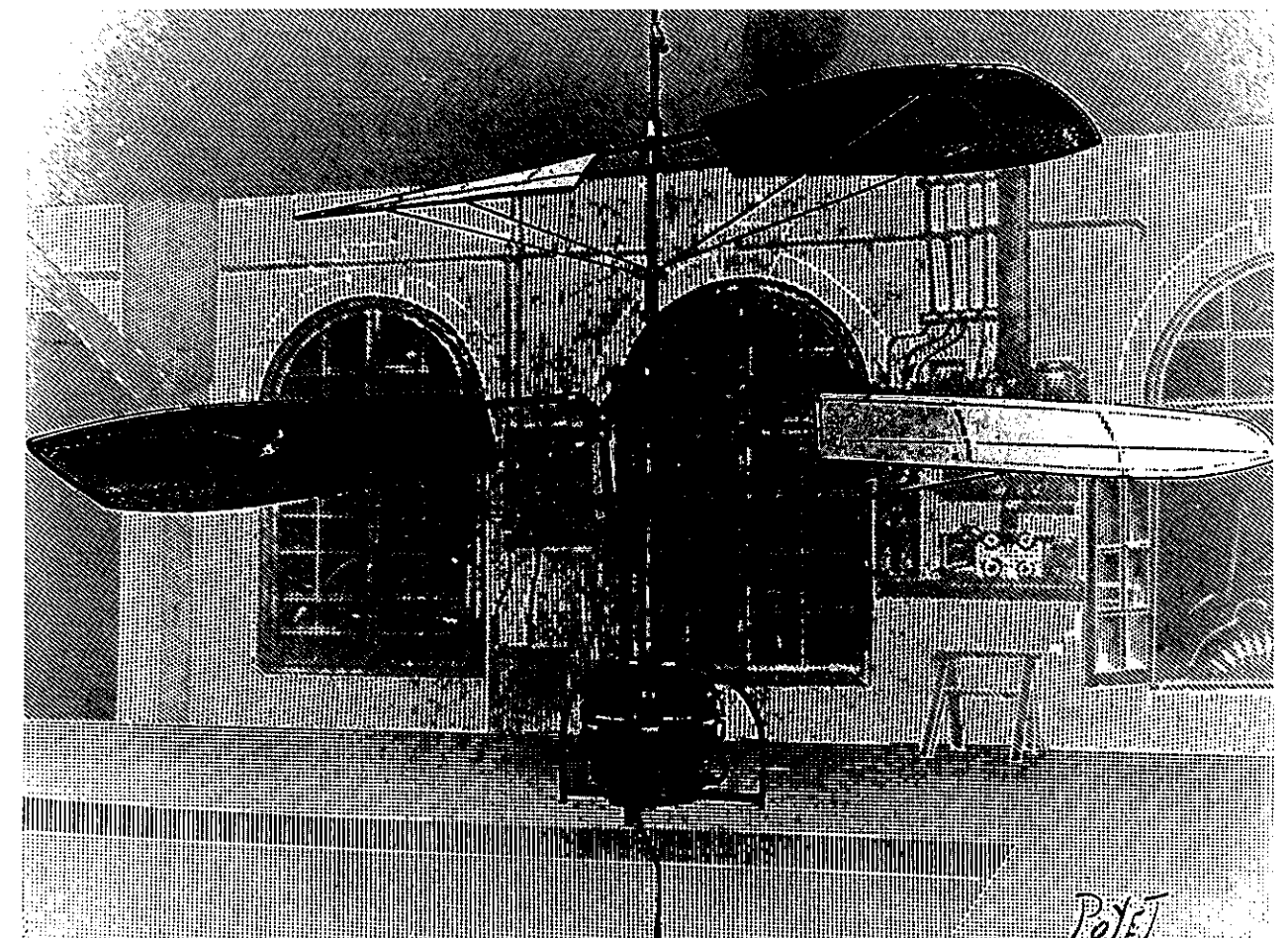
Aus Rußland ist die erste Konstruktionszeichnung eines in seiner Tragfähigkeit großzügig dimensionierten

Drehflüglers von Josef Lipkowski erhalten, der als gebürtiger Pole 1904 in St. Petersburg, dem heutigen Leningrad, die Pläne für einen Koaxialhubschrauber mit Rotoren von 16 m Durchmesser entwarf. Das zusätzlich mit einem Druckpropeller ausgestattete Gerät war bei einem Abfluggewicht von 3 t für zwei Mann Besatzung konzipiert.

Ein weiterer polnischer Konstrukteur, Czeslaw Tanski, baute 1907 in Warschau einen Koaxialhubschrauber mit zwei gegenläufigen Rotoren von je 8,5 m Durchmesser, für den er jedoch nur einen 2,5-PS-Motor zur Verfügung hatte.

Von weittragender Bedeutung erwies sich der Vorschlag des Italieners G. A. Crocco, der 1906 erstmals

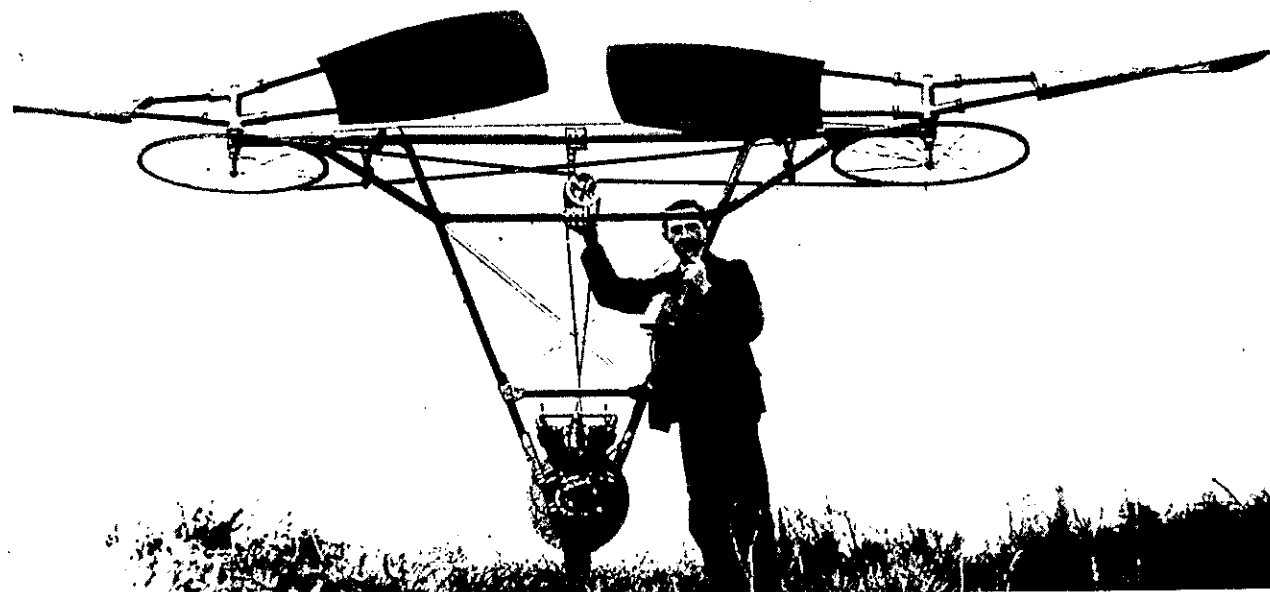
Felix Faure: Flugapparat mit elektrischem Motor (1904).





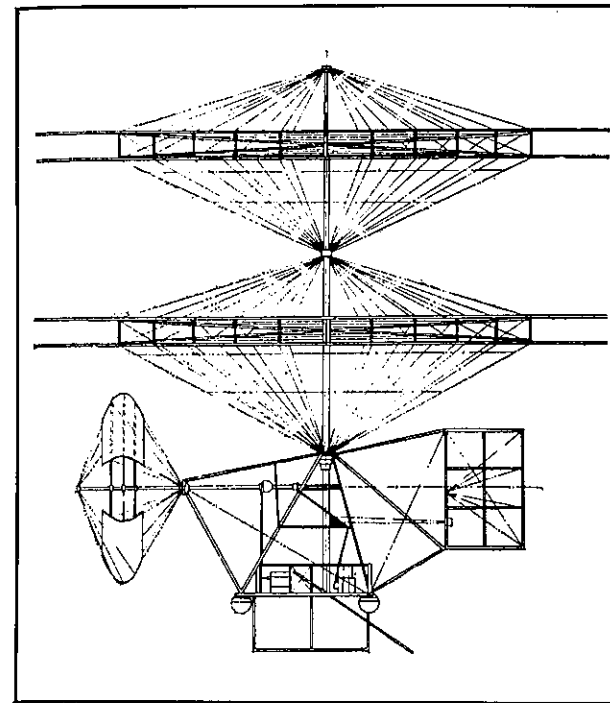
▲ Faure: Fahrrad-Hubschrauber (1904).

▼ Renard: Rotoren auf Auslegern (1904).



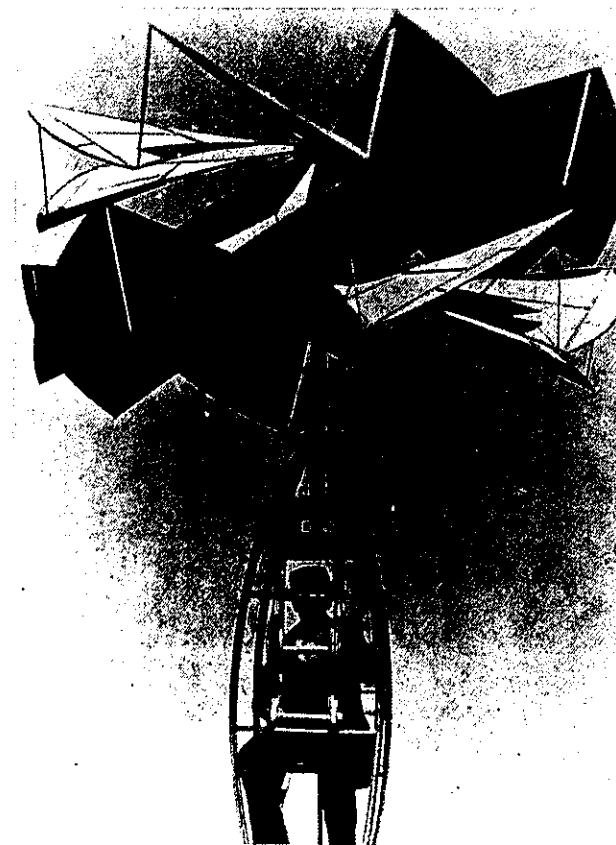
das Prinzip einer zyklischen Blattverstellung aufzeichnete. Während bei der kollektiven Blattverstellung, die Robert W. Taylor in den USA bereits 1842 vorschlug, der Anstellwinkel der Rotorblätter gemeinsam verändert wird, besagt die zyklische Blattverstellung, daß sich der Anstellwinkel eines einzelnen Blattes in einer bestimmten Position ändert. Die Funktion moderner Hubschrauber beruht im wesentlichen auf den Prinzipien der kollektiven und zyklischen Blattverstellung. Kollektive Verstellung bewirkt den Vertikalflug, mit zyklischer Verstellung der Blätter über eine Taumelscheibe ist es möglich, Flugmanöver auch nach weiteren Richtungen einzuleiten. Der dänische Ingenieur Jakob Ellehammer hat die von Crocco vorgeschlagene Blattverstellung 1912 erstmals angewandt.

Drei englische Ingenieure, Denny, Mumford und J. Collock-Brown, befaßten sich 1906 mit der Konstruktion eines Hubschraubers mit insgesamt sechs paarweise montierten und ineinanderdrehenden Rotoren. Dieses Mixquirl-(egg-beater-)System wurde 1935 von Anton Flettner erfolgreich praktiziert. Alles in allem ist festzustellen, daß in der Vielfalt der 1906 existierenden Hubschrauber-Vorstellungen noch nicht zu erkennen war, welches System sich einmal behaupten oder gar durchsetzen würde.



Josef Lipkowski: Konstruktionszeichnung für einen Koaxialhubschrauber.

Rupert Treffner: Ein-Mann-Hubschrauber (1905). ►



1907 bis 1932

Vom ersten Anheben bis zum ersten praktisch verwendbaren Hubschrauber

Geburtstage sind in den Personalpapieren dokumentierte einmalige Daten, für den Hubschrauber darf man jedoch zwei Geburtstage im Jahre 1907 zugrundelegen, wenn man das erste »freie« Abheben mit einem Piloten als derartigen Meilenstein betrachten will. Am 24. August 1907 erreichte der Gyroplane Nr. 1 von Bréguet eine Flughöhe von 60 cm und am 13. November des gleichen Jahres schwebte das »fliegende Fahrrad« von Cornu erstmals 20 Sekunden lang 30 cm über dem Boden.

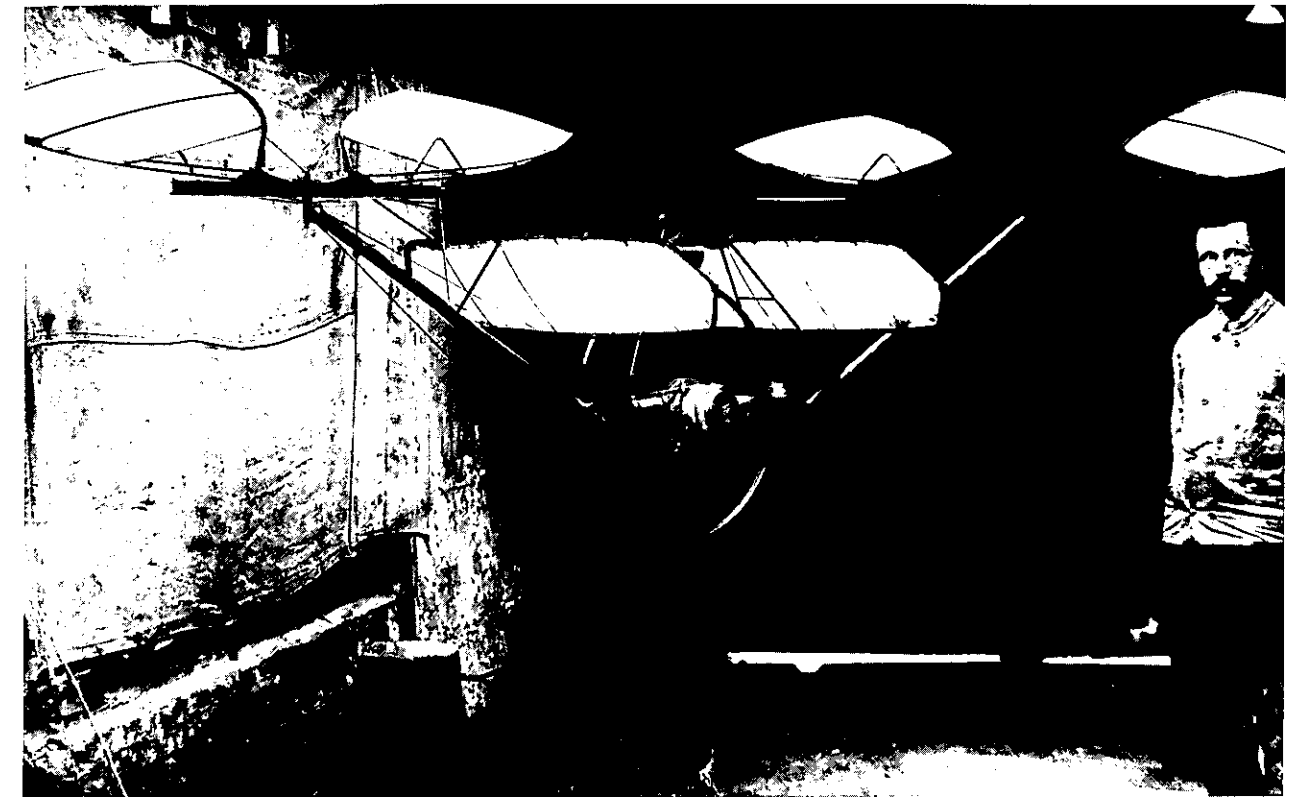
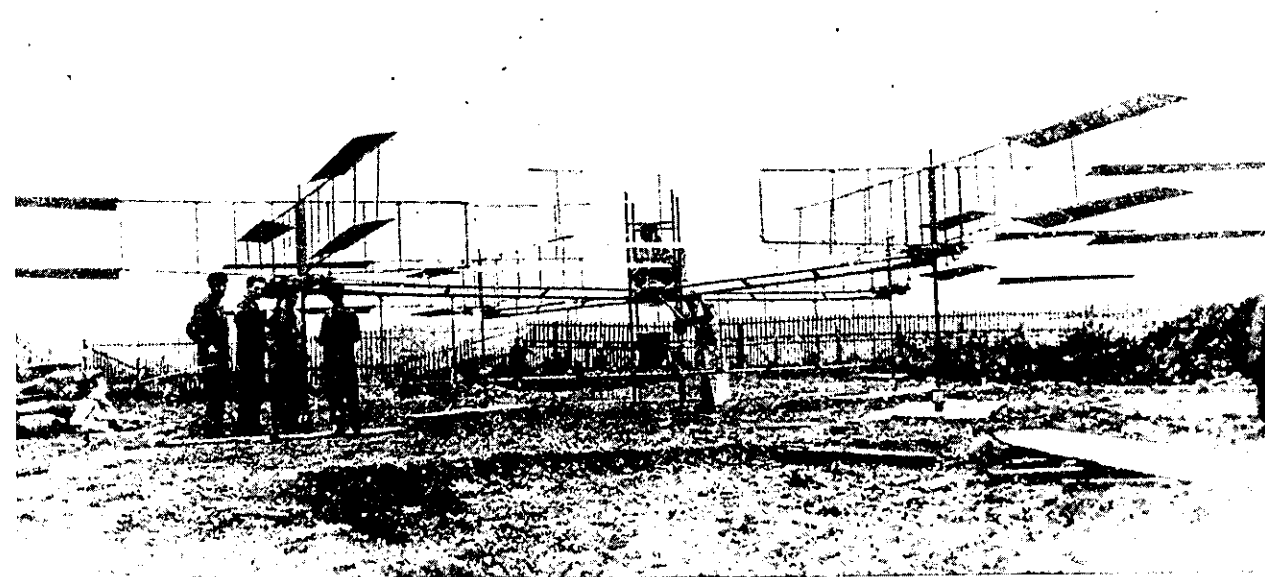
Für die Dokumentation beider Erstflüge gibt es eine Begründung: Bréguets Gyroplane mußte von vier

Männern gehalten werden, weil er total instabil in der Luft taumelte, Cornus Gerät war gleichfalls nicht manövrierfähig, vollführte jedoch ein vollkommen freies Abhebemanöver.

Der von Louis und Jacques Bréguet in Zusammenarbeit mit Professor Charles Richet 1907 in Douai/Nordfrankreich gebaute Schraubenflieger stellte eine sehr komplizierte Konstruktion dar. Auf vier Auslegern aus Stahlrohren waren vierblättrige Doppelrotoren montiert, von denen je zwei im Uhrzeigersinn und zwei gegenläufig drehten. In der Mitte des Stahlrohrgestells befand sich der Sitz für den Piloten und ein 45-PS-Benzinmotor.

Als »Abfluggewicht« werden 578 kg angegeben, von denen 68 kg auf den Piloten, M. Volumard, entfielen. Leider war das Gerät in der Horizontalen weder kontrollierbar noch lenkbar, so daß es von vier Männern mit Stangen in der Balance gehalten werden mußte.

Bréguet Nr. 1: Dem Erstflug blieb die Anerkennung versagt.



Cornu: »Fliegendes Fahrrad« (1907).

Obwohl diese Männer sowohl beim Erstflug, bei dem eine Höhe von 60 cm erreicht wurde, wie auch bei folgenden Abhebeversuchen, bei denen Flughöhen bis zu 1,5 m erreicht wurden, zum eigentlichen Auftrieb nicht beigetragen haben, sind diese ersten Starts nicht als freie Hubschrauberflüge anerkannt worden.

Ein Fuß Flughöhe beim ersten bemannten Hubschrauberflug erreicht

Der französische Ingenieur Paul Cornu ist der Konstrukteur des ersten Hubschraubers, der am 13. November 1907 in Coquainvilliers bei Lisieux/Nordfrankreich mit Pilot frei vom Boden abhob. Cornu hatte seine Versuche 1906 mit einem Hubschraubermodell begonnen, das bei einem Gewicht von 13 kg mit einem 2-PS-Motor bestückt war. Zwei auf Ausle-

gern befindliche Rotoren wurden bei diesem Modell über Transmissionsriemen in Bewegung gesetzt. Nach gleicher Methode verfuhr Cornu bei einem größeren Apparat, den er 1907 fertigstellte. Ein wassergekühlter 24-PS-Antoinette-Motor bewirkte über Riemen (mit einer Gesamtlänge von etwa 20 m!) den Antrieb für zwei hintereinander auf Auslegern montierte Rotoren von je 6 m Durchmesser. Der Motor und der Sitz für den Piloten waren im Schwerpunkt auf einem vier-rädrigen Landegestell montiert. Das Abfluggewicht dieses »fliegenden Fahrrads« betrug 260 kg, der Bruder von Cornu fungierte als Pilot bei diesem historischen Erstflug, bei dem er das Gerät in etwa 30 cm Höhe einige Sekunden im Bodeneffekt halten konnte. (Der Bodeneffekt ist die Rückwirkung des Rotorabwindes vom Boden, mit dem die Auftriebsleistung eine Steigerung erfährt, die in größeren Flughöhen nicht mehr gegeben ist.) Als Steuerungshilfe für die paddelförmigen, mit gummiimprägnierter Seide bespannten Rotoren, deren Anstellwinkel verstellbar

war, dienten zusätzliche Leitflächen. Der Lenkeffekt der von den Verstellrotoren nach unten auf die Leitflächen geblasenen Luftströmung war nur gering, das Transmissionssystem äußerst unzuverlässig und das gesamte Gerippe wenig stabil.

In der Folge wurden Schwebeflüge bis zu 2 m Höhe ausgeführt. Ansbert E. Vorreiter erwähnt in seinem damaligen Bericht über »Motorflugzeuge«, daß die Oberfläche aller vier »Schraubenflügel« knapp 7 qm betrug, jeder Quadratmeter der Rotorfläche dementsprechend mit 36 kg belastet war. Weiterhin ist seiner Beschreibung zu entnehmen, daß der Antoinette-Motor mit 1800 U/min. 30 PS Leistung brachte und bei 1200 U/min. 24 PS leistete; in diesem Bereich drehten die Rotoren mit Riemenuntersetzung mit 120 U/min. Cornu fand Nachfolger, die mehr oder weniger erfolgreich die Konstruktionen verbesserten oder veränderten.

Weitere instabile komplizierte Rotoranordnungen

Philippi baute zur gleichen Zeit wie Cornu einen Hubschrauber mit zwei nebeneinanderliegenden und entgegengesetzt drehenden Rotoren, im Unterschied

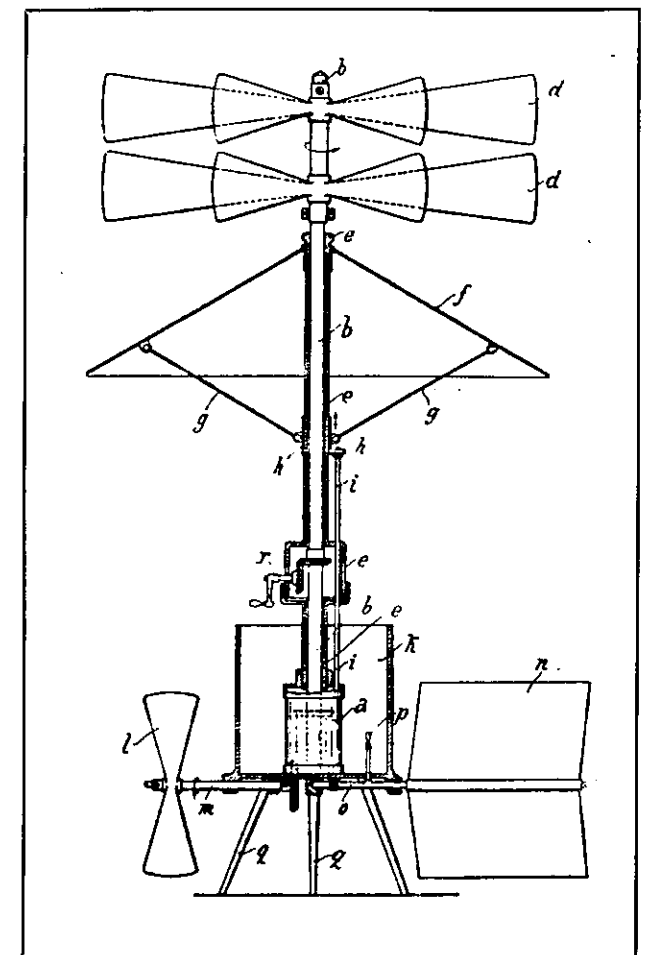
zum »fliegenden Fahrrad« also quer zur Flugrichtung angeordnet und außerdem mit Zahnrädern anstelle der von Cornu angewandten Riemenuntersetzung betrieben. Ein weiterer Unterschied ergab sich allerdings daraus, daß dieses Gerät nicht vom Boden abhob.

Zu den tatsächlich flugfähigen Drehflüglern zählte der Gyroplane Nr. 2, den Bréguet 1908 herausbrachte. Zwei kippbare Rotoren von je 7,85 m Durchmesser wurden mit einem 55-PS-Renault-Motor betrieben, starre Flügel mit einer Gesamtfläche von über 50 Quadratmeter sollten die Rotoren im Vorwärtsflug entlasten. Nach einer Anzahl erfolgreicher Flüge wurde der Prototyp bei einer harten Landung beschädigt, während der Wintermonate aber instandgesetzt. Im Frühjahr stand das Gerät für die Flugerprobung wiederum zur Verfügung, im Mai 1909 wurden die Bréguet-Hangars in Douai jedoch mitsamt dem mühsam wieder zusammengebauten Gyroplane No. 2 durch einen Wirbelsturm vollständig vernichtet. Jetzt dauerte es allerdings mehr als 20 Jahre, bis sich Bréguet wiederum mit Hubschrauberprojekten befaßte. In der Zwischenzeit baute er mit Erfolg eine ganze Reihe von Flächenflugzeugen.

Der brasilianische Luftfahrtpionier Alberto Santos Dumont, als weitbekannter Luftschiffer anfangs nur vom Wert der Fluggeräte der Kategorie »leichter als

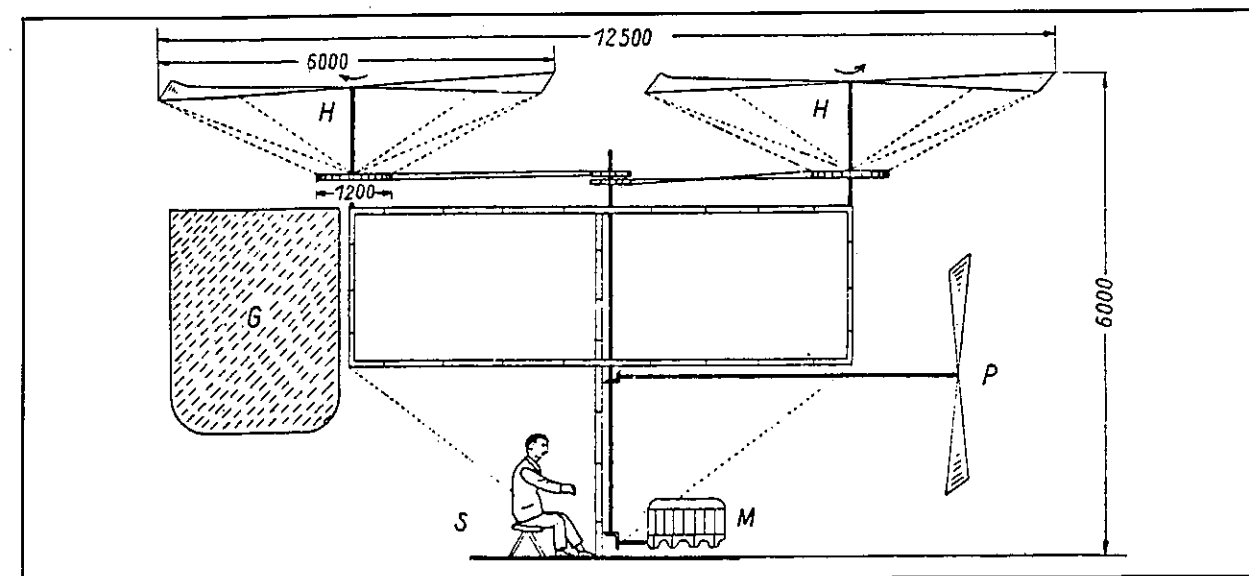
die Luft« überzeugt, baute 1907 einen Drehflügler mit zwei Rotoren von je 6 m Durchmesser in Tandemanordnung und einem Propeller von 2 m Durchmesser. Als Antrieb des mit Bambusstäben aufgebauten Gerätes diente ein 28-PS-Levasseur-Motor, der aber für ein Abfluggewicht von etwa 180 kg keine ausreichende Leistung brachte.

In Deutschland hatte Wedekind 1907 einen Tandemhubschrauber mit je fünf übereinander angeordneten Rotoren gebaut, O. von Krempelhuber aus Eichstätt erhielt am 19. Dezember 1907 das Reichspatent Nr. 221458 für eine Drehflüglerkonstruktion mit einem Koaxialrotor, einem unterhalb davon befindlichen Fallschirm sowie einem Propeller für den Vortrieb. Dem Oberpostschaffner Josef Strobl in München, dem tatsächlich einige Luftsprünge mit seinem Aeroplan »Sperber« glückten, gelang es nicht, dem Kaiserlichen Patentamt in Berlin diese Konstruktion patentfähig darzustellen. Einige Jahre hatte Strobl an dem Gerät gearbeitet, dessen einem Vogelkörper nachgebildetes Gerippe stoffbespannt und mit regulierbaren Klappen versehen war. Zwei Hubschrauben und zwei Propeller, zunächst mit Muskelkraft, später mit einem 10-PS-Benz-Motor betrieben, sowie die Möglichkeit zur Schwerpunktverlagerung mit einem vorwärts- und rückwärts verschiebbaren Pilotensitz waren die besonderen Merkmale des komplizierten Apparates.

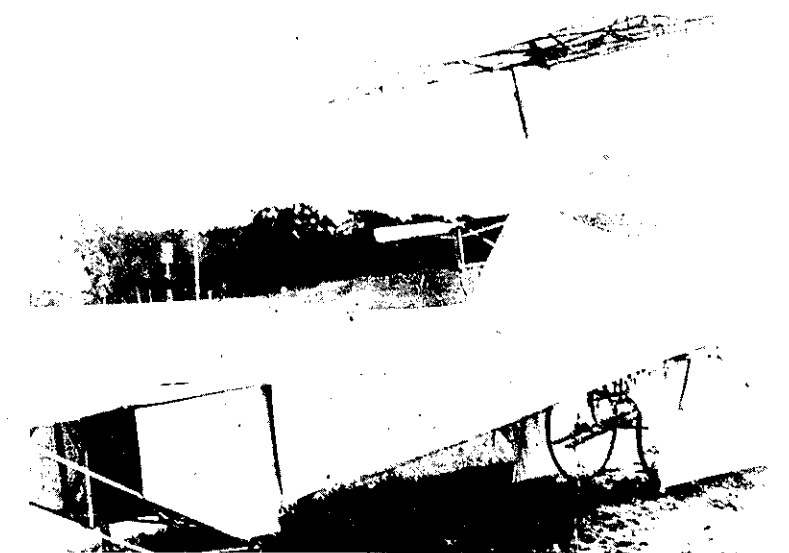


oben rechts: v. Krempelhuber: Mit der Handkurbel sollten bei Motorenausfall die Rotoren in Drehbewegung gehalten werden (1907).

Santos Dumont: Schraubenflieger (1907).



Josef Strobl: »Aeroplan Sperber« (1908). Es ist anzunehmen, daß die mit diesem Apparat geglückten Luftsprünge durch einen starken Rückenwind verursacht wurden.



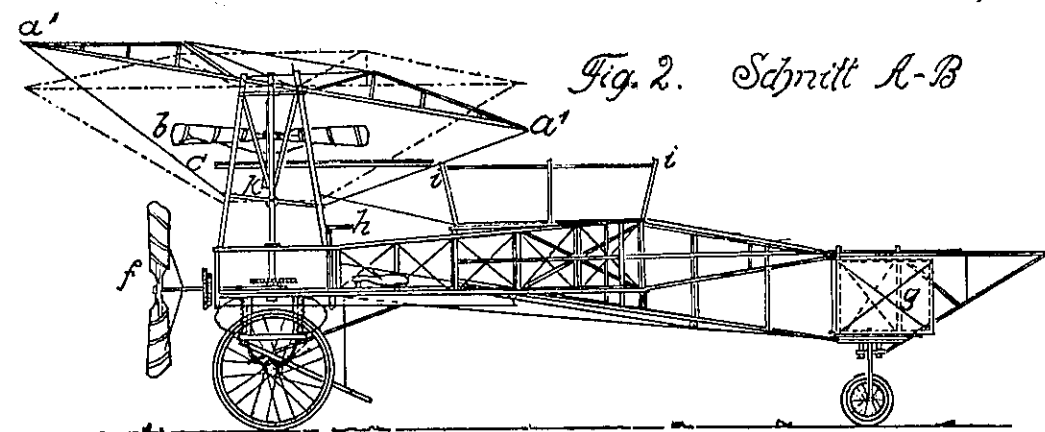
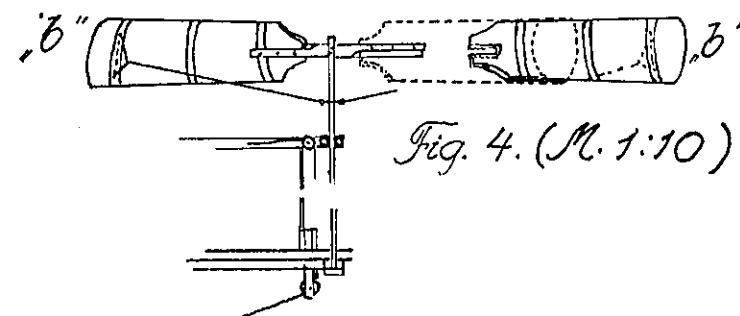
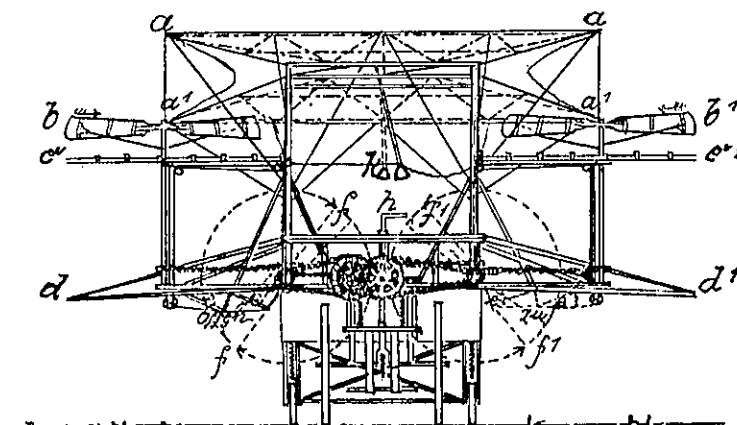


Fig. 3. Schnitt C-D



Josef Strobl: »Aeroplan Sperber« (1908).

Der Ärger mit dem Patentamt verleidete dem Erfinder schließlich alle Freude an dieser mit den damaligen Möglichkeiten nicht lösbaren Aufgabe. Ein spektakuläres Ende bereitete der Russe Tatarinow 1907 seinem Drehflüglerprojekt, noch bevor er es fertiggestellt hatte. Mit Unterstützung des Kriegsministeriums in St. Petersburg hatte er mit dem Bau eines »Aeromobile« begonnen. Vier Rotoren auf kreuzförmigem Gestell waren hierbei für den Auftrieb und ein Propeller war für den Vorwärtsflug des 1300 kg schweren und lediglich mit einem 25-PS-Motor bestückten Gerätes vorgesehen. Das zu erwartende Ergebnis blieb der Nachwelt vorenthalten, nachdem der Kriegsminister seine Meinung änderte und die Rubel für den Erfinder nicht mehr rollen ließ. Wütend und enttäuscht zweckentfremdete Tatarinow das für die Flugversuche vorgesehene Benzin, um sein Aeromobile mitsamt dem Hangar in Brand zu setzen und zu vernichten.

Koaxial-Hubschrauber-Konstruktionen dominieren bei der Mehrzahl der Entwürfe

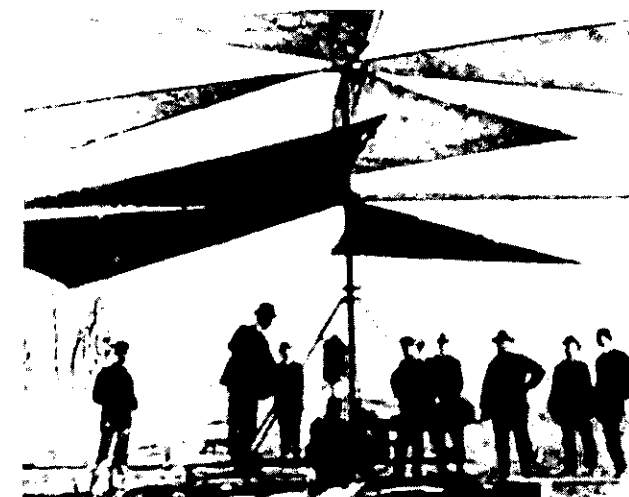
Die Rotoranordnung auf Auslegern, aus der die Tandemhubschrauber hervorgegangen sind, erwies sich mit den zahlreichen hierfür erforderlichen Antriebswellen und Kegelrädern als sehr kompliziert und energieaufwendig. Einige Konstrukteure kamen deshalb wieder auf die koaxiale Rotoranordnung zurück und verwendeten hierbei auch Propeller für den Vorwärtsflug, wie zum Beispiel Louis E. Bertin 1907 in Frankreich. Bei seinem ersten Gerät benutzte er einen 150-PS-Achtzylinder-Motor, um die übereinanderliegenden, im entgegengesetzten Sinn sich drehenden Hubschrauben von je 2,8 m Durchmesser zu betreiben. Mit zwei Mann Besatzung erreichte er Flughöhen bis zu 3 Metern, die von ihm verwendeten Stabilisierungsflächen erfüllten jedoch nicht ihre Aufgabe. Das Bertin-Modell Nr. 2 hatte mit beweglich angeordneten Tragflächen größere Ähnlichkeit mit einem Drachenflieger und erwies sich bei den Flugversuchen wiederum instabil. Es folgte der Bertin-Koaxialhubschrauber Nr. 3, von dem keine Erprobungsergebnisse bekannt sind.

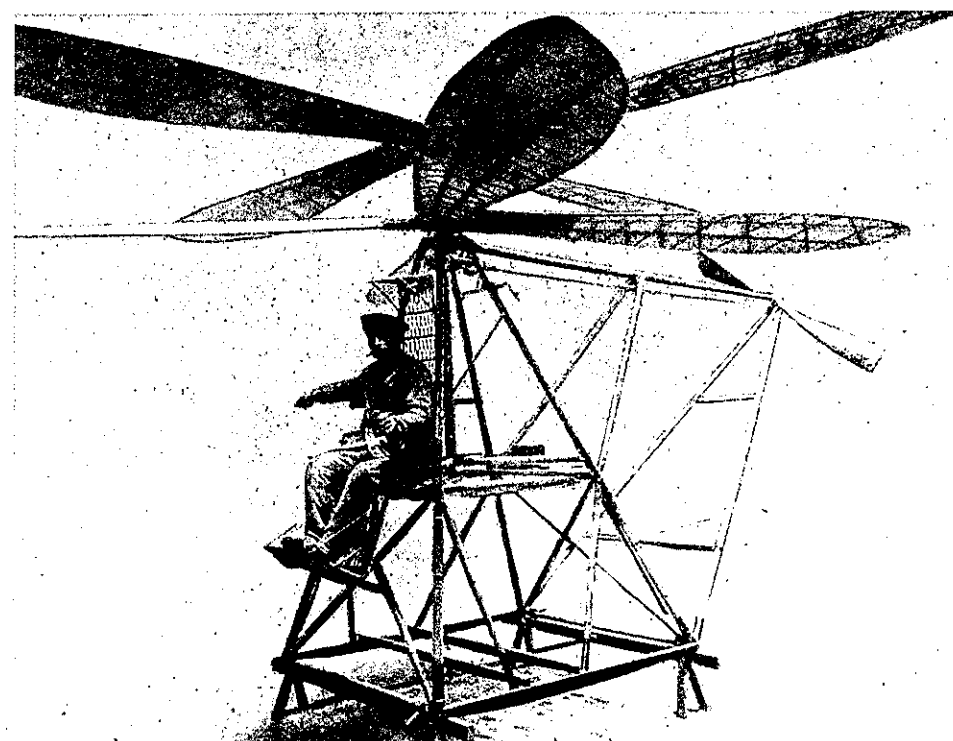
Aus den USA wurde berichtet, daß Otto Luyties mit seinem Koaxialhubschrauber, der mit einem 20-PS-Achtzylinder-Motor ausgerüstet war, 1907 recht be-



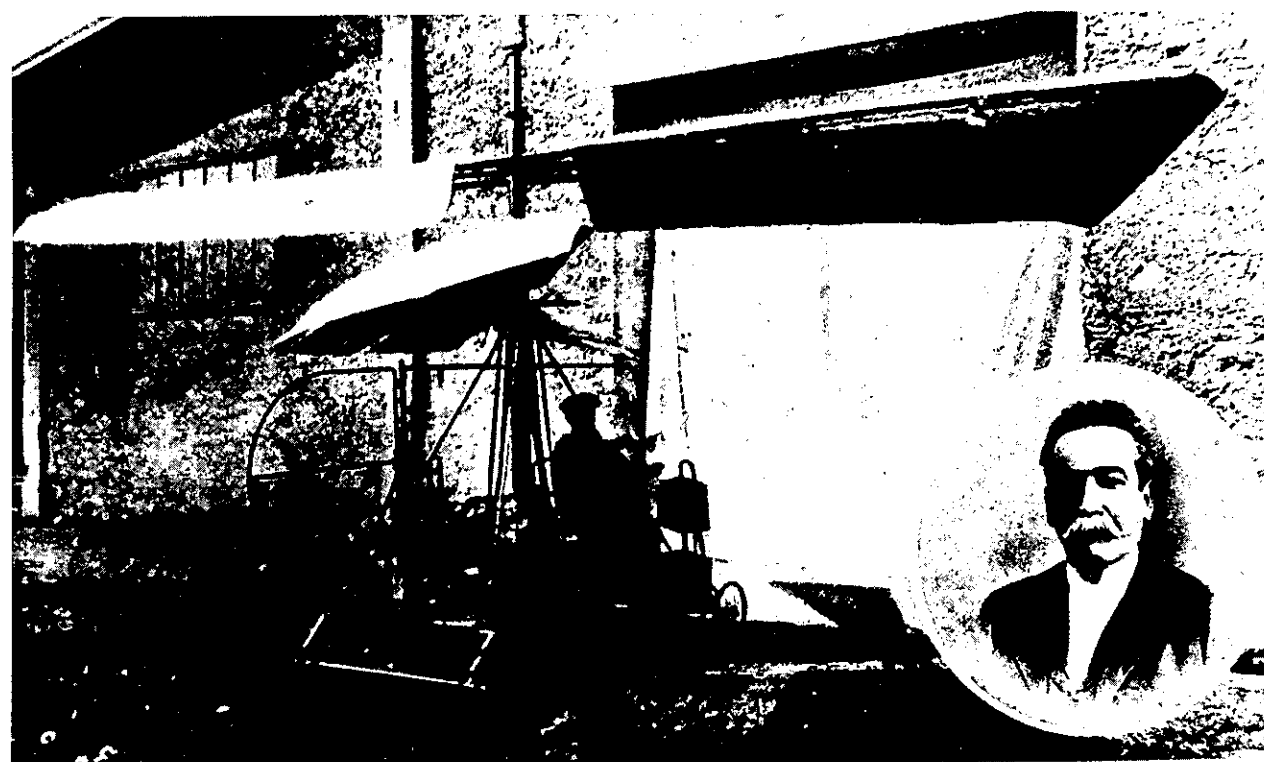
Tatarinow: Vortriebspropeller des »Aeromobile« (1907).

Luyties Koaxialhubschrauber: Auch die »Erfolge« dieses Gerätes dürften mit der bei den Versuchen vorherrschenden Windstärke in Verbindung gestanden haben (1907).





◀ Vuitton-Huber: Koaxialhubschrauber-Gestell mit Vortriebspropeller (1908).



Achille Bertelli:
»Autovol« (1909). ▼

achtliche Erfolge erreichte. Die großflächigen 4-Blatt-Rotoren wurden mit 35 U/min betrieben, das Abfluggewicht des Gerätes, das bereits 1908 durch einen Sturm zerstört wurde, betrug 500 kg. Die Resultate der Erprobung eines Hubschraubers von Wilbur R. Kimball in den USA im gleichen Jahre sind nicht bekannt. Der Beschreibung nach hatte dieser Hubschrauber 34 horizontal rotierende Holzpropeller aufzuweisen, die mit einem 50-PS-Motor angetrieben wurden.

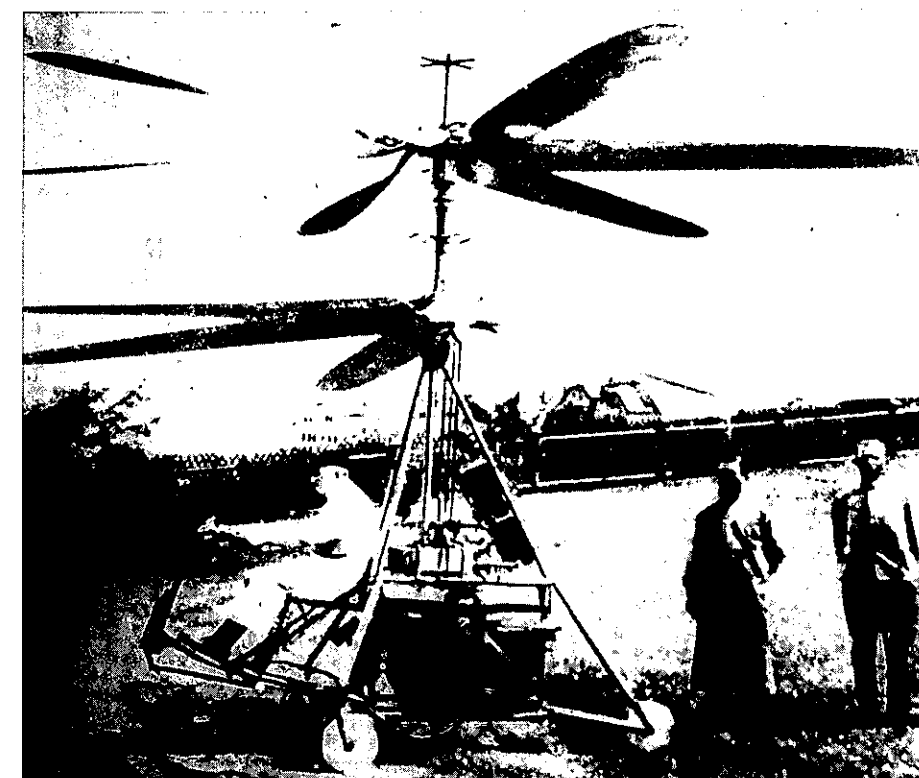
Howard Wright erprobte 1908 in England ein Fluggerät mit zwei Rotoren von je 9 m Durchmesser, zwei Propellern und Tragflächen. Obwohl er damit eine gewisse Auftriebsleistung erreichte, stellte er diese Experimente wieder ein und befaßte sich fortan erfolgreich mit der Konstruktion von Flächenflugzeugen.

Aus England ist weiterhin der einrotorige Gyroparachute von Sir Robertson Porter (1908) zu erwähnen, bei dem die rotierenden Blätter auch als Fallschirm dienten, entsprechend der heute bei jedem Hubschrauber gegebenen Autorotationsmöglichkeit.

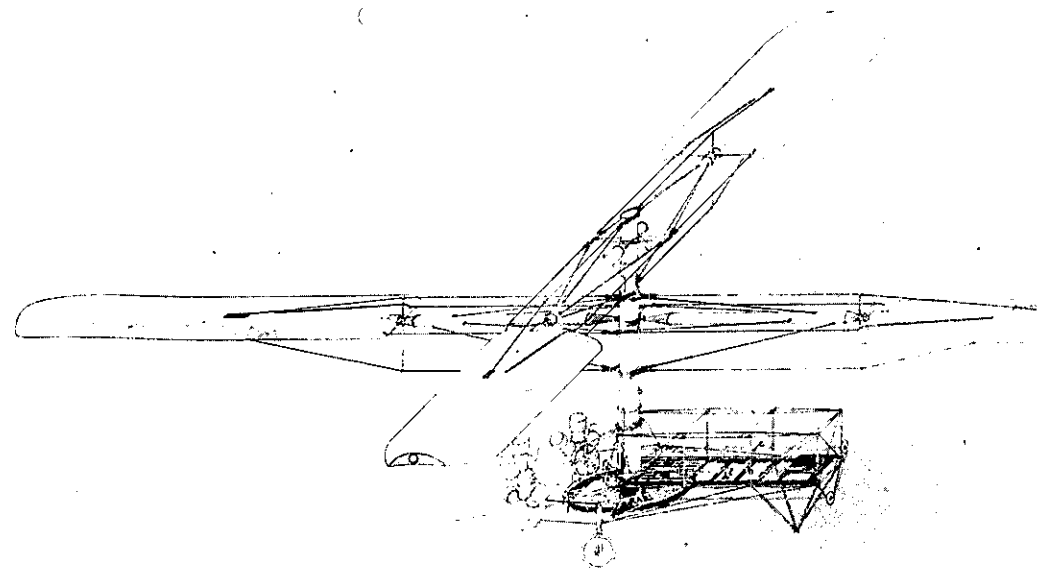
Vuitton-Huber konstruierte 1909 einen Koaxialhubschrauber mit einem 50-PS-Achtzylinder-Farcot-Motor, dessen 1600 U/min über ein Planetengetriebe auf 800 U/min reduziert wurden. Ein Propeller auf der Hauptwelle diente lediglich zur Kühlung des Motors, während über eine Kupplung ein Druckpropeller für den Vortrieb eingesetzt wurde.

Koaxial angeordnete gegenläufig drehende Rotoren verwendete auch Achille Bertelli 1909 in Italien für sein »Autovol«, in Deutschland konstruierten F. Sternemann und Ing. W. Siebert einen Koaxialhubschrauber mit 50-PS-Motor, mit dem sie auf dem Wandsbeker Exerzierplatz bei Hamburg die ersten Flugversuche unternahmen. Oberstleutnant Lippe ließ sich in den Rumpler-Flugzeugwerken einen Koaxialhubschrauber nach eigenen Entwürfen bauen und Otto Baumgärtl stellte in Dresden einen Koaxialhubschrauber vor, dessen Steuerung mit Schwerpunktverlagerung des Pilotensitzes funktionieren sollte.

Klar und übersichtlich ist 1910 in der Konstruktionszeichnung von Johannes Edmund Krüger aus Hagen



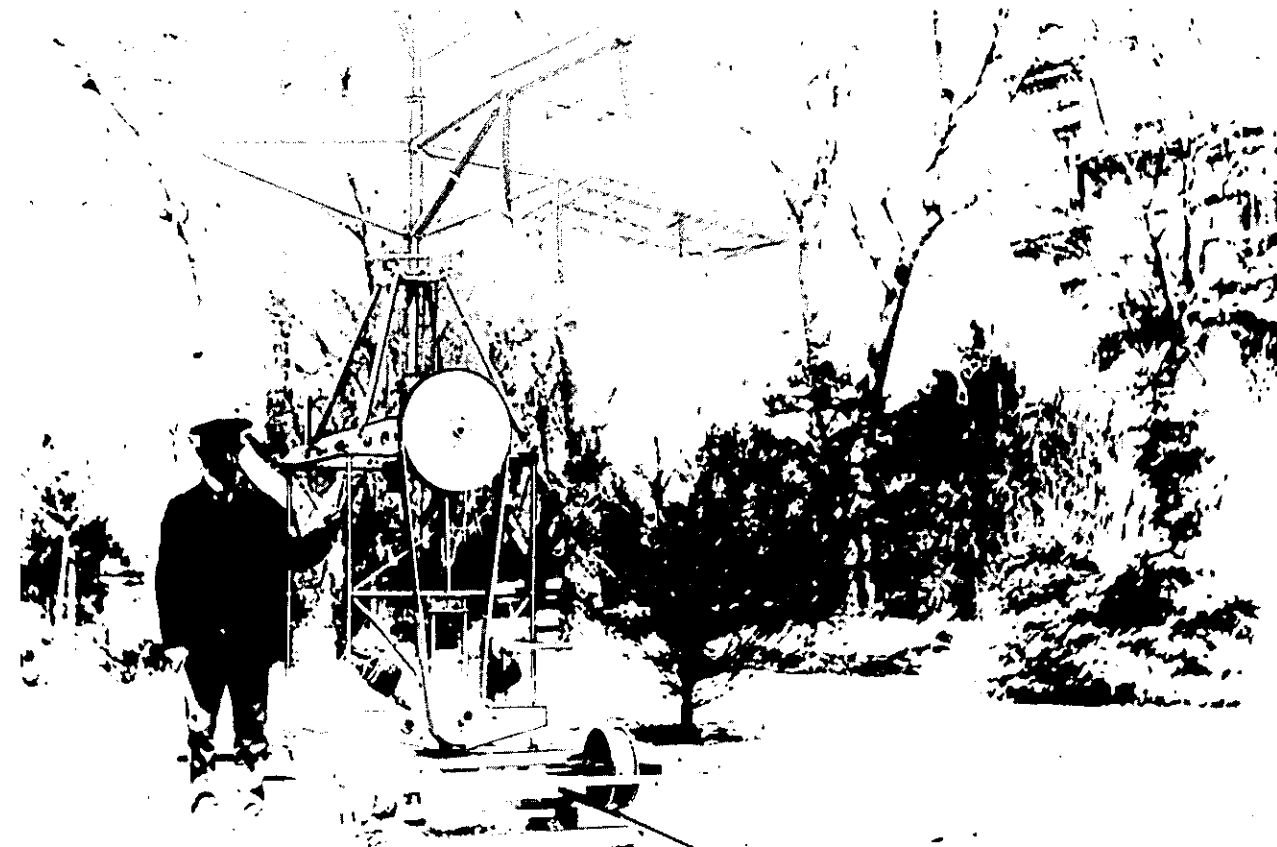
Bei zwei mal sechs Blättern des Koaxialhubschraubers von Otto Baumgärtl war eine zyklische Blattverstellung noch nicht möglich, die Flugsteuerung erfolgte durch Schwerpunktverlagerung (1912).



J. Edmund Krüger:
Koaxialhubschrauber-
Konstruktion (1910).



Igor Sikorsky's erste
Konstruktion (1910).



Sikorsky Nr. 2: Erst 30 Jahre später konnte Igor Sikorsky seine Hubschrauber mit ausreichender Motorkraft betreiben.

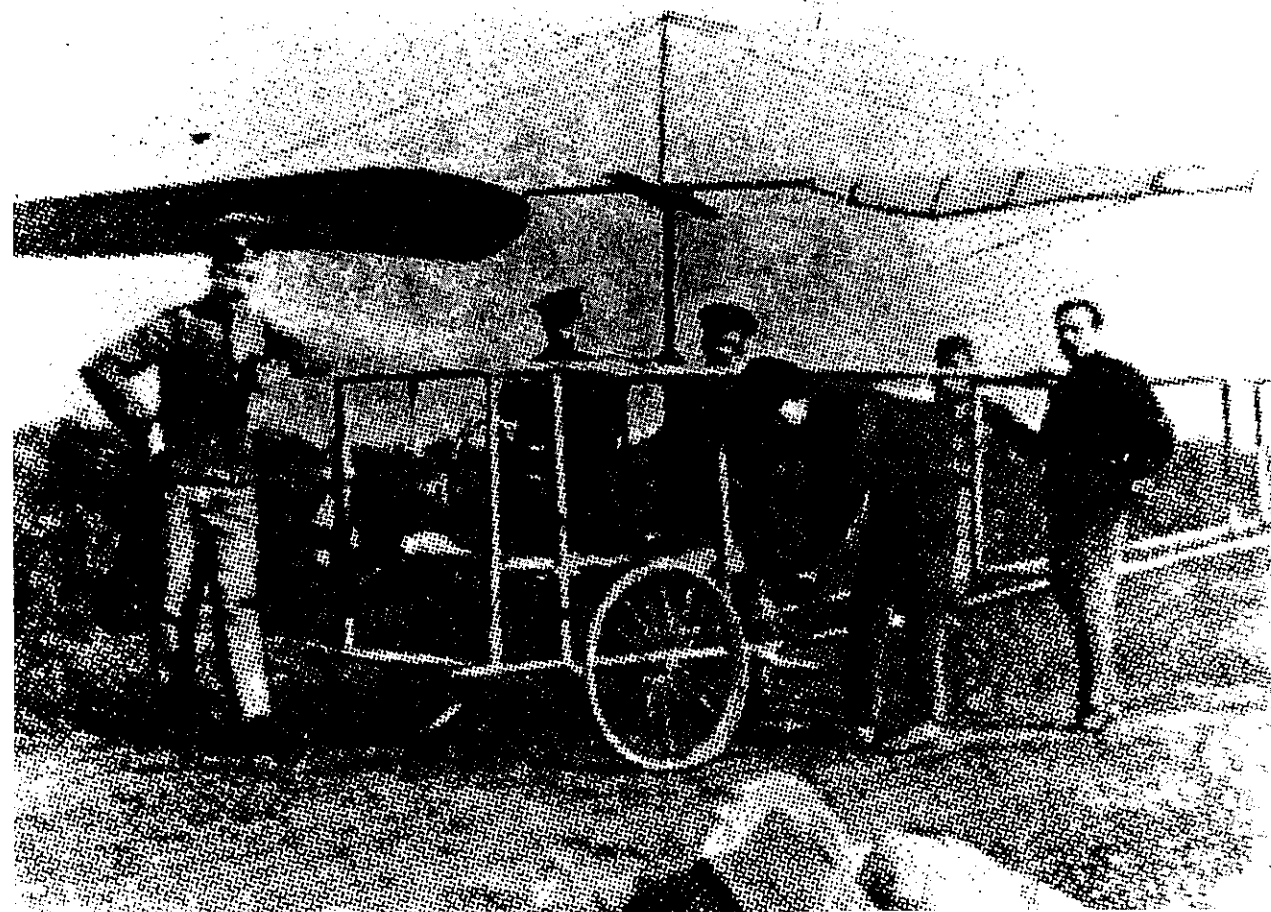
in Westfalen ein gegenläufig drehender Koaxialrotor dargestellt, der auch für eine Autorotationsfähigkeit alle Voraussetzungen aufzuweisen hatte.

Rückhalt boten den deutschen Konstrukteuren schließlich auch die Worte von Professor Prandtl: »Die erhebliche Überlegenheit des Aeroplans in Beziehung auf die Flugfähigkeit schließt allerdings nicht aus, daß mit dem Fortschreiten der Technik einst noch die ersehnte, vom Platz aufsteigende Flugmaschine kommen wird« (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure vom 30. April 1910) und die ebenfalls 1910 von Professor Klingenberg (Berlin) erstellten Berechnungen der Auftriebsverhältnisse an Hubschrauben. Igor Sikorsky war damals gerade 21 Jahre alt und baute in Kiew mit einem 25-PS-Motor seinen ersten

Koaxialhubschrauber, der jedoch nicht vom Boden abhob. Nach einer weiteren erfolglosen Drehflügelkonstruktion befaßte er sich mit der ihm eigenen Zielstrebigkeit in Rußland und später in den USA mit dem Bau von Flächenflugzeugen von beachtlicher Größe, bis er sich 1939 wieder voll und ganz dem Hubschrauber zuwandte.

Ein Hauptrotor-Konzept und viele nicht zu verwirklichende Ideen

Boris Nikolajewitsch Jurjew hatte, ebenso wie sein Landsmann Sikorsky, zuerst einen Koaxialhubschrauber konstruiert. Auf der Internationalen Au-



Boris N. Jurjew hatte sich bereits 1912 für den Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor entschieden.

tomobil- und Flugzeugausstellung in Moskau 1912 wurde ihm eine Goldmedaille für den Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor zuerkannt, den er als nächstes gebaut hatte. Ursprünglich hatte er einen Vortriebspropeller verwendet, den er dann jedoch mit vertikaler Anordnung als Stabilisator in Funktion treten ließ. Einen Rückschlag erlebte er, als bei einem Bodenlauf die Hauptrotorwelle den Belastungen nicht gewachsen war und sein Apparat in Trümmer ging. Er verfügte nicht über die finanziellen Mittel, um sein aussichtsreiches Projekt weiter zu verfolgen und fand damals keine Geldgeber, die ihn unterstützt hätten. Erst mit den Bestrebungen der sowjetischen Machthaber, in der Technologie auch auf dem Gebiet der Luftfahrt voranzukommen, eröffneten sich nach dem

Ersten Weltkrieg in Rußland neue Möglichkeiten. Jurjew wurde Mitglied der sowjetischen Akademie der Wissenschaften und hat von 1927 bis zu seinem Tode im Jahre 1962 als Konstruktionsleiter am Zentralinstitut für Aero- und Hydrodynamik (Zentralnyj Aerogidrodinamitscheskij Institut, ZAGI) dazu beigetragen, die Hubschrauberentwicklung in seinem Land auf einen mit dem Ausland vergleichbaren und, den speziellen Erfordernissen entsprechend, beachtlichen Standard zu bringen.

Die Palette der vor dem Ersten Weltkrieg vorgestellten Hubschrauberprojekte war bunt gemischt. In Österreich trat Franz Geiger mit einer Ganzmetall-Konstruktion auf den Plan, die zumindest vom Motor her mit 60 PS für ein Leergewicht von 300 kg

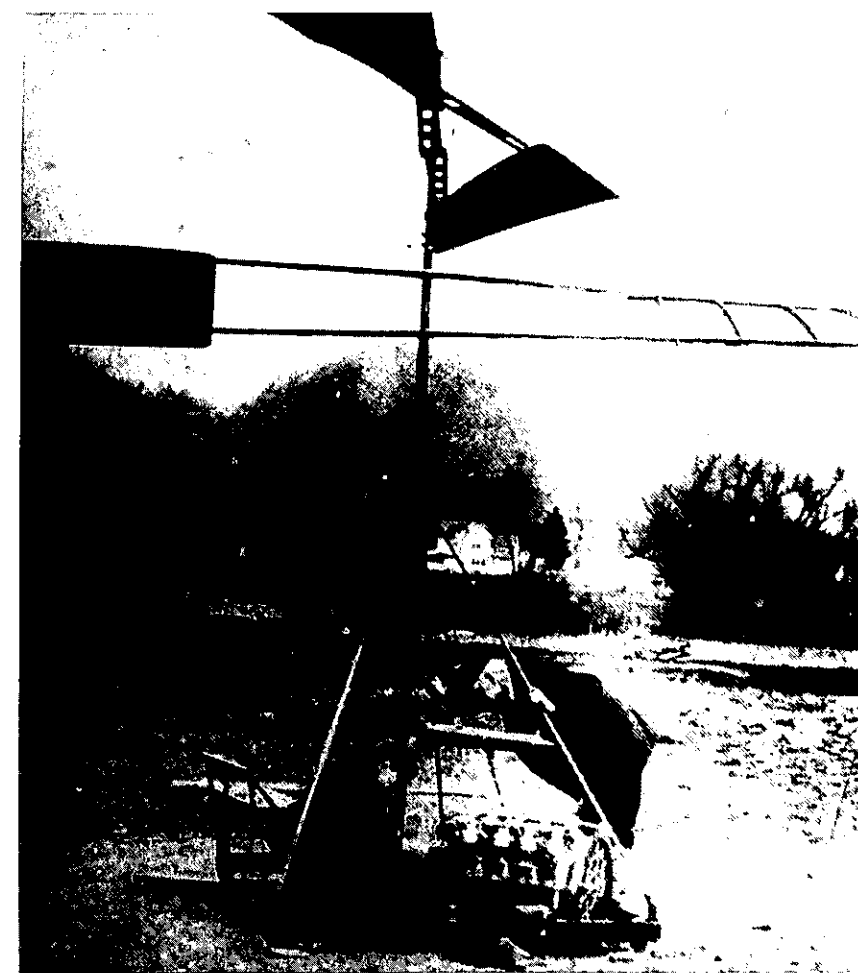
eine Basis bot, während William Leftwich-Dodge in den USA mit Dampfmaschinen-Antrieb für sein Drehflüglerprojekt offensichtlich nicht auf die richtigen Pferdestärken setzte, ebenso wie Crocker-Hewitt aus New Jersey, der sich mit einem Elektro-Antrieb für den freien Flug nicht behaupten konnte.

Seine erste Koaxial-Hubschrauber-Konstruktion mit gegenläufigen Rotoren baute Henry Berliner zusammen mit Newton Williams 1908 in den Vereinigten Staaten. 1913 entwickelte er die Pläne für seine Gyropter als Eindecker-, Zweidecker- und sogar Dreidecker-Flugzeug-Konstruktionen.

Rickman unternahm 1908 im »Land der unbegrenzten Möglichkeiten« erfolglose Versuche mit einem Fahrrad-Hubschrauber. Aber so sehr er auch in die Pedale trat, er blieb am Boden.

Damblanc und Lacoïn in Frankreich versuchten, vom konventionellen Flugzeug ausgehend, die Tragflächen durch großflächige vierflügelige Luftschrauben zu ersetzen. Immerhin hatten sie für ihre Rotorflieger-Konzepte Doppelmotoren angeordnet, die den Leistungsverlust der Kraftübertragung ausgleichen konnten.

Girop projektierte (lt. Zaschka) einen Hubschrauber, der durch die an der Blattspitze austretende Luft angetrieben werden sollte. Die hierzu nötige komprimierte Luft sollte durch einen Ventilator, der mit dem Rotor drehte, erzeugt werden. In Lyon konstruierte Monin 1909 den »Gyroptère«; der zwei große Schrauben mit unterschiedlichem Durchmesser im Abstand von 1,5 m übereinander besaß. Der Vortrieb sollte durch Neigung der Rotorebenen nach Schwer-



Henry Berliner baute 1908 einen Koaxialhubschrauber, bevor er sich Rotoraufbauten bei Flächenflugzeugen zuwandte.

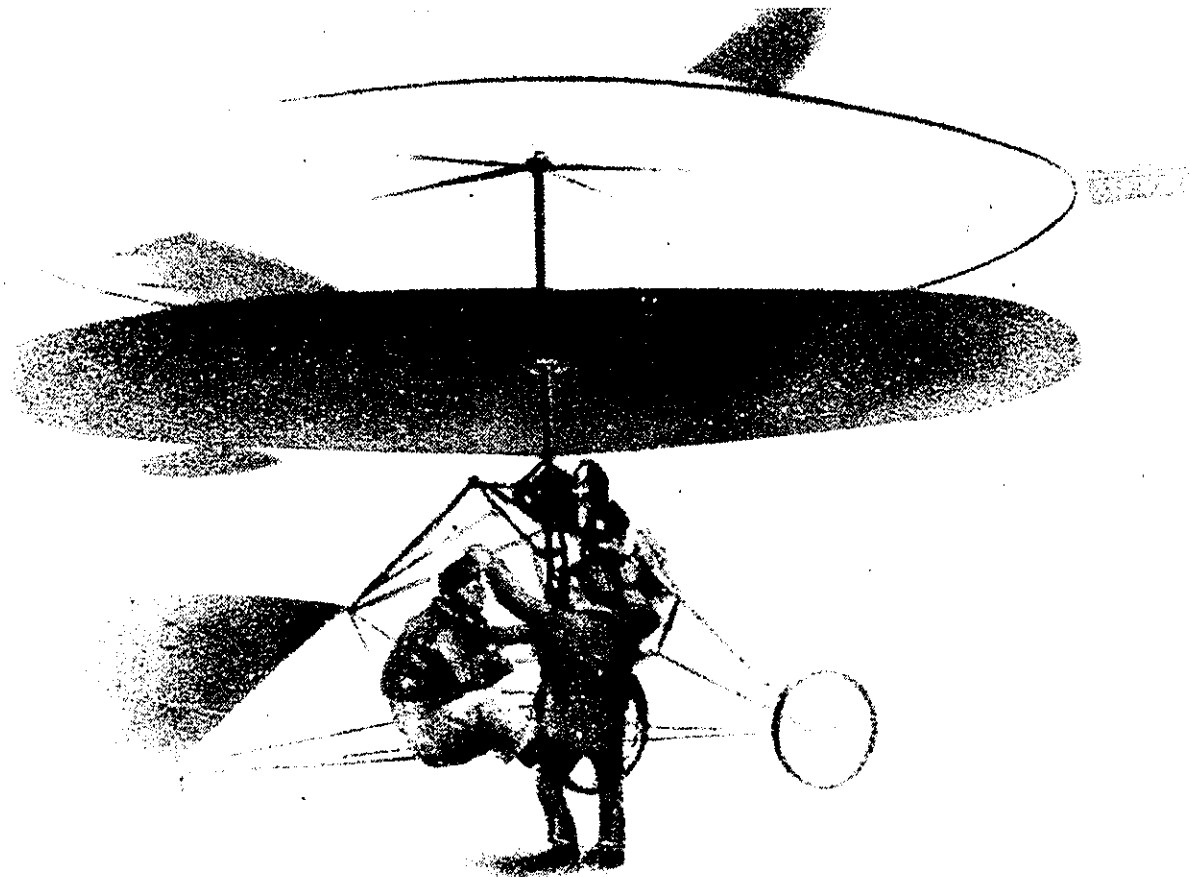
punktverlagerung (Verschiebung des Pilotensitzes) erfolgen.
Die Vorstellung des Ingenieurs Jean Baylac in Bordeaux bewegte sich zur gleichen Zeit in Richtung auf zwei Luftschrauben für den Vertikal- und zwei Luftschrauben für den Horizontalflug.

Ellehammers Eigenbau: eine weithin unbekannte Pionierleistung

Teilnehmern an einem Quiz-Wettbewerb dürfte es keine Schwierigkeiten bereiten, Luftfahrtpioniere aus Deutschland, Frankreich, England, Italien, den Vereinigten Staaten oder Rußland aufzuzählen. Die Frage nach einem Pionier der Luftfahrt aus Dänemark wer-

den nur wenige Quizfreunde schnell und richtig beantworten können. Der Mann, dem dieser Rang mit Recht anzuerkennen ist, heißt Jacob Christian Ellehammer, geboren am 14. Juni 1871 in Jütland, im Alter von fast 75 Jahren am 20. Mai 1946 verstorben. Bemerkenswert ist bei diesem vielseitigen Erfinder, daß er nicht nur seine Fluggeräte, sondern auch die Motoren nach eigenen Entwürfen baute und diese Konstruktionen als Pilot auch selbst erprobte. Ellehammer absolvierte eine Lehrzeit als Uhrmacher und studierte Ingenieurwissenschaften mit der Fachrichtung Elektrotechnik. 1903 baute er einen 3-Zylinder-Kolbenmotor, der als erster Sternmotor in der Geschichte der Flugmotoren gilt. Mit diesem Motor unternahm er mit Flächenflugzeugen die ersten Flugversuche in Dänemark. 1906 gewann er auf einem

Jakob Christian Ellehammer verwendete als erster die kollektive und zyklische Blattverstellung.



Whitehead (Weißkopf)-Hubschrauber mit 60 Luftschrauben (1911). Über die ersten Motorflugerfolge von Whitehead bestehen unterschiedliche Meinungen; diese Hubschrauber-Konstruktion war auf jeden Fall nicht brauchbar.

Flugtag in Kiel mit einem Flächenflugzeug eigener Konstruktion einen mit 5000 Mark dotierten ersten Preis. 1910 begann Ellehammer, sich auch mit Drehflüglerprojekten zu befassen. Nach einigen Modellversuchen baute er 1912 einen Koaxialhubschrauber mit einem Vortriebspropeller. Als Antrieb diente ein von ihm selbst entworfener 6-Zylinder-Sternmotor. Nach erfolgreich verlaufenen gefesselten Abhebemänavern im Hangar startete er mit diesem Gerät zum ersten freien Flug vor einem Gremium von Fachleuten und Ehrengästen. Die Rotoren seines gegenläufig drehenden Koaxialsystems waren an Ringen befestigt, wobei der untere Ring mit einem Durchmesser von 6 Metern mit Tuch bespannt war, um den Auftrieb zu erhöhen.

Es gelang Ellehammer, im Rahmen der Flugerprobung mit dem 36-PS-Motor eine Zuladung bis 115 kg aufzunehmen. Zur Flugsteuerung verwendete er als erster die 1906 von Crocco in Italien vorgeschlagene

kollektive und zyklische Veränderung des Anstellwinkels der Rotorblätter. Die hydraulische Kupplung und das Schaltgetriebe für seinen Flugapparat hatte Ellehammer nach eigenen Vorstellungen entwickelt und gebaut. 1916 ging sein Gerät zu Bruch, als es nach dem Abheben überkippte und sich total zerlegte, weil die Rotoren am Boden weiterdrehten. Dieser Totalverlust bedeutete das Ende für Ellehammers Hubschraubereperimente. In den folgenden Jahren ist Ellehammer durch Motorräder eigener Konstruktion, elektrische Windmühlen, Sprühanlagen, Feuerlöschgeräte und Vergaser ohne Schwimmer für Benzinmotoren bekannt geworden, erst in den dreißiger Jahren befaßte er sich wieder mit einer Hubschrauberkonstruktion, die als besonderes Merkmal einen Druckluftantrieb aufzuweisen hatte.

60 Propeller in vier Reihen oberhalb des Pilotensitzes waren 1911 das Merkmal der Hubschrauberkonstruktion von Whitehead (Gustav Weißkopf), der bereits

vor den Gebrüdern Wright, allerdings ohne Zeugen, zum ersten Flug mit einem Motorflugzeug gestartet war.

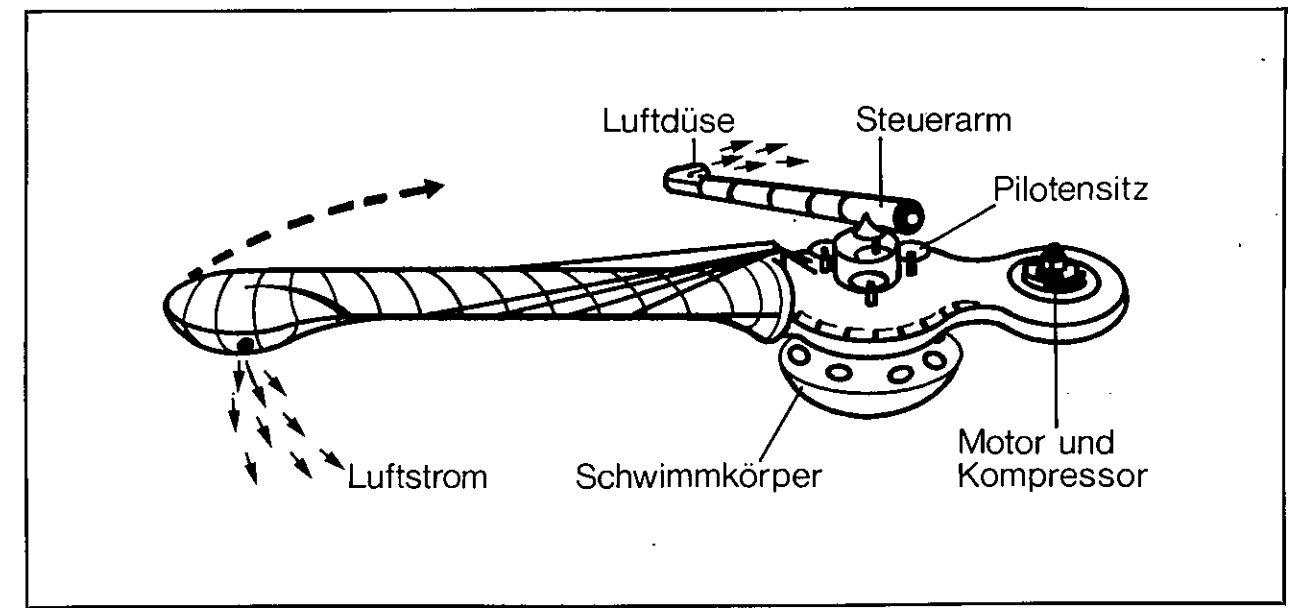
Travers Ayers in Großbritannien plazierte 1913 die Rotorpaare seines Schwebeflugzeugs oberhalb und unterhalb einer viereckigen Grundfläche (Tetrapod). Der Antriebsmotor und ein Propeller für den Vorwärtsflug waren auf der Fläche montiert, die an ihren vier Ecken mit Schwimmern versehen war. Gemeinsames Merkmal dieser unterschiedlichen Konstruktionen ist die bedauerliche Tatsache, daß sie nicht vom Boden abhoben.

Der erste Plan für einen Kranhubschrauber

Das größte Projekt vor dem Ersten Weltkrieg wurde von Helmuth Hirth in Stuttgart mit der Konstruktion eines Kran-Hubschraubers in Angriff genommen. Mit

der Ausführung schwierigster Aufgaben im Werkzeug- und Maschinenbau hatte der schwäbische Tüftler und Ingenieur Albert Hirth sein Unternehmen aufgebaut, sein Sohn Helmuth hatte bei den Plänen für den Riesenhubschrauber mit sechs Triebwerken und sechs Rotoren von je 12 m Durchmesser eine klare Vorstellung. Er begann mit dem Aufbau eines Rotorprüfstandes und der Weiterentwicklung der 1903 von Holzwarth konstruierten Gasturbinen, mit denen die erforderliche Gesamtleistung von mehr als 10000 PS erbracht werden sollte. Der Ausbruch des Weltkrieges verhinderte die Fortsetzung der Arbeiten an diesem weit in die Zukunft geplanten Vorhaben. »Helicoptane« lautete der klangvolle Name des nach den Plänen von Graf Decazes 1913 bei der Firma Lioré & Olivier in Villacoublay bei Paris gebauten Tandem-Hubschraubers mit zwei koaxialen Rotorpaaren von je 4 m Durchmesser. Der Antrieb der Rotoren erfolgte mit einem 50-PS-Gnome-Motor, ein weiterer Motor mit gleicher Leistung betrieb den Vor-

Helmuth Hirth: Rotor-Versuchsstand für einen Kranhubschrauber (1912).



Schematische Darstellung des »Gyropter« von Papin und Rouilly mit 1-Blatt-Reaktionsantrieb und Steuerdüse (1914).

triebspropeller. Ein Bruch der Kraftübertragungsteile verzögerte die beabsichtigte Flugerprobung des Gerätes, die schließlich nach weiterem Bruch, diesmal der Rotorblätter, eingestellt wurde.

Henry Villard, der bereits 1901 bis 1903 in Frankreich erste erfolglose Versuche mit einem fallschirmähnlichen Aufbau des Hauptrotors unternommen hatte, benutzte 1913 in Belgien zunächst eine Stahlrohrkonstruktion, bei der ein Rotor mit 2,7 m Durchmesser von einem 100-PS-Anzani-Motor auf mehr als 1000 Umdrehungen pro Minute gebracht wurde. Dieser Flugapparat mit einem Gesamtgewicht von 410 kg hob noch nicht frei vom Boden ab, lediglich der rückwärtige Teil ging in die Höhe, wobei das Gerät infolge der Neigung der Rotorebene vorwärts rollte.

Weitere Versuche von Villard mit der Montage der Rotoren auf einem Dreidecker-Flugzeug, das zunächst mit einem Heckpropeller ausgestattet wurde, konnten nach dem Beginn des Weltkrieges und der Besetzung des Landes 1914 nicht mehr fortgeführt werden. Auch der französische Ingenieur Paul Avezou hatte während des Krieges keine Möglichkeit mehr, seine 1914 entwickelte Konstruktion eines Flugapparates mit Tragfläche in V-Stellung und darüber angeordneten Rotoren fertigzustellen.

Der Einblattrotor war nicht zu stabilisieren

Papin und Rouilly hingegen konnten die Arbeiten an ihrem 1914 fertiggestellten Gyropter nach kurzer Unterbrechung fortsetzen, weil für dieses Gerät als fliegende Beobachtungs- und Aufklärungsplattform ein militärisches Interesse bestand. Ihr Versuch, für ein Drehflügler-Blatt ein Beispiel aus der Natur zum Vorbild zu nehmen, schlug restlos fehl. Nach dem Prinzip des Ahorn-Samenblattes, das sich weite Strecken durch die Luft dreht, wollten sie die Wirkung des Blattfluges durch einen Ventilator verstärken, der mit einem auf der anderen Seite als Gegengewicht auf einem Ausleger montierten 80-PS-Motor betrieben wurde. Die Austrittsöffnung für den Luftstrom befand sich am L-förmig gestalteten Ende des Einblattrotors, für die Lenkung und Stabilisierung war eine Düse am Ende eines der Steuerung dienenden Rohres vorhanden. Im Mittelpunkt der Konstruktion befand sich der Platz des Piloten auf einem Schwimmkörper, auf dem Cercey-See an der Côte d'Or sollte der Erstflug stattfinden. Leider geriet der Apparat noch vor dem Abheben aus der Balance, die kühne Konstruktion ging unter, glücklicherweise konnte der Pilot schwimmend das rettende Ufer erreichen.

PKZ 1918: die aussichtsreiche Konkurrenz für den Fesselballon

Auftrieb durch den Ersten Weltkrieg erhielt ein Drehflüglerprojekt, das ebenfalls als fliegende Beobachtungsplattform geplant war, um die unbeweglichen und als großflächige Ziele leicht bekämpfbaren Fesselballons abzulösen.

Stefan von Petröczy, Kommandant des Fliegerabwehrbataillons in Wiener Neustadt, war an den ersten Modellversuchen beteiligt, bei denen sich die Frage der Stabilisierung des Flugverhaltens als sehr problematisch erwies. Als die Österreichischen Flugzeugwerke daraufhin die Versuche einstellten, erreichte Stefan von Petröczy in Ungarn deren Fortführung. Als Kapazitäten wurden Professor Theodor von Kármán und der Ingenieur Wilhelm Zurovec hinzugezogen.

Die Rotoren wurden von den Österreichisch-Ungarischen Propellerwerken geliefert, deren Direktor, Oskar von Asboth, sich auch weiterhin für dieses Projekt besonders engagierte.

Der erste in Ungarn gebaute Schraubenflieger erhielt einen Elektromotor zur Erzeugung der Druckluft, die über Schläuche zugeführt wurde, die Kraftübertragung zu zwei nebeneinander gelagerten entgegengesetzt drehenden Rotoren mit je 1,4 m Durchmesser erfolgte über Riemen. Einigermaßen stabile Flugeigenschaften waren nur erreichbar, wenn das Gerät mit vier Halteseilen gefesselt wurde.

Der nächste in Budapest gebaute Fesselhubschrauber wurde mit einem Koaxialrotor versehen und mit einem 190-PS-Elektromotor ohne den Umweg über eine Druckluftleitung direkt betrieben. Die Auftriebsleistung war bereits beachtlich. Da jedoch der Spezialmotor heißlief und durchbrannte, mußten die Ver-

Der k. u. k.-Fesselhubschrauber PKZ 2 landete im italienischen Luftfahrtmuseum.



Für den 1918 gebauten Koaxialhubschrauber der Gebrüder Rüb fehlte lediglich ein leistungsfähiger Motor.

suche mit drei Motoren von insgesamt 360 PS Leistung fortgeführt werden. Mit einem Beobachter bemannt erreichte dieser Fesselhubschrauber eine Höhe von etwa 50 Metern und eine Flugdauer von bis zu 30 Minuten. Dieser außerordentliche Leistungsstand wurde allerdings erst im Jahre 1918 erzielt, zu einer praktischen Verwendung des Systems ist es im Ersten Weltkrieg nicht mehr gekommen. Das Gerät »landete« nach dem Kriege im italienischen Luftfahrtmuseum in Rom.

Auch das aussichtsreiche Koaxial-Hubschrauber-Projekt der Gebrüder Rüb konnte während des Krieges infolge der Materialengpässe und sonstiger zeitbedingter Schwierigkeiten nicht mehr bis zu der von den Konstrukteuren angestrebten Vollkommenheit zum Abschluß gebracht werden. Emil und Rudolf Rüb hatten die Arbeiten am Rotoplan-Projekt ihres verstorbenen Vaters Otto Rüb fortgeführt und bei einem Versuchsmodell mit 10-PS-Motor am 1. März 1917 auf dem Prüfstand die Tragfähigkeit für eine Last von 105 kg unter Beweis gestellt. Nach diesem zufrieden-

stellenden Resultat begannen sie mit dem Bau eines Koaxialhubschraubers mit 10 m Rotordurchmesser, für den sie als Antriebskraft unter den damaligen Bedingungen nur zwei 12-PS-NSU-Motoren auftreiben konnten. In Anbetracht des bereits für das Schneckengetriebe erforderlichen Kraftaufwands war dieser Hubschrauber komplett untermotorisiert. Mit dem Ende des Krieges mußten die Gebrüder Rüb ihr Unternehmen liquidieren, weil alle fliegerischen Aktivitäten in Deutschland verboten wurden.

Der von ihnen durch tangential federnde Flügellager für den Vorwärtsflug insbesondere bei böigem Wetter erreichte Belastungsausgleich ließ auf ein bis dahin noch nicht erreichtes stabiles Flugverhalten schließen. Die Konstruktionsunterlagen von 1917/18, die Rudolf Rüb 1955 an die Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Hubschrauber in Stuttgart übersandte, wurden von Professor Just, verglichen mit den anderen Hubschrauber-Konstruktionen der 30 Jahre zurückliegenden Epoche, als außerordentlich interessant und eindrucksvoll bezeichnet.

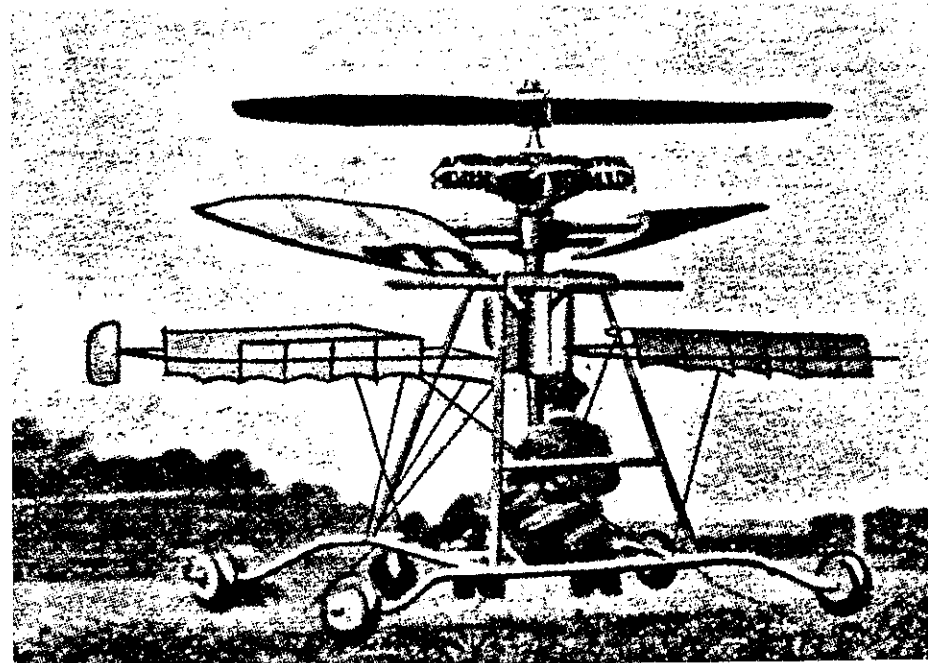
Douherét, Pescara und Oemichen: die Hubschrauber-Pioniere der frühen Nachkriegsjahre

Nach dem Ersten Weltkrieg, der einen gewissen Stillstand in den Drehflüglerentwicklungen mit sich gebracht hatte, wurden im Ausland die Arbeiten an vorübergehend eingestellten Projekten wieder aufgenommen und neue Konstruktionen entworfen.

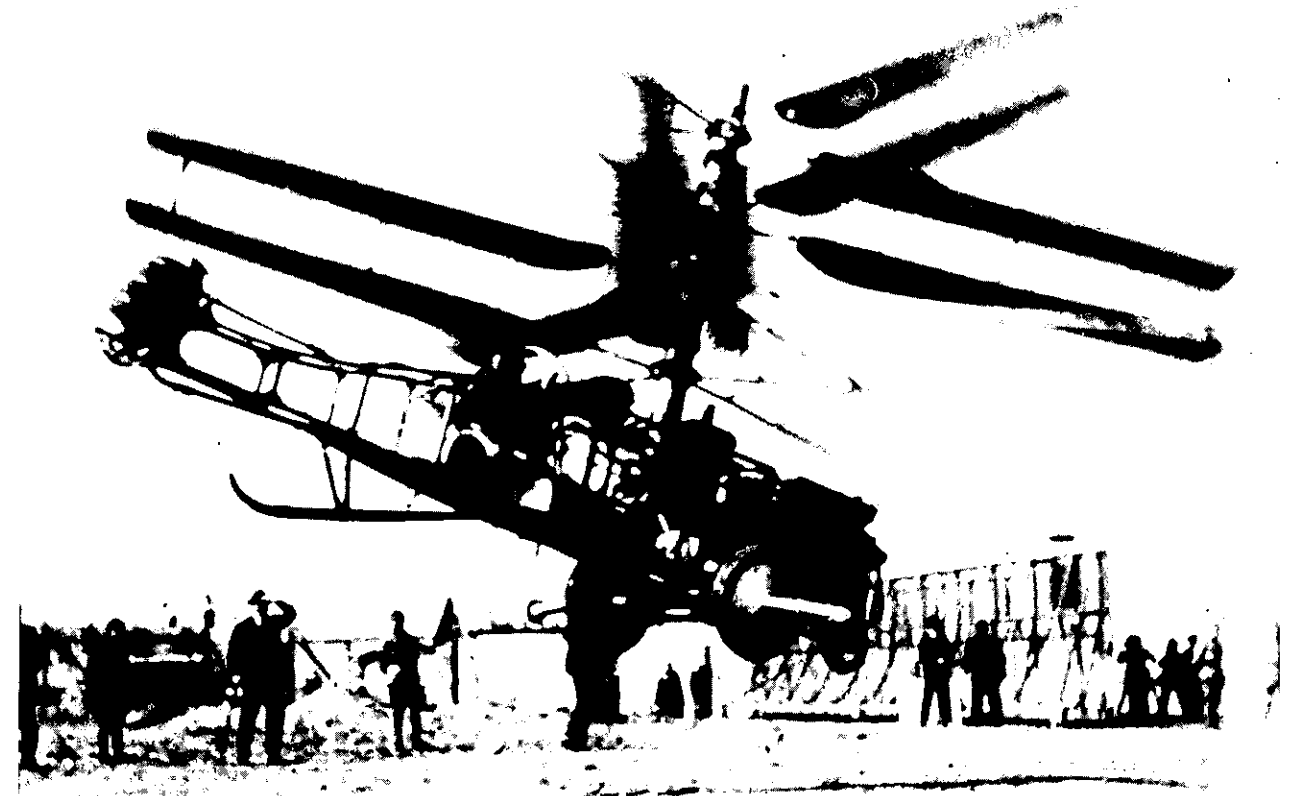
Die eigenwillige Motoranordnung des Koaxialhubschraubers von Douhéret in Frankreich im Jahre 1919 fand auch in späteren Jahren Nachahmungen, vor allem bei Leichthubschraubern, von denen einige sogar in Rucksackausführung gebaut wurden. Während normalerweise bei koaxialen Rotoranordnungen eine innere und eine äußere Rotorwelle erforderlich ist, hatte Douhéret mit der Anordnung des Motors zwischen den Rotorebenen die Möglichkeit, eine obere und eine untere Rotorwelle relativ kurz anzusetzen.

Der »Totempfahl«-Rotorpylon der Hubschrauber von Pescara ist ein Beispiel für den Aufwand, der nötig wird, wenn zwei koaxiale Rotorpaare gegenläufig drehend übereinander liegen. Im Aufbau des Pesca-

ra-Rotormastes war eine gewisse Ähnlichkeit mit der Konstruktionszeichnung von Johann Edmund Krüger aus dem Jahre 1910 bemerkbar. Für die Konstruktionen des spanischen Marquis Raul Pateras Pescara 1919 in Barcelona war jedoch eine Doppelanordnung der koaxialen Rotorebenen charakteristisch. Zunächst mit sechs, später mit acht Doppelpaaren ergaben sich hierbei erhebliche Auftriebsflächen, und es war nur eine Frage der Motorleistung, hiermit auch tatsächlich zu fliegen. Der erste Pescara-Hubschrauber, der ein Leergewicht von 600 kg aufzuweisen hatte, also ohne den Piloten und Kraftstoff bereits sehr schwer war, kam mit seinem 45-PS-Hispano-Motor noch nicht vom Boden ab. Die nächste, verbesserte Ausführung wurde mit einem 170-PS-Le-Rhône-Sternmotor versehen. Im Mai 1921 gelangen hiermit die ersten bescheidenen Abhebemanöver, das Gerät war jedoch kaum steuerbar. 1922 setzte Pescara beim Service Technique de l'Aéronautique in Frankreich seine Versuche fort. Mit dem Apparat Nr. 2 erreichte er hier Schwebeflughöhen bis zu 1,5 m und bemühte sich vor allem, die Steueranlage zu verbessern. Die Summe seiner Erfahrungen ergab beim Pescara-Hubschrauber Nr. 3, der 1923 gebaut wurde, einen überlegenen Fortschritt gegenüber allen bisher in Erschei-



Als erster hat Douhéret 1919 den Motor zwischen den Rotorebenen eingebaut.



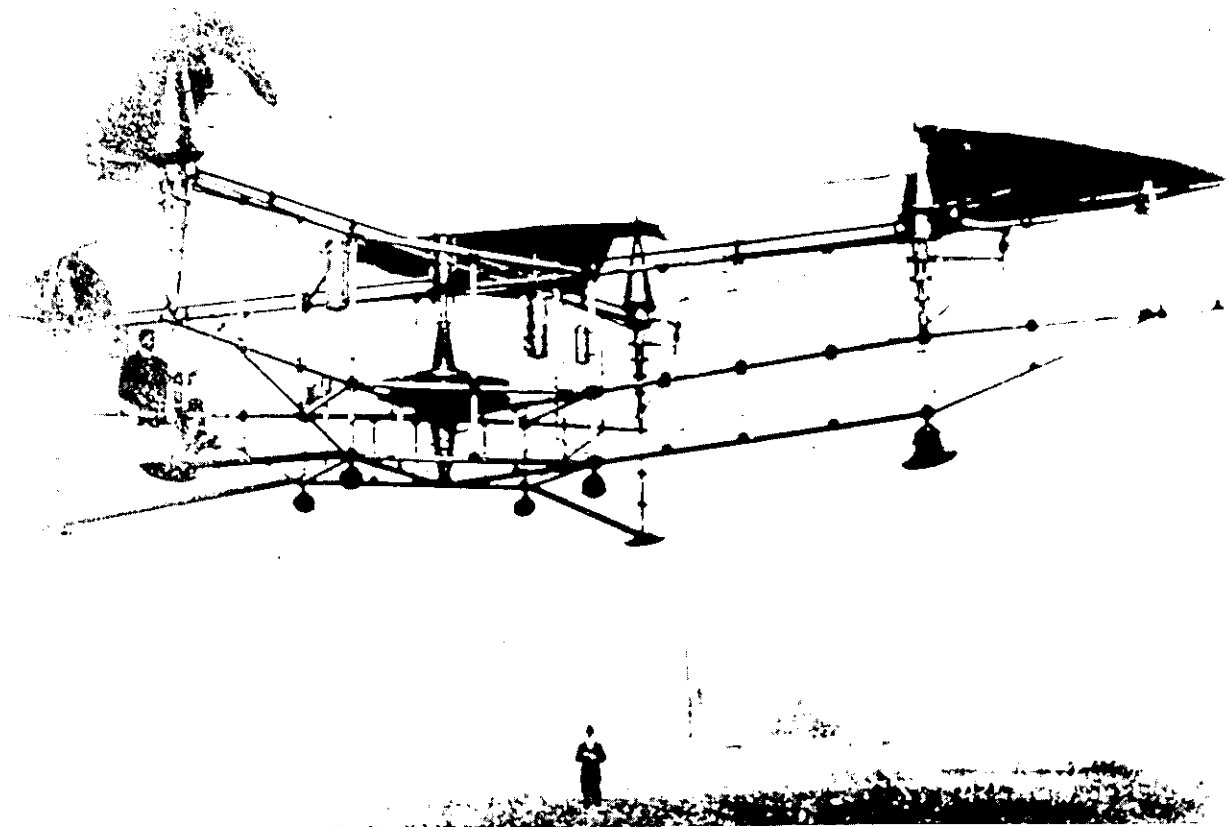
Mit dem »Totempfahl-Rotorpylon« erreichte Pescara als erster eine gewisse Steuerfolgsamkeit.

nung getretenen Drehflüglern. Die Steuerorgane für die kollektive und zyklische Blattverstellung funktionierten. Für den Fall, daß der 180-PS-Hispano-Suiza-Motor ausfallen sollte, war der Hubschrauber auch in der Autorotation steuerbar.

Im April 1924 gelang es Pescara, mit seinem Koaxialhubschrauber den kurz zuvor von Oemichen mit einem Verbundhubschrauber aufgestellten Streckenrekord glatt zu überbieten (Oemichens FAI-Weltrekord am 17. April 1924 über 525 m, Pescara 736 m am 18. April 1924). Der von Pescara in Issy-le-Moulineux bei Paris aufgestellte Rekord wurde erst sechs Jahre später von d'Ascanio in Italien um 342 m überboten.

Grundlegende Neukonstruktionen von Pescara sind dann nicht mehr erschienen, er ging 1925 nach Spanien zurück und betätigte sich in der Automobilindustrie.

Aus der Autoindustrie kommend, befaßte sich der französische Ingenieur Etienne Oemichen bereits seit 1920 mit Drehflüglerprojekten. Seine erste Konstruktion, mit einem 25-PS-Triebwerk untermotorisiert, kam nicht vom Boden weg. Oemichen benutzte nun einen Wasserstoffballon, um mit diesem Gerät die Flugerprobung aufzunehmen, kam aber auch mit dieser Methode nicht voran, weil der Ballon naturgemäß die Steuerung des angehängten Drehflüglers erschwerte.

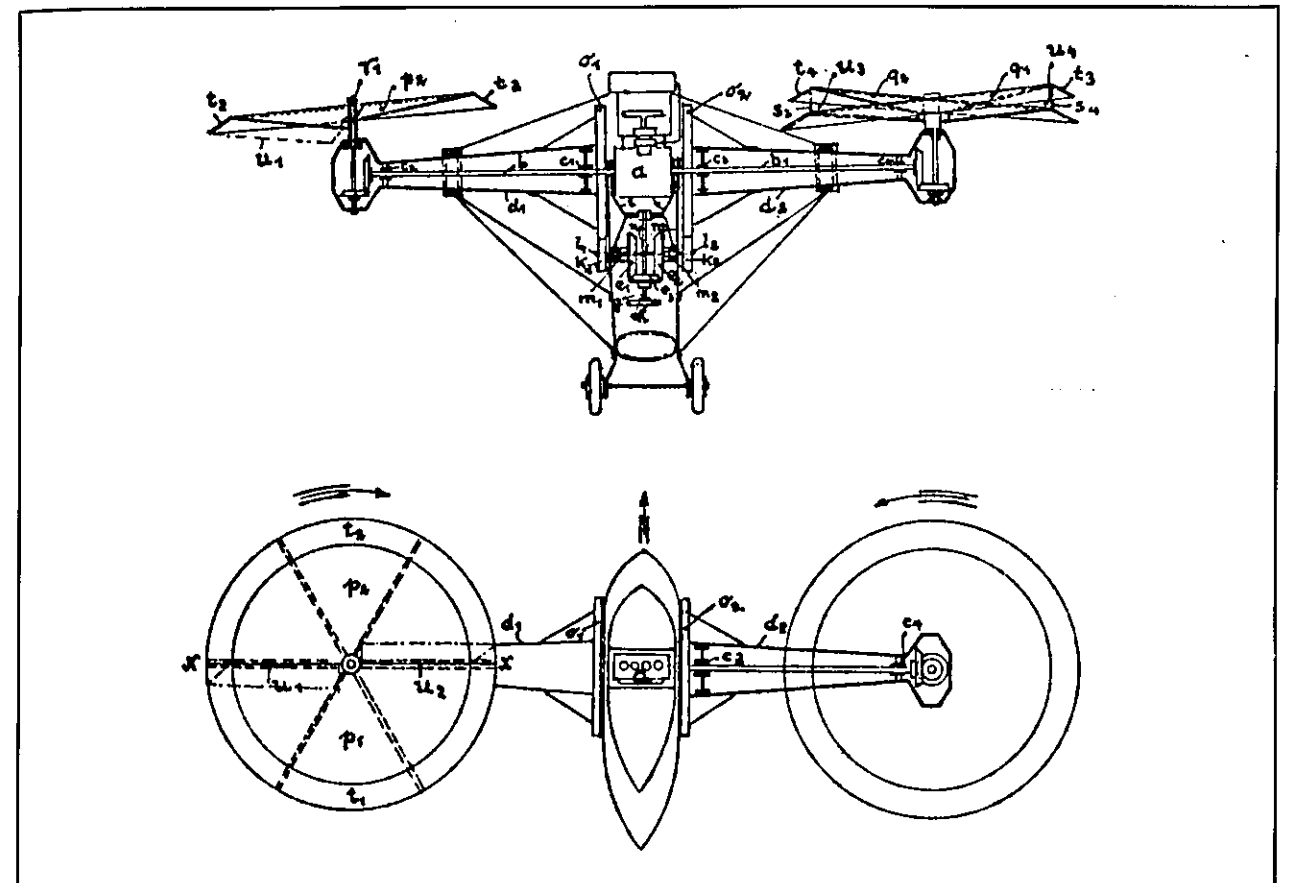


Mit »einer Ansammlung von Windmühlen« flog Etienne Oemichen 1924 die ersten Hubschrauber-Weltrekorde.

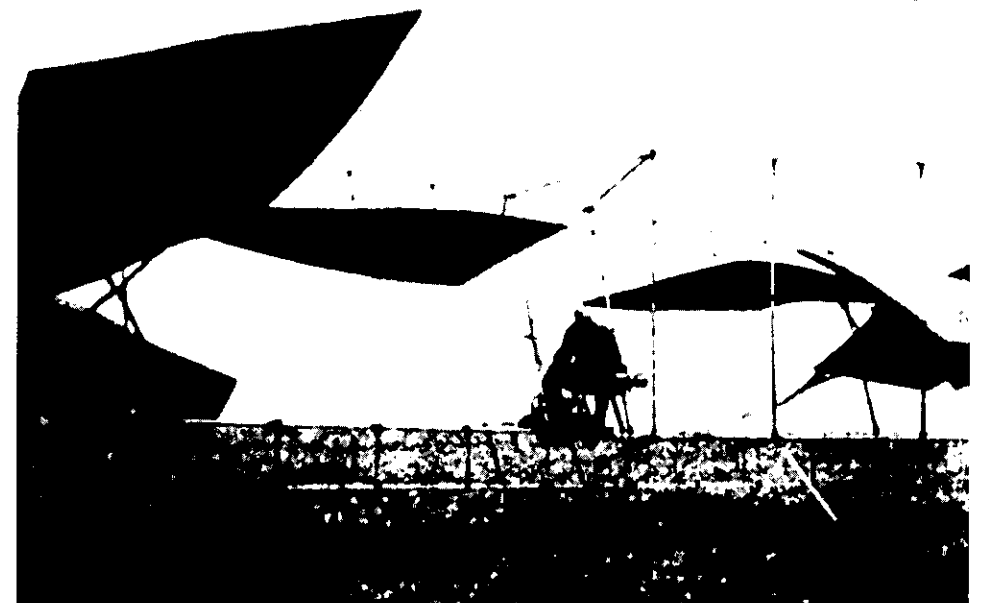
Die nächste Konstruktion von Oemichen wurde von Zeitgenossen als »Ansammlung von Windmühlen« bezeichnet. Vier Rotoren auf Auslegern plus acht Propeller, die alle von einem 120-PS-Le-Rhône- und später von einem 180-PS-Gnôme-Motor angetrieben wurden, ließen diesen Eindruck entstehen. Die Hauptrotorblätter waren verstellbar, von den Propellern dienten fünf der Stabilisierung, zwei dem Vortrieb und einer der Steuerung.

Mit diesem außerordentlich komplizierten Fluggerät gelangen Oemichen 1922 die ersten Luftsprünge, 1923 vollführte er Flüge mit einer Dauer von mehreren Minuten. 1924 flog er, wie bereits erwähnt, die ersten von der FAI anerkannten Weltrekorde für Drehflügler.

Auf zwei Rotoren auf Auslegern beschränkte sich Otto Schmidt aus Bergen im Vogtland bei seiner Hubschrauberkonstruktion, für die er 1921 das Deutsche Reichspatent Nr. 406723 erhielt, dessen Auswertung durch die mit dem Versailler Vertrag verbundenen Baubeschränkungen nicht möglich war. In Paris hatte Dr. Trajan Vuia, ein gebürtiger Rumäne, 1922 mit einem hubschrauberähnlichen Gerät seine luftfahrttechnischen Experimente weitergeführt. Auf Auslegern angeordnete Tragflächen übernahmen hierbei die Funktion der Rotorblätter. Mit Ingenieur Laurent als Pilot soll das Gerät von Trajan Vuia am 18. März 1922 nach kurzer Rollstrecke tatsächlich vom Boden abgehoben haben, obwohl der Motor leistungsmäßig sehr schwach war. Über weitere Flugproben liegen keine Informationen vor.



Otto Schmidt: Zwei Rotoren auf Auslegern, eine 50 Jahre später bei der Bell XV-15 erfolgreiche Kipp-rotor-Anordnung (1921).



Trajan Vuia: Rotoren mit den Abmessungen von Segelflächen erwiesen sich bei Hubschrauber-Konstruktionen in der Praxis unbrauchbar. Trajan Vuia's Entwurf darf hierfür als Beispiel gelten (1922).

Vier 6-Blatt-Rotoren auf Auslegern

Der größte Drehflügler der damaligen Zeit wurde – natürlich – in den USA gebaut. Dr. George de Bothezat, ein russischer Emigrant, begann 1921 mit Unterstützung der US-Armee mit dem Bau eines Hubschraubers, bei dem vier 6-Blatt-Rotoren auf Auslegern montiert waren und je zwei kleinere Propeller für die Stabilisierung und Steuerung eingesetzt wurden.

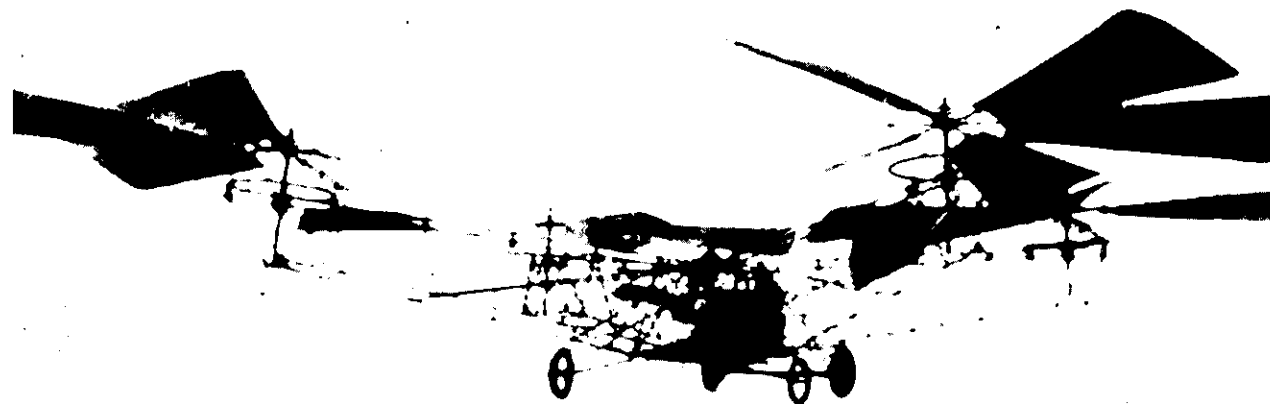
Die Achsen der Hauptrotoren waren nicht parallel aufgestellt, sondern in einem Winkel angeordnet, dessen Verlängerung nach oben einen Schnittpunkt im Schwerpunkt des Hubschraubers ergab. Die Motorleistung betrug 220 PS, das Leergewicht 1610 kg. Bereits bei den ersten Erprobungen erreichte de Bothezat als Pilot mit seinem Hubschrauber Flughöhen bis zu 2 Meter und hielt die Maschine einige Minuten in der Luft. Am 19. Januar 1923 fand der erste Hubschrauberflug mit zwei Personen an Bord statt und am 17. April des gleichen Jahres hob der Hubschrauber außer

dem Piloten vier weitere Personen, die sich im Gitterwerk der Ausleger festhielten. Trotz der Anfangserfolge mußte das Projekt mangels weiteren Interesses des Auftraggebers eingestellt werden.

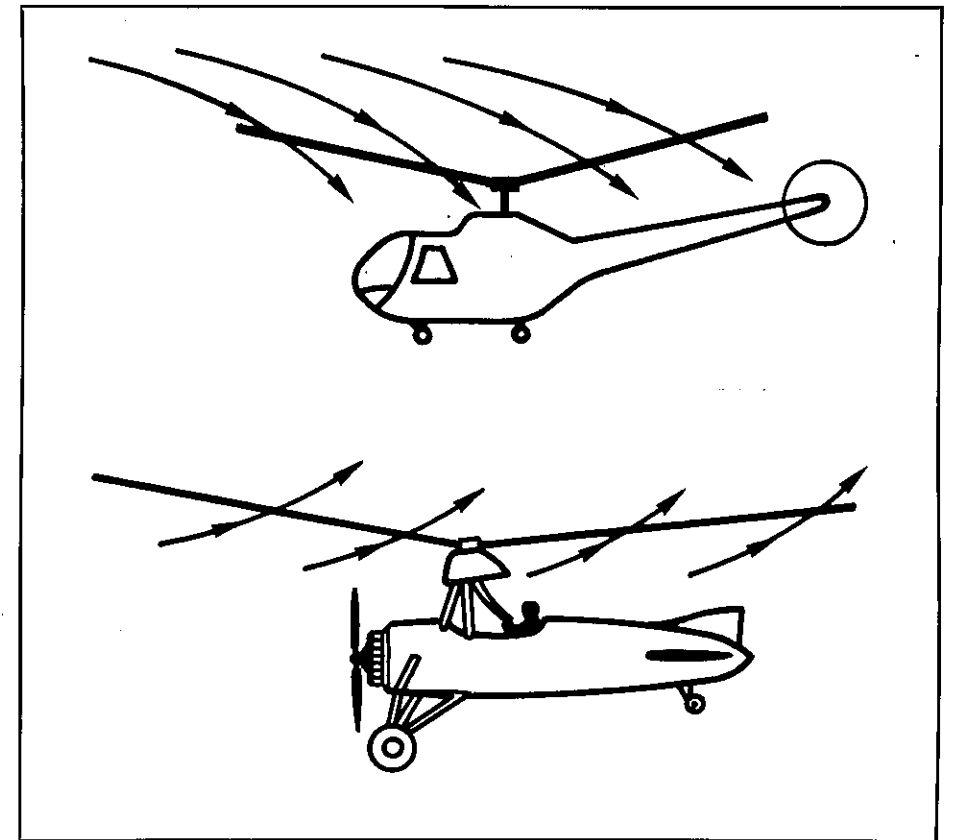
Beim Royal Aircraft Establishment in Farnborough, der berühmten englischen Luftwaffen-Forschungsanstalt, unternahm Louis Brennan in den Jahren 1919 bis 1925 verschiedene Versuche mit Antriebspropellern, die er auf den äußeren Enden der Rotorblätter montierte. Die Propeller wurden von einem oberhalb des Pilotensitzes eingebauten 230-PS-Motor über Wellen angetrieben. 1924 fanden die ersten gefesselten Flüge in einem Hangar statt. Freie Flüge verliefen zunächst durchaus erfolgreich, die Versuche wurden jedoch nicht mehr fortgesetzt, nachdem das Gerät bei einem Absturz zu Bruch ging.

Von Leineweber sind in den USA 1921 die ersten Kipprotor-Versuche bekannt, den größten Aufmerksamkeitsgrad erreichten jedoch die Autogiros, die damals begannen, den Hubschrauberentwicklungen den Rang abzulaufen.

Mit drei frei platzierten Rotoren bewies der Hubschrauber von Bothezat 1923 eine beachtliche Tragfähigkeit.



Während sich beim Hubschrauber der Luftstrom von oben nach unten durch den Rotor bewegt, wird beim Tragschrauber der Rotor von unten nach oben angeströmt.



Eine Vorstufe hierfür waren die Hubschrauberaufbauten auf Flächenflugzeugen, mit denen Henry Berliner vor dem Ersten Weltkrieg experimentell begonnen hatte und die er 1920 mit einem Fokker-Dreidecker fortsetzte. Als Pilot saß sein Sohn Emil am Knüppel. Als bestes Ergebnis der Versuchsreihe ist ein Flug im Jahre 1924 zu werten, der mit einer maximalen Flughöhe von über vier Metern eineinhalb Minuten dauerte.

Im Gegensatz zum Hubschrauber, der die Auftriebskraft für sein Rotorsystem von einem Motor erhält, wird das Rotieren der Blätter beim Tragschrauber durch den Fahrtwind herbeigeführt. Diese »Windmühlenflugzeuge«, 1912 erfunden, bilden also auf jeden Fall eine eigene Familie. Ihr Werdegang soll deshalb in diesem Buch nur kurz gestreift werden. Dabei ist hervorzuheben, daß eine für den Hubschrauber sehr bedeutende Mechanik beim Tragschrauber erstmals praktisch angewandt wurde: das Schlaggelenk.

Ciervas Autogiros beeinflussen die Hubschrauberentwicklungen

Juan de la Cierva, geboren am 21. September 1895 in Murcia/Spanien, tödlich verunglückt am 9. Dezember 1936 in England, beschäftigte sich seit 1919 mit der Entwicklung von Tragschraubern, weil er ein Flugzeug konstruieren wollte, das auch langsam fliegen konnte, ohne durch Strömungsabriß abzustürzen. Cierva ersetzte hierfür die Tragflächen durch Rotorblätter, die er fest anmontierte und die mit der vom Antriebspropeller erzeugten Fahrt so in Rotation versetzt wurden, daß das Flugzeug abheben konnte. Der erste Tragschrauber, den er 1919 baute, geriet bereits bei den ersten Startversuchen ins Taumeln. Beim nächsten Modell, 1921, versuchte Cierva die Unstabilität durch Veränderung des Anstellwinkels aufzufangen, kam aber auch damit zu keinem Erfolg.

Praktische Erfahrungen im Vorwärtsflug mit Drehflüglern lagen noch nicht vor, es lag also an Cierva, herauszufinden, daß in der Vorwärtsbewegung des Flugzeugs das nach vorn drehende Rotorblatt schneller angeströmt wird als das rücklaufende Blatt und dadurch einen wesentlich höheren Auftrieb erzeugt. Cierva sorgte für den Ausgleich mit Rotorblättern von größerer Elastizität und Gelenken, die es den Blättern erlaubten, selbständig Schlagbewegungen auszuführen. Das vom Luftwiderstand stärker betroffene vorwärtsdrehende Blatt, bei dem sich Drehgeschwindigkeit und Vorwärtsgeschwindigkeit addierten, konnten mittels der Gelenke nach oben ausweichen, das rückwärts drehende Blatt sorgte für weiteren Ausgleich, weil es sich nach unten senken konnte.

Am 9. Januar 1923 startete Juan de la Cierva in Madrid mit seinem Autogiro C 4 zum Erstflug, mit den Schlaggelenken war das Problem der Unstabilität endlich gelöst. Noch im gleichen Monat legte er eine 4-km-Rundstrecke in 4 Minuten zurück, die Flughöhe betrug dabei durchschnittlich 30 m.

Der Tragschrauber vollbrachte damals Flugleistungen, die mit dem Hubschrauber noch nicht zu erreichen waren. Cierva demonstrierte sein Autogiro 1925 beim Royal Aircraft Establishment in Farnborough und verlegte 1926 seinen Geschäftssitz nach England, wo er eine eigene Gesellschaft gründete und Nachbaulizenzen an Herstellerfirmen in Deutschland, Frankreich, Japan, in den USA und weiteren Ländern vergab.

Neben den Cierva-Autogiros muß auf jeden Fall der von Walter Rieseler in Berlin-Johannisthal gebaute Tragschrauber mit vierblättrigem Rotor erwähnt werden, für den Rieseler und seinem Mitarbeiter Walter Kreiser 1926 die ersten Patente erteilt wurden.

Im Flugzeugbau bereits seit 1920 mit seinem Sporthochdecker erfolgreich, waren für Rieseler in Deutschland die Entfaltungsmöglichkeiten mangels Eigenkapital immer noch so eingeengt, daß er die Patente für den Tragschrauber nur in den USA auswerten konnte. Das dort gegründete Pennsylvania Aircraft Syndicate, bei dem Direktor Wilford als Manager fungierte, brachte den verbesserten WRK-Gyro (Wilford-Rieseler-Kreiser) mit 140-PS-Continental-Motor, Vierblatt-Rotor und Tragflächen als hervorragendes Fluggerät heraus, für das sich auch die U.S. Navy interessierte und 1933 zwei Versuchsmuster in Auftrag gab.

Walter Rieseler blieb nicht in den Vereinigten Staaten, in Deutschland wollte er beim Wiederaufbau der Luftfahrtindustrie seine Pläne mit Hubschrauberentwicklungen weiterführen. Hierüber wird noch zu berichten sein.

In Holland und in der Sowjetunion wird der Haupt- und Heckrotor kreiert

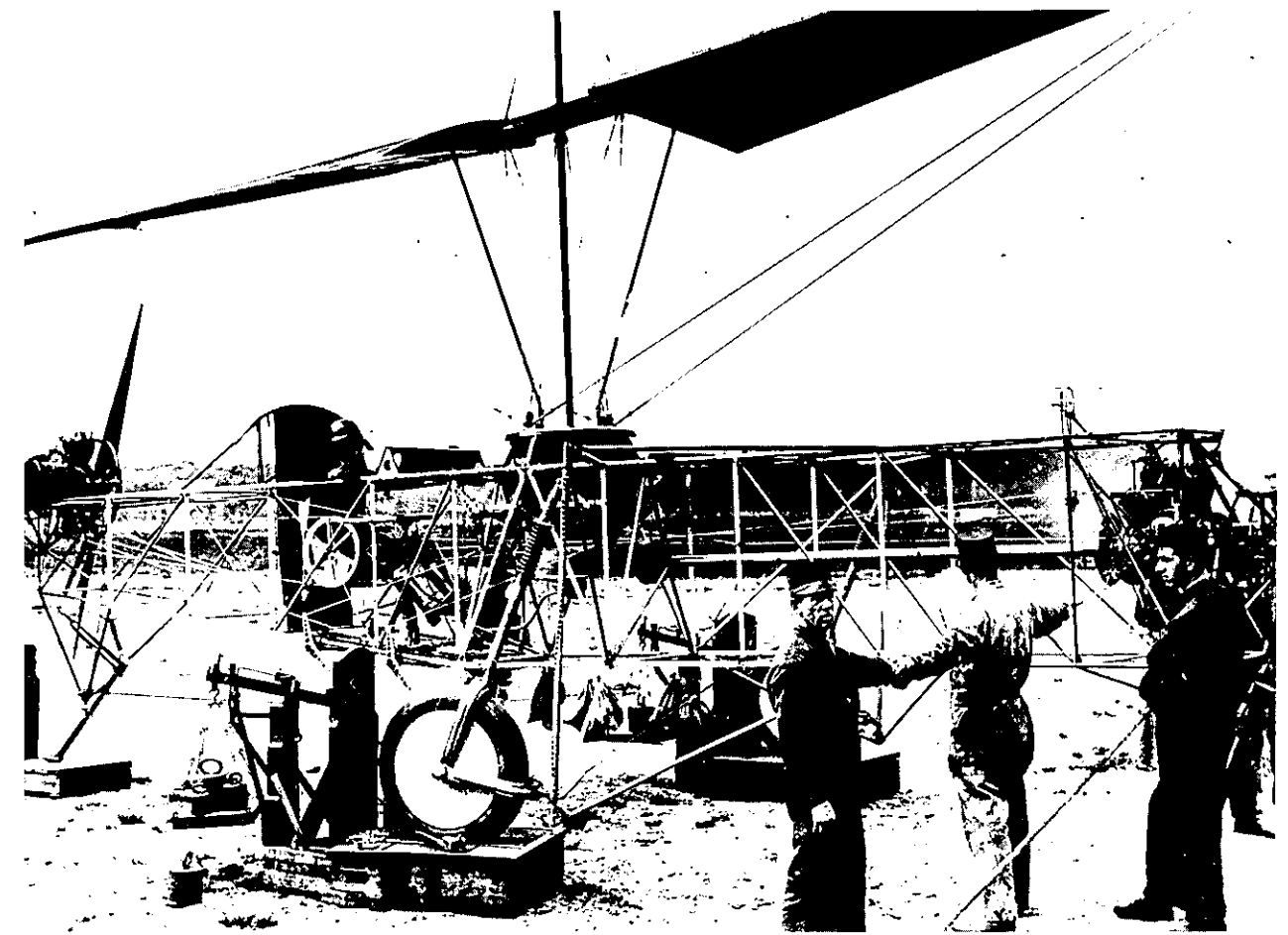
Die heute am meisten gebräuchliche Rotoranordnung mit einem Hauptrotor und einem Heckrotor für den Drehmomentausgleich versuchte der Holländer A. G. von Baumhauer mit einer Konstruktion zu realisieren, an der er vom Entwurf bis zum Erstflug fünf Jahre arbeitete.

Baumhauers Pläne, die er 1925 entwickelte, fanden die Unterstützung der holländischen Regierung. Der 2-Blatt-Hauptrotor mit einem Durchmesser von 15,2 m wurde von einem 200-PS-Motor angetrieben, für den Antrieb des Heckrotors war ein zusätzlicher 80-PS-Motor vorhanden. Der Erstflug fand 1930 statt, nach dem Bruch eines Hauptrotorblattes wurden die Versuche nicht mehr fortgeführt, obwohl das Konzept als solches, abgesehen von den zwei Motoren, durchaus erfolgversprechend war.

Im gleichen Jahr wie Baumhauer in Holland ging in der Sowjetunion ein Team unter der Leitung von Boris Jurjew an die Arbeit, um neben Autogiros, für die Kamow verantwortlich zeichnete, auch Hubschrauberprojekte, für die Professor Zeremuchin und später Iwan Bratuchin an leitender Stelle standen, bis zur Serienreife zu entwickeln.

Der erste Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor, der im Zentralinstitut für Aero- und Hydrodynamik – ZAGI – fertiggestellt wurde, hatte ebenfalls zwei Motoren aufzuweisen, die jedoch im Gegensatz zum Baumhauer-Hubschrauber nicht getrennt, sondern gemeinsam auf die Rotoren wirkten.

Der Hubschrauber erhielt die Typenbezeichnung ZAGI 1-EA und machte im August 1930, an Halte-taue gefesselt, seinen ersten Flug. Die beiden 120-PS-Sternmotoren hatten den 4-Blatt-Hauptrotor sowie Steuerrotoren am Bug und am Heck zu betreiben. Der Hauptrotor-Durchmesser betrug 11 Meter, bei einem Abfluggewicht von 1145 kg erreichte der 1-EA im August 1932 eine Rekordflughöhe von 605 m.



Zwei voneinander unabhängige Motoren mit unterschiedlichen Leistungen erwiesen sich beim Hubschrauber des Holländers A. G. von Baumhauer als Handicap.

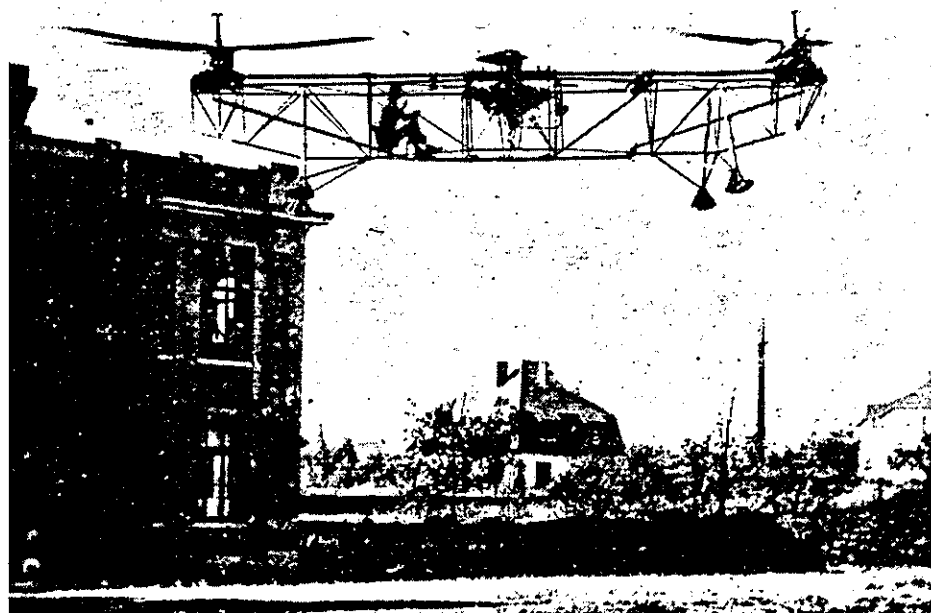
Tandem-Rotoranordnungen in Frankreich und in Belgien

Um bei den Betrachtungen in einer chronologischen Reihenfolge zu bleiben, ist wieder einmal ein Blick nach Frankreich angebracht, wo Edouard Perrin 1920 in Argenteuil nach dem Vorbild des »fliegenden Fahrrads« von Cornu die Konstruktion eines Tandemhubschraubers in Arbeit genommen hatte.

Diese Rotoranordnung ist als Vorgänger der Piasecki-Hubschrauber zu betrachten, die sich als »fliegende Bananen« und später, ohne den Knick in der Rumpfmittle, als Boeing Vertol »Chinook« bewährten, während die Bell- und Westland-Tandemhubschrauber nicht in Serie gingen.

Von Perrin wurden drei Prototypen des »Hélicion« gebaut, von denen die mit einem 280-PS-Motor ausgerüstete Version an einen Betonblock gefesselt im Schwebeflug erprobt wurde.

Mit gleicher Rotoranordnung unternahm Nicolas Florine, geboren 1891 in Rußland, 1927 in Belgien beim flugtechnischen Laboratorium in Rhode-Saint Genèse bei Brüssel die ersten Versuche, zunächst mit einem Modell im Maßstab 1:10. Staatliche Förderung ermöglichte ihm den Bau eines Tandemhubschraubers mit zwei Vierblattrotoren von je 7,20 m Durchmesser, die im gleichen Drehsinn rotierten, sowie mit Blattverstellung im Gegensatz zu dem Hubschrauber von Perrin, der einen Propeller für den Vorwärtsflug aufzuweisen hatte. 1930 flog der von SBCA (Société



Tandemhubschrauber Florine Nr. II, Vorbild für die Piasecki- und Vertol-Serien »Seaknight« und »Chinook«.

Belgique Constructions Aéronautiques) in Brüssel gebaute Florine-Hubschrauber erstmals mit einem 180-PS-Hispano-Suiza-Motor, im April erreichte eine in der Motorleistung auf 220 PS gesteigerte Version bei einem Abfluggewicht von 950 kg mit Ingenieur Collins am Knüppel eine Flugzeit von 9 Minuten und 58 Sekunden bei einer Flughöhe von sechs Metern.

Wie eine Lerche wollte Passat 1930 in England zum Himmel emporsteigen, sein Modell »Lark« mit einem 11-PS-Zweitaktmotor wog 180 kg und war eine Drehflügler-Schwingenflügler-Konstruktion, bei der die flügelartig gestalteten Blätter außer dem Rotieren auch Schlagbewegungen ausführten. Mehr als einige Luftsprünge gelangen dem »Vogelmenschen« nicht, in Anbetracht der unzureichenden Motorleistungen muß hierbei sogar der Wind geholfen haben.

Die Koaxialhubschrauber von Asboth, d'Ascanio und Bréguet bedeuten einen Fortschritt

In Ungarn war Oskar von Asboth nicht in der glücklichen Lage, mit irgendwelchen finanziellen Unterstützungen durch staatliche Stellen rechnen zu können.

Auf der Grundlage seiner Erfahrungen aus der Kriegszeit, die er mit den Koaxialrotoren des Petròczy-Kármán-Zurovec-Fesselhubschraubers gemacht hatte, baute er 1928 einen eigenen Hubschrauber mit der gleichen Rotoranordnung. Die Manövrierfähigkeit versuchte er durch sechs Deflektoren zu verbessern, die als Ablenkflächen den von den Rotoren kommenden Luftstrom umleiteten. Durch Drehen der Flächen steuerte der Pilot den Hubschrauber.

Der Asboth-Hubschrauber Nr. 4 war zusätzlich mit einem Vortriebspropeller ausgestattet und hatte mit einem 130-PS-Motor bei einem Abfluggewicht von 410 kg eine zufriedenstellende Steigleistung aufzuweisen, die Flughöhe lag in der Praxis bei durchschnittlich 30 Metern. Nachdem die Möglichkeiten in Ungarn recht beschränkt waren, gelang es von Asboth, mit englischen Stellen Verbindung aufzunehmen. Captain Liptrop, der den Asboth-Hubschrauber in Budapest probeweise geflogen hatte, bestätigte gute Flugeigenschaften, Flugstabilität um alle Achsen und brauchbare Steuerbarkeit. Offizielle Rekordmeldungen liegen von den Asboth-Hubschraubern nicht vor. Corradino d'Ascanio in Italien hingegen ließ die Flugeigenschaften seines Koaxialhubschraubers von der F.A.I. protokollieren. Drei Weltrekorde wurden ihm bestätigt, die als Maßstab für den im Jahre 1930 in

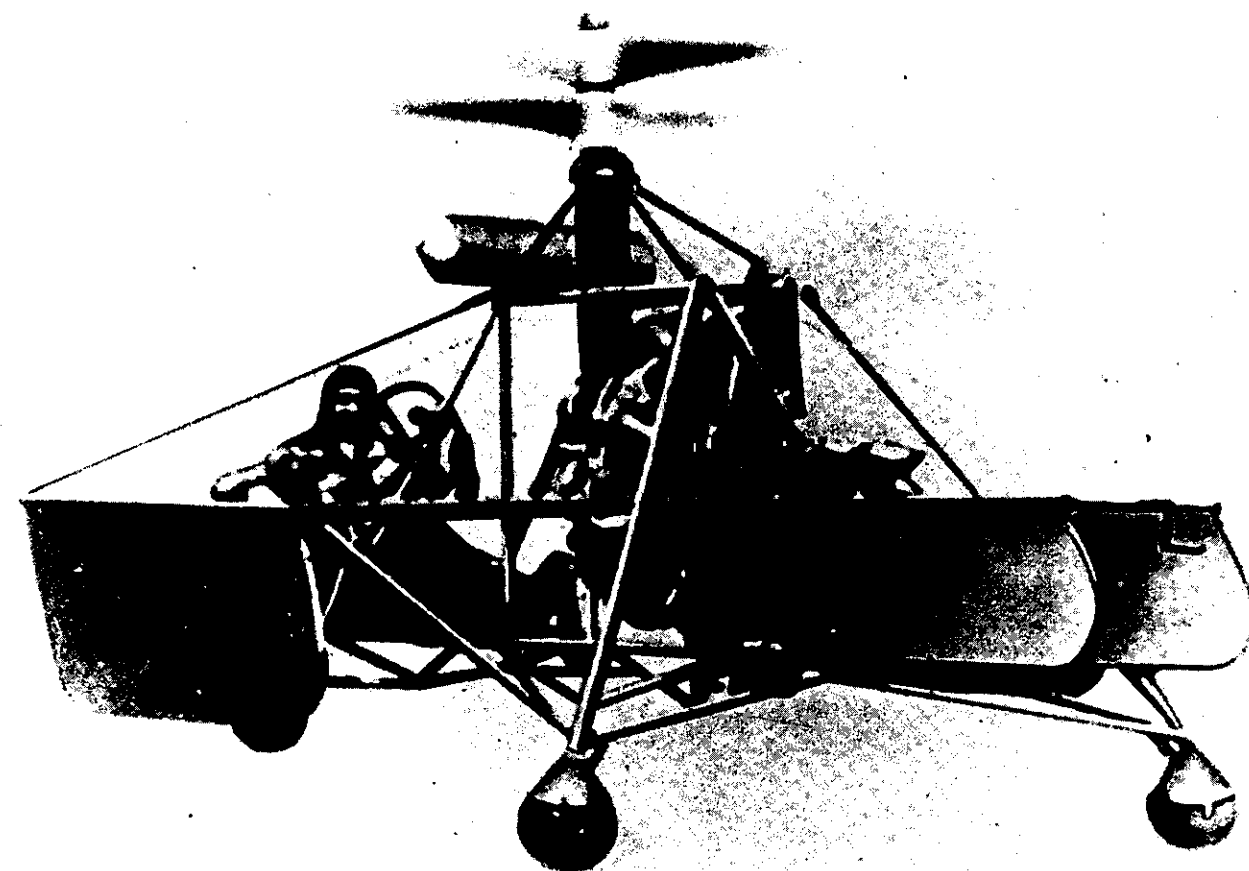
der Drehflüglerei erreichten Stand gelten können: Flugdauer 8 Minuten 45,2 Sekunden (8. Oktober), Flugstrecke 1078 m (10. Oktober), Flughöhe 18 m (13. Oktober).

Die Weltrekorde des Ascanio-Hubschraubers, aufgestellt von Major Nello Marinelli, wurden durchwegs erst sechs Jahre später überboten, ein Beweis für die Leistungen des Konstrukteurs, nebenbei aber auch für die Schwierigkeiten, mit denen die Entwicklungsinge-

nieure damals zu kämpfen hatten, um aus den tausend beweglichen Teilen, die durch die Luft flogen, eines Tages den gebrauchsfähigen Hubschrauber fertigzubringen.

Als bemerkenswerter Fortschritt sind die Schlag- und Schwenkgelenke beim Hubschrauber von Ascanio zu betrachten. Die Blätter konnten sich damit im notwendigen Umfang nicht nur von oben nach unten, sondern auch horizontal frei bewegen. Weiterhin ver-

Die beim Asboth-Hubschrauber angewandte Steuerung mit Ablenkflächen war nur bei sehr niedrigen Fluggeschwindigkeiten praktikabel.





Major Nello Marinelli flog 1930 mit dem von Corradino d'Ascanio konstruierten Koaxialhubschrauber drei Weltrekorde.

suchte d'Ascanio, mit verstellbaren Flächen an den Blattenden seiner gegenläufig drehenden Koaxialrotoren die Flugstabilität zu erhöhen. Die Verstellung dieser Flächen erfolgte durch ein Höhenruder. Drei weitere Verstellpropeller dienten nach drei Richtungen dem Piloten als Steuerhilfe. Rotoren und Propeller wurden von einem 95-PS-Fiat-Motor angetrieben, das Abfluggewicht des Hubschraubers betrug 800 kg. Außer diesem, bei den Piaggio-Flugzeugwerken gebauten Hubschrauber hat d'Ascanio kein weiteres Modell vorgestellt. Ein Jahr später wurde in Frankreich ein Koaxialhubschrauber gebaut, der alle bisherigen Leistungen weit überbieten sollte.

Louis Bréguet hatte Ende der zwanziger Jahre sein Interesse wiederum den Hubschraubern zugewandt und erhielt 1930 diverse Patente für die Flugstabilität von Drehflüglern. 1931 gründete er zusammen mit René Dorand das »Syndicat d'Etudes du Gyroplane« und

begann mit dem Bau eines Koaxialhubschraubers, den er »Gyroplane Laboratoire« nannte.

Im Juni 1935 startete dieser Versuchshubschrauber zu seinem Erstflug. Der Gitterrumpf des Bréguet-Dorand-Hubschraubers hatte ein Flugzeugheck aufzuweisen, ein breites Radlandewerk und ein Bug- sowie ein Heckrad boten eine weite Auflagefläche für Landungen. Der Durchmesser der Koaxialrotoren betrug 16,4 m. Schlag- und Schwenkgelenke für vibrationsfreien und stabilen Flug sowie kollektive und zyklische Blattverstellung für eine gute Manövrierfähigkeit ohne irgendwelche Hilfs- oder Steuerpropeller ließen darauf schließen, daß dieser Hubschrauber rundum einen technischen Fortschritt verkörpern würde. Ein 350-PS-Sternmotor garantierte ausreichende Leistungen für den Einsitzer, bereits am 14. Dezember 1935 flog Testpilot Maurice Claisse damit den ersten Weltrekord: 500 m in geschlossenem Kreis.

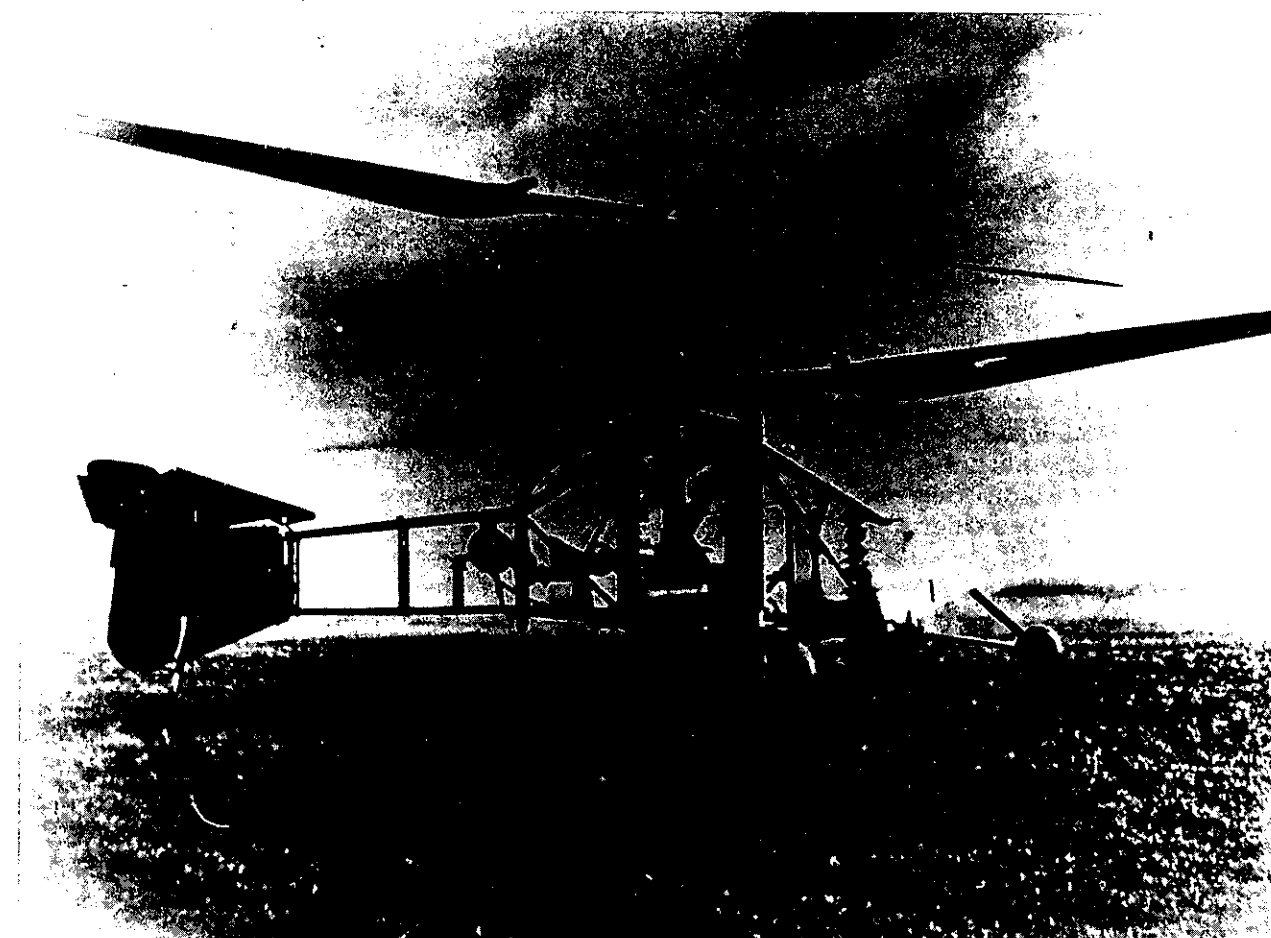
Das war jedoch nur ein Auftakt im Rahmen der Flug-erprobung, denn ein Jahr später betrug der Durchmesser des umflogenen Kreises 44 km und den Höhenweltrekord schraubte Claisse auf 158 m. Der Bréguet-Gyroplane war auch der erste Hubschrauber, der eine brauchbar anmutende Flugdauer aufzeigte: Mit einer Stunde, zwei Minuten und fünf Sekunden stellte Maurice Claisse am 24. November 1936 einen neuen Weltrekord auf. Leider fand die Firma Bréguet-Dorand-»Gyroplane Laboratoire« in Frankreich nicht die staatliche Unterstützung, die den Hubschrauberprojekten in Deutschland, und je nach der im Politbüro vorhandenen Meinung, auch in der Sowjetunion zuteil wurde.

Abgesehen von den in Rußland nach dem Vorbild der Cierva-Autogiros gebauten Tragschraubern wurde bei ZAGI das Hubschrauber-Entwicklungsprogramm weiter betrieben, das vor allem durch das hierbei angewandte Haupt- und Heckrotorprinzip damals bemerkenswert war.

Experimente in der UdSSR

Der bereits erwähnte ZAGI 1-EA ließ in der Steuerfähigkeit noch viel zu wünschen übrig, zeigte aber ausgezeichnete Leistungen in bezug auf Ausdauer und Flughöhe. Der Absturz einer Maschine im Juni 1933,

Ohne staatliche Unterstützung stand der Bréguet-Dorand-Hubschrauber im Schatten der mit dem Focke Fw 61 in Deutschland erfliegenen Rekorde.



bei dem der Pilot, Flugversuchingenieur Zeremuchin, erfreulicherweise nur leicht verletzt wurde, war laut Untersuchungsergebnis auf die mangelhafte Steuerbarkeit des Hauptrotors zurückzuführen. Mit dem Nachfolgemuster 3-EA, das sich vom Vorgänger lediglich durch einen Sporn anstelle des Heckrades unterschied, wurden 1933 einige Flüge von mehr als zehn Minuten Dauer durchgeführt, dann entschloß man sich zu einer radikalen Umkonstruktion des Hauptrotors.

Das Ergebnis war der ZAGI 5-EA, konzipiert von I. P. Bratuchin, der seinerzeit die Unfalluntersuchung beim 1-EA geleitet hatte. Praktisch handelte es sich beim 5-EA um einen Sechseckblatt-Hauptrotor, wobei drei der Rotorblätter, deren Gesamtdurchmesser 12 m betrug, fest an den Rotorkopf angeschlossen waren, während drei kürzere Rotorblätter von 7,8 m Durchmesser mit Schlag- und Schwenkgelenken montiert waren. Die Flugleistungen des 5-EA entsprachen nicht den Erwartungen. Mit stärkerem Motor und Vergrößerung des Rotordurchmessers versuchte man eine Leistungssteigerung zu erreichen. Der ebenfalls von Bratuchin konstruierte 11-EA war mit einem 650-PS-Curtiss-Motor ausgerüstet, die drei größeren Rotoren hatten einen Durchmesser von 19 m und die drei kleineren von 11 m, Sitze für einen Piloten und einen Copiloten befanden sich hintereinander im Rumpf. Für den Vorwärtsflug waren zusätzliche Propeller vorgesehen. Das Projekt fiel einer stalinistischen Säuberungswelle zum Opfer, und es sollte geraume Zeit dauern, bis in der Sowjetunion, wachgeworden durch die Erfolge der Hubschrauber in Deutschland, Drehflügerentwicklungen wieder »von oben« angeordnet wurden.

Ein ausländischer Konstrukteur verließ bereits 1935 das »Paradies der Werktätigen«, bevor ihm neben technischen Schwierigkeiten seines Projektes auch politische oder persönliche Schwierigkeiten entstanden. Der Italiener Vittorio Isacco, von dem hier die Rede ist, hatte allerdings einschlägige internationale Erfahrungen, nach denen er die Geduld seiner Geldgeber abzuschätzen wußte. Isaccos Konzept war – einfach und genial – ein drehmomentfreier Hubschrauber. Praktische Erkenntnisse lagen bereits vor, Louis Brennan hatte in Farnborough Antriebspropeller auf den Blattspitzen angebracht, die von einem zentral angeordneten Motor über Wellen angetrieben wurden. Aus dem Mißerfolg von Brennan war ersichtlich, daß dieses System verbessert werden mußte. Isacco

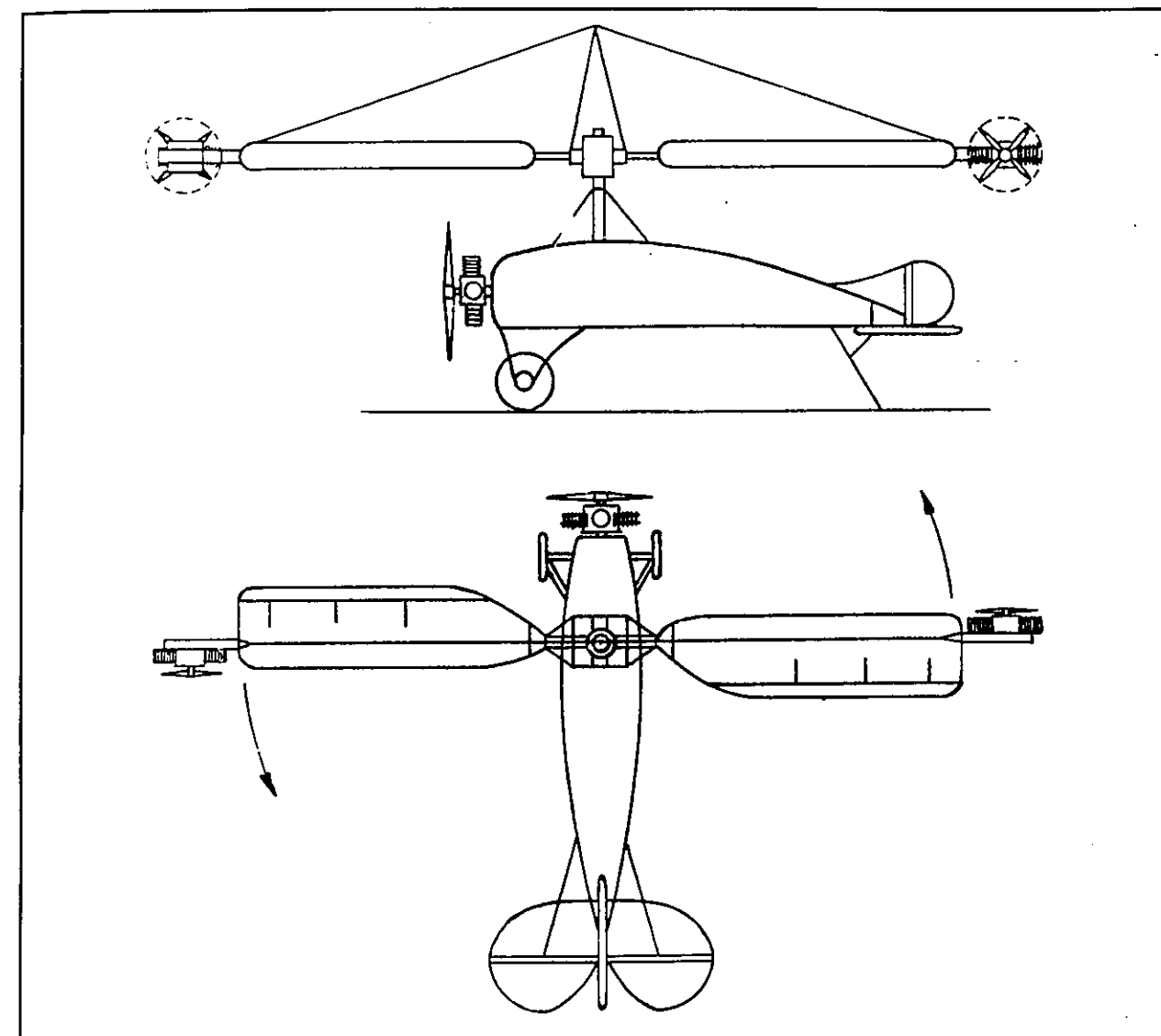
verzichtete also auf die komplizierten Wellen und schlug vor, die Propeller mit den Antriebsmotoren auf die Blattspitzen zu setzen. In Italien war kein Geld zu holen, so sehr sich Isacco für sein Projekt, das den klangvollen Namen »Elicogiro« führte, auch umsaß. In Frankreich nutzten ihm Beziehungen, die er durch eine frühere Zusammenarbeit mit Pescara besaß, um das Anfangskapital für den Bau von zwei Prototypen aufzutreiben.

Auf Zweiblattrotoren mit einem Durchmesser von 13,2 m setzte er Propeller von je 2 m Durchmesser, die von Anzani-Motoren angetrieben wurden. Nach erfolglosen Versuchen, mit diesen Geräten vom Boden abzuheben, blieb der Regierungszuschuß aus. Isacco suchte sich in England neue Geldgeber. Hier baute er zunächst auf einem Zweiblattrotor von 12,5 m Durchmesser seine Propeller mit zwei 32-PS-Bristol-Motoren auf. Aber auch dieser Apparat blieb am Boden ebenso wie die vergrößerte Ausführung mit 15 m Rotordurchmesser und Doppelmotoren. Verständlicherweise war die Konstruktion dadurch nicht leichter geworden, sondern hatte mittlerweile ein Gewicht von 1100 kg erreicht.

Ganz hoffnungslos schien die Situation nicht zu sein, mit solchen Apparaten zu fliegen, denn aus den USA lag eine Patentanmeldung aus dem Jahre 1927 vor, derzufolge die Firma Maitland-Barkelew-Bleeker ihre Hoffnungen auf einen Vierblattrotor mit vier Zugpropellern setzte. 1931 soll dieses Gerät, nunmehr bei der Firma Curtiss-Bleeker, mit einem Gesamtgewicht von 1500 kg in einem Hangar einige Luftsprünge ausgeführt haben.

In der Sowjetunion fand Isacco die Möglichkeit, das amerikanische Projekt weit zu überbieten. Das neue Helicogiro erhielt einen Rotordurchmesser von 27,45 m, sollte sechs Passagiere befördern und kam auf ein Abfluggewicht von 3175 kg. Kurz vor dem Erstflug, aus welchen Gründen auch immer, packte Isacco seine Koffer: Auch dieser Superapparat blieb am Boden stehen.

Als weitere Hubschrauberentwürfe mit Propellern auf den Rotorblättern sind der Vollständigkeit halber die Experimente von Hellesen-Kahn (1925/26) und Fr. Chr. Kusse zu erwähnen, sowie der erste Hubschrauber von Anton Flettner (1927). In Deutschland und Österreich, den von der Weltwirtschaftskrise am härtesten betroffenen Ländern, waren vor 1933 der Drehflügerentwicklung keine Entfaltungsmöglichkeiten geboten.



Die von Vittorio Isacco unternommenen Flugversuche mit Propellern auf den Rotoren verliefen erfolglos.

Zaschkas Projekt scheitert an fehlender finanzieller Grundlage

Das Zaschka-Rotationsflugzeug zum Beispiel unterschied sich von den Hubschrauberprojekten der 20er Jahre durch eine mit zwei Kreisen wirksame Schwungmasse, die den für eine Autorotationslandung erforderlichen Stabilisierungseffekt gewährlei-

sten sollte. Modellversuche, die von Oberingenieur Zaschka 1928 auf dem Tempelhofer Feld in Berlin mit seiner Verbundhubschrauber-Konstruktion durchgeführt wurden, ergaben mit negativer Blattanstellung beim Abwärtsflug und positiver Winkelanstellung kurz vor dem Aufsetzen das beabsichtigte Ergebnis. Der für den Horizontalflug vorhandene Vortriebspropeller wurde praktisch nicht erprobt, da für weitere Flugversuche die finanziellen Mittel fehlten.

1933 bis 1945

Hubschrauber-Entwicklungen in Deutschland und ihre Resonanz im Ausland

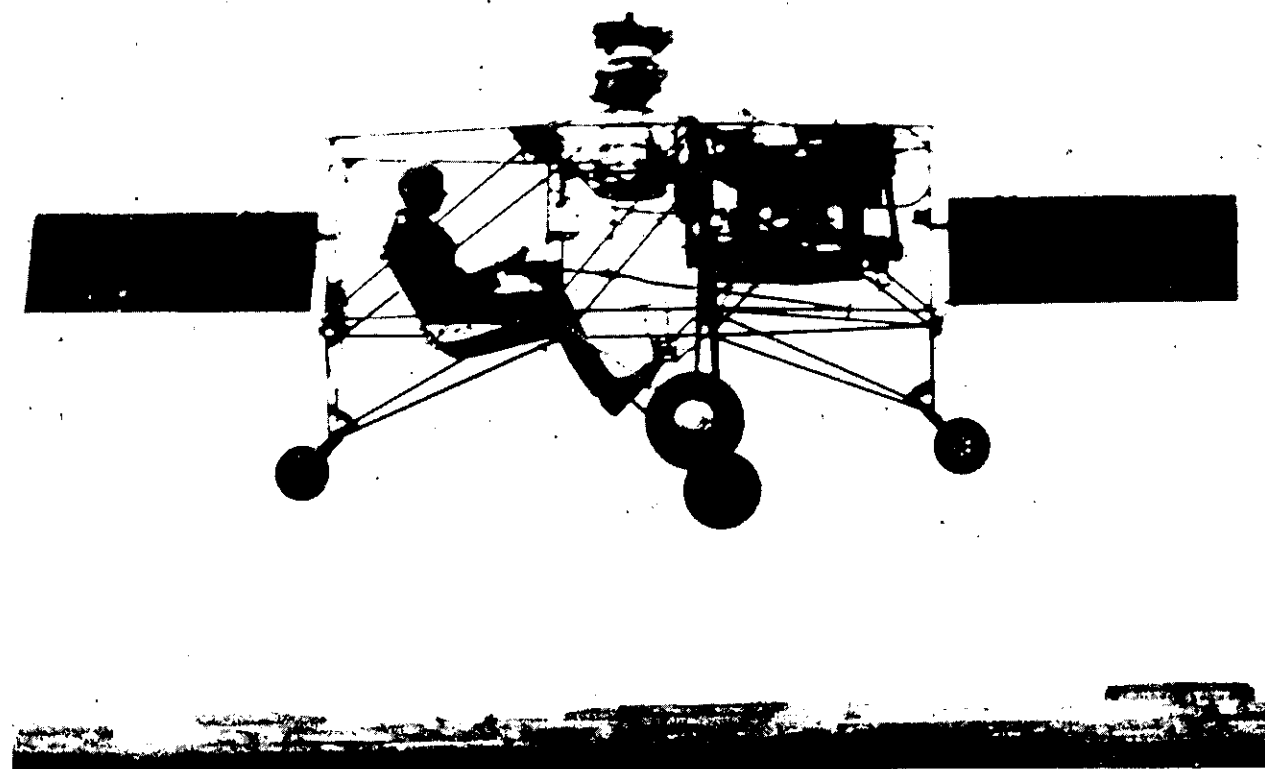
Der Aufbau einer Luftfahrtindustrie im Dritten Reich eröffnete den Flugzeugkonstrukteuren, die sich bis dahin auf privater Basis mit Drehflüglern befaßt hatten, die Möglichkeit, mit staatlicher Förderung weiterzuarbeiten. Das Reichsluftfahrtministerium und die militärischen Dienststellen, die als Auftraggeber

ber die notwendigen Mittel bereitstellten, achteten vor allem darauf, daß alle Vorhaben streng geheim blieben, vom Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda wurden lediglich die Erfolgsmeldungen in zweckdienlicher Art und Weise dargestellt.

Rieseler R I und R II

Als eines der ersten Hubschrauberprojekte aus dieser Zeit ist der Koaxialhubschrauber von Walter Rieseler zu erwähnen. Rieseler war 1934 aus den USA nach

Mit einem 60-PS-Motor war der Prototyp Rieseler R I untermotorisiert.



Deutschland zurückgekehrt und konnte hier sein Koaxial-Rotor-System zum Patent anmelden. Er begann die Realisierung seiner Vorstellungen mit dem Bau eines Versuchsgerätes (R I) in Berlin-Johannisthal, wobei ihm Otto Steue als Konstrukteur zur Seite stand. Es handelte sich dabei um einen Stahlrohrrahmen auf vier Rädern, in dem sich der Motor und der Pilotensitz befanden, vorn und hinten war jeweils eine vertikale Steuerfläche vorhanden. Ein 60-PS-Hirth-Motor betrieb die gegenläufig drehenden Vierblatt-Koaxialrotoren, die durch Betätigung des Knüppels eine für die jeweilige Flugrichtung erforderliche Neigung erhielten. Die Leistungseingabe für den Vertikalflug erfolgte mit dem Gasdrehgriff, mit Pedalen wurden die Steuerflächen als Ruder betätigt. Flugkapitän Johannes Mohn übernahm das Gerät für die ersten Probeflüge und war von der Steuerfolgsamkeit überrascht. Nach dem Anwerfen des Motors drehten sich die Rotoren, mit behutsamem Gasgeben stieg der Apparat in die Höhe. Andrücken des Knüppels führte

zum Vorwärtsflug, bei dem Geschwindigkeiten bis zu 160 km/h erreicht wurden, und Anziehen des Knüppels führte zu der für einen Flächenflugzeugpiloten völlig neuen Bewegung nach rückwärts. Erstaunlich war das Verhalten im Schwebeflug, auch bei Windstärken bis 7 m/sek. Lediglich die mangelhafte Kühlung des Motors stellte ein nicht leichtes Kriterium dar. Dessen ungeachtet wurde am 3. September 1936 eine Präsentation des Prototyps R I vor der Kommission des Reichsluftfahrtministeriums mit Ernst Udet an der Spitze veranstaltet. 360-Grad-Drehungen in 60 m Höhe und eine Punktlandung, nachdem der Motor beachtlich heiß geworden war, bildeten den ersten Teil der Flugvorführung. Mit nur unzureichend abgekühltem Motor folgte der nächste Start, der mit einer Bruchlandung endete. Der überhitzte Motor setzte aus, mit langsamer drehenden Rotoren sackte die Maschine ab und Flugkapitän Mohn fand sich mit angebrochenen Rippen inmitten der Trümmer des Stahlrohrgestells am Boden wieder.

Der Rieseler Prototyp R II wurde bei der Flugerprobung entschieden überbelastet.



Den Erfahrungen aus diesem Mißerfolg wurde mit dem Bau der zweisitzigen Rieseler R II, mit dem unverzüglich begonnen wurde, Rechnung getragen. Dieser Hubschrauber erhielt zwei Siemens-Motore mit je 150 PS Leistung, so daß bei eventuellem Ausfall eines Triebwerks der zweite Motor genügend Kraft hatte, um eine sichere Landung zu gewährleisten. Mit vergrößertem Rotordurchmesser war der Wirkungsgrad verbessert. Flugkapitän Mohn, der nun schon als erfahrener Hubschrauberpilot gelten durfte, konnte in der Flugerprobung mit diesem neuen Gerät gute Ergebnisse erzielen und alle bis dahin bestehenden Rekorde überbieten.

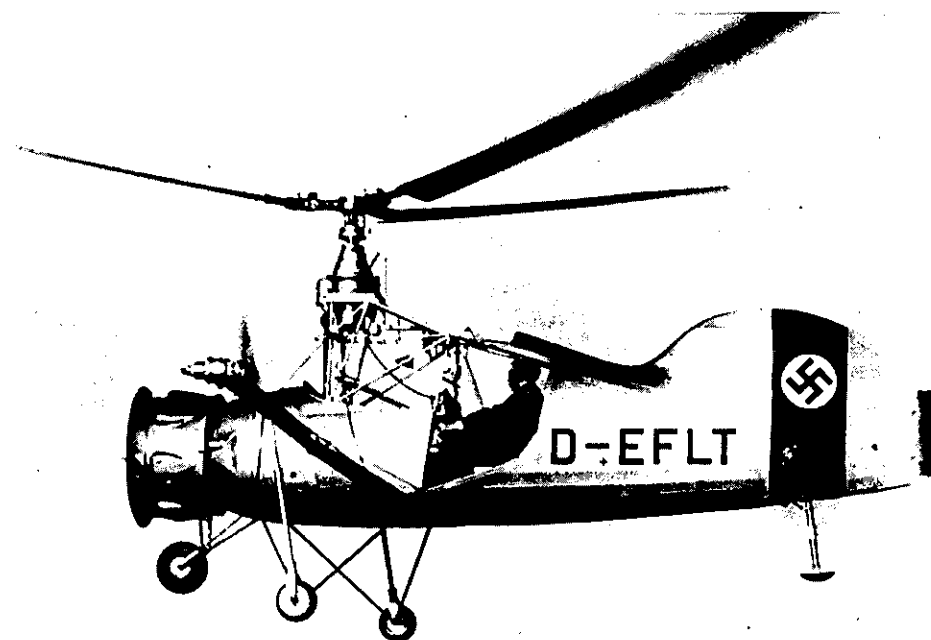
Bei einem Versuch am 18. Dezember 1937, den Hubschrauber aus größerer Höhe durchfallen zu lassen, um ihn dann kurz vor dem Erdboden abzufangen, brachen die Verbindungsstreben und Bolzen, mit denen das Rotorsystem am Rumpf befestigt war. Während Flugkapitän Mohn die nun unvermeidliche Bruchlan-

dung mit erfreulicherweise nur leichten Verletzungen überstand, war der Hubschrauber nicht mehr zu reparieren. Nach dem Tode von Walter Rieseler im Jahre 1938 wurde der Neubau eines dritten Hubschraubers nicht mehr beendet, die Aufmerksamkeit richtete sich jetzt auf die Projekte von Professor Henrich Focke und Anton Flettner.

Erfolge mit einem ineinanderkämmenden Rotorsystem

Im Gegensatz zur Focke Fw 61 ist die Flettner Fl 282 »Kolibri« der Öffentlichkeit nie vorgestellt worden. Dabei handelte es sich bei diesem Gerät im Jahre 1940 nicht um einen Prototyp, sondern um einen serienreifen Hubschrauber mit überragenden Flugeigenschaften. Der Konstrukteur der »Kolibri«, Anton Flettner,

Flettners Versuchshubschrauber Fl 185 mit dem Druckpropeller auf dem Ausleger links vom Rumpf und dem Zugpropeller (im Bild nicht sichtbar) rechts vom Rumpf.



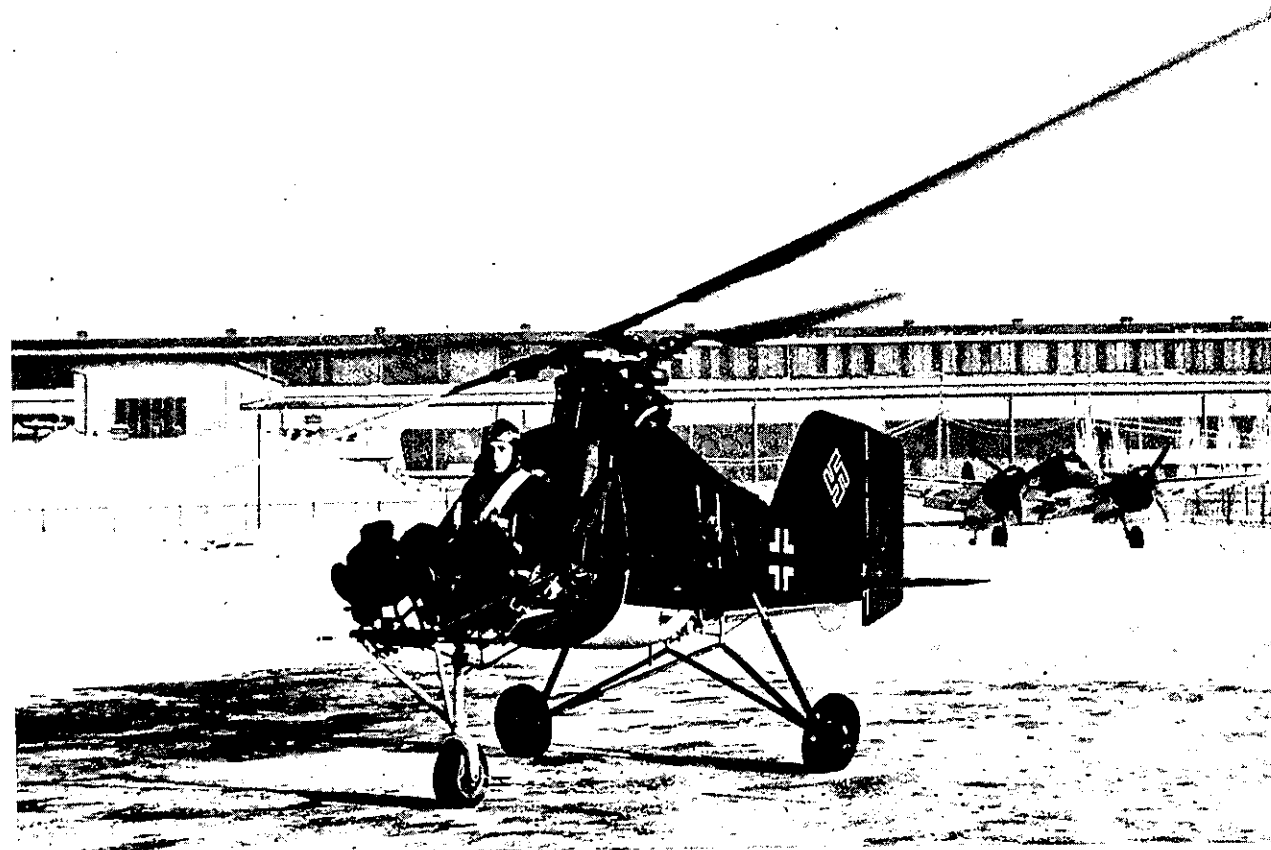
Flettner Fl 265: Eine gewagte Konstruktion bestand ihre Bewährungsprobe (1939).

hatte bereits 1905 beim Luftschiffbau des Grafen Zeppelin mit der Entwicklung von Flugsteuerungen begonnen, die in die Praxis übernommen wurden und für die er verschiedene Patente erhielt. Nach dem Ersten Weltkrieg konstruierte er einen Schiffsantrieb mit rotierenden Walzen. 1927 gelang ihm die Konstruktion eines Rotorflugzeugs mit Propellerantrieb auf den Blattenden, das tatsächlich vom Boden abhob, jedoch durch eine Windböe zerstört wurde. Vittorio Isacco hatte mit diesem System, wie bereits erwähnt, in Italien, Frankreich, England und Rußland nicht die geringsten Erfolge aufzuweisen.

Als nächstes baute Flettner 1935 einen Tragschrauber mit einem Dreiblattrotor, der mit einem 150-PS-

Sternmotor betrieben wurde. Gegenüber dem reinen Autogiro wurde bei diesem Rotorflugzeug ein Teil der Motorleistung für den Antrieb der Blätter genutzt, der Flettner Typ 184 hatte eine zyklische Blattverstellung und eine Rotor-Kippsteuerung aufzuweisen. Bei einem Testflug geriet das Gerät in Brand und wurde bei der Notlandung total zerstört.

1936 baute er den einsitzigen Versuchshubschrauber Fl 185 mit einem dreiblättrigen Hauptrotor von 12 m Durchmesser, großem Seitenleitwerk und einem Trimmruder. Der Hubschrauber hatte für den Drehmomentausgleich zweiflüglige Luftschrauben auf Auslegern seitlich am Rumpf aufzuweisen, von denen



Flettner Fl 282, ein Hubschrauber, dessen Flugerprobung im Einsatz beim Heer und bei der Kriegsmarine erfolgte.

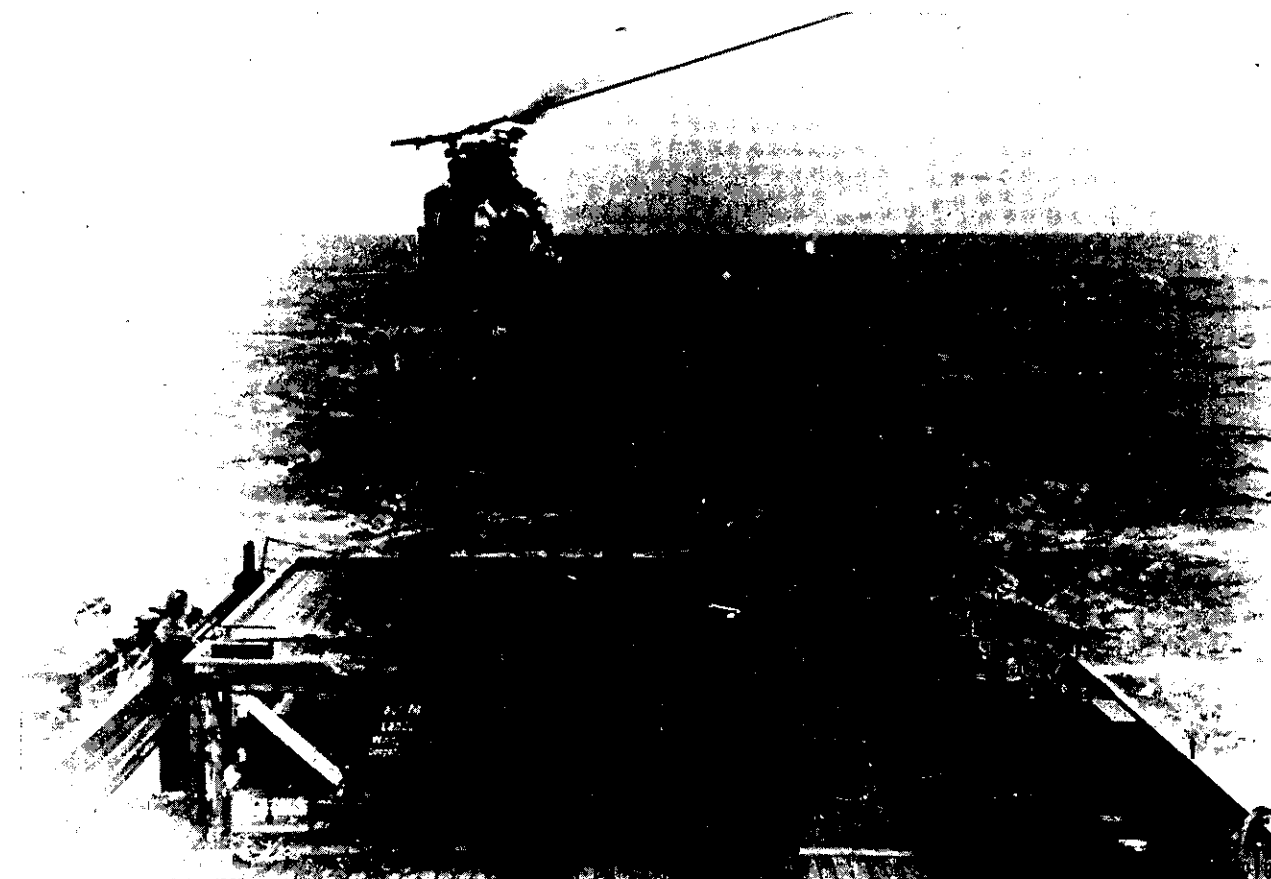
die rechte als Zug- und die linke als Druckpropeller wirkte. Ihr Abfluggewicht betrug 900 kg. Vor dem im Bug befindlichen 150-PS-Motor war ein Propeller zur Kühlung angebracht, ähnlich wie bei der Fw 61 von Professor Focke.

Inzwischen hatte Flettner ein neues Konzept mit ineinander drehenden Rotoren entwickelt, entsprechend dem 1911 Boucart erteilten Patent. Entgegen der Meinung seiner Berater, die befürchteten, daß die eng beieinander gegenläufig drehenden Rotoren Turbulenzen hervorrufen würden, die eine Verminderung des Auftriebs zur Folge hätten, und zudem die Gefahr bestände, die sich überschneidenden Zwillingsrotoren könnten bei böigem Wind miteinander in Berührung kommen und sich gegenseitig zerstören, bestand Flettner auf dem Bau von sechs Prototypen dieser Ausführung.

Die Experten schienen Recht zu haben: Beim Erstflug der Fl 265-V 1 im Mai 1939 gerieten die Blätter aneinander und der Apparat wurde zerstört. Der zweite Prototyp stürzte vor Erreichen einer für die Autorotation ausreichende Flughöhe ab, weil der Pilot vergessen hatte, genügend Kraftstoff aufzutanken.

Die nächsten vier Vorserienmaschinen dieses »Rührmischer«-Typs jedoch absolvierten eine intensive Flugerprobung, in deren Verlauf sich ihre überlegene Leistungs- und Manövrierfähigkeit klar herausstellen sollte.

Flettner hatte bei der endgültigen Ausführung die Schlaggelenke in ca. 30 cm Abstand von den fast 60 cm auseinanderliegenden Rotorachsen angebracht. Die Achsen der beiden zweiflügeligen ineinanderkämmanden Rotoren waren jeweils 12 Grad nach außen und 6 Grad nach vorn geneigt. Der Fl 265 hatte



Schiffsdecklandungen im Jahre 1941 mit der Flettner Fl 282.

ein Dämpfungssystem zur Verminderung der Erschütterungen am Steuerknüppel aufzuweisen und war der erste Hubschrauber mit automatischer Übergangsmöglichkeit zur Autorotation bei eventuellem Triebwerksausfall. Sein Abfluggewicht betrug 1000 kg, er erreichte eine Spitzengeschwindigkeit von 160 km/h. Die Truppenerprobung der Vorserienmaschinen erfolgte bei der Kriegsmarine, dem hauptsächlichen Auftraggeber, bei den Pionieren und den Gebirgsjägern. In der Ostsee wurden mit der Fl 265 Schiffsdecklandungen bei unterschiedlichen Windstärken und Seegang erprobt. Der Transport von Lasten über unwegsamem Gelände, insbesondere beim Übersetzen über Flüsse, wurde erstmals erprobt, für Verbindungs- und Beobachtungsaufgaben zeigte sich die Fl 265 auch im Gebirge dem Fieseler Storch überlegen. Es spricht für Flettner, daß er auf die Entscheidung, die Serien-

fertigung der Fl 265 freizugeben, mit dem Angebot einer noch weiter verbesserten Ausführung antwortete. An diesem neuen Hubschrauber mit der Typenbezeichnung Fl 282 »Kolibri« hatte Flettner bereits während der Truppenerprobung der Fl 265 gearbeitet. Mit größter Dringlichkeit wurden vom RLM im Frühjahr 1940 30 Vorserienmaschinen des neuen Typs in Auftrag gegeben. Der Motor der Fl 282 befand sich direkt unter dem Rotorgetriebe, in der Rumpfspitze war damit ausreichend Platz für ein einsitziges Cockpit, das bei einigen Typen mit Plexi-Verglasung, bei den meisten Baumustern jedoch als offener Pilotensitz gestaltet wurde. Bei der zweisitzigen Ausführung des »Kolibri« befand sich der Sitz für den Beobachter, nach rückwärts gerichtet, hinter dem Motor. Insgesamt 24 Fl 282 wurden von den Flettner-Werken in Berlin-Johannisthal gebaut. Die Hubschrauber

wurden bei der Kriegsmarine in der Ostsee und im Mittelmeer eingesetzt. Schiffsdecklandungen auf kleinster Fläche, manchmal sogar auf U-Booten, wurden selbst bei rauhem Seegang durchgeführt. Der Hubschrauber übertraf in seinen Flugeigenschaften alle Erwartungen. Auf einem Geschützturm des Kreuzers Köln wurde eine Hubschrauber-Plattform installiert, von der aus die Fl 282 im Geleitschutz flogen.

Die Ansicht, der Hubschrauber könnte von feindlichen Jagdflugzeugen allzuleicht abgeschossen werden, wurde in einem Test überzeugend widerlegt: Eine Messerschmitt Me 109 und eine Focke Wulf Fw 190 versuchten 20 Minuten lang mit Zielkameras Treffer auf einer Fl 282 anzubringen. Das Ergebnis ihrer Kurbelei war negativ, keinem der beiden Angreifer gelang es, einen mit der Kamera registrierten Treffer zu erzielen.

Im BMW-Werk Eisenach wurden die Vorbereitungen für den Anlauf einer Großserie mit 1000 Einheiten getroffen, alliierte Bombenangriffe zerstörten jedoch das Werk und machten das Vorhaben zunichte. Weitere Entwicklungsaufträge, die Flettner vom Reichsluftfahrtministerium 1944 erhielt, gelangten nicht mehr zur Ausführung. Es handelte sich hierbei um die Fl 285, einen »Kolibri« mit erweiterter Zuladungskapazität und Reichweite sowie um das Projekt Fl 339, einen Transporthubschrauber für 20 bis 24 Soldaten. Anton Flettner übernahm nach dem Krieg zunächst einen Beraterposten im Marineforschungsamt der USA und gründete 1949 ein eigenes Unternehmen, die Flettner Aircraft Corporation. Von seinen früheren Mitarbeitern ist zu erwähnen, daß Kurt H. Hohenemser einen Entwicklungsauftrag bei den McDonnell Flugzeugwerken in den USA erhielt und Gerhard Sissingh, der Leiter der Hubschrauber-Forschungsgruppe am Aerodynamischen Institut der Universität Göttingen gewesen war, zunächst beim Royal Aircraft Establishment in Farnborough/England einen neuen Tätigkeitsbereich fand und ab 1951 in den USA für viele Entwicklungen die wissenschaftlichen Grundlagen erarbeitete.

Henrich Focke bringt die Hubschrauberwelt in Bewegung

Als Konstrukteur des ersten praktisch verwendbaren Hubschraubers hat Professor Dr.-Ing. e. h. Henrich Focke seinen Platz in der Geschichte der Luftfahrt ge-

funden. Geboren am 8. 10. 1890 in Bremen, baute Henrich Focke bereits als Gymnasiast Flugmodelle und Hanggleiter, mit denen er am Weserufer seine ersten Luftsprünge ausführte. Sein Ingenieurstudium absolvierte er an der Technischen Hochschule in Hannover, war im Ersten Weltkrieg Frontflieger und wurde nach einem Absturz zur Flugzeugmeisterei nach Berlin-Adlershof versetzt.

1920 bestand Henrich Focke in Hannover das Examen als Diplom-Ingenieur mit Auszeichnung. Als Konstrukteur für Wassergasanlagen fand er eine Anfangsstellung bei den Bremer Francke-Werken. Zusammen mit Georg Wulf, mit dem er schon vor dem Krieg an Flugzeugprojekten gearbeitet hatte, widmete er seine ganze Freizeit wiederum dem Bau eines Kleinflugzeugs. Unter unvorstellbaren Schwierigkeiten entstand der erste Focke Wulf-Eindecker, der 1923 vom Reichsverkehrsministerium, Abteilung für Luft- und Kraftfahrtwesen, die Zulassung erhielt. Nicht minder schwierig war es, die Geldgeber zu finden, die für die Gründung der Focke Wulf Flugzeugbau GmbH am 2. Januar 1924 benötigt wurden. Das erste Kleinverkehrsflugzeug dieser Gesellschaft, die A 16, wurde noch im gleichen Jahr im Linienverkehr eingesetzt. Insgesamt 22 A 16 bewährten sich in der Folgezeit bei der Bremer Luftfahrtgesellschaft und weiteren Luftfahrtunternehmen, es folgte das Baumuster GL 18, das auch von der Lufthansa gekauft wurde. Besonderes Aufsehen erregte die Focke Wulf »Ente«, ein Flugzeug mit vorn liegendem Höhenleitwerk, das auch in seinen Flugeigenschaften überzeugte. Einen schweren Verlust erlitt das Werk, als Georg Wulf 1927 mit diesem Gerät bei einem Vorführflug abstürzte und ums Leben kam.

Die Verkehrsflugzeuge Focke Wulf A 17 »Möve«, A 20 »Habicht«, A 32 »Bussard« und das Schul- und Sportflugzeug S 24 »Kiebitz« sind als hervorragende Baumuster des Unternehmens zu erwähnen. Die Weltwirtschaftskrise brachte jedoch auch die bis dahin erfolgreiche Focke Wulf Flugzeugbau GmbH in eine schwierige Lage, sie war 1930 zu einer Fusion mit den Albatros Flugzeugwerken gezwungen.

1931 übernahm Henrich Focke die Fertigstellungslizenz für die Cierva-Autogiros und gründete eine eigene Entwicklungs-Abteilung für Rotorflugzeuge. Eine neue Aufgabe erkannte er nach den Erfahrungen mit dem Autogiro in der Entwicklung eines in allen Fluglagen betriebssicheren Hubschraubers.

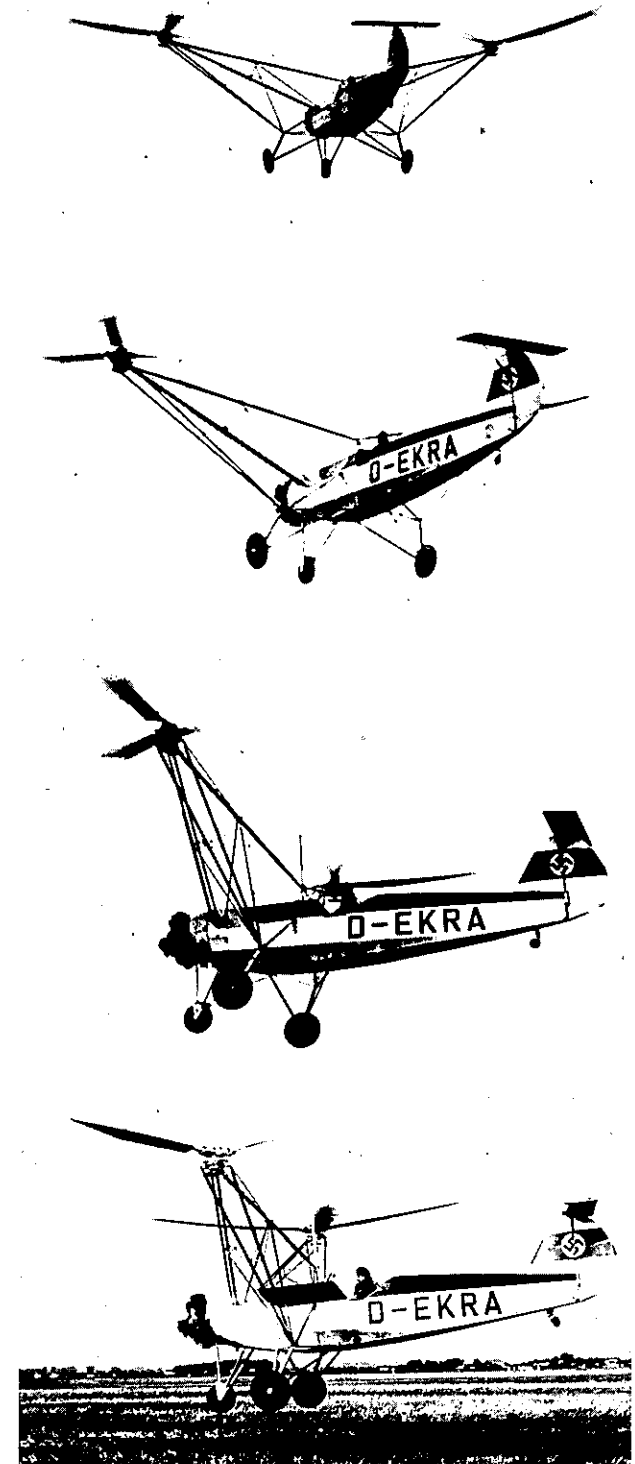
Am 26. Juni 1936 konnte Dipl.-Ing. Ewald Rohlfes zum ersten freien Flug mit dem von Focke konstruierten Hubschrauber Fw 61 starten.

Die Zellenkonstruktion der Fw 61 bestand aus dem Flugzeugrumpf einer Focke Wulf »Stieglitz« mit Originalmotor, wobei der Propeller, der nurmehr als Kühlventilator diente, auf die Hälfte seines ursprünglichen Durchmessers verkürzt wurde. Auf Stahlrohr-Auslegern auf beiden Seiten des Rumpfes wurden 3-Blatt-Rotoren mit einem Durchmesser von je 6 m montiert, deren Anstellwinkel verstellbar war.

Die Liste der mit diesem Hubschrauber im Jahre 1937 aufgestellten Rekorde spricht für sich. Am 25. Juni dieses Jahres überbot Ewald Rohlfes die im Vorjahr von Claisse mit dem Bréguet-Hubschrauber erfliegenen Weltrekorde im Entfernungsflug über einen geschlossenen Kreis von 44 km auf über 80 km, in der Flughöhe von 158 m auf 2439 m und in der Flugdauer von 1 Stunde 2 Minuten auf 1 Stunde 20 Minuten.

Am 25. Oktober 1937 stellte Flugkapitän Hanna Reitsch mit der Fw 61 über 108,9 km einen neuen Hubschrauber-Langstreckenweltrekord auf, der am 20. Juni 1938 von Karl Bode auf 230,3 km gesteigert wurde. Am 29. Januar 1939 flog Bode mit dem Focke-Hubschrauber mit 3427 m einen neuen Höhenweltrekord.

Obwohl von der F.A.I. offiziell bestätigt, wurden diese Leistungen des deutschen Hubschraubers sogar von Fachleuten skeptisch betrachtet. Oskar von Asboth, der seinen Hubschrauber nie einem neutralen Sachverständigen-Gremium vorgestellt hatte, verstieg sich zu der Behauptung, die Fw 61 sei als Autogiro zu betrachten, weil sie einen Vortriebspropeller aufzuweisen hätte. Die aus Mißgunst oder Unkenntnis geäußerten Zweifel wurden widerlegt, als nach dem Kriege in der Tschechoslowakei, in Frankreich und in England an erbeuteten Exemplaren des Focke-Hubschraubers eingehende Untersuchungen angestellt wurden. Vorher waren alle Versuche ausländischer Kreise, in Deutschland einen Hubschrauber zu kaufen, im Sande verlaufen, weil das Reichsluftfahrtministerium verständlicherweise kein Interesse hatte, ein Gerät von absehbarem militärischem Wert freizugeben.

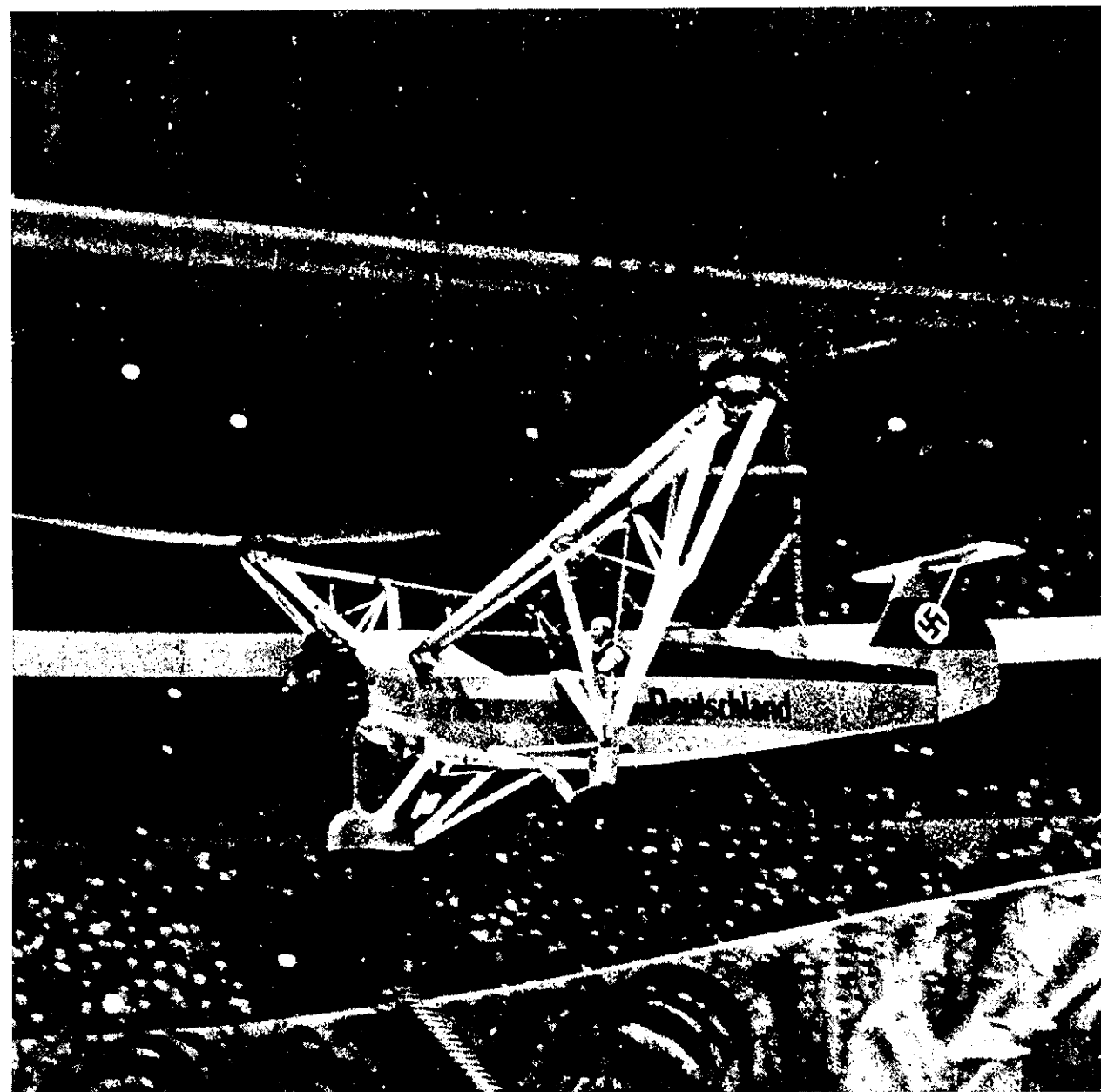


Eine Bildsequenz aus der Flugerprobung der Focke Fw 61.

Propagandistisch wurden die Leistungen der Fw 61 als Beweis des technischen Vorsprungs der deutschen Luftfahrtindustrie herausgestellt. Die Manövrierfähigkeit und Steuerfolgsamkeit dieses ersten wirklich brauchbaren Hubschraubers wurden auf eindrucks-

volle Art und Weise demonstriert. In der großen Schau »1000 PS in der Deutschlandhalle« führte Flugkapitän Hanna Reitsch den Hubschrauber über einer Grundfläche von 100 x 40 m im Vorwärts-, Rückwärts-, Seitwärts- und Schwebeflug vor, zeigte

Flugkapitän Hanna Reitsch flog den Hubschrauber in der Deutschlandhalle.



Drehungen um 60 Grad und war neben den berühmten »Silberpfeilen« von Mercedes-Benz und Auto-Union, die auf der hierfür befestigten Radrennbahn ihre Runden drehten, der Star der Manege. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es dem Reichspropagandaministerium nur mit Mühe gelungen war, Hanna Reitsch sozusagen als Zirkusreiterin für das Parade- pferd zu gewinnen.

Am 12. November 1938 wurde Henrich Focke zum Dr.-Ing. e.h. der Technischen Hochschule Hannover ernannt, die kurz danach erfolgte Ernennung zum »Wehrwirtschaftsführer«, auf die er persönlich keinen besonderen Wert gelegt hatte, sollte ihm 1945 noch einige Schwierigkeiten bereiten.

Die erreichten Erfolge ermöglichten Focke die Lösung aus dem ihm 1930 aufgezwungenen Firmenmantel Focke Wulf/Albatros, in dem er in seinen Befugnissen oft eingeeengt war. Zusammen mit Gerd Achgelis gründete er am 27. April 1937 in Hoykenkamp bei Delmenhorst die Focke, Achgelis & Co GmbH. Flugkapitän Carl Bode wurde Chefpilot des neuen Unternehmens.

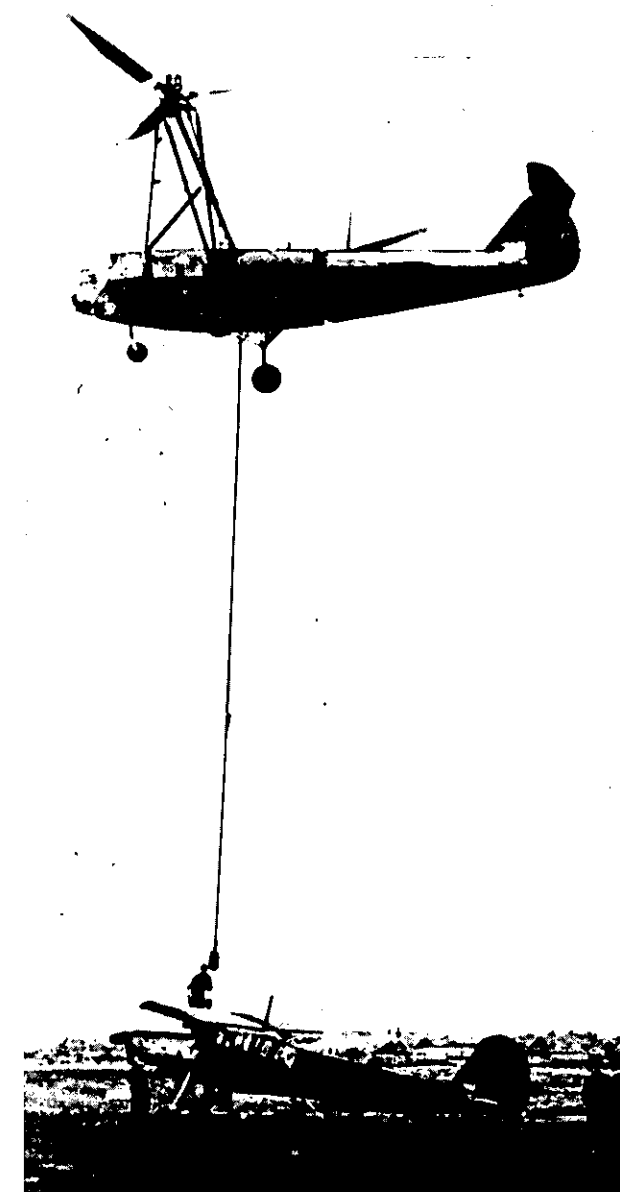
Professor Focke arbeitete 1938 am Konzept eines Hubschraubers, der im Zubringerdienst für den zivilen Luftverkehr eingesetzt werden sollte. Sein Projekt Fa 266 basierte auf konkreten Vorstellungen in bezug auf Abfluggewicht und Zuladung. Als Weiterentwicklung der Fw 61 sollte die Fa 266 mit einem 800-PS-BMW-Motor ausgerüstet werden, der Durchmesser der Rotoren war auf je 12 m festgelegt und für ein Abfluggewicht von 3200 kg errechnet. Das bedeutete bei einem Leergewicht von 2200 kg eine Zuladungsmöglichkeit von 1000 kg und eröffnete folgende Möglichkeiten:

Flugdauer	1 Stunde	2 Stunden	3 Stunden
Reichweite bei 170 km/h	170 km	340 km	510 km
Funkausrüstung	50 kg	50 kg	50 kg
Schmierstoff	40 kg	40 kg	40 kg
Pilot	80 kg	80 kg	80 kg
Passagiere oder Fracht	680 kg	550 kg	430 kg
Kraftstoff	150 kg	280 kg	400 kg

Die maximale Geschwindigkeit der Fa 266 war mit 190 km/h und die Dienstgipfelhöhe mit 5500 m angesetzt. Der erste Prototyp stand im Herbst 1939 vor der Montagehalle, die ersten gefesselten Flüge hatten stattgefunden, als mit dem Kriegsausbruch die Anwei-

sung erteilt wurde, die Arbeiten an diesem zivilen Zubringerhubschrauber ebenso wie die Vorbereitungen für einen Hubschraubertrainer mit der Typenbezeichnung Fa 224 einzustellen. Prof. Focke und seine Mannschaft arbeiteten nunmehr mit allen Kräften an der militärischen Version der Fa 266 mit der Typenbezeichnung Fa 223 »Drache«.

Bergemanöver im Moor mit der Focke Fa 223 (1944).





Hochgebirgserprobung der Focke Fa 223.

Die generellen Forderungen der Truppe lauteten:

U-Boot-Aufklärung und -Bekämpfung;
Bewaffnungsmöglichkeit mit einem leichten Maschinengewehr und zwei 250 kg-Bomben.

Bewaffnete Aufklärung: IMG und Zusatztanks für größere Reichweite.

Rettung: Krankentragen und Rettungswinde.

Transporte: Lasthaken mit Notabwurfmöglichkeit und einer Lastkapazität bis 1280 kg.

Schulung: Doppelsteuer für die Pilotenausbildung. Zwei Prototypen der Fa 223 befanden sich von 1940 bis 1942 in der Flugerprobung, in deren Rahmen auch praktische Versuche bei der Truppe durchgeführt wurden.

Die Fa 223 wurde mit einem 1000-PS-Bramo-Motor versehen, das Abfluggewicht konnte damit auf 4300

kg heraufgesetzt werden. Die maximale Geschwindigkeit der Fa 223 lag bei über 200 km/h, bei einem Testflug mit der Fa 223-V1 erreichte Flugkapitän Carl Bode im Oktober 1940 bei vollem Abfluggewicht (durch entsprechende Mitnahme von Ballast) eine Rekordhöhe von 7782 m.

Der erste Auftrag zur Serienfertigung wurde 1941 erteilt. Durch einen Luftangriff wurde das Werk in Delmenhorst zerstört. Ganze zwei Hubschrauber waren zur Auslieferung gelangt. Eine weitere Serie mit 400 Hubschraubern wurde in Berlin aufgelegt, von denen jedoch nur eine Maschine fertiggestellt wurde. Das Berliner Werk wurde im Juli 1944 durch einen Bombenangriff vernichtet. Mit den im Zweigwerk Laupheim bei Ulm gebauten Fa 223 ergibt sich eine Gesamtstückzahl von etwas mehr als 20 Hubschraubern,

die den Flugbetrieb aufnehmen konnten. Die Erprobungsergebnisse bewiesen, daß eine Fa 223 mit ihrer Transportkapazität und Umschlaggeschwindigkeit ohne weiteres die Maultierkolonnen einer ganzen Gebirgsjägerdivision ersetzen konnte.

Am Ende des Krieges befanden sich noch drei Fa 223 bei der Truppe. Eine von diesen wurde von ihrer Besatzung zerstört und damit dem Zugriff der Alliierten entzogen. Eine Maschine wurde in die USA verschifft, die andere mußte von der deutschen Besatzung nach Farnborough/England überflogen werden, stürzte dort jedoch bei einem Senkrechtstart infolge eines Steuerungsausfalls ab, bevor sie eine für die Autorotation ausreichende Höhe erreicht hatte. Die vom Piloten schon vorhergesehene Ursache für den Unfall war in mangelnder Wartung und nicht erfolgter Sicherung der Spannseile begründet. Das für die Prüfung erforderliche Tensiometer war in Farnborough nicht vorhanden.

Nachbauten der Fa 223 erfolgten in der Tschechoslowakei mit dort erbeutetem Material und unter Mitwirkung von Prof. Focke auch bei der SNCASE, der späteren Sud Aviation und heutigen Aérospatiale in Frankreich. Die abgewandelte Fa 223 erhielt hier die Typenbezeichnung SE 3000.

Im übrigen war Professor Focke bis 1947 bei der SNCA SE an der Entwicklung des einrotorigen Hubschraubers SE 3101 beteiligt, aus dem die SE 3120 »Alouette« hervorgegangen ist. Er hat damit für den Aufbau der nationalen Hubschrauberindustrie in Frankreich mit die Grundlage geschaffen.

In Großbritannien hatte die Firma G. Weir in Glasgow/Schottland seit 1932 Cierva-Autogiros in Lizenz gebaut. Ihr Chefkonstrukteur, C. G. Pullin, versuchte 1937 zunächst den Umbau eines Autogiro in einen Hubschrauber durch Verwendung koaxialer Rotoren, entschied sich dann jedoch für die von Prof. Focke in Deutschland bei der Fw 61 ausgeführte Rotoranordnung. Da eine direkte Zusammenarbeit mit dem deutschen Hubschrauber-Entwicklungs- und Herstellerbetrieb nicht möglich war, baute Pullin seinen Hubschrauber nach dem Focke-Vorbild in eigener Konstruktion.

Der Erstflug der Weir W 5 mit R. A. Pullin, dem Sohn des Chefkonstrukteurs, am Knüppel, fand am 7. Juni 1938 statt. Beim Prototyp W 5 handelte es sich um einen Einsitzer mit einem 50-PS-Weir-Motor, der die zwei auf Auslegern montierten Rotoren von je 4,57 m

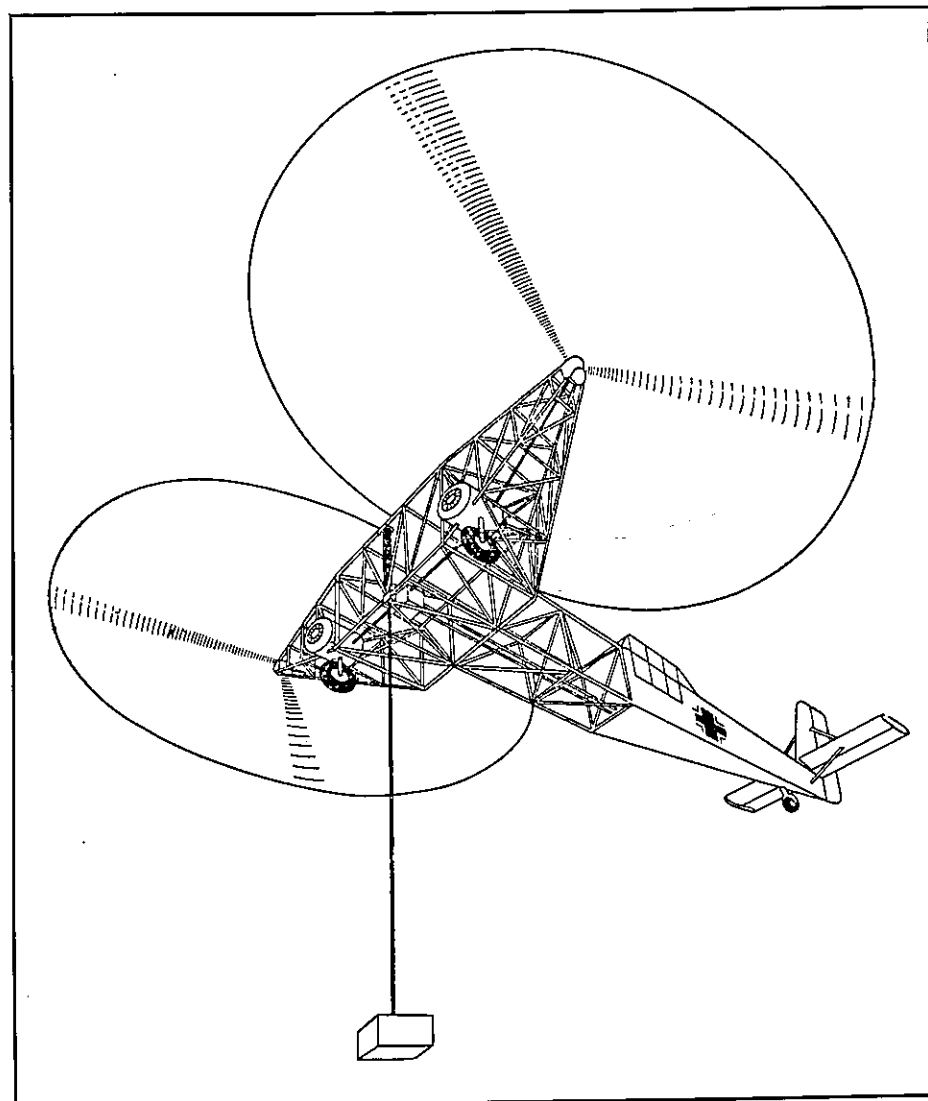
Durchmesser zu betreiben hatte. Dieser Hubschrauber mit einem Abfluggewicht von 381 kg, der eine Reisegeschwindigkeit von 112 km/h erreichte und bis zum Beginn des Krieges 80 Flugstunden absolvierte, war der erste in England konstruierte flugtüchtige Helikopter.

In den USA war es W. Laurence LePage, der die Focke-Rotoranordnung sorgfältig studierte und für eine eigene Konstruktion zum Vorbild nahm. Aufgrund der Erfolge der deutschen Hubschrauber führte die Regierung der Vereinigten Staaten eine Ausschreibung für derartige Konstruktionen durch, bei der die Firma Platt-LePage im Juli 1940 den Kontrakt für den Prototypenbau gewann. Seit dem Auftrag an die Bothezat im Jahre 1921 war auf diesem Gebiet kein Regierungsauftrag mehr erteilt worden. Der Erstflug der Platt-LePage XR-1 fand im Mai 1941 statt, die Flugerprobung auf dem Wright Field verlief zufriedenstellend. Die zweisitzige XR-1 war mit einem 450-PS-Pratt & Whitney-Motor ausgerüstet, der Durchmesser der Rotoren betrug je 9,3 m, das Abfluggewicht lag bei 2200 kg. Nachdem der Hubschrauber im Juli 1943 durch eine harte Landung beschädigt worden war, wurde ein zweiter Prototyp gebaut, mit dem im Dezember 1943 die Flugerprobung begann.

In abgeänderter Form tauchte der Focke-Hubschrauber auch in der Sowjetunion auf, 1940 als OMEGA I, einer Konstruktion von Bratuchin. Beim zweisitzigen Prototyp OMEGA I waren zwei 500-PS-Motoren in Gondeln unterhalb der Rotoren angebracht. Diese Anordnung wurde auch bei der sechssitzigen OMEGA II beibehalten, die 1946 erstmals flog und auf der Luftfahrtschau Tuschino 1948 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde.

OMEGA III mit zwei 2000-PS-18-Zylinder-Motoren war schließlich in dieser Bauweise 1953 der größte Hubschrauber des Bratuchin-Teams und erreichte mit drei Mann Besatzung und 32 Passagieren eine maximale Geschwindigkeit von über 200 km/h.

Professor Focke war mit seinen Konstruktionen und Vorstellungen seiner Zeit immer um einige Schritte voraus. Das Projekt Fa 284, ein »fliegender Kran«, kann als markantes Beispiel hierfür gelten. Bei einem Abfluggewicht von 16 t war die Fa 284 für eine Nutzlastkapazität von 8 t ausgelegt. Der Durchmesser der Dreiblatt-Rotoren sollte 18 m betragen, zwei BMW-Motoren vom Typ 801 sollten die hierfür erforderlichen 1600 PS liefern.



Focke Fa 284 (Konstruktionszeichnung 1942): Drei-
ßig Jahre später wurde mit
dieser Rotoranordnung die
Mil Mi-12, der bisher größte
Hubschrauber der Welt, ge-
baut.

Die Aufgabenstellung für diesen Schwerlast-Hubschrauber lag beim Transport von Lkws und gepanzerten Fahrzeugen sowie sonstigem Schwermaterial über unwegsames Gelände, zum Beispiel bei Flußübergängen, auf jeweils nur kurze Entfernungen. Auch Montageaufgaben beim Bau von Brücken waren mit diesem Hubschrauber auszuführen. Mit dem Rumpfaufbau der Fa 284 wurde 1942 in den Bréguet-Werken bei Toulouse im damals besetzten Frankreich begonnen. Noch bevor die dortigen Anlagen durch Luftangriffe der Alliierten zerstört wurden,

wobei auch alle Zeichnungsunterlagen der Vernichtung anheimfielen, hatten sich erhebliche Schwierigkeiten dadurch ergeben, daß Getriebe mit entsprechender Leistung noch nicht zur Verfügung standen. Als Behelfslösung entwickelte Professor Focke das Konzept für einen Schwerlasthubschrauber aus vier Fa 223, die mit entsprechendem Aufbau über Traversen zusammenwirken sollten. Das Projekt konnte bis zum Kriegsende nicht mehr durchgeführt werden. Eine weitere Anwendung des Rotors der Fa 223 wurde im Aufbau auf einem Lastensegler getestet.

Der Zweck der Übung war, die Landestrecke des Lastenseglers durch Autorotationsmöglichkeit erheblich zu verkürzen. Vom Segelflugzeug wurden die Tragflächen demontiert, hierfür wurde der Rotor im Schwerpunkt aufgesetzt. Mit der Flugerprobung im Schlepp einer Ju 52 wurde bereits 1942 begonnen, die positiven Ergebnisse entsprachen voll und ganz den Erwartungen. Praktische Einsätze wurden mit dem Lasten-Tragschrauber, der die Typenbezeichnung Fa 325 erhielt, nicht geflogen.

Das Kipprotor-Flugzeug Fa 269 mit der Senkrechstartfähigkeit eines Hubschraubers und den Flugeigenschaften eines Jagdflugzeugs im Vorwärtsflug befand sich seit 1939 in der Entwicklung. 1942 wurden die hierfür bereits gefertigten Baugruppen bei einem Bombenangriff vernichtet. Das Projekt wurde dann nicht mehr verfolgt, auch die Arbeiten an einem Hubschrauber mit Hauptrotor (Fa 283) wurden lediglich am Reißbrett betrieben.

Die Tragschrauber-Konstruktionen »Bachstelze«, »Rotaplane« und Heliofly I

Die Tatsache, daß ein mit Rotoren versehenes Fluggerät während des Krieges in Deutschland in größeren Stückzahlen gebaut worden ist, gibt Veranlassung, nochmals von der Geschichte des Hubschraubers abzuweichen und auf einen Tragschrauber oder, richtiger gesagt, auf einen Schlepp-Tragschrauber einzugehen.

Mehr als 200 Schlepp-Tragschrauber vom Typ Fa 330 »Bachstelze« wurden in Delmenhorst bei Bremen gebaut. Sie dienten als fliegende Beobachtungsplattform zur Erweiterung des Sichtbereichs aufgetauchter U-Boote. Das zusammenlegbare Gerät wog 75 kg, unterhalb des Dreiblattrotors mit einem Durchmesser von 6 m befand sich der offene Pilotensitz mit dem Steuerknüppel. Die Fahrtgeschwindigkeit der »Bachstelze« bewegte sich zwischen 30 und 40 km/h, das Haltekabel wurde normalerweise auf eine Länge von 60 bis 200 m ausgefahren. Während des Fluges stand der Pilot mit dem U-Boot in Telefonverbindung, für Notlandungen stand ihm ein Fallschirm zur Verfügung, während für die Rotorblätter eine Notabwurf-Vorrichtung vorhanden war, um eine Gefährdung des Piloten beim Absprung zu verhindern.



Der Tragschrauber Fa 330 im U-Boot-Schlepp (1944).

Ein vergleichbares Gerät wurde zur gleichen Zeit von Raoul Hafner in England entwickelt. Dieser »Rotachute« oder »Rotaplane« hatte zumindest in einigen Entwicklungsphasen eine sehr große Ähnlichkeit mit der »Bachstelze« aufzuweisen.

Hafners Erfahrungen in der Entwicklung und Konstruktion von Rotorflugzeugen reichen zurück bis in das Jahr 1927. Er war damals 22 Jahre alt und baute zusammen mit Bruno Nagler auf dem Flugplatz Aspern bei Wien die »Revoplane« R 1, einen einsitzigen Hubschrauber mit einer Stabilisierungsfläche. Mit diesem Gerät gingen Nagler und Hafner nach England und begannen dort mit der Flugerprobung, bei der sie jedoch, ebenso wie mit dem Nachfolgetyp »Revo-plane II«, keine praktischen Erfolge erreichten. Während Nagler in seinem hierfür gegründeten Unternehmen, der Nagler Helicogyro Ltd., das Projekt mit einer neuen, mit Vortriebspropeller versehenen Ausführung fortsetzte, befaßte sich Hafner mit konstruktiven Verbesserungen der Cierva-Autogiros.

Nagler ging später wieder nach Österreich zurück, das Großdeutsche Reich eröffnete ihm die Möglichkeit, auch dort seine Drehflüglerarbeiten fortzusetzen. Hafner erhielt diese Möglichkeit in England als Mitarbeiter einer Forschungsgruppe der Royal Air Force mit der Aufgabenstellung, ein Rotorlandesystem für Fallschirmjäger zu entwickeln.

Die ersten Modellversuche mit dem Rotachute wurden 1940 durchgeführt, die kleinen »Rotor«-Fallschirme zeigten beim Abwurf aus Flugzeugen stabile Gleitflugeigenschaften. Der Rotachute in endgültiger Ausführung sollte einen Fallschirmjäger mit MG und Munition tragen können, bei einem Rotordurchmesser von 4,57 m war die erforderliche Tragfähigkeit sichergestellt, wobei das Leergewicht des Gerätes ca. 22 kg betrug. Schleppstartversuche hinter einem Lkw ergaben, daß sichere Landungen nur mit einem Landegestell möglich waren. Das nunmehr als Rotaplane bezeichnete Gerät erreichte 34,5 kg Leergewicht, und die ersten Absetzversuche von einem Flugzeug aus konnten durchgeführt werden.

Irgendwie war das Interesse des britischen Militärs, Fallschirmjäger mit diesem Apparat auszurüsten, erloschen. Hafner, der im Gegensatz zu Prof. Focke für die Rotor-Lastensegler Zukunftschancen sah, hatte mit dem »Rotabuggy« und dem »Rotatank« weitere Pläne entwickelt. Diese Projekte sahen vor, einen Jeep (Rotabuggy) oder leichten Panzerkampfwagen (Rotatank) mit einem abnehmbaren Rotorsystem so-

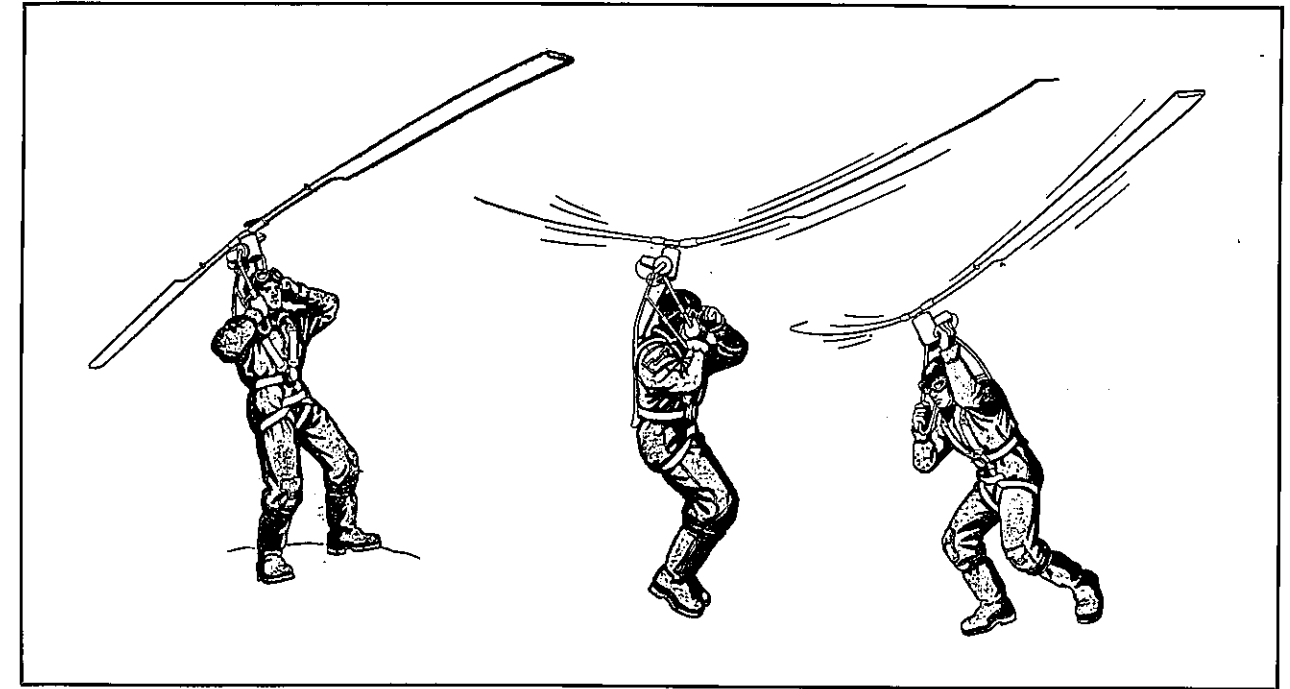
wie einem Leitwerk zu versehen und aus dem Schlepp der Transportflugzeuge abzusetzen. Einige Flüge mit dem Rotabuggy wurden tatsächlich durchgeführt. Nachdem die RAF ihre Entscheidung zugunsten der konventionellen Lastensegler getroffen hatte, wurden auch diese Erprobungen abgebrochen.

Einmannhubschrauber von Baumgartl und Nagler

Nicht als militärisches Projekt, sondern als sportlichen Tragschrauber mit verblüffender Ähnlichkeit zum heutigen Drachensegler entwickelte Paul Baumgartl 1941 in Wien den Heliofly I. Die Gebrauchsanweisung lautete schlicht und einfach: bergab Anlauf nehmen, abheben und talwärts autorotieren. Ein Zweiblattrotor war mit einem Rucksacktragegestell über dem Kopf des Piloten montiert. Ob der Anlauf wirklich zu einer für den Autorotationsflug ausreichenden Umdrehungszahl genügt hätte, ist nicht bekannt.

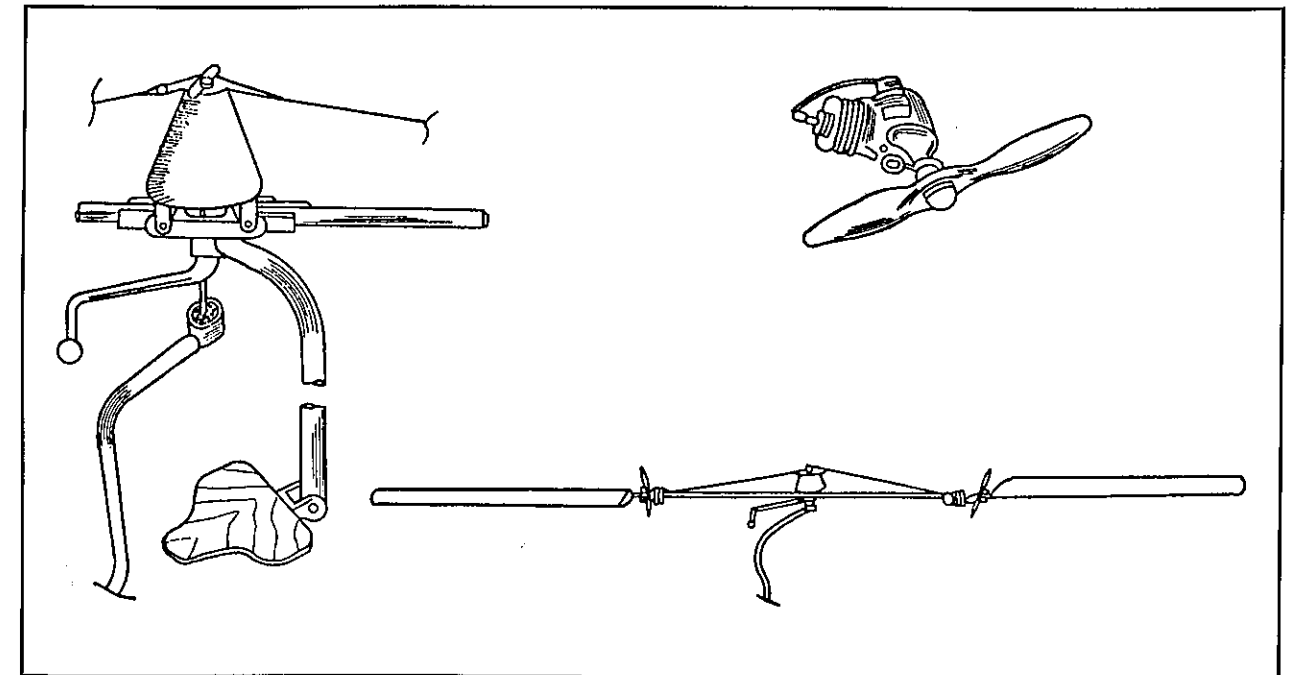
Baumgartl ging einen Schritt weiter. Den Zweiblattrotor wandelte er in zwei koaxial entgegengesetzt drehende Blätter um, jedem Blatt diente ein gegenüberliegend auf einem Ausleger montierter 8-PS-Motor als Gegengewicht. Schwierigkeiten in der Konstruktionsphase traten insofern auf, als die passenden Motoren während des Krieges nicht einmal »auf Bezugschein« erhältlich waren. Ungeachtet dieser Tatsache entwickelte Baumgartl 1943 den Heliofly III als »fliegendes Motorrad« mit einem Sitz für den Piloten. Die Erfindungen, die er in Wien selbständig ohne Unterstützung durch das Reichsluftfahrtministerium auf privater Basis betrieben hatte, übereignete er nach dem Krieg der brasilianischen Regierung und fand damit die Möglichkeit, in den staatlichen Flugzeugwerken der Fabrica de Galeão in Rio de Janeiro seine Arbeiten fortzusetzen.

Bruno Nagler hatte 1935 nach seiner Rückkehr aus England in Österreich wiederum ein Unternehmen gegründet, den Nagler-Rolz-Flugzeugbau, bei dem Franz Rolz sein Partner war. Schwierigkeiten mit dem Drehmomentausgleich bei seinen früheren Konstruktionen waren der Grund dafür, daß Nagler nach dem Beispiel von Isacco diesem Problem mit auf den Rotoren aufgesetzten Propellern begegnen wollte. Ein Jahr bevor Baumgartl sein Rucksack-Hubschrauber-Konzept entwickelte, hatten Nagler und Rolz bereits ein



Heliofly I: Im Vergleich hierzu waren die tollkühnen Männer in ihren Fliegenden Kisten reine Waisenknaben.

Bestandteile des Nagler und Rolz Modell 54 V 2. Für den Übergang vom Schwebeflug zum Vorwärtsflug fehlten einige Voraussetzungen.



derartiges Gerät mit Antriebspropellern auf den Rotorblättern konstruiert. Bei ihrem ersten Apparat verwendeten sie 1940 einen einblättrigen Rotor und setzten den 40-PS-Motor als Gegengewicht auf der anderen Seite auf einen Ausleger. Zwei entgegengesetzt drehende Propeller waren in einem Abstand von knapp 3 m vom Mittelpunkt auf dem Rotorblatt befestigt und wurden über eine Welle vom Motor betrieben. Mit dem zunächst 340 kg schweren Gerät wurden Schwebeflugversuche durchgeführt, die Gewichtsschwierigkeiten machten jedoch eine Umkonstruktion erforderlich. Das neue Modell NR 54-V 1, mit dem 1941 die Erprobung fortgesetzt wurde, wog einschließlich Pilot und Kraftstoff nur noch 177 kg. Leider war bei diesem Gerät der Vergaser in der Rotation nicht funktionsfähig. Das nächste Modell, NR 54-V 2, erhielt einen Zweiblattrotor mit einem Gesamtdurchmesser von 7,9 m, zwei 8-PS-Motoren waren am Blattansatz, ca. 1,3 m vom Mittelpunkt entfernt, montiert, der Kraftstofftank befand sich, wie bei den vorhergehenden Modellen, über der Rotorachse. Trotzdem für den Piloten beim Rucksackhubschrauber NR 54-V 2 ein einfacher Sitz hinzukam, gelang es, das Leergewicht gegenüber dem V 1 von 80 auf 36,5 kg herabzusetzen, das Abfluggewicht lag damit bei 140 kg. Die Steuerungsorgane bestanden aus den Drehgriffen für das Handgas und der Blattverstellung. Aber auch mit diesem Gerät sind nur Schwebeflüge ausgeführt worden.

Erstflug mit Reaktionsantrieb

Wesentlich wirkungsvoller als die auf den Rotoren montierten Propeller erwies sich die von Baron Friedrich von Doblhoff entwickelte drehmomentfreie Hubschrauber-Konstruktion mit Reaktionsantrieb. Doblhoff hatte sich bereits während seines Ingenieur-Studiums an der Technischen Hochschule in Wien sehr eingehend mit den Möglichkeiten und Vorteilen einer Konstruktion befaßt, bei der mit einem Blattspitzenantrieb das Gegendrehmoment eliminiert ist und durch Fortfall des Getriebes eine Gewichtseinsparung erreicht wird. 1939 wurde er nach bestandem Examen als Diplom-Ingenieur bei den Wiener Neustädter Flugzeugwerken als Betriebsassistent eingestellt. Das Konzept, das er 1940, damals 24jährig, dem Vorstand des Unternehmens vortrug, konnte er

realisieren, nachdem auch vom Reichsluftfahrtministerium die Genehmigung hierfür erteilt wurde. In Dipl.-Ing. Laufer und Dipl.-Ing. Stepan fand er begeisterte Mitarbeiter, mit den Diplom-Ingenieuren Vordren, Löffler und Czernin war die Entwicklungsmannschaft schließlich komplett und ging an die Arbeit. Nach einigen Versuchsaufbauten wurde der Prototyp WNF 342 -V 1 im September 1943 erstmals gefesselt in einer Halle getestet. Die Auftriebsleistung des mit Hilfe eines Gebläses durch die hohlen Rotorblätter gepreßten Kraftstoff-Luftgemisches, das an den Blättern gezündet wurde, erwies sich so stark, daß der zur Sicherheit als Anker vorgesehene schwere Amboß vom Boden abgehoben wurde. Nach diesem Versuch startete Dipl.-Ing. August Stepan im Herbst 1943 in Wiener Neustadt zum ersten freien Flug mit einem Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb. Acht Minuten schwebte er mit dem WNF 342-Prototyp V 1 in 1 bis 3 m Höhe, das Gerät bewies ein erstaunlich stabiles Schwebeflugverhalten.

Das Leergewicht der WNF 342-V 1 lag bei 250 kg, das Abfluggewicht mit Pilot und Kraftstoff bei 350 kg, der Rotordurchmesser betrug 8 m. Die Rotorblätter waren aus Dural-Rohren mit ovalem Querschnitt aufgebaut, sie erhielten mit einer Hinterkante aus Eichenholz ein aerodynamisches Profil. Einige Materialuntersuchungen waren erforderlich, weil bei der Konstruktion der Brennkammern eine bestimmte Hitzebeständigkeit vorauszusetzen war. Der Rumpf bestand aus zusammengeschweißten Stahlrohren, mit denen auch der Rotorpylon aufgebaut war. Hinter dem Sitz des Piloten befand sich der Treibstoffbehälter, weiter rückwärts der 60-PS-Motor als Antriebsaggregat für den Kompressor.

Die Heckflosse der WNF 342-V 1 erfuhr im Verlauf der Flugerprobung einige Veränderungen, insbesondere wurde die Seitenfläche vergrößert. Generell war festzustellen, daß der erste Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb zufriedenstellende Flugeigenschaften aufzuweisen hatte. Ein Luftangriff auf die Flugzeugwerke in Wiener Neustadt, bei dem der Hangar und damit auch der Prototyp beschädigt wurden, ließ es dem Doblhoff-Team ratsam erscheinen, in eine Gegend umzuziehen, die größere Sicherheit gegen derartige Störungen bot. Westlich von Wien wurden bei Ober-Grafendorf die Arbeiten fortgesetzt. Die hier fertiggestellte WNF 342-V 2, die mit einem 90-PS-Motor ausgerüstet war, erhielt zur Verbesserung der Steuerbarkeit ein um die Horizontalachse drehbares



WNF 342 V-1: 100 Jahre nach der Vorstellung des »Rasensprengers« von W. H. Philips in England flog in Wiener Neustadt der erste Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb.

Ruder. Als Handikap für einen wirtschaftlichen Flugbetrieb erwies sich der enorm hohe Treibstoffverbrauch der Antriebsdüsen, dem bei der WNF 342-V 3 mit einer grundlegenden Konstruktionsänderung begegnet wurde. Der Blattspitzenantrieb wurde nur noch für den Start, den Schwebeflug und die Landung beibehalten, für den Vorwärtsflug wurde ein Schubpropeller eingebaut. Ein 140-PS-Argus-Motor hatte hierbei über Kupplungen das Düsensystem oder den Propeller anzutreiben.

Die mit einer geschlossenen Kabine ausgestattete WNF 342-V 3 ging durch Bodenresonanz zu Bruch, als nächstes wurde die zweiseitzige WNF 342-V 4 gebaut. Bei dieser Maschine war das Cockpit nicht verglast, ein einfaches Seitenleitwerk war auf der Höhenflosse angebracht, während die ersten drei Doblhoff-Hubschrauber ein doppeltes Seitenleitwerk aufzuweisen hatten.

Die Prototypen absolvierten bis zum Kriegsende ca. 25 Flugstunden. Manövrierfähigkeit und Steigleistung waren zufriedenstellend. Die Leistungen im Vorwärtsflug ließen zu wünschen übrig, die erreichte Höchstgeschwindigkeit betrug 40 km/h.

Im April 1945 hatten die sowjetischen Truppen Wien erobert, die militärische Lage war aussichtslos. Im großen Flüchtlingsstrom, der sich nach Westen bewegte, versuchte auch das Doblhoff-Team, der »Befreiung« durch die Sowjets zu entkommen. Nach Zerstörung der nicht beweglichen Anlagen in Grafendorf hatten sie den Hubschrauber auf einen Lkw verladen und erreichten in der Nähe von Zell am See die amerikanische Besatzungszone. Es dauerte nicht lange, bis die Amerikaner herausfanden, was für ein wertvoller Vogel da in ihren Besitz gelangt war. Die WNF 342V 4 wurde in die USA verladen. Baron von Doblhoff folgte und fand bei den McDonnell-Flugzeugwerken

die Möglichkeit, mit dem Compound-Hubschrauber-Projekt XV-1 seine Arbeiten fortzusetzen. Dipl.-Ing. August Stepan fand in England ein neues Betätigungsfeld zunächst bei der Entwicklung des Kleinhubschraubers Fairey »Ultra Light« und hatte dann bedeutenden Anteil am Erfolg der Fairey »Rotodyne«.

Dr. Theodor Laufer ging nach Frankreich zur S.N.C.A.S.O. und war dort auch als Ausländer willkommen, um an der Entwicklung der »Ariel« und »Djinn« mitzuarbeiten.

Fesselhubschrauber mit Elektromotor

Bei der AEG waren 1933 die Arbeiten an einem Fesselhubschrauber nach dem Beispiel des Petröczy-Kármán-Hubschraubers aus dem Ersten Weltkrieg von Dipl.-Ing. Erich Schmidt wieder aufgenommen worden. Der erste experimentelle Aufbau hierfür be-

saß zwei gegenläufige Koaxialrotorpaare, von denen das obere Paar mit 7,93 m einen größeren Durchmesser aufzuweisen hatte. Als Antrieb diente ein 50-PS-Elektromotor. Wegen mangelhafter Flugstabilität des Rotorsystems und Schwierigkeiten mit den Fessel- und Steuerseilen wurde das Projekt 1936 eingestellt. In Zusammenarbeit mit dem Heereswaffenamt wurde 1940 eine neue Konstruktion mit Koaxialrotoren gleichen Durchmessers entwickelt. Aus der Versuchsreihe ergab sich die beste Flugstabilität bei Anordnung des Motors und der Beobachtungsplattform oberhalb der Rotoren sowie mit Auslegern für die drei Fesselseile.

Für den Beobachter auf der Plattform wurde ein spezielles Fallschirmsystem entwickelt, das bei Auslösung wie ein Schleudersitz funktionierte. Der Fesselhubschrauber hob mit einer Motorleistung von 200 kW, 300 kg Zuladung bis in 300 m Flughöhe und war für den Transport auf einem Spezialfahrzeug zusammenlegbar. In der Praxis wurde das Gerät jedoch nicht eingesetzt.

»Mister Helicopter« tritt auf den Plan

Die Fortschritte der Hubschrauberentwicklungen in Europa Mitte der dreißiger Jahre, in den Flugleistungen der Fw 61 am auffälligsten demonstriert, gaben dem Gedanken der Drehflüglerei auch in den USA neuen Auftrieb. Die größten Verdienste, die im »Land der unbegrenzten Möglichkeiten« dem Hubschrauber zum Durchbruch verholfen haben, sind Igor Sikorsky zuzuschreiben.

Bereits im zaristischen Rußland hatte Sikorsky 1909 in Kiew seine ersten (Koaxial-) Hubschrauber gebaut und die Enttäuschung erlebt, daß diese mangels leistungsfähiger Motoren nicht flugfähig waren. Sikorsky befaßte sich daraufhin mit der ihm eigenen Begeisterung mit dem Bau von Flächenflugzeugen. Das erste in Rußland gebaute viermotorige Großflugzeug verschaffte ihm als Flugzeugkonstrukteur einen weltweit berühmten Namen. Nach der Oktoberrevolution zunächst nach Frankreich geflüchtet, führte ihn sein Weg nach Ende des Ersten Weltkriegs in die USA. Mit einer kleinen Gruppe von Mitarbeitern erreichte er, aus primitivsten Anfängen heraus, meist ohne eigene Geldmittel, über Mißerfolge und Rückschläge hinweg, mit einer erfolgreichen Bauserie von Amphibienflugzeugen schließlich wieder eine angesehene Position in der Luftfahrtindustrie. Erst dann fand er Zeit, seine Ideen und Pläne für Hubschrauberentwicklungen weiter zu verfolgen.

Sikorsky wurde zum Wegbereiter des Hubschraubers in seiner heute gebräuchlichsten Form. Trotz aller Anfangsschwierigkeiten blieb er bei der Rotoranordnung »Haupt- und Heckrotor«, obwohl in den leichten Gewichtsklassen brauchbare Lösungen mit koaxialer Rotoranordnung und bei den Schwerhubschraubern mit Tandem-Rotoranordnung als Alternativen gegeben waren. Später begründete er seine Meinung mit dem russischen Sprichwort: »Eine Frau in der Küche ist gut, zwei Frauen stehen sich nur gegenseitig im Wege.«

Als technischer Direktor der Vought-Sikorsky Aircraft Corporation begann er im Frühjahr 1939 mit der Konstruktion eines Hubschraubers mit einem Drei-

blatt-Hauptrotor und drei Anti-Drehmoment-Luftschrauben auf dem Heckausleger.

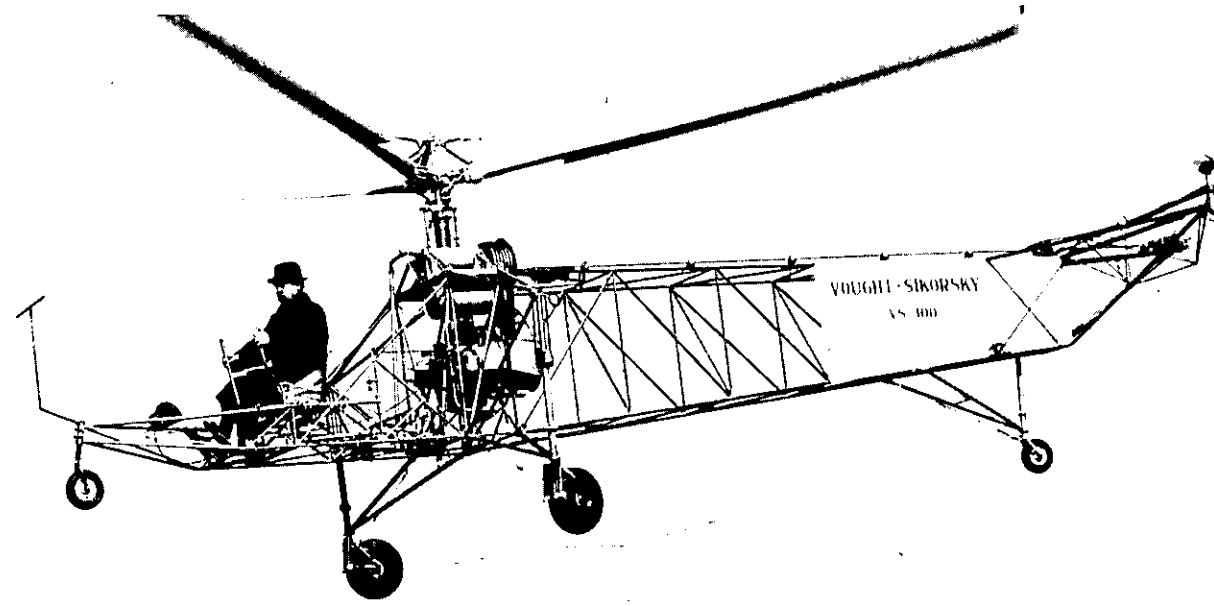
Der berühmt gewordene Erstflug seines Prototyps VS-300 fand am 14. September 1939 statt. Er saß selbst am Steuerknüppel, als sein Gerät zum ersten Mal vom Boden abhob. Sicherheitshalber war der mit einem 100-PS-Motor ausgerüstete Apparat noch mit Halteseilen gefesselt. Igor Sikorsky hielt den Hubschrauber im Schwebeflug nur wenige Sekunden über dem Boden, bis er ihn vorsichtig wieder aufsetzte.

Die Stahlrohrkonstruktion der VS-300 erwies sich als recht praktisch für die Durchführung der zahlreichen Änderungen, die erforderlich waren, um allmählich ein manövrierfähiges Fluggerät zu entwickeln. Der Apparat konnte abheben, seitwärts und rückwärts fliegen, aber alle Versuche, vorwärts zu fliegen, blieben zunächst erfolglos. »Wir hatten bereits erwogen, den Pilotensitz nach rückwärts umzudrehen«, bekannte Igor Sikorsky, nachdem es ihm endlich doch gelungen war, auch dieses Manöver auszuführen.

Sikorsky testete weiterhin einen Zweiblattrotor von etwas größerem Durchmesser, mit dem in der Leistung aber kein Unterschied festzustellen war. Die größere Vibrationsfreiheit bewog ihn, den Dreiblattrotor mit 9,14 m Durchmesser beizubehalten. Von den drei, zum Teil horizontal angeordneten Luftschrauben am Heck ging er zu einem vertikalen Heckrotor über.

Am 13. Mai 1940 startete die VS-300 zum ersten freien Flug und überbot ein Jahr später, am 6. Mai 1941, den 1937 von Ewald Rohlfs mit dem Fw 61 aufgestellten Weltrekord mit einer Flugzeit von einer Stunde, 32 Minuten und 26,1 Sekunden um zwölf Minuten.

Zu berücksichtigen ist allerdings, daß in Deutschland während des Krieges die Weltrekordfliegerei nicht betrieben wurde und die F1 282 »Kolibri« als Einsitzer mit einer Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h damals bereits eine Reichweite von 300 km aufzuweisen hatte.



Igor Sikorsky: Erfinder, Konstrukteur und Testpilot mit Umsicht und Vorsicht beim Erstflug des Vought-Sikorsky VS 300-Prototyps am 14. September 1939.

Im April 1941 versah Sikorsky die VS-300 probe-
weise mit aufblasbaren Schwimmern und kann damit
für sich in Anspruch nehmen, den ersten Amphibien-
hubschrauber in den USA gebaut zu haben.
Die nunmehr als erfolgreich zu betrachtende Erpro-
bung der VS-300 ermutigte Sikorsky, ein Nachfolge-
muster mit wesentlich stärkerem Motor und doppel-
tem Abfluggewicht zu konstruieren. Dieser Hub-
schrauber erhielt die Typenbezeichnung VS-316
(S-47) und verfügte bei einem Gesamtgewicht von
1150 kg über einen 185-PS-Motor. Die U.S. Army er-
teilte den ersten Auftrag zur Lieferung eines Proto-

typs, der als XR-4 am 13. Januar 1942 zum Erstflug
startete und nach viermonatiger Werkerprobung der
Truppe übergeben wurde. Den Überführungsflug zum
Wright Field in Ohio über eine Strecke von 1218 km
absolvierte der XR-4 in mehreren Etappen mit einer
Gesamtflugzeit von 16 Stunden und 10 Minuten.
Die XR-4 hatte im verglasten Cockpit zwei nebenein-
ander angeordnete Sitze aufzuweisen, ihr Rotor-
durchmesser betrug 11,58 m, die Reisegeschwindig-
keit belief sich auf 104 km/h, die Dienstgipfelhöhe lag
bei 2440 m. Die U.S. Army Air Force bestellte unter
der Typenbezeichnung XR-4 A drei Erprobungsmu-

ster für die Marine und die Küstenwache. Für die briti-
sche Royal Air Force wurden 27 Hubschrauber mit
der Typenbezeichnung XR-4 B gebaut, deren Erpro-
bung auf Schiffsdecklandungen, Wasserungen mit an-
gebaute Schwimmern und Klimatests in Burma und
Alaska ausgedehnt wurde.

Im Kriegsjahr 1944 ergab sich von selbst, daß diese
Prototypen in ihren Einsatzgebieten oft schwierigste
Aufgaben übernehmen mußten, die Piloten erbrach-
ten bis dahin nicht für möglich gehaltene Leistungen.
Inzwischen war auch die R-4-Serienfertigung ange-
laufen. Von den ersten 100 Maschinen wurden 1944
35 Stück an die U.S. Army Air Force als Verbindungs-
und Beobachtungshubschrauber, 20 an die U.S. Navy
als Such- und Rettungshubschrauber und 45 an die

Royal Air Force als Ersatz für die Cierva-Autogiros C
30 A »Rota« und »Sea Rota« geliefert. Sie erhielten in
Großbritannien die Typenbezeichnung »Hoverfly I«.
Als verbesserte Ausführung der R-4 konstruierte Si-
korsky 1943 die R-6, die aus Kapazitätsgründen ab
1944 bei der Nash Kelvinator Corporation in Serie
gebaut wurde.

Die R-6 besaß als besonderes Merkmal einen stromli-
nienförmigen Rumpf und war mit einem 235-PS-Mo-
tor ausgerüstet. Der Dreiblattrotor der R-4 wurde
auch bei diesem Hubschrauber verwendet. Insgesamt
wurden 225 Maschinen dieses Typs gebaut, die als
HOS-1 an die U.S. Navy und als Hoverfly II an die
RAF geliefert wurden.

Die R-5, mit einem 450-PS-Motor und einem Rotor-
durchmesser von 14,64 m, erreichte diese Stückzahlen

Sikorsky R-4: Die Flughandbücher mußten in der Praxis erarbeitet werden (1942).



nicht. Insgesamt wurden bis Kriegsende 65 R-5 an die U.S. Army Air Force und die U.S. Navy geliefert. Im Unterschied zur R-4 und R-6 hatte die R-5 Tandemsitzanordnung. Bei der Marine wurde dieser Hubschrauber vor allem zur U-Boot-Ortung und -Bekämpfung eingesetzt.

Insgesamt wurden bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges mehr als 400 Hubschrauber der Baureihen R-4, R-5 und R-6 ausgeliefert. Militärische Belange hatten die Produktion gesteuert, Sikorsky war der Schrittmacher, der die Ära des Hubschraubers praktisch eröffnete. Sein Name lautete fortan: »Mister Helicopter«.

Als Hubschrauberpiloten aus der Anfangszeit sind zwei Männer zu nennen, die trotz aller Schwierigkeiten unbeirrbar an der Seite von Sikorsky standen.

Auf militärischem Sektor war dies der spätere Brigadegeneral der U.S. Air Force Hollingworth Franklin Gregory, der bereits an der Entwicklung der VS-300 beteiligt war.

Auf zivilem Sektor war es D. D. (Dimitry Dimitry) »Jimmy« Viner, ein Neffe Sikorskys. 1923 war er, vierzehnjährig, als jüngster Mitarbeiter in das Unternehmen seines Onkels eingetreten und von Anfang an mit Begeisterung an der Entwicklung der ersten flugfähigen Hubschrauber beteiligt.

Jimmy Viner war Testpilot der XR-4 im Jahre 1943 und der erste Pilot der Welt, der 1000 Hubschrauberflugstunden erreichte. Bis zum Oktober 1968, als er seine aktive Laufbahn beendete, hatte er 4100 Flugstunden auf Sikorsky-Hubschraubern absolviert und dabei eine ganze Reihe von Rekorden aufgestellt.

Die erste Hubschrauber-Generation

Haupt- und Heckrotor setzen sich durch

Das Gesicht der ersten Hubschraubergeneration wurde von den bei der Sikorsky Aircraft Corporation in Stratford, Conn., aufgelegten Serien mit Haupt- und Heckrotor geprägt, die bald in Lizenzfertigung in Großbritannien und später in Italien und Japan gebaut wurden.

Von der S-51 bis zur S-58

Als erster erfolgreicher Leichthubschrauber bewährte sich die Sikorsky S-51, eine Weiterentwicklung des Weltkriegsmodells R-5, mit einem 450-PS-Pratt & Whitney-Motor und einem Abfluggewicht von 2200 bis 2900 kg. 369 Hubschrauber dieses Typs baute Sikorsky in seinem eigenen Werk. Die Vielseitigkeit des Gerätes ergab sich auf dem militärischen Sektor vor allem aus den eigens hierfür entwickelten Sonderausrüstungen. Blattfaltung, Rettungshebewerk, amphibische Rad/Schwimmer-Landevorrichtungen und die Möglichkeit zum Anbringen von zwei geschlossenen Krankentragen am Rumpf sind hier in erster Linie zu nennen. Die Zusammenarbeit mit der Westland Aircraft Ltd. in Großbritannien führte 1947 zu einem Lizenzfertigungsabkommen. Westland baute bis zum Jahre 1953 insgesamt 133 S-51-Varianten mit 520-PS-Alvis-Leonides-Motoren. Bei den britischen Streitkräften fanden sie unter dem Typennamen »Dragonfly« Verwendung; sie bewährten sich auch in Asien bei der Far East Casualty Evacuation Unit der Royal Air Force in Malaysia. Als Weiterentwicklung wurde mit neuem Rumpf die fünfsitzige Westland »Widgeon« gebaut. Auf dem zivilen Markt ist die erste fahrplanmäßige Hubschrauber-Verbindung der Welt zu erwähnen, die mit Westland-Sikorsky S-51 auf der Strecke Liverpool-Cardiff betrieben wurde.

In aufsehenerregenden Vorführungen bewiesen die S-51-Hubschrauber neue Einsatz- und Verwendungsmöglichkeiten. Bei Flottenmanövern wurde die »Show« sogar zur Realität. Mit einer S-51 wurden insgesamt fünf Piloten gerettet, die mit ihren Maschinen vom Flugzeugträger »Franklin D. Roosevelt« gestartet und ins Meer gestürzt waren. Ebenfalls mit einer S-51 wurde in Bridgeport, Conn., der erste Hubschrauber-Luftpostdienst aufgenommen.

Nach der S-51 baute Sikorsky wiederum ein Gerät in der leichteren Gewichtsklasse. Als Zweisitzer war die S-52 mit einem 178-PS-Franklin-Motor ausgerüstet und besaß ein Abfluggewicht von 950 kg. 1949 stellte Captain H. D. Geddis mit der S-52 mit 6468 m Flughöhe einen Höhenweltrekord auf. Unter der Typenbezeichnung H-18 der U.S. Air Force und HO 5 S-1 der U.S. Navy wurde dieser Hubschrauber im Korea-Krieg eingesetzt, der im Juni 1950 begann.

Nicht in Serienfertigung gelangte der nächste Sikorsky-Typ S-53, von dem lediglich drei Prototypen für die U.S. Navy gebaut wurden, die erstmals auch für den Nachtflugbetrieb komplett ausgerüstet waren.

Einen »Seitensprung« erlaubte sich Sikorsky mit dem Entwicklungsprojekt S-54. Die Erprobungsergebnisse mit diesem Tandemhubschrauber bestärkten noch einmal seine Überzeugung, daß der Leistungsbedarf für den Heckrotor im Reiseflug keinen Nachteil gegenüber Zwillingsrotoren bedeutet. Der weltweite Erfolg, den Sikorsky mit seinem 1949 entwickelten Transporthubschrauber S-55 (in der U.S. Army H-19 »Chickasaw« bzw. »Hop A Long« oder »Whirl O Way«) zu verzeichnen hatte, bestätigte die Richtigkeit dieser Entscheidung für das Hauptrotor-System. Die S-55 war das letzte Modell, das in Stratford mit einem Dreiblattrauptrotor gebaut wurde, in der Folge baute Sikorsky Hubschrauber mit Vierblatt-, Fünfblatt- und Sechseblattrotoren, die als besonderes Merkmal einen in der Rumpfnase untergebrachten Motor besaßen. Dank Flügeltüren war der 600-PS-Pratt & Whitney-Motor der S-55 für die Wartung bequem zugänglich,



Die Sikorsky S-51 war der erste Hubschrauber, für den eine Fertigungslizenz (Westland »Dragonfly«) vergeben wurde.

das oberhalb gelegene Cockpit zeichnete sich durch hervorragende Sichtverhältnisse aus, der große und seitlich zugängliche Laderaum bot Platz für zehn komplett ausgerüstete Soldaten oder fast 1 t Innenlast. Bei einem maximalen Abfluggewicht von 3250 kg betrug das Leergewicht der S-55 2177 kg. Die Reisegeschwindigkeit belief sich auf 152 km/h, die Reichweite auf 648 km. Ein besonderer »Gag« der S-55 HRS-2

des U.S. Marine Corps war das ROR-(Rocket-on-Rotor)-System. Mit Raketenantrieb auf den Rotoren war eine Starthilfe möglich, welche die Motorleistung für die Dauer von sechs Minuten um zwanzig Prozent steigerte.

Insgesamt 1281 Hubschrauber vom Typ S-55 wurden bei Sikorsky gebaut, in Lizenz bei Westland (Whirlwind Serie 1 mit dem Original-Motor und Whirlwind-

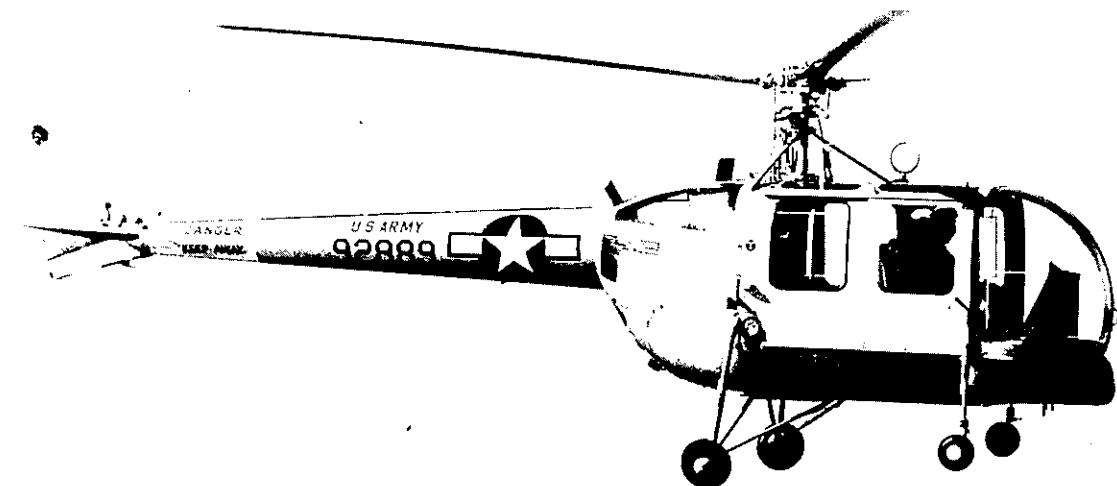
Serie 2 mit dem britischen Alvis-Leonides-Motor) über 400 Stück. Mitsubishi in Japan baute weitere 44 Lizenzexemplare der S-55, und auch in Frankreich bei der damaligen SNCA du Sud-Est, der späteren Sud Aviation, wurde dieser Hubschrauber nachgebaut.

Der Korea-Krieg bot Gelegenheit, die Zuverlässigkeit und Vielseitigkeit des Gerätes eindrucksvoll zu demonstrieren. Allein die 161. Staffel des U.S. Marine Corps absolvierte mit ihren S-55 in den ersten sechs Monaten dieses Feldzuges 3375 Flugstunden, davon 1100 im Gefechtsbereich, unfallfrei. Auch die Verbände der U.S. Army und U.S. Air Force hatten ähnli-

che Erfolgsbilanzen aufzuweisen. Der Transport von Außenlasten mit dem Hubschrauber erreichte einen Umfang, der in seiner Effektivität von bodengebundenen Transportmitteln nicht annähernd erreicht wurde. Die Arbeit der Besatzungen wurde zudem durch die Einführung eines Autopiloten erleichtert.

Immer mehr zivile Hubschrauber-Betriebsgesellschaften setzten nunmehr die S-55 für Transport- und Montageaufgaben ein. Den Anfang machte die Petroleum Helicopters Inc. bei der Versorgung von Erdölplattformen im Golf von Mexiko, die Okanagan Helicopters vor allem mit Montageaufträgen, die New York-, die Los Angeles- und die Chicago Helicopter Airways

Der 1949 offiziell anerkannte Höhenweltrekord (6468 m) der S-52 lag beträchtlich unterhalb der mit einem Focke Fa 223-Hubschrauber bereits 1940 mit vollem Abfluggewicht erreichten Höhenleistung (7782 m).





In zunehmendem Umfang werden die Hubschrauber in aller Welt bei Notfällen eingesetzt, im Bild eine S-55 mit Rettungswinde in Chile.

mit Hubschrauber-Verkehrslinien in den USA, denen sich die Sabena in Belgien mit der Einrichtung von Hubschrauber-Zubringerdiensten anschloß.

Erst im Jahre 1961 stellte Sikorsky die Serienfertigung der S-55 ein, in der gesamten westlichen Welt fand dieser Hubschrauber jedoch weiter Verwendung, wobei sich die Gebraucht-Hubschrauber-Käufe aus Beständen der U.S. Army für die Unternehmer als besonders wirtschaftliche Investitionen erwiesen.

Die Forderung der US-Marine nach einem Begleitschutz-Hubschrauber erfüllte die S-56 (H-37), die nach den im Korea-Krieg gemachten Erfahrungen gebaut wurde. Dem Sicherheitsbedürfnis bei Flügen über

der See entsprach die erstmalige Verwendung von zwei 2100-PS-Motoren, die in Gondeln seitlich am Rumpf angebracht waren und damit den Zugang zum Frachtraum durch zwei Flügeltüren im Bug ermöglichten. 36 Soldaten mit Ausrüstung, eine 10,5-cm-Haubitze oder drei geländegängige Pkws (Jeeps) fanden in diesem 14-t-Hubschrauber Platz. Der 5-Blatt-Rotor der S-56 war ein weiteres Merkmal fortschrittlicher Konstruktion.

Als vergrößerte Ausführung der S-55 wurde ab 1952 der Transporthubschrauber S-58 (H-34) entwickelt, der nicht nur in Abmessung und Leistung, sondern auch in den Produktionszahlen das vorangegangene

Die S-56 war der erste Großhubschrauber der US-Streitkräfte.





Die Eröffnung der ersten Hubschrauber-Verkehrslinie Brüssel–Paris im März 1957.



Robust und zuverlässig bewährte sich die S-58 auf militärischen und zivilen Einsatzgebieten.

Modell übertreffen sollte. Mit der S-58 trat Sikorsky bei der Serienfertigung in eine neue Größenordnung ein.

In den Versionen H-34 »Choctaw« für die U.S. Army, »Seabat« für die Navy und »Sea Horse« für das Marine Corps sowie zivilen Versionen wurden von 1954 bis 1965 fast 1800 Hubschrauber des Typs S-58 bei Sikorsky gebaut. Sie waren mit einem 9-Zylinder-Wright-Sternmotor von 1525 PS ausgerüstet und bei einem Leergewicht von 3461 kg für ein Abfluggewicht von 5900 kg ausgelegt. Die Lizenzbauten in Frank-

reich umfaßten neben dem Nachbau der Originalausführung auch eine verbesserte Version mit zwei Turbinen-Triebwerken (H-34 »Bi-Bastan«). In Großbritannien wurde die S-58 zunächst als Wessex H.A.S. Mk 1 mit einem 1450-PS-Gazelle-Kolbenmotor gebaut, die Version Wessex Mk 2 erhielt zwei Bristol-Siddeley-Gnome-Wellenturbinen, die weiteren Wessex Mk 3, Mk 4 und Mk 5 waren mit einer 1450-PS-Napier-Gazelle-Turbine ausgerüstet.

Mit diesen Nachbauten ergab sich eine Stückzahl von über 2800 Hubschraubern dieses Grundtyps, der mili-



In Großbritannien wurde die S-58 als Westland »Wessex« mit einem Turbinentriebwerk gebaut.

tärisch in Argentinien, Brasilien, Chile, Canada, Großbritannien, Frankreich, Belgien, in den Niederlanden und in der Bundesrepublik Deutschland verwendet wurde und zivil auch heute noch, zum Teil nach Umbau in die S-58 T (Turbinenausführung), im Einsatz ist.

Bell-Helikopter am stärksten in der Leichtgewichtsklasse

Nach verdienter Würdigung von Igor Sikorsky als »Mr. Helicopter« und Erwähnung seiner Mitarbeiter ist es angebracht, auch die Vorgeschichte der nicht

minder erfolgreichen Hubschrauber der Bell-Serien zu beleuchten. Erfinder des Bell-Rotorsystems war Arthur Young, der seit 1929 die verschiedenen Drehflüglernerentwicklungen beobachtet und Modelle gebaut hatte, um die immer wieder auftretenden Probleme der Instabilität in den Griff zu bekommen. Nachdem ihm dies mit einem von ihm selbst entwickelten aufwärts und abwärts schwenkbaren (See-Saw-) Zweiblatt-Rotor gelungen war und sein mit diesem Rotor versehenes ferngesteuertes Modell vom Abheben bis zum Schwebeflug einwandfrei funktionierte, versuchte er 1941, das System verschiedenen Flugzeugfirmen zur Verwertung anzubieten.

Bei Lawrence D. Bell fand er Gehör und volles Verständnis. Bell hatte seine Laufbahn in der Luftfahrtin-

dustrie 1912 als Mechaniker begonnen und 1935 seine eigene Firma, die Bell Aircraft Corporation, gegründet, die sich zunächst mit dem Bau von Flächenflugzeugen befaßte und auch auf dem Gebiet der Raketenantriebe bald eine führende Position einnahm. Mit dem Engagement von Arthur Young und dessen Mitarbeiter Bertram Kelley, dem Chefkonstrukteur der Bell-Helikopter ab 1948 und Präsidenten der American Helicopter Society (1951/52), begann die Aufwärtsentwicklung des Unternehmens auch auf dem Drehflüglersektor. Sie nahm ihren Anfang in einem früheren Garagenkomplex in Buffalo, N.Y., mit dem Bau der Prototypen Bell Modell 30.

Im Dezember 1942 wurden von Floyd W. Carlson die ersten Fesselflüge ausgeführt. Ohne Spannung im Haltekabel gelangen ihm die Schwebeflugmanöver, obwohl er als Testpilot für Flächenflugzeuge auf dem Hubschrauber erst seine Erfahrungen sammeln mußte. Der erste freie Flug mit dem Bell-Modell 30 erfolgte im Juni 1943.

Fünf Prototypen des Bell-Modells 30 wurden gebaut, sie waren damals noch mit einem Radfahrwerk versehen. Die Erprobung erstreckte sich auf die zweckmäßigste Anordnung der Bedienungshebel für die kollektive und zyklische Blattverstellung, wobei anfangs für die Leistungseingaben ein Fußpedal vorhanden war. Bodenresonanzfreiheit war ein besonderes Merkmal des Bell-Zweiblattrotors und die Autorotation bereitete keine Schwierigkeiten, nachdem Carlson ihren Ablauf methodisch studiert hatte. Aus dem Bell-Modell 30 wurde die Serienausführung Bell 47 entwickelt, mit der Carlson am 8. Dezember 1945 zum Erstflug startete.

Am 8. März 1946 erhielt die Bell 47 als erster ziviler Hubschrauber in den USA die Musterzulassung der FAA (Federal Aviation Administration), die Serienfertigung der zweiseitigen Bell 47 A mit einem 178-PS-Motor und Kufenlandegestell lief an. 16 Hubschrauber (YR-13) für die U.S. Air Force und 10 Stück (HTL-1) für die U.S. Navy waren die ersten militärischen Aufträge. In ziviler Version wurde die Bell 47 B mit verkleidetem Cockpit und die Bell 47 B 3 mit offenem Pilotensitz für die Agrarfliegerei gebaut. Eine neue Verglasung des Cockpits, das für die Bell 47 charakteristische »Goldfisch-Aquarium«, erhielt die Bell 47 D (FAA-Zulassung am 25. 2. 1948), von der 65 Maschinen (H-13 B) an die U.S. Army Aviation, 15 Stück (H-13 C) als Ambulanzhubschrauber und 12 Stück (HTL 2) an die Navy geliefert wurden.

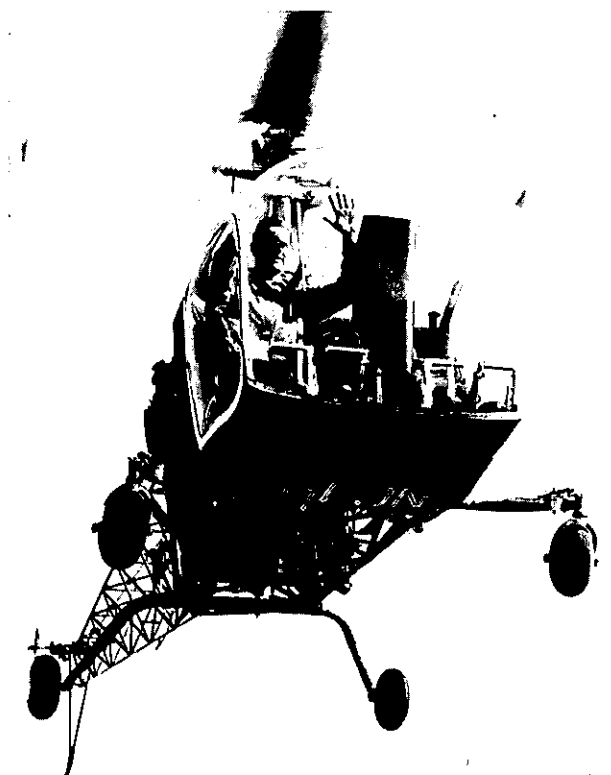
Die insgesamt 14 Maschinen des Typs Bell 48, die ab 1949 als größere, zehnsitzige Version mit einem 600-PS-Pratt & Whitney-Motor und einem Abfluggewicht von 3 t für die U.S. Air Force gebaut wurden, sind eigentlich nur der Vollständigkeit halber in dieser historischen Betrachtung zu erwähnen.

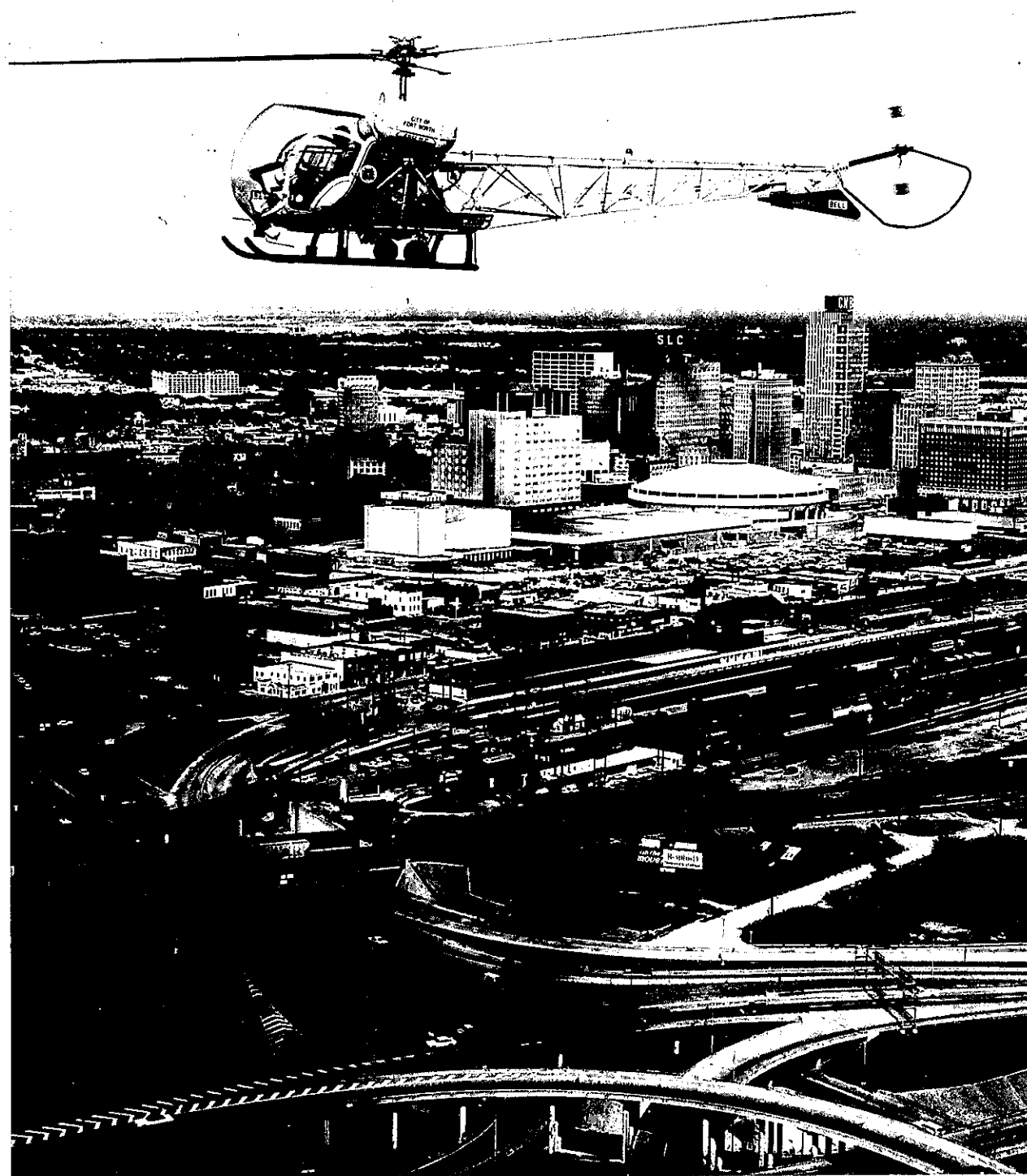
Erfolgreicher war die ab 1949 gebaute dreisitzige Bell 47 D 1 mit einem 200-PS-Franklin-Motor in den Ausführungen H-13 D (87 Stück) und H-13 E mit Doppelsteuer, von der 490 Stück für die U.S. Army bestellt wurden.

Bei dieser Auftragslage konnte das Unternehmen 1951 seine neuen Fertigungsanlagen in Fort Worth, Texas, beziehen. Mit der seit 1953 von der FAA zugelassenen 47 G, die als OH-13 G »Trooper« beziehungsweise als »Sioux« der U.S. Army die weiteste Verbreitung fand, hatte es eine führende Position in der Klasse der Leichthubschrauber erreicht.

Ein Autopilot wurde bei der Bell 47 bereits 1953 verwendet und die Entwicklung der elektronischen Stabi-

Freihändig demonstriert Testpilot Floyd Carlson die Flugstabilität der Bell 47.





Das »Goldfisch-Aquarium«-Cockpit wurde zum Begriff für die ausgezeichnete Rundumsicht der Bell 47.

lisierung (SAS = Stability Augmentation System) mit zusätzlicher Kontroll- und Eingreifmöglichkeit für den Piloten (SCAS) bedeutete einen weiteren Fortschritt. Ab 1955 wurden die Bell 47 G 2 mit 200-PS-Lycoming-Motoren ausgerüstet. Leistungsstärker waren die Bell 47 J 2 »Ranger« mit 305-PS-Motoren für ein Abfluggewicht von 1293 kg. Als Agrarversion bauten die Continental Copters in Fort Worth ab 1959 die Bell 47 mit dem Markennamen »El Tomcat«. Insgesamt sind in den 25 Jahren seit Beginn der Serienfertigung über 6000 Bell 47 gebaut worden.

Das Rotormatic-System war der Knüller von Hiller

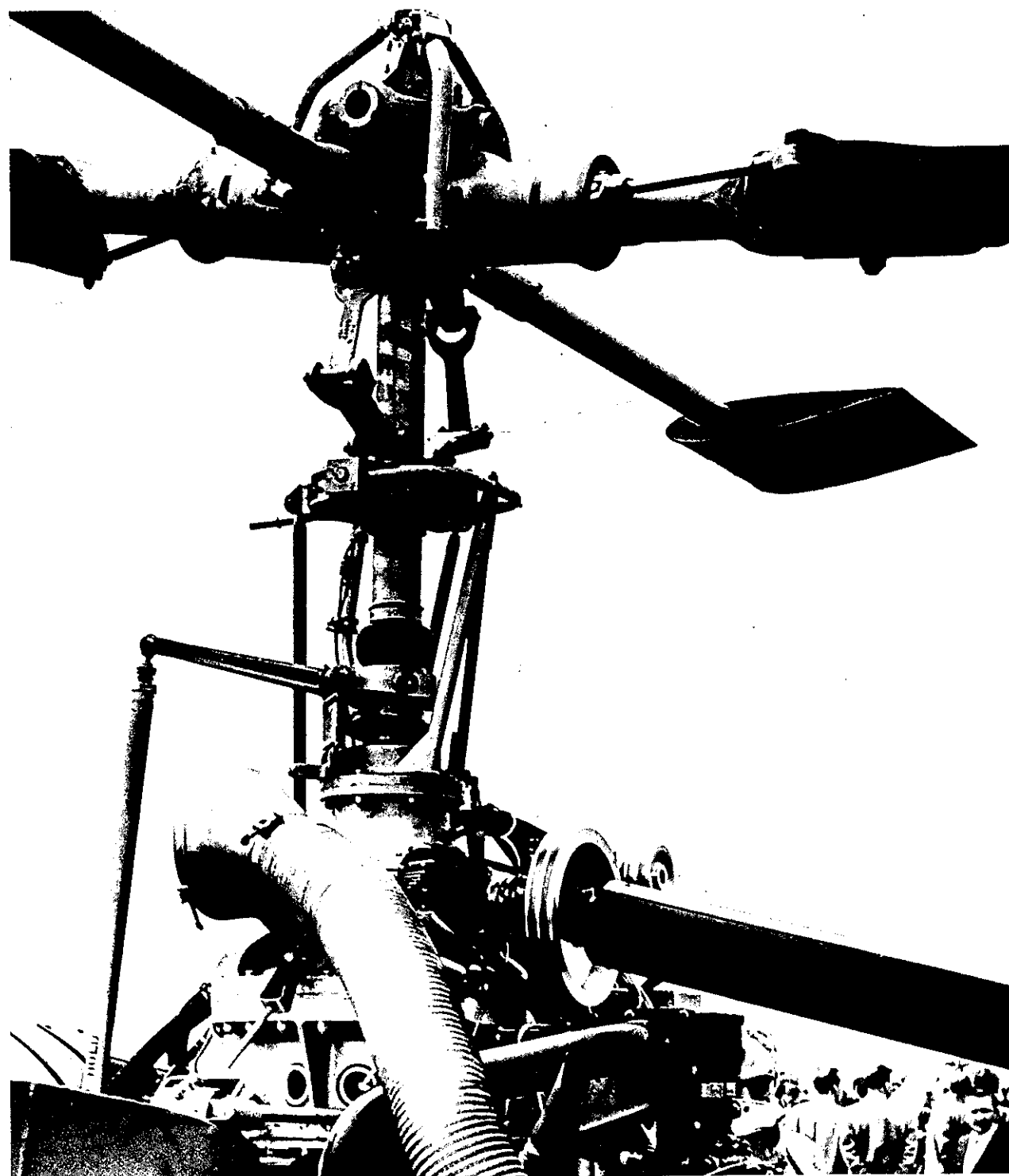
Ein weiterer Leichthubschrauber der ersten Generation, das Hiller-Modell 12, erreichte im Laufe der Jahre mit über 2200 Stück ebenfalls beachtliche Produktionszahlen. Vorausgegangen war eine Anzahl von Experimentalhubschraubern, mit denen Stanley Hiller

Jr. seit 1940 seine Erfahrungen sammelte, bis ihm mit dem Rotormatic-Steuersystem der Durchbruch gelang. Mit dem coaxialen Rotorsystem hatte Hiller keine Möglichkeit gefunden, zu wirtschaftlichen Herstell- und Betriebskosten zu einem Erfolg zu gelangen. Versuche mit Rückstoßtriebwerken auf den Rotoren waren aufschlußreich, für kommerzielle Verwendung jedoch nicht brauchbar. Als nächstes baute er einen Hubschrauber, der anstelle des Heckrotors ein Gebläse aufzuweisen hatte. Bei diesem Experimentaltyp J-5 erwies sich jedoch der Leistungsbedarf bei höheren Geschwindigkeiten als unwirtschaftlich.

Hiller entwickelte 1946, zunächst für militärische Aufgaben, ein Gerät mit Haupt- und Heckrotor, das mit seinem Rotormatic-System ausgezeichnete Flugstabilität zeigte. Dieses Hiller-Modell 360 war in der ursprünglichen Ausführung mit einem 178-PS-Franklin-Motor entschieden untermotorisiert, aber mit einem 200-PS- und später 210-PS-Motor wurden die Hiller UH-12 B (OH-23) nach Erfüllung aller militärischen Forderungen zu einer Typenreihe verbessert, die auch auf dem zivilen Sektor weite Verbreitung fand.

Mit dem Rotormatic-System hatte die Hiller 12 C hervorragende Flugeigenschaften.





Hiller UH-12 Zweiblatt-Hauptrotor sowie zwei mit der zyklischen Blattverstellung verbundene Paddel mit asymmetrischem Profil.

Interessante Projekte im Schatten der erfolgreichen Konstruktionen

N. O. Brantly hatte ebenso wie Hiller bei seinen ersten Hubschrauberprojekten das koaxiale Rotorsystem angewandt (B-1 im Jahre 1946), 1953 stellte er mit Haupt- und Heckrotor seinen Prototyp Brantly B-2 vor, dessen besonderes Merkmal eine spezielle Anordnung der Schwenkgelenke war. Jedes Blatt seines Dreiblattrotors hatte ein Gelenk direkt an der Blattwurzel und ein weiteres, mit entsprechend verzögerter Wirkungsweise, etwa 1,3 m von der Nabe entfernt aufzuweisen. Im Gegensatz zu den Bell- und Hiller-Entwicklungen benötigte Brantly bei den aerodynamisch sehr gefällig wirkenden Hubschraubern noch einige Jahre bis zur Serienreife.

Eine kurze Gastrolle in der Hubschrauberei gab die Reifen- und Gummi-Gesellschaft Firestone in den Jahren 1943 bis 1945 in Zusammenarbeit mit dem technischen Beschaffungsamt der U.S. Army Air Force. Das Firestone-Modell XR-9 B war ein zweisitziger Hubschrauber mit einem Dreiblattrotor. Bemerkenswert bei diesem Prototyp war die elektro-hydraulische Regelung, die es ermöglichte, den Vertikalflug lediglich mit der Erhöhung oder Verringerung der Motorleistung über den Drehgriff automatisch zu vollführen. Mit einem 135-PS-Lycoming-Motor erreichte die XR-9 B bei einem Abfluggewicht von 900 kg eine Reisegeschwindigkeit von 128 km/h. Die weiteren Projekte von Firestone, eine verbesserte Ausführung des Zweisitzers mit der Typenbezeichnung GA 45 und ein Viersitzer mit der Typennummer GA 50, gelangten nicht mehr zur Ausführung.

Mit einer von der U.S. Army Air Force zur Verfügung gestellten Sikorsky R-6 begann bei der 1945 gegründeten Doman-Helicopter Inc. die Auswertung von Patenten, die Gliden S. Doman im Verlauf seiner Tätigkeit bei Sikorsky angemeldet hatte. Im Prinzip handelte es sich um einen gelenklosen Rotor mit direktem Anschluß der Rotorblätter nach der Methode der Verstellpropeller, wobei das Übersetzungsgetriebe in das Rotorsystem integriert war. Der Prototyp LZ-I A mit einem auf der R-6 montierten Vierblattrotor zeigte eine erstaunliche Flugstabilität. Doman gelang jedoch nicht der Durchbruch zur Serienfertigung. In den 60er Jahren trat er mit stilistisch ansprechenden Hubschraubern (Caribe Doman Helicopters) nochmals in Erscheinung.

Neben den einsitzigen Hubschraubern mit Haupt- und Heckrotor in den USA (1946 Modell 100 der Helicopter Engineering and Construction mit 75 PS, 1947 Siebel S 3 mit 65 PS, 1948 Exel 9 mit 100 PS) trat in dieser Anfangszeit in Kanada Bernard Szyner mit einem speziell für rauhe Umweltbedingungen (bush country conditions and climate) sowie Winterbetrieb konzipierten Hubschrauber in Erscheinung. Szyner, ein Emigrant aus Polen, verwendete bei seiner Konstruktion einen Vierblatthauptrotor aus Plastikmaterial mit Stahlkanten und einen Vierblattheckrotor. Der Erstflug des ersten kanadischen Hubschraubers Szyner und Gottlieb (Miss Selma Gottlieb), SG Mark VI mit einem 178-PS-Franklin-Motor, erfolgte am 9. Juli 1947. Der dreisitzige Hubschrauber mit einem Abfluggewicht von 1090 kg erreichte eine Reisegeschwindigkeit von 120 km/h und wurde bei der Canada Intercity Airline eingesetzt.

Mit der 1953 in New Bedford, Massachusetts, gegründeten OMEGA Aircraft Corporation brachte Szyner auch in den USA einen Hubschrauber heraus, der sich in seinem Aufbau sehr vorteilhaft von anderen Modellen mit Haupt- und Heckrotor unterschied. Zweisitig war die OMEGA BS 12 bereits damals auf doppelte Sicherheit und in der Anordnung der Triebwerke auf Wartungsfreundlichkeit ausgelegt. Ein sehr hoch liegender Hauptrotor und ebenfalls mit beachtlicher Bodenfreiheit angeordneter Heckrotor waren die auffallenden Merkmale dieses Gerätes. In der geschlossenen Kabine befanden sich zwei Sitzplätze vorn und eine zwei- bis dreisitzige Rückbank. Für Nutzlasten war unterhalb des Vierblatthauptrotors Platz auf dem offenen Landegestell.

Der Prototyp hatte seinen Erstflug am 26. Dezember 1956 mit zwei 225-PS-Franklin-Motoren und erhielt im April 1957 die FAA-Zulassung. Für den Serienbau wurden zwei 260-PS-Turbolader-Motoren auf Auslegern montiert. Mit 1520 kg Leergewicht war bei einem Abfluggewicht von 2313 kg mit zwei Kolbentriebwerken eine beachtliche Nutzlastkapazität geboten, die Reichweite betrug 280 km, die Dienstgipfelhöhe lag bei 3660 m.

1952 übernahm die Cessna Aircraft Company in den USA als eines der führenden Herstellerwerke auf dem Gebiet der Sport- und Reiseflugzeuge die Seibel-Helicopter Company in Texas samt Inhaber, Charles Seibel. Die Fertigungsvorrichtungen und Fertigungsunterlagen wurden von Texas zu den Cessna-Werken in Wichita verlagert. Mit dem Rumpf einer Cessna 172

wurde der zweisitzige Prototyp CH-1 gebaut, der als Cessna »Skyhook« mit einem 260-PS-Continental-Motor im September 1954 zum Erstflug startete. Als militärische Version entstand unter der Leitung von Charles Seibel 1955 die CH-1 B »Seneca« mit einem 360-PS-Motor, von der die U.S. Army 10 Stück für die Erprobung bestellte. Obwohl die Leistungen dieses Hubschraubers, dokumentiert mit einem Höhenrekord über fast 10 000 m (30 355 ft), erflogen von Capt. J. G. Bowman, und auch die Flugeigenschaften gute Beurteilung fanden, wurde vom Pentagon aus Standardisierungsgründen die Beschaffung von Bell- und Fairchild-Hiller-Hubschraubern beschlossen.

Auf dem zivilen Sektor brachte Cessna die drei- bis viersitzige CH-1 C auf den Markt, die als erster Hubschrauber in den USA die Blindflug(IFR)-Zulassung erhielt. Die Verkaufszahlen entsprachen jedoch nicht den Erwartungen, ganze 23 »Skyhook« wurden geliefert. 1960 wurde die Fertigung eingestellt. Das Ende der Hubschrauber-Ära der Cessna Aircraft Company war mit einer in dieser Branche außergewöhnlichen Aktion verbunden: Die Firma kaufte die Hubschrauber zurück, um sie zu verschrotten. Charles Seibel übernahm die Weiterentwicklung der Flächenflugzeuge Cessna 182.

Die »Alouette« eröffnete das Zeitalter der Turbinen-Hubschrauber.



Die Anfänge der Aérospatiale

Die wesentlichen Hubschrauberentwicklungen mit Haupt- und Heckrotor in den USA und Kanada in den Jahren 1945 bis 1955 sind damit aufgezählt. Ein Blick nach Europa zeigt, daß auch hier auf diesem Gebiet gearbeitet wurde, vor allem in Frankreich, als es galt, durch Verstaatlichung und entsprechende Förderung die in den Kriegsjahren brachliegende Luftfahrtindustrie wieder in die Höhe zu bringen. Die Leistungen der französischen Ingenieure, Konstrukteure und Piloten hatten der Fliegerei von Anfang an zum Aufschwung verholfen. Auf dem Gebiet der Koaxialhubschrauber war Louis Bréguet schon vor dem Zweiten Weltkrieg ein Experte. Nach dem Waffenstillstand holten sich die Franzosen Dr. Laufer von den Wiener Neustädter Flugzeugwerken ins Land, um dessen Erfahrungen mit Blattspitzenantrieb-Hubschraubern zu nutzen. Als berühmtester Hubschrauberkonstrukteur wurde schließlich Professor Henrich Focke engagiert. Er wurde zunächst mit dem Neubau der Fa 223 beauftragt, die hierbei die Typenbezeichnung SE 3000 der SNCA erhielt. Professor Focke arbeitete dann an dem Experimentalhubschrauber mit Haupt- und Heckrotor SE 3101, allerdings ohne besonderen Dank zu ernten, denn beim Erstflug dieses Gerätes am 1. Juni 1948 stand er nicht mehr im Dienst des französischen Unternehmens.

Die SE 3101 war ein Einsitzer mit einem Vierzylinder-110-PS-Mathes-Motor. Ihr Abfluggewicht betrug 520 kg, der Durchmesser des Dreiblattrotors lag bei 7,5 m. Die Drehrichtung des Hauptrotors verlief, von oben gesehen, in Uhrzeigerrichtung, eine Besonderheit, die bei den französischen Hubschraubern heute noch zu beobachten ist. Zwei Heckrotoren auf einem V-förmig gestalteten Leitwerk dienten dem Drehmomentausgleich. Gewichtsersparnis war das oberste Gebot, um dieses Gerät zum Fliegen zu bringen. Jean Boulet erhielt als ausgesprochenes »Leichtgewicht« die Chance, der erste Pilot dieses, wie sich später zeigte, richtungsweisenden Hubschraubers zu sein. Boulets Begeisterung für die Hubschrauberei hatte ihren Anfang genommen, als er 1938 in der Deutschlandhalle in Berlin Hanna Reitsch beim Flug mit der Fw 61 erlebt hatte. Anzuführen wäre noch, daß Jean Boulet in seiner weiteren Laufbahn als Testpilot Leistungen vollbrachte, für die er mit dem Offizierkreuz der Ehrenlegion ausgezeichnet wurde.

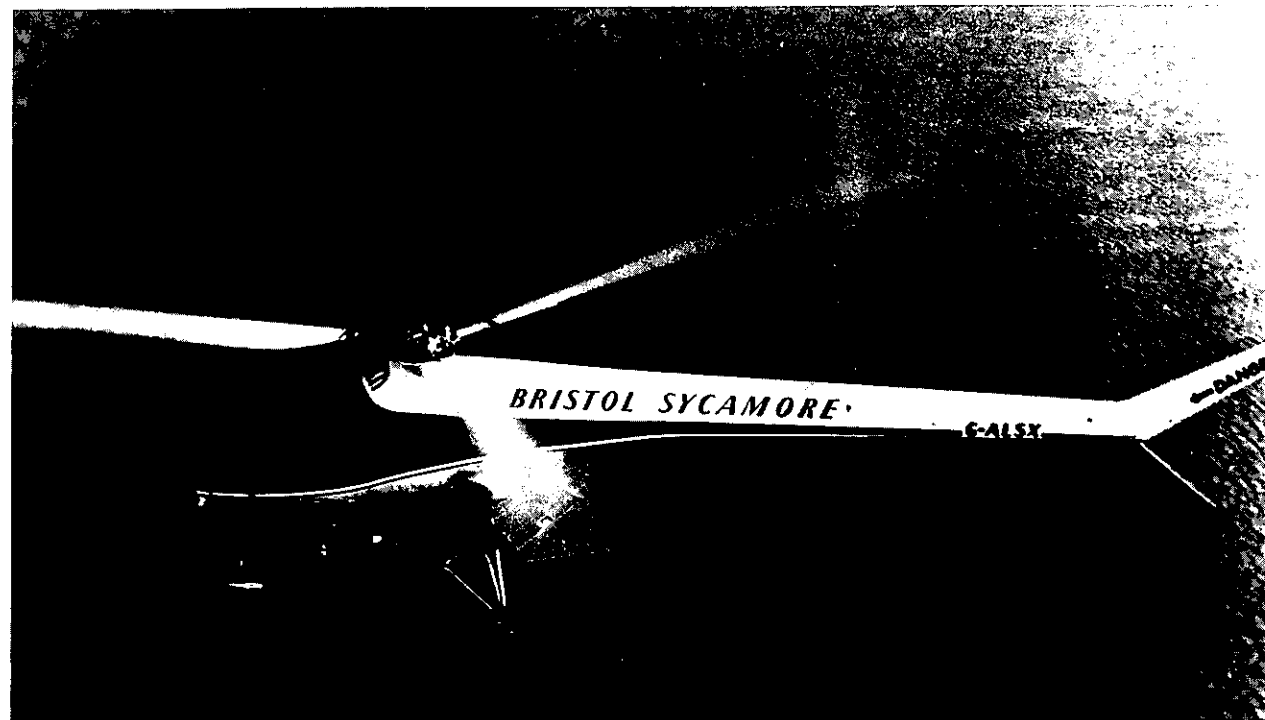
Als vergrößerte Version der SE 3101 wurde 1949 die zweisitzige SE 3110 mit einem 200-PS-Motor und 12 m Rotordurchmesser gebaut. Ihr folgten zwei Prototypen der SE 3120 »Alouette I«. Weitere Erprobungen führten 1953 zu einer Reihe von Rekordflügen.

Eine neue Ära im Hubschrauberbau begann, als dieser Prototyp mit einer Gasturbine ausgerüstet wurde und als SE 3130 »Alouette II« der erste in Großserie gebaute Turbinen-Hubschrauber der Welt war.

Bristol und Saunders-Roe bauten die ersten britischen Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor

Während sich die Westland Aircraft Ltd. in Großbritannien zunächst mit der Lizenzfertigung von Sikorsky-Typen befaßte, entstand bei der Bristol Aeroplane Company der erste britische Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor, die Bristol 171 »Sycamore«. Ihre Entwicklungsgeschichte läßt sich zurückverfolgen bis zum Juni 1944, als Raoul Hafner die Pläne für dieses Gerät entwickelte. Die Hafner Gyroplane Organization wurde 1944 von der Bristol Aeroplane Company übernommen. Am 27. Juli 1947 startete der Prototyp »Sycamore« Mk 1 als Zweisitzer mit einem 450-PS-Pratt & Whitney-Motor zum Jungfernflug und erhielt am 25. April 1949 als erster ziviler britischer Hubschrauber die Musterzulassung. Verschiedene Verbesserungen, insbesondere in der Gestaltung der Zelle mit Passagier- und Gepäckraum bzw. Platz für Krankentragen und Rettungsausrüstung sowie die Leistungserhöhung mit einem 520-PS-Leonides-Motor ergaben die Ausgangsbasis für die Serienfertigung der Standardversion Mk 3.

Zivil zuerst bei der BEA (British European Airways) verwendet, militärisch in Australien, Malaya, Belgisch-Kongo, Kenya, Aden und Zypern und bei der Royal Air Force auch für Rettungsaufgaben im Küstengebiet um Großbritannien im Einsatz, erwies sich die »Sycamore«, die bis 1959 in Serie gebaut wurde, als brauchbarer Mehrzweckhubschrauber in vielen Varianten. 50 »Sycamore« Mk 52 wurden an die Bundeswehr geliefert, aus diesen Beständen befand sich bis 1980 ein Exemplar als Feuerwehr-Hubschrauber im Raum Hannover.



Die Bristol 171 »Sycamore« konnte in ihren Flugleistungen mit den frühen Sikorsky-Typen durchaus Schritt halten.

Die nächste britische Hubschrauber-Entwicklung mit Haupt- und Heckrotor beruhte auf Cierva-Entwürfen von J. G. Weir und C. G. Pullin, beginnend mit dem Prototyp »Skeeter« W 14 Mk I, Erstflug 8. Dezember 1948, und einem weiteren Prototyp, der 1949 startete. Von Saunders-Roe übernommen, waren die Sa-Ro-»Skeeter« mit kontinuierlich gesteigerter Motorleistung in den 50er Jahren recht erfolgreich und wurden auch noch gebaut, nachdem Saunders-Roe in die Westland Helicopter-Gruppe übernommen wurde.

Mit der Mil Mi-1 wurde die Hubschrauber-Industrie im Ostblock aufgebaut

1946 beschlossen die für die Luftfahrtindustrie zuständigen Planungsbehörden in der Sowjetunion die Ausschreibung für einen zwei- bis dreisitzigen Hubschrauber. Dabei hatten sie ein Rotorsystem mit Haupt- und Heckrotor im Auge. Pionierleistungen von

Boris N. Jurjew sowie die von Bratuchin in den 30er Jahren konstruierten Typen ZAGI I EA usw. waren inzwischen von amerikanischen Konstruktionen überboten worden. Alexander S. Jakowlew, erfolgreicher Jagdflugzeugkonstrukteur, der seit 1944 auch Hubschrauberprojekte betrieb, hatte zuerst eine Maschine mit Koaxialrotor gebaut und arbeitete für die nunmehr vorliegende Ausschreibung an einem Modell mit Haupt- und Heckrotor. Sein Entwurf mit der Typenbezeichnung Jak-100 hatte mit einem Dreiblatt-Hauptrotor und der Formgebung der Zelle eine erstaunliche Ähnlichkeit mit der Sikorsky S-51 aufzuweisen. Zwei Prototypen wurden gebaut und der Abnahmekommission vorgestellt, die sich jedoch für den nach sowjetischen Gesichtspunkten robusteren Entwurf von Michail Leontjewitsch Mil entschied und damit für die Massenproduktion der Mil-Serien Mi-1, Mi-2, Mi-4, Mi-6 usw. die Weichen stellte. Michail L. Mil hatte 1931 sein Studium am Nowotscherkasker Luftfahrtinstitut abgeschlossen und in der Sektion Autogiros und Versuchshubschrauber bei der ZAGI sein



Michail L. Mil gewann 1946 mit der Mi-1 die Ausschreibung der Sowjet-Regierung für einen Leichthubschrauber.

Fachgebiet gefunden, in dem er sich bald in eine leitende Position vorarbeitete. Für die Ausschreibung gründete er ein eigenes Konstruktionsbüro und entwickelte hier die GM-1 mit einem Dreiblatt-Hauptrotor, den als Mil Mi-1 (NATO-Code »Hare«) ersten in der Sowjetunion in Großserie gebauten Hubschrauber, der in viele Länder exportiert und später in Polen in Lizenz gebaut wurde.

Im September 1948 fand der Erstflug statt, die Flugerprobung des ersten Prototypen verlief mit Glück im Unglück, als dieser durch ein Versagen der Steuerung ins Trudeln geriet und abstürzte. Der Pilot konnte sich mit dem Fallschirm retten, die Maschine zerschellte am Boden. Zwei weitere Prototypen absolvierten erfolgreich die Erprobung und bestanden 1949 die Abnahmeprüfung. Der Weg zur Serienfertigung war vielleicht mit weiteren Schwierigkeiten gepflastert; der übliche Schleier der Geheimhaltung über sowjetischen Projekten ließ hiervon nichts an die Öffentlichkeit dringen, bis 1951 eine Mi-1 in Tuschino erstmals vorgestellt wurde.

Ab 1955 wurde die Mi-1 auch bei WSK Swidnik in Polen mit der Typenbezeichnung SM-1 in Lizenz gebaut. Die Rettungsversion erhielt zwei außen am Rumpf anzubringende Behälter für Tragen, die von der Kabine aus beheizbar waren und in denen die Patienten von den in der Kabine sitzenden Helfern auch während des Fluges versorgt werden konnten. Auch die Postversion der Mi-1, ab 1960 in der Sowjetunion unter dem Namen »Moskwitsch« eingesetzt, war mit abnehmbaren Behältern versehen. Weite Verbreitung fanden die Mi-1 und die SM-1 in der Landwirtschaftsfliegerei. Mit einem 575-PS-Siebenzylinder-Sternmotor betrug das maximale Abfluggewicht 2550 kg (Leergewicht 1900 kg), die Reisegeschwindigkeit belief sich auf 140 km/h).

Dieser erste Serienhubschrauber in der UdSSR unterschied sich von den amerikanischen Hubschraubern ebenso wie die »Alouette« durch die Drehrichtung des Dreiblatt-Hauptrotors im Uhrzeigersinn (von oben gesehen) und die Platzierung des Heckrotors auf der rechten Seite. Mit einem Vierblatt-Hauptrotor von 21



Im Durchmesser lieferte Mil ab 1952 für militärische und zivile Verwendung die größere Ausführung Mil Mi-4 (NATO-Code »Hound«), die mit einem 18-Zylinder-Sternmotor von 1700 PS ausgerüstet war. In der Ausführung Mi-4 P bot dieser Hubschrauber Platz für 8 bis 11 Passagiere. Vor allem als Zubringer für die Aeroflot fliegt er auch heute noch. Mi-4 S lautet die Typenbezeichnung der weitverbreiteten Agrarversion. Bei den sowjetischen Streitkräften wurde die Mi-4 mit Kanonen und Luft/Boden-Flugkörpern bestückt sowie als Bordhubschrauber für die U-Boot-Bekämpfung ausgerüstet. Das maximale Abfluggewicht der inzwischen durch Turbinenhubschrauber überholten Mi-4 liegt bei 7800 kg, ihre Reisegeschwindigkeit beträgt 160 km/h.

◀ Ab 1952 wurde die Mil Mi-4 mit einem Vierblatt-Rotor geliefert.

Auch im russischen Winter erwies sich die Mi-4 robust und zuverlässig.



Viele begannen mit coaxialen Konstruktionen

Die coaxiale Rotoranordnung bietet auf den ersten Blick einige Vorteile, insbesondere in bezug auf den Drehmomentausgleich, der hier mit gegenläufig drehenden Rotoren bewältigt wird. Schwierigkeiten ergeben sich beim Mechanismus für die Blattverstellung ebenso wie bei höheren Geschwindigkeiten im Vorwärtsflug, vor allem jedoch bei Projekten in den höheren Gewichtsklassen.

Viele Konstrukteure, unter ihnen Igor Sikorsky, haben zunächst einen Koaxialhubschrauber entworfen und sich später für den Haupt- und Heckrotor entschieden, einige aber sind bei ihrem Grundprinzip geblieben. Es lohnt sich, die Entwicklungen zu betrachten.

Arthur Young hatte 1945 für Bell einen durchaus erfolgversprechenden Koaxialhubschrauber konstruiert. Anstelle dieses komplizierten Rotorsystems entschloß er sich schließlich für einen Hauptrotor auf dem gleichen Unterbau, fügte einen Heckrotor hinzu und begann damit die Erfolgsserie Bell 47.

Stanley Hiller Jr. gehört zu den Konstrukteuren, die nicht beim Koaxialrotor blieben. Nach Abschluß seiner Studien hatte er 1942 die Hiller Aircraft Company in Kalifornien gegründet. Sein erster Koaxialhubschrauber, den er 1944 in Zusammenarbeit mit der Kaiser Corporation im Auftrag der U.S. Navy konstruierte, wurde nicht fertiggestellt. Noch im gleichen Jahr baute er im eigenen Unternehmen die XH-44, den ersten flugfähigen Koaxialhubschrauber in den USA. Der Zweisitzer war mit einem 150-PS-Lycoming-Motor ausgerüstet, die Reisegeschwindigkeit wurde mit 112 km/h, die Dienstgipfelhöhe mit 2440 m und die Reichweite mit 208 km angegeben.

1946 brachte Hiller einen noch leistungsfähigeren Hubschrauber heraus, die UH-4 »Commuter«, die mit dem gleichen Motor, jedoch mit einem Rotordurchmesser von 10 m eine Reisegeschwindigkeit von 120 km/h, eine Dienstgipfelhöhe von 3660 m und eine Reichweite von 320 km erreichte.

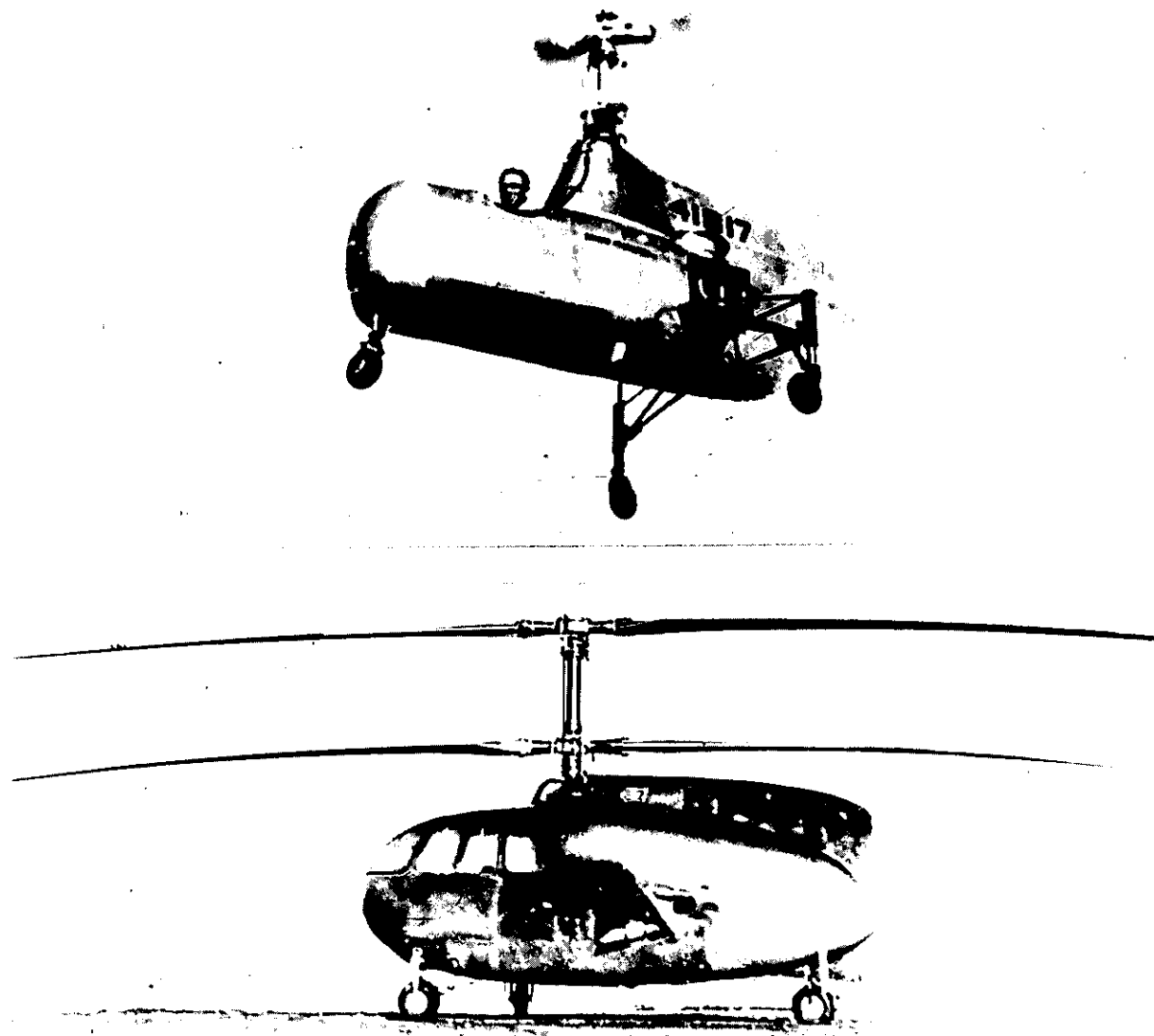
Den durchschlagenden Erfolg erzielte er jedoch mit der Konstruktion von Hubschraubern mit Haupt- und

Heckrotor, für die er ein eigenes »Rotomatic«-Steuersystem erfand.

Die Leistungsdaten der Brantly B-1, ebenfalls mit einem 150-PS-Franklin-Motor, übertrafen die des Hiller-Koaxialhubschraubers in beachtlichem Umfang. Mit einer Reisegeschwindigkeit von 182 km/h und einer Reichweite von 640 km war Brantly 1946 seiner Zeit weit voraus. Die Rotorsteuerung war bei seinem Hubschrauber komplett eingekapselt und lief in einem Ölbad. Der Aufbau des coaxialen Rotorsystems hingegen war so diffizil, daß Brantly das Gerät nicht in Serie bauen ließ und nach weiterer, langjähriger Entwicklungsarbeit zum Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor überging.

In der westlichen Welt verblieben die Koaxial-Hubschrauber im Prototypen-Stadium

Ohne späteren Übergang zu anderen Konstruktionen brachte die Bendix-Helicopter Inc. 1945 und 1947 Koaxialhubschrauber heraus, die nur als Prototypen gebaut wurden. Das Bendix-Modell K war hierbei als Testgerät für eine größere Ausführung vorgesehen. Die ersten Probeflüge wurden mit einem nicht verkleideten Rohrgestell ausgeführt. Später erhielt der Hubschrauber, sehr zur Freude des Piloten C. L. Les Morris, eine Alublech-Verkleidung. Immerhin erreichte er damit eine Geschwindigkeit von fast 100 km/h, in mehr als 100 Testflügen bewies das mit einem 100-PS-Motor ausgerüstete Gerät mit einem Abfluggewicht von 544 kg durchaus brauchbare Flugeigenschaften. Die beim Modell K gesammelten Erfahrungen kamen auch dem größeren Bendix-Modell J zugute. Die Leistungen sprechen für sich: Mit einem 450-PS-Motor wurden die coaxialen Rotorpaare mit je 14,6 m Durchmesser betrieben. Das Abfluggewicht des vier- bis fünfsitzigen Hubschraubers betrug 2450 kg, die Reisegeschwindigkeit 136 km/h, die Dienstgipfelhöhe 6730 m und die Reichweite 432 km.



Bendix-Modell K mit offenem und verkleidetem Cockpit.

Das Bendix-Modell J absolvierte über 100 Flugstunden, bis die Gesellschaft 1949 ihre Aktivitäten einstellte und den Hubschrauber an die Gyrodyne Company of America Inc. verkaufte.

Gegründet von Peter P. Papadakos hatte sich die Gyrodyne Company zur Aufgabe gesetzt, die Vorzüge des Drehflüglers mit denen des Flächenflugzeugs zu verbinden und damit größere Reisegeschwindigkeiten

und Reichweiten zu erreichen. In erster Linie wurden Projektstudien betrieben, nur in wenigen Fällen kam es auch zum Bau von Prototypen. 1949 hatte die Gyrodyne als eigene Projekte Entwürfe für Verbundhubschrauber erarbeitet, die mit einem Hauptrotor und Vortriebspropellern ausgerüstet werden sollten. Hierunter befanden sich die dreisitzige GCA 5 mit einem Abfluggewicht von 1260 kg, die 12-sitzige GCA 7 mit

einem Abfluggewicht von 3500 kg und die 56-sitzige (!) GCA 8 »Gyroliner« mit 18 t Abfluggewicht.

Als Koaxialmodell lag zu diesem Zeitpunkt ein Plan für die 18-sitzige GCA 9 »Helydine Transport« vor, die als Hubschrauber für Zubringerdienste im Luftverkehr gedacht war und aus dem 1951 das koaxiale Frachthubschrauber-Projekt GCA 21 mit einem Abfluggewicht von 24 t und 1955 das koaxiale Kranhubschrauber-Projekt mit 32 t Abfluggewicht hervorgingen.

Der von Bendix übernommene Prototyp J wurde als GCA 2 A 1949 in eine Verbundausführung umkonstruiert und mit drei Triebwerken ausgerüstet, die zusammen 620 PS leisteten, wobei die beiden seitlich vom Rumpf montierten Motoren die Propeller für den Horizontalflug zu betreiben hatten. Die ersten Probeflüge fanden noch im gleichen Jahr statt. 1952 wurde die GCA 2 A wiederum mit einem 450-PS-Pratt & Whitney-Motor ausgerüstet und flog als reiner Koaxialhubschrauber unter der Typenbezeichnung GCA 2 C.

1954 betrieb die Gyrodyne Company-Projektstudien für koaxiale Verbundhubschrauber mit dem »Convertiplane« GCA 32 mit einem Abfluggewicht von 6350 kg und dem 70-sitzigen (!) »Gyroliner« GCA 35.

Vielleicht waren diese Pläne zu futuristisch, denn im folgenden Jahr befanden sich die Zeichnungen für den GCA 33 auf den Reißbrettern, einen Koaxialhubschrauber mit einem Abfluggewicht von 725 kg, der mit einem 150-PS-Motor ausgerüstet werden sollte.

Vom größten bis zum kleinsten bewegten sich nunmehr die Aktivitäten der Gyrodyne Company, die 1956 im Auftrag der U.S. Navy die GCA 41 auf der Grundlage des guten alten Bendix J entwickelte. Wahlweise mit einem 45-PS- oder 75-PS-Motor ausrüstbar, wurde das noch im gleichen Jahr gebaute »Rotorcycle« XRON-1 von Testpilot Jim Ryan mit ausgezeichneten Flugeigenschaften präsentiert. Mit diesem »Rotorcycle« war wiederum der Beweis erbracht, daß die ultraleichte Gewichtsklasse die besten Möglichkeiten für koaxiale Rotoranordnungen eröffnet. Baumgartl hatte bereits 1941 mit seinen Rucksack-Hubschraubern Heliofly I und dem »fliegenden Motorrad« Heliofly III die günstigste Schwerpunktlage hierfür herausgefunden. In den USA war es Horace Pentecost, der diese Idee 1945 für seinen »Hoppicopter-Strap-on« praktizierte. Der Metallrahmen war als Schulter-Tragegestell aufgebaut, die koaxial gegenläufig drehenden Rotoren mit einem Durchmesser

von 3,66 m wurden von einem 20-PS-Motor angetrieben, der Pilot konnte aus dem Stand starten und mußte bei der Landung wiederum seine Füße benutzen. Bei den Probeflügen mit dem ersten Rucksackmodell, die sicherheitshalber nur in geringen Höhen durchgeführt wurden und bei denen der Pilot auch mit Halteseilen doppelt abgesichert war, stellte sich heraus, daß die Konstruktion doch reichlich unbequem und unsicher war.

1946 wurde deshalb beim Modell 101 das Tragegestell nach unten durch ein Landegestell erweitert, der Pilot erhielt einen Sitzplatz und die Möglichkeit, den Steuerknüppel sicher zu handhaben. Weitere Verbesserungen am Modell 102, das 1947 erprobt wurde, umfaßten eine Erhöhung der Motorleistung auf 35 PS, eine Vergrößerung des Rotordurchmessers auf 5 m sowie den Einbau einer Kupplung und eines Freilaufs zur Autorotation im Falle eines Motordefekts.

Das Hoppicopter-Modell 104 erreichte 1948 mit einem 40-PS-Motor immerhin eine Reisegeschwindigkeit von 72 km/h, die Reichweite des Gerätes, das ein Leergewicht von 86 kg und ein maximales Abfluggewicht einschließlich Pilot und Kraftstoff von 192,5 kg aufzuweisen hatte, betrug 240 km.

1950 stellte Pentecost seinen Hoppicopter in Großbritannien vor, wo er sehr großes Interesse fand. In Hampshire wurde die Hoppicopters Ltd. gegründet, der britische Hoppicopter Mk II hatte einen unterhalb vom Pilotensitz befindlichen 40-PS-Triumph-Motor, der Kraftstofftank wurde hinter dem Pilotensitz eingebaut.

Ein Mittelmotor, ähnlich wie beim Koaxialhubschrauber von Douhéret in Frankreich 1919, war das besondere Merkmal des Roteron XM-1, einer Konstruktion von William Thomas in den USA im Jahre 1946. Eine weitere Eigentümlichkeit dieses Koaxialhubschraubers bestand in den unterschiedlichen Abmessungen der Rotorpaare. Die oberhalb des Motors befindliche Rotorebene hatte einen Durchmesser von 4,57 m, die unterhalb des Motors einen Durchmesser von nur 2,33 m aufzuweisen. Es ist nicht bekannt, ob dieser Hubschrauber auch wirklich geflogen ist.

D. K. Jovanovich, der bereits auf Erfahrungen im Hubschrauberbau zurückblicken konnte, hatte etwa zur gleichen Zeit ein ähnliches Projekt konzipiert, das er jedoch nicht zur Ausführung brachte. Im Gegensatz zum Mittelmotor des Roteron XM-1 wollte er den Motor vor dem Pilotensitz einbauen und hatte im Sinn, den oberen Rotor mit drei Blättern und den wesentlich

kleineren unteren Rotor mit zwei Blättern zu versehen. Offensichtlich gelangte auch Jovanovich zu der Überzeugung, daß diese Rotorabmessungen gewisse Unstabilitäten zur Folge haben könnten und ging wieder zur Konstruktion von Hubschraubern mit Tandemrotoren über.

Das Jensen-Helikopter-Modell 21 aus dem Jahre 1948 hingegen sollte sich als durchaus brauchbarer Koaxialhubschrauber erweisen. Leider war die Kapitaldecke des Unternehmens zu kurz, um zur Serienfertigung überzugehen und einen Vertrieb aufbauen zu können. Martin Jensen hatte vorher das Bendix-Modell K entwickelt und dann eine eigene Firma, die Jensen Helicopter Corporation, gegründet. Sein zweisitziger Hubschrauber, der im April 1948 zum ersten Mal flog, zeigte mit einem 125-PS-Continental-Motor gute Flugleistungen. Seine Spitzengeschwindigkeit lag bei 160 km/h, die normale Reisegeschwindigkeit betrug 128 km/h.

Neben den zahlreichen Koaxialhubschrauber-Konstruktionen jener Zeit in den USA ist nicht zu übersehen, daß diese Rotoranordnung auch in anderen Ländern mit mehr oder weniger Erfolg praktiziert wurde, erstaunlicherweise sogar in China. Generalmajor C. J. Chu hatte in den USA studiert, war dann 13 Jahre Direktor einer Flugzeugfabrik in Yünnan, in der amerikanischen und russische Flugzeuge in Lizenz gebaut wurden, und begann 1945, sich auch für Hubschrauberkonstruktionen zu interessieren.

Seinen ersten Koaxialhubschrauber Chu-Humming »Bird A«, baute er noch auf dem chinesischen Festland. Bei einem gefesselten Abhebeversuch verhedderten sich die Halteseile und der Apparat kippte über, wobei die Rotorblätter zu Bruch gingen. Inzwischen hatte Mao Tse-tungs kommunistisches Regime die Macht erobert, mit den nationalen und konservativen Kräften mußte sich auch General Chu nach Formosa absetzen. Seinen Hubschrauber konnte er hierbei nicht evakuieren, nach den mitgenommenen Plänen baute er jedoch in Taiwan den Koaxialhubschrauber Humming »Bird B«, dessen technische Daten dem Prototyp A entsprachen: Rotordurchmesser 7,6 m; Abfluggewicht 725 kg; 125-PS-Motor. Die Leistungsdaten dieses 1948 fertiggestellten Koaxialhubschraubers waren mit einer Reisegeschwindigkeit von 112 km/h, einer Dienstgipfelhöhe von 910 m und einer Reichweite von 910 km sehr bescheiden, so daß Chu beschloß, als nächstes einen Tandemhubschrauber mit einem 190-PS-Motor zu bauen.

Louis Bréguet in Frankreich mußte 1945 sein Unternehmen neu aufbauen, nachdem der Bréguet-Dorant-Gyroplane »Laboratoire« samt Hangar während des Krieges durch einen alliierten Bombenangriff zerstört worden war. Bereits 1946 hatte er die Bréguet G II E fertiggestellt, die mit einem 240-PS-Potez-Motor ausgerüstet war. Dieser zweisitzige Koaxialhubschrauber erreichte bei einem Abfluggewicht von 1322 kg eine Reisegeschwindigkeit von 175 km/h, die Höchstgeschwindigkeit lag bei 240 km/h. Mit der Motorleistung der G II E nicht zufrieden, konstruierte er noch einen viersitzigen Koaxialhubschrauber, die Bréguet III, die er mit einem 450-PS-Pratt & Whitney-Motor ausrüstete. Wie alle Bréguet-Hubschrauber seit 1930 hatte auch die Bréguet III ausgezeichnete Flugeigenschaften und vor allem ein mit einem Kolbenmotor sehr wirtschaftliches Zuladungsverhältnis; ihr Leergewicht betrug 1470 kg, das Abfluggewicht 2100 kg. Zum Serienbau kam es jedoch nicht, da sich die staatliche Förderung vornehmlich auf das Alouette-Programm erstreckte.

Paul Baumgartl war nach dem Zweiten Weltkrieg von Wien nach Südamerika ausgewandert und startete 1950 in Argentinien mit seinem ersten Koaxialhubschrauber. Der komplizierte Aufbau seiner Blattsteuerung erforderte eine ganze Reihe von Änderungen, so daß die Serienreife nicht erreicht wurde. Wie bei anderen nicht geglückten Konstruktionen ließen auch hier die unterschiedlichen Rotorabmessungen darauf schließen, daß sich die Schwierigkeiten in der Manövrierfähigkeit und Flugstabilität fortsetzen würden. Der obere Zweiblattrotor hatte einen Durchmesser von 6,4 m, während das untere Rotorpaar 7,47 m Durchmesser aufzuweisen hatte. Baumgartls nächste Konstruktion bei der Fabrica de Galeão in Buenos Aires war ein Hubschrauber mit Hauptrotor und einem über Keilriemen betriebenen Heckrotor.

Kamow setzte sein Rotorsystem in der UdSSR durch

Mit erheblichen Kinderkrankheiten seiner Konstruktion hatte auch der russische Ingenieur Nikolaj Iljitsch Kamow zu kämpfen, als er 1947 seinen ersten Koaxialhubschrauber herausbrachte. Immerhin verfügte Kamow seit 1930 über Erfahrungen im Bau von Dreh-

flüglern, denn die sowjetischen Autogiros, die als Einsitzer und als Zweisitzer in Serie gebaut wurden, sind fast alle von ihm entwickelt worden.

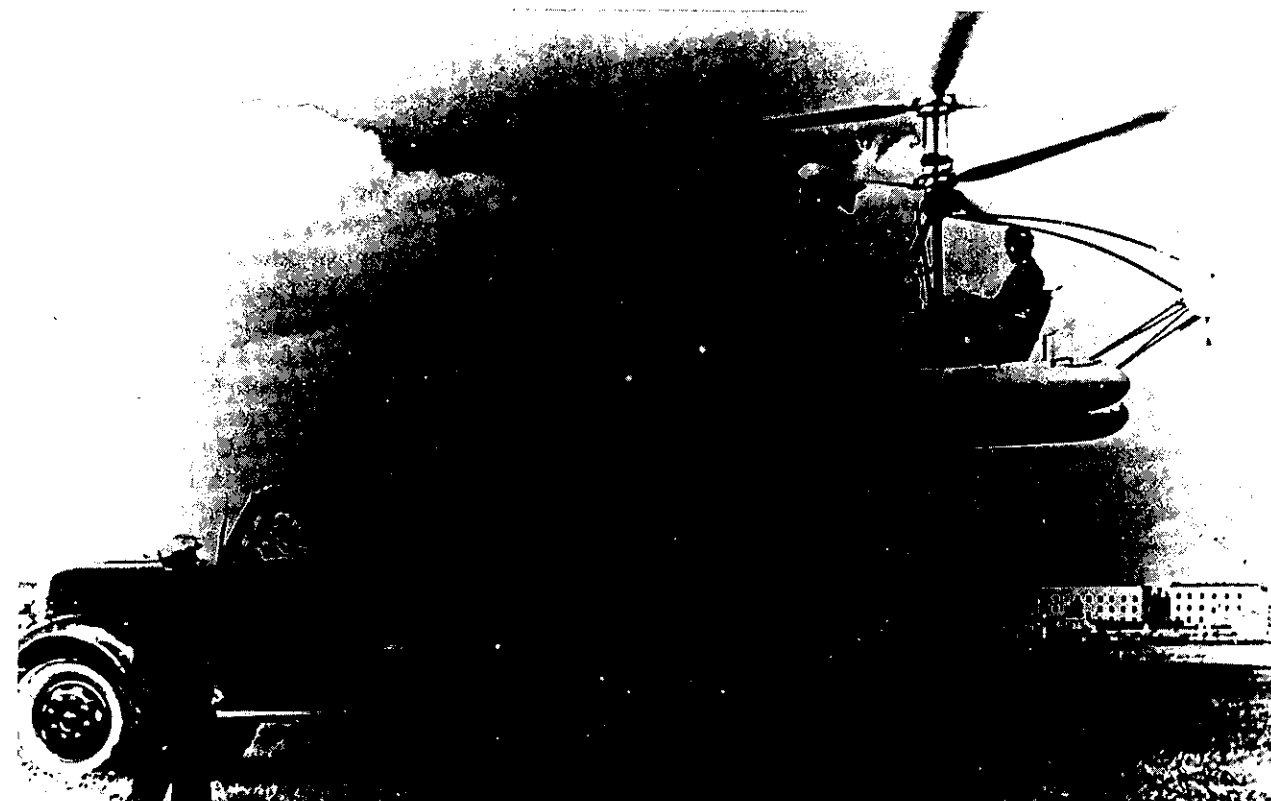
Als »wosduschnyj motorsykl« (fliegendes Motorrad) stellte Kamow sein Modell Ka-8 im Jahre 1947 vor. Es war an und für sich eine sehr einfache Konstruktion, vor allem in bezug auf den Rahmenbau, denn im Gegensatz zu einem Motorrad waren keine Räder vorhanden, dafür konnten jedoch Schwimmer angebracht werden; die Ka-8 wäre ein Amphibienhubschrauber gewesen, wenn ihre Flugeigenschaften diesen Titel gerechtfertigt hätten. Das war leider nicht der Fall, denn der zunächst eingebaute 27-PS-Motor war entschieden zu schwach und ein stärkerer Motor stand damals in der Sowjetunion nicht zur Verfügung. Alle Versuche, den Motor zu »frisieren« führten dazu, daß er äußerst störanfällig und für einen sicheren Flugbetrieb nicht zu gebrauchen war.

Mit einem 56-PS-Motor stellte sich 1949 der Erfolg ein. Der Vorteil dieses Gerätes lag in seinem geringen

Gewicht, das »fliegende Motorrad« Ka-10 (NATO-Code »Hat«), das eigentlich nur aus einem Koaxialrotor, einem Motor und einem Kraftstofftank bestand, hinter dem sich ein Sitzbrett für den Piloten befand, flog nun tatsächlich. Entsprechend den Einsatzaufgaben erhielt es wahlweise Schneeblätter, mit denen es auch im Tiefschnee oder sumpfigen Gelände landen konnte oder Schwimmer, damit es bei der Stationierung als fliegende Beobachtungsplattform auf U-Booten auch dann wassern konnte, wenn diese gerade getaucht waren.

Nach der Ka-10 konstruierte Kamow die Ka-15 (»Hen«), einen vielseitig verwendbaren leichten Koaxialhubschrauber, der bereits über eine geschlossene Kabine verfügte. Es folgten die Agrarversion Ka-18 (»Hog«), die U-Boot-Abwehr-Version Ka-20 (»Harpe«) und die Mehrzweckhubschrauber Ka-25 (»Hormone«) und Ka-26 (»Hoodlum«), bis jetzt die einzigen Koaxialhubschrauber, die in größeren Stückzahlen gebaut wurden.

Das »Fliegende Motorrad« Kamow Ka-10 war mit Schwimmern oder Schneeblättern ausgestattet.



Flettner's »Mixquirle« finden weiteres Interesse

Die hervorragenden Flugeigenschaften des Flettner »Kolibri« waren auch im Ausland nicht ohne Beachtung geblieben. Verschiedene Konstrukteure griffen dieses Konzept mit mehr oder weniger Erfolg auf. In der Tschechoslowakei waren es die Staatlichen Flugzeugwerke in Prag, die 1947 mit ihrem Modell E-1 nach diesem Muster einen Prototyp gebaut hatten und ihn auch auf der Luftfahrtschau in Brüssel 1947 vorstellten.

Die »Abeille« (»Biene«) blieb ein Einzelexemplar

In Frankreich war René Dorand, der frühere Mitarbeiter von Louis Bréguet, 1945 zum Chef des Drehflüger-Bereichs der Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Centre (SNCAC) avanciert, sein erstes Projekt war ein Hubschrauber mit ineinanderdrehenden Rotoren nach dem Flettner-Vorbild. Bei dieser NC 2001 »Abeille« (Biene) waren die Blattenden mit Stahleinlagen versehen, um durch Trägheit die Vibrationen zu vermindern, die Blattanschlüsse erhielten Gummidämpfer und Torsionsstabfederung. Die NC 2001 war mit einem 450-PS-Renault-Motor ausgerüstet, der Durchmesser der Zweiblattrotoren betrug 13,7 m, mit einem Abfluggewicht von 2550 kg erreichte der fünfsitzige Hubschrauber eine Reisegeschwindigkeit von 160 km/h und eine Dienstgipfelhöhe von 4880 m. Mit der Auflösung der SNCAC im Jahre 1949 wurde die Erprobung der NC 2001 eingestellt, weitere Projekte mit dem Flettner-Rotor wurden in Frankreich nicht betrieben.

Kellets Nachbau war dem Flettner-Vorbild nicht ebenbürtig

Bereits während des Krieges wurden in den USA Hubschrauber nach dem Flettner-Vorbild gebaut. Die in-

einandergreifenden Rotoren verhalfen ihnen dort zum Namen »synchropter« oder »egg-beater«. Am 7. August 1944 fand der Erstflug eines solchen »egg-beater« bei der Kellet Aircraft Corporation in den USA statt.

Die 1929 von W. Wallace Kellet gegründete Firma hatte sich zunächst mit der Lizenzfertigung von Cierva-Autogiros, später mit deren technischen Verbesserungen in der Fachwelt einen guten Namen gemacht. Als erfolgreichstes Baumuster ist die KD I zu erwähnen, das erste Autogiro mit Direktsteuerung, das Kellet 1934 herausbrachte. Dieser Tragschrauber wurde 1935 für den ersten regelmäßigen Postdienst mit Rotorflugzeugen vom Dachlandeplatz des Postamtes in Philadelphia zum Flughafen Camden verwendet. Einen Bärenienst leistete Kellet den Amerikanern mit dem Verkauf einer KD-I A an die japanische Regierung im Jahre 1939. Die Japaner erkannten schnell den Nutzen des Tragschraubers auch im militärischen Bereich und bauten ihn dann selbst für die Armee zur Artilleriebeobachtung und für die Marine zur U-Boot-Aufklärung und -Bekämpfung. Die japanische Ka 1, von der 240 Stück gebaut wurden, war mit einem in Deutschland entwickelten und in Japan in Lizenz gefertigten Argus-Motor ausgerüstet.

Es war also gut zu verstehen, daß Kellet seinerseits einen Hubschrauber nach deutschem Muster baute, nur gelang ihm die Konstruktion nicht so perfekt, wie Flettner sie ausgeführt hatte. Die Gegenüberstellung der technischen Daten spricht für sich:

	Flettner FI 282 (1940)	Kellet XR-8 (1944)
Motor	S & H 140 PS	Franklin 245 PS
Rotordurchmesser	12 m	11 m
Leergewicht	640 kg	1052 kg
Abfluggewicht	1000 kg	1347 kg
Reisegeschwindigkeit	144 km/h	136 km/h
Dienstgipfelhöhe	3960 m	2050 m

Immerhin war Kellet nicht der Mann, den diese zunächst bescheidenen Ergebnisse entmutigt hätten. Seine nächste Konstruktion, die er für die U.S. Air Force entwickelte, die XH-10, war allen anderen 1947 in den USA gebauten Hubschraubern in jeder Hinsicht weit überlegen.

Zwei 525-PS-Continental-Motoren dienten dem Antrieb der ineinanderkämmenden Dreiblattrotoren, die einen Durchmesser von 19,8 m aufzuweisen hatten. Die Motoren waren in Gondeln seitlich vom Rumpf untergebracht und erhielten damit eine gute Kühlung; in der Zelle blieb ausreichend Platz für 12 Sitze und einen gut zugänglichen Frachtraum.

Das günstige Zuladungsverhältnis bei einem Leergewicht von 3000 kg und einem maximalen Abfluggewicht von 5000 kg ist besonders hervorzuheben. Echte Zweimotoren-Sicherheit wurde bei diesem Hubschrauber dadurch bewiesen, daß er noch in 4600 m Höhe einmotorig fliegen konnte.

Mit der Bezeichnung Kellet KH 2 A war eine zivile Ausführung geplant, von der jedoch nur eine Attrappe mit einer 16-sitzigen Kabine gebaut wurde. Für diese Zivilversion waren zwei 800-PS-Wright-Motoren vorgesehen, zur Ausführung des Projekts ist es jedoch nicht gekommen.

Die Kaman-»Huskie«-Serie verkörperte alle Vorteile des Flettner-Rotorsystems

Flettner's Pionierleistung sollte durch die späteren Konstruktionen von Charles H. Kaman eine Krönung erfahren. 1940 hatte Kaman mit höchster Auszeichnung – magna cum laude – in aeronautical engineering sein Flugzeugbaustudium an der Universität von Washington beendet. Er war dann fünf Jahre als Chef-aerodynamiker in der Rotorabteilung der Propellerfabrik der United Aircraft tätig, bis er 1945 im Bundesstaat Connecticut sein eigenes Unternehmen, die Kaman Aircraft Corporation, gründete.

Mit einem Testgestell, aufgebaut auf einem alten Autochassis, entwickelte er ein eigenes Konzept für den Aufbau von Schlaggelenken bei einem Zweiblattrotor, das er mit Servosteuerung für die ineinanderdrehenden Doppelrotoren seiner ersten Hubschrauberkonstruktion verwendete. Auch bei seinem Modell K 125, das er 1946 entwickelte, betrachtete er den Aufbau der Zelle als Nebensache, um lediglich das Flugverhalten und die Wirksamkeit der Steuereinga-

ben zu testen. Bei seiner nächsten Konstruktion K 190 befand sich 1948 an der Spitze des Gitterwerks der Pilotensitz, dahinter eine Sitzbank für zwei Passagiere, ein 195-PS-Motor und im Heck ein großflächiges Seitenruder.

Eine etwas gediegenere Ausführung mit der Typenbezeichnung K 225 rüstete er 1948 mit einem 220-PS-Lycoming-Motor aus und erreichte damit bei einem Abfluggewicht von 1235 kg eine Reisegeschwindigkeit von 104 km/h sowie eine Dienstgipfelhöhe von 3050 m. Zur Gewichtsersparnis ersetzte er schließlich den Kolbenmotor durch eine Boeing-502-2-Gasturbine, die bei halbem Gewicht gegenüber dem Lycoming-Motor 175 PS entwickelte. Hiermit hatte er den ersten Turbinenhubschrauber in den USA gebaut.

1950 baute Kaman die K-240 (HTK-1) zunächst mit einem 235-PS-Lycoming-Motor. Der Rotordurchmesser der ineinanderdrehenden Dreiblattrotoren betrug 12,5 m, die Leistungen bei einem Abfluggewicht von 1135 kg waren mit einer Reisegeschwindigkeit von 112 km/h und einer Dienstgipfelhöhe nicht besser als beim Typ K 225.

Einen Meilenstein setzte Kaman mit der Umrüstung dieses Hubschraubers auf zwei Boeing-502-2-Gasturbinen. Dieser erste Zwei-Turbinen-Hubschrauber der Welt startete am 26. März 1954 zum Erstflug.

Die außerordentliche Flugstabilität ermöglichte bei der Ka-240 weiterhin die erstmalige Verwendung eines Autopiloten, mit dem in der Folge sogar Flugführung mit Fernbedienung möglich war. Sowohl die US-Luftwaffe wie auch die Marine und das Heer arbeiteten bei allen Entwicklungen sehr eng mit Kaman zusammen, die Triebwerk-Hersteller schlossen sich an und schufen damit die Basis für vielseitige Erprobungen. Kaman bereitete die Baureihe K-600 vor, anfangs mit 600-PS-Pratt & Whitney-Motoren, ging dann jedoch konsequent zum Turbinenhubschrauber über. Die »Huskie«-Serie wurde weltweit zu einem Begriff für einen Hubschraubertyp, der sich in der Seenotrettung, Aufklärung und Küstenbewachung ebenso bewährte wie als »fliegende Feuerwehr«.

Als Mitte 1959 die Lycoming-T-53-Wellenturbinen zur Verfügung standen, konnte Kaman mit der Umrüstung der H 43 A »Huskie« beginnen. Bei der HH-43 B war es möglich, durch Anordnung der Turbine oberhalb der Kabine weiteren Platz im Innern des Hubschraubers zu gewinnen. In verschiedenen Ausführungen wurde die »Huskie« nunmehr mit 10 Sitz-

plätzen als Verkehrshubschrauber, mit vier Krankentragen und Behandlungsraum für den Arzt als Rettungshubschrauber, mit Löschgeräten und Raum für zwei in Schutzanzüge gekleidete Feuerwehrmänner als »fliegende Feuerwehr« oder mit Zusatztanks als Seeaufklärer mit größerer Reichweite geliefert.

Das absolute Leergewicht betrug 2027 kg, die reine Nutzlastkapazität belief sich auf 1760 kg, und mit dem maximalen Abfluggewicht von 4150 kg flog dieser Hubschrauber 1961 einen Langstreckenweltrekord über 1430 km. Den Höhenrekord erflog die »Huskie« im gleichen Jahr mit 10 009 m.

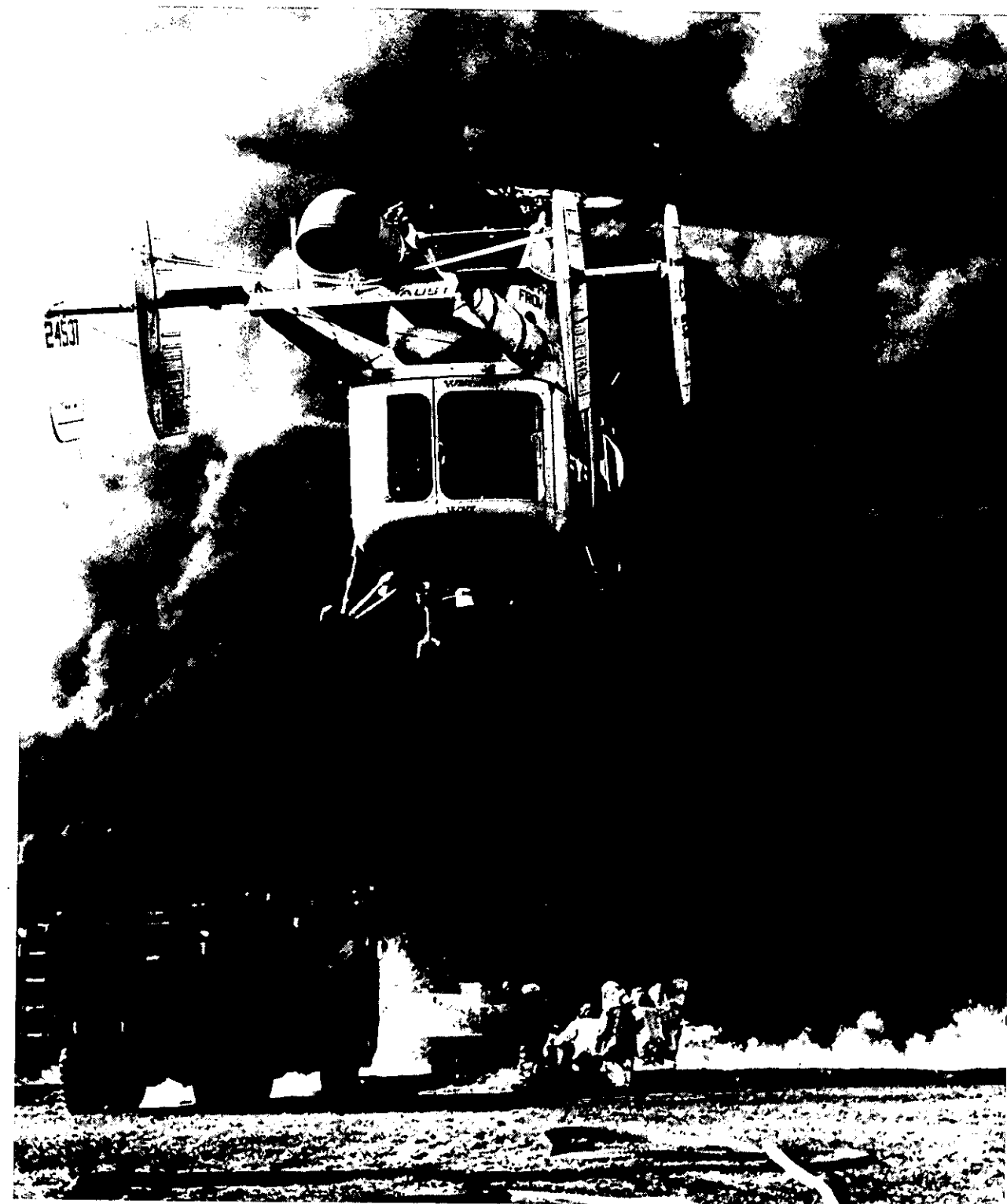
Die Kaman »Huskie II« erhielt eine leistungsfähigere Turbine, die Lycoming T-53 L 11, gleichzeitig wurde die Aufnahmeleistung des Getriebes auf 1000 PS heraufgesetzt.

Rotorblätter aus GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff), die bei der »Huskie«-Baureihe HH-43 B bereits seit 1961 erprobt wurden, gehörten bei der »Huskie III« zur serienmäßigen Ausführung. Auch in dieser Hinsicht war der Hubschrauber seiner Zeit voraus.

Ein wesentlicher Sicherheitsfaktor war bei der »Huskie III« die Ausrüstung mit zwei Turbinentriebwerken. Ursprünglich wurden zwei Boeing-YT-Wellenturbinen eingesetzt, die Serienausführung erhielt zwei UA-PT-6-B-11-Wellenturbinen mit je 770 PS Leistung, das maximale Abfluggewicht konnte damit auf 5900 kg erhöht werden.

Mit der Entwicklung der Kaman UH-2 A »Seasprite« ging die Ära der »egg-beater« ihrem Ende entgegen. Aus Gewichtsgründen und aus Gründen der Wartungsfreundlichkeit setzte sich nunmehr auch bei der Kaman Aircraft Corporation die Rotoranordnung mit Haupt- und Heckrotor durch. Insgesamt sind von 1954 bis 1964 mehr als 200 »Huskie« in den verschiedenen Ausführungen gebaut worden. Sie befanden sich durchwegs länger als zwei Jahrzehnte im Flugbetrieb, einige von ihnen sind heute noch als Feuerwehrhubschrauber im Einsatz. Auch bei der relativ geringen Produktionszahl verkörpern die »Huskie« Entwicklungstechnisch einen überaus interessanten Abschnitt in der Geschichte der Hubschrauber.

Die Kaman »Huskie« wurde als Rettungshubschrauber und »Fliegende Feuerwehr« berühmt.



Blattspitzenantrieb im Blickpunkt

1842 hatte Philips in England das Prinzip des Rasensprengers als Antriebsmethode für einen Hubschrauber erkannt, in der Folge dachten weitere Erfinder über diese Idee nach, konnten sie jedoch mit den ihnen damals zur Verfügung stehenden technischen Mitteln nicht verwirklichen. Diewaide (1877), Girop (1909), Papin und Rouilly (1915) wurden in diesem Zusammenhang bereits erwähnt.

1942 flog in Wiener Neustadt der erste Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb und wurde in der Folge vom Doblhoffteam zu einem durchaus brauchbaren Fluggerät weiterentwickelt. 1945 gehörte dieses Projekt zur Kriegsbeute der Siegermächte. Das staatliche französische Luftfahrtunternehmen Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud Ouest (SNCASO) befaßte sich nach dem Krieg als erste Firma mit dem Bau von Hubschraubern mit Blattspitzenantrieb und konnte hierbei auf die Mitarbeiter des Entwicklungsteams der Wiener Neustädter Flugzeugwerke zurückgreifen, die auf diesem Gebiet die besten Erfahrungen hatten. An erster Stelle ist hier Dr. Theodor Laufer zu nennen.

»Ariel« mit Brennkammern an den Blattspitzen

Die französische Entwicklungsreihe begann 1946 mit der SO 1100 »Ariel I«, bei der ein 170-PS-Motor einen Kompressor zu betreiben hatte, um verdichtete Luft durch die Rotorblätter zu den Brennkammern an den Blattspitzen zu blasen. Hier erfolgte die Kraftstoffzufuhr und die Zündung durch Zündkerzen, mit einem Düsenantrieb wurde der Dreiblattrotor zum Rotieren gebracht. Der Rotordurchmesser der »Ariel I« betrug 9 m, beim Abfluggewicht von 720 kg erwies sich die Motorleistung als nicht zufriedenstellend. 1948 begann die Flugerprobung der »Ariel II« mit dem gleichen Rotorsystem, lediglich der Rotordurchmesser war auf 10,8 m erhöht worden. Gegenüber der

WNF 342, bei der es den Konstrukteuren noch nicht gelungen war, eine ausreichende Geschwindigkeit im Vorwärtsflug zu erlangen, flog die »Ariel II« mit einer Reisegeschwindigkeit von 115 km/h und sollte eine Spitzengeschwindigkeit von 150 km/h erreichen. Das Abfluggewicht der »Ariel II« betrug 1050 kg, nach Ansicht der Konstrukteure hatte hierbei das Stufenge triebe des Kompressors einen unnötig hohen Gewichtsanteil.

Um diesem Nachteil abzuhelpfen, erhielt die »Ariel III« eine 240-PS-Turbomeca-Artouste-Gasturbine, mit der der Kompressor direkt betrieben wurde. Der Erstflug der SO 1120 »Ariel III« fand im April 1951 statt. Der Rotor selbst war der gleiche wie bei der »Ariel II«, die »Ariel III« war jedoch als Dreisitzer gebaut und hatte bei einem Abfluggewicht von 1200 kg mit einer Reisegeschwindigkeit von 135 km/h, einer Spitzengeschwindigkeit von 180 km/h und einer Dienstgipfelhöhe von 3600 m verbesserte Leistungsdaten. Ein weiterer Vorteil der »Ariel III« war die Ausnutzung der Auspuffgase der Turbine für Steuermanöver, die Auspufföffnungen befanden sich dazu im Heck des Hubschraubers. Die Blattspitzenantriebs-Hubschrauber »Ariel I«, »II« und »III« wurden nur als Prototypen gebaut und getestet. Als ersten Serienhubschrauber der Welt mit Blattspitzenantrieb stellte die SNCASO 1953 die SO 1220 »Djinn« vor.

»Djinn« mit »kaltem« Blattspitzenantrieb

Die »Djinn« unterschied sich grundsätzlich von den »Ariel«-Typen durch ihren »kalten« Blattspitzenantrieb. An den Blattspitzen der »Djinn« befanden sich keine Brennkammern, lediglich Austrittsdüsen für die komprimierte Luft waren vorhanden. Der Druck der vom Kompressor verdichteten Luft, die durch die Rotorblätter geblasen wurde, belief sich auf 2,7 kg/cm².

Zum Antrieb des Kompressors diente wie bei der »Ariel« eine Turboméca-Gasturbine, wobei ein Leistungsverlust von 50 Prozent in Kauf zu nehmen war, d. h. nur die Hälfte der von der Turbine erzeugten Leistung konnte an den Blattspitzen genutzt werden. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Brennkammern der »Ariel« den gleichen Kraftstoffverbrauch aufzuweisen hatten wie eine Turbine, ist zu ermessen, daß der Leistungsverlust gegenüber doppelten Kraftstoffverbrauch durchaus vertretbar war.

Der Erstflug des einsitzigen Prototyps der »Djinn« fand am 2. Januar 1953 statt. Aufgrund gefederter Befestigung der Rotorblätter mit Schlagmöglichkeit und der Wirksamkeit des Seitenruders, das in der Auspuffströmung am Heck angebracht war, zeigte der Hubschrauber gute Steuerfolgsamkeit und Manövrierfähigkeit. Die Flugleistungen waren ebenfalls ausgezeichnet, die Reisegeschwindigkeit betrug 100 km/h, die Dienstgipfelhöhe 4500 m. Bereits im Dezember 1953 erreichte ein zweiter Prototyp der »Djinn« eine

Von der »Ariel« wurden lediglich einige Prototypen gebaut.





Die »Djinn« war der erste in Serie gebaute Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb.

Flughöhe von 4789 m, 1957 überbot eine »Djinn« den am 6. Juni 1955 von Jean Boulet mit einer »Alouette« aufgestellten Höhenweltrekord von 8209 m um mehr als 200 m.

Die zweisitzige Version der »Djinn« erhielt ein verglastes Cockpit, insgesamt wurden neben den beiden Prototypen und 22 Vorserienmaschinen mehr als 150 »Djinn« in Serie gebaut. 100 von diesen erhielt die französische Armee, sechs Maschinen wurden bei den deutschen Heeresfliegern in Dienst gestellt. In ziviler Version wurde die »Djinn« in erster Linie für die Landwirtschaftsfliegerei verwendet; im Rumpf konnten Sprühbehälter mit 200 l Fassungsvermögen untergebracht werden, mit seitlich am Rumpf angebrachten Auslegern wurden die Chemikalien auf die Felder und Weinberge gesprüht.

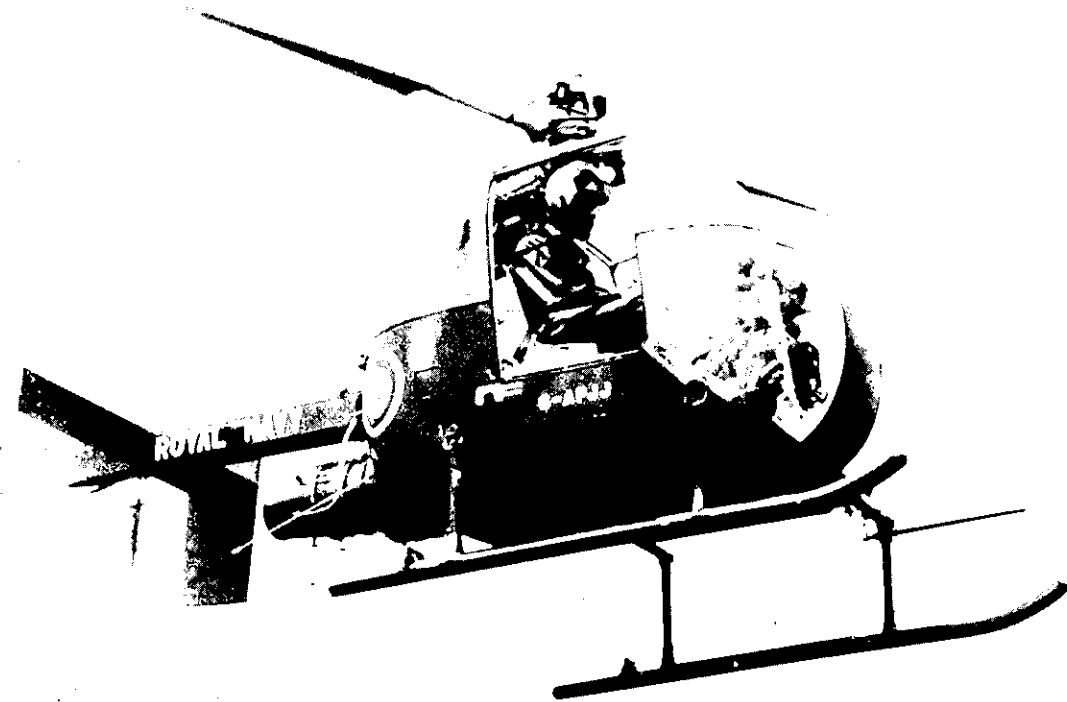
In der Absicht, einen Drehflügler zu entwickeln, der im Horizontalflug in der Wirtschaftlichkeit mit dem Flächenflugzeug konkurrieren sollte, wurde bei der SNCASO das Projekt SO 1310 »Farfadet« in Angriff genommen. Für den Vertikalflug war die »Farfadet« mit dem Rotorsystem der »Ariel III« ausgerüstet und erhielt hierfür eine Turboméca-Arrius-II-Gasturbine, für den Horizontalflug war eine Luftschaube vorhanden, die mit einer Turboméca-Wellenturbine betrieben wurde. Tragflächen an beiden Seiten des Rumpfs dienten der Auftriebsentlastung im Vorwärtsflug, bei dem der Rotor, wie bei einem Autogiro, »tragschraubend« eingesetzt war. Das wesentliche Problem bei einer solchen Konstruktion, der Übergang vom Vertikal- zum Horizontalflug, bereitete bei der »Farfadet« überraschenderweise keine Schwierigkeiten. Bereits einen Tag nach dem Erstflug im Mai 1953, bei dem nur Schwebeflüge ausgeführt wurden, gelang die Transition. Die »Farfadet« bewies in der weiteren Flugerprobung sowohl als Hubschrauber wie auch als Tragschrauber das erwartete Leistungsvermögen. Mit dem Blattspitzenantrieb ihrer Rotoren erreichte sie eine Geschwindigkeit von 96 km/h, als Autogiro entsprach ihre Geschwindigkeit mit 250 km/h der eines Flächenflugzeugs in dieser Größenklasse. Das Abfluggewicht der dreisitzigen »Farfadet« betrug 1510 kg, mit einer maximalen Reichweite von 400 km war sie den Hubschraubern ihrer Zeit durchaus ebenbürtig. Als Folge der Zusammenlegung der verschiedenen Divisionen (Unternehmensbereiche) der französischen Luftfahrtindustrie wurde die »Farfadet« jedoch nicht in Serienfertigung gegeben.

Von der »Gyrodyne« zur Fairey »Ultralight«

In Großbritannien war die Entwicklung des Blattspitzenantriebs bei der Fairey Aviation erst aufgenommen worden, nachdem man dort in der von J. Bennet geleiteten Drehflüglerabteilung einen Verbundhubschrauber gebaut hatte, der wegen seiner einseitigen Propelleranordnung Erwähnung verdient. Der im Schwerpunkt des Rumpfs befindliche Alvis-Leonides-Motor diente als Antrieb sowohl für den Dreiblattrotor mit 15,74 m Durchmesser wie auch für einen Zweiblattpropeller, der außen auf der Steuerbordtragfläche montiert war. Die Tragflächen bzw. Stummelflügel dienten der Entlastung des Rotors im Vorwärtsflug. Im Cockpit dieser »Gyrodyne« war Platz für zwei Mann Besatzung und drei Passagiere. Bei einem Abfluggewicht von 2172 kg erreichte die »Gyrodyne«, die im Dezember 1947 erstmals flog, eine Reisegeschwindigkeit von 178 km/h. Am 26. Juni 1948 stellte B. A. Arkell mit der »Gyrodyne« mit 200 km/h über eine Strecke von 3 km einen Geschwindigkeits-Weltrekord auf.

Von den zwei gebauten Prototypen wurde einer durch einen Unfall zerstört, der andere wurde als »Jet Gyrodyne« auf Blattspitzenantrieb umgerüstet. Der ursprüngliche Dreiblattrotor wurde durch zwei größere Rotorblätter ersetzt, die innen hohl waren und an den Blattspitzen Düsen erhielten. Der Motor hatte nun außer dem Zugpropeller einen Kompressor zu betreiben, der die Luft durch die Rotorblätter zu den Düsen drückte, mit zugeführtem Kraftstoff wurde ein Gemisch gebildet und gezündet. Die Flugversuche mit der »Jet Gyrodyne«, die 1954 begannen, dienten als Vorbereitung für ein größeres Projekt, die Fairey »Rotodyne«.

Als Experte für den Blattspitzenantrieb war Dipl.-Ing. August Stepan in die Dienste der Fairey Aviation getreten, seine Erfahrungen aus den Arbeiten im Doblhoff-Team bei den Wiener Neustädter Flugzeugwerken wurden in England anerkannt, eine besondere Würdigung erfuhren seine Leistungen durch die Aufnahme als Fellow in die Royal Aeronautical Society. Während die Vorbereitungen für das gigantische Projekt Fairey »Rotodyne« bereits angelaufen waren, wurde bei Fairey auch an einem Gegenstück zur französischen »Djinn« gearbeitet, das als Fairey »Ultralight« auf der Luftfahrtschau in Farnborough vorge-



Leistungsmäßig war die britische Fairey »Ultra Light« der französischen »Djinn« überlegen.

stellt wurde. Dieses zweisitzige Gerät, von der britischen Armee als Verbindungs- und Beobachtungshubschrauber in Auftrag gegeben, wurde im Gegensatz zur »Djinn« nicht nach dem Kaltstrahl-Antriebs-Prinzip betrieben sondern erhielt wiederum Brennkammern an den Blattspitzen. Die Kraftstoffzufuhr vom Haupttank erfolgte unter Ausnutzung der Zentrifugalkraft. Obwohl die »Ultra Light« der »Djinn« leistungsmäßig überlegen war, wurde von den britischen Militärs der Auftrag zur Serienfertigung nicht erteilt.

»Rotodyne«: ein erfolgreiches Projekt fiel dem Rotstift zum Opfer

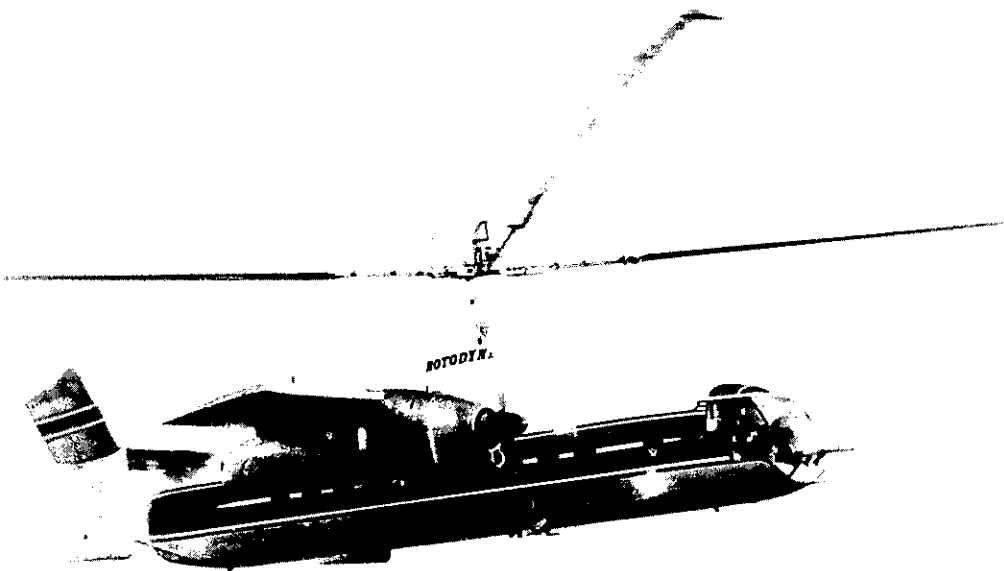
Die Fairey »Rotodyne« startete im November 1957 zu ihrem Erstflug. Die technischen Daten dieses Verbundhubschraubers (compound helicopter) waren für die damalige Zeit imposant: zwei Turbo-Prop-Triebwerke mit je 3300 PS, ein Hauptrotor mit 28 m Durchmesser, Abfluggewicht 15 t, 44 Sitzplätze. Bereits im April 1958 überwand die »Rotodyne« die erste Hürde, den Übergang vom Schwebeflug zum

Horizontalflug. Der Start erfolgte mit dem Auftrieb durch den Vierblatthauptrotor, die Geräuschentwicklung des in den Brennkammern an den Blattspitzen gezündeten Kraftstoff-Luftgemischs war mit der Phonstärke einer Dampflokomotive vergleichbar, die einen schwer beladenen Güterzug steil bergauf zieht. Für den Vorwärtsflug wurde das Rotorsystem ausgekuppelt und die vor den Motorgondeln befindlichen Propeller übernahmen den Vortrieb. Der Landevorgang erfolgte in umgekehrter Reihenfolge. Ein Seitenleitwerk mit entsprechenden Abmessungen diente der Flugstabilisierung.

In der Praxis erreichte die »Rotodyne« eine Reisegeschwindigkeit von 290 km/h, mit einer Geschwindigkeit von mehr als 305 km/h über eine Strecke von 300 km stellten Squadron-Leader W. R. Gellatly und Wing-Commander J. G. P. Morton am 5. Januar 1959 einen neuen Rekord auf. Die Verwendung der »Rotodyne« im Zubringerdienst von den Stadtzentren – dort

senkrecht startend – zu den Verkehrsflughäfen schien nur noch eine Frage des Zeitpunktes der Indienstellung zu sein. Die großen britischen Luftfahrtgesellschaften, BEA und BOAC, ebenso wie Luftverkehrsunternehmen in den USA, New York Airlines und Okanogan, äußerten die bestimmte Absicht, die »Rotodyne« zu ordern. Die Royal Air Force räumte diesem compound-helicopter (Verwandlungshubschrauber) als Truppentransporter reelle Chancen ein. Das Projekt für eine vergrößerte Version der »Rotodyne« mit zwei Rolls-Royce-Triebwerken von je 5500 PS für die Beförderung von 75 Passagieren oder 8 t Fracht und mit einer Reisegeschwindigkeit von 370 km/h lag vor. Bei Fairey waren an den Prototypen laufend Verbesserungen in bezug auf die Lärmverminderung an den Austrittsdüsen der Brennkammern vorgenommen worden. Messungen des Geräuschpegels hatten weiterhin ergeben, daß sich dieser nicht vertikal nach unten, sondern ausschließlich seitlich ausbreitete, die

Fairey »Rotodyne«: Prototyp eines aussichtsreichen Senkrechtstarters (1957).



Umweltforderungen für den Intercity-Einsatz waren damit weitgehend erfüllt.

Der Beschluß des britischen Luftfahrtministeriums, ab Februar 1962 die Förderung des »Rotodyne«-Projektes einzustellen, bedeutete einen Knockout in der letzten Runde und besagte, daß mehr als 10 Millionen Pfund Sterling, die aus der Staatskasse für dieses Vorhaben investiert wurden, nutzlos zum Fenster hinausgeworfen waren.

Die Westland Aircraft Ltd. in Yeovil war an diesen Verlusten direkt nicht beteiligt, denn ihre Projekte aus dem Jahre 1951 zur Entwicklung von Hubschraubern mit Turbo-Jet-Antrieb an den Blattspitzen – mit einem Abfluggewicht von 11 t für 30 Passagiere oder von 27 t als militärischer Transporter – waren nicht weiterverfolgt worden. Lediglich die Übernahme der Fairey Aviation durch Westland bedeutete in der Praxis, daß der erhoffte Aufschwung im Drehflügler-Bereich in England nicht stattfand.

Auf dem Spezialgebiet »Blattspitzenantrieb« ist vielleicht noch das ebenfalls nicht zur Ausführung gelangte Projekt der Percival Aircraft aus dem Jahre 1949 zu erwähnen, das sich auf gemischten Kaltlauf- und Heißgas-Betrieb bezog und mit den Prototypen-Aufbauten P 74 und P 105 trotz jahrelanger Bemühungen daran scheiterte, daß diese nicht flogen.

Aufsehererregende Fortsetzung des in Wiener Neustadt entwickelten Konzepts in den USA

In den USA wurde die Kombination von Blattspitzenantrieb und Luftschaube mit dem von Baron von Doblhoff und Hohenemser entwickelten »Convertiplane«-Modell 82 XV-1 von McDonnell demonstriert. Ein 550-PS-Kolbenmotor drückte über einen Kompressor die Luft zu den Austrittsdüsen an den Blattspitzen, in den Brennkammern, die als »cans« (Büchsen) bezeichnet wurden, erfolgte mit dem zugeführten Kraftstoff die Zündung. Der Übergang zum Propellerantrieb erfolgte, sobald der Dreiblattrotor dem mit Tragflächen und einem doppelten Heckausleger versehenen »Convertiplane« eine ausreichende Vorwärtsgeschwindigkeit verschafft hatte. 1954 erreichte die XV-1 eine Spitzengeschwindigkeit von 320 km/h.

Gewichtseinsparung mit Staustrahl-Triebwerken

Eine spezielle Methode des Blattspitzenantriebs war inzwischen mit Staustrahltriebwerken (ram jets) und Pulsstrahltriebwerken (pulse jets) entwickelt worden. Die schematische Darstellung, einem Vortrag von Dipl.-Ing. Stepan vor der Royal Aeronautical Society in England entnommen, veranschaulicht den Blattaufbau (von oben gesehen) und das Profil der Blattspitzen (von rückwärts gesehen).

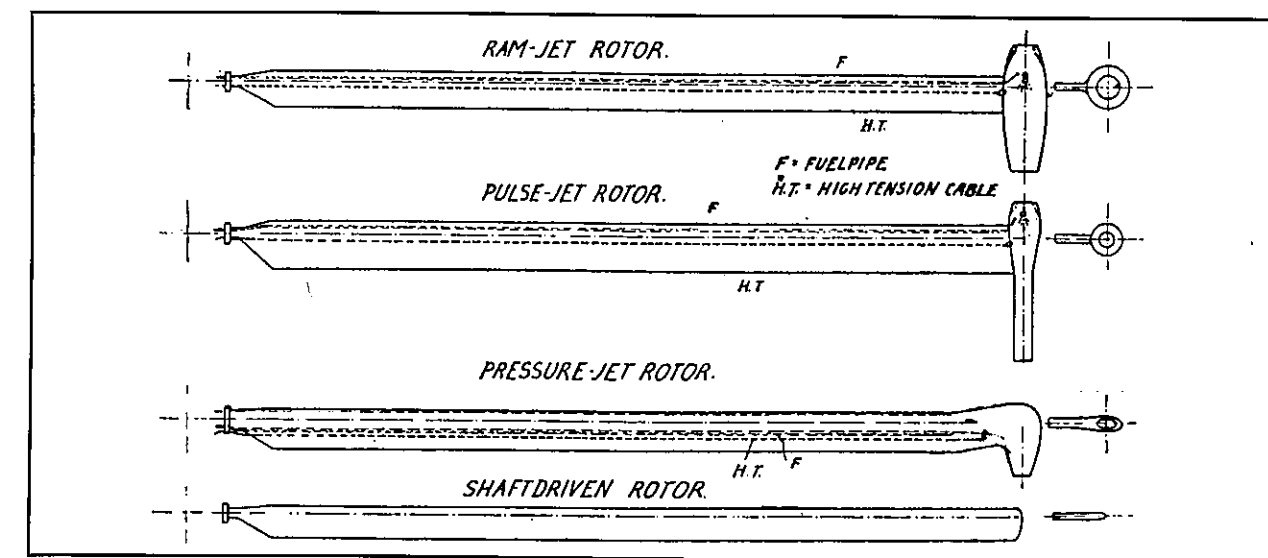
Als Musterbeispiel für den Staustrahlantrieb brachte Mc Donnell 1947 das Modell 38 XH-20 »Little Henry« heraus, einen einfachen Aufbau für einen einsitzigen Hubschrauber, bei dem die Vorteile und der Nachteil des Staustrahlantriebs erkennbar sind. Die Vorteile liegen im unkomplizierten Aufbau, da gegenüber dem Kompressorsystem der Aufwand für die Zuführung der Druckluft entfällt und in der Gewichtsersparnis. Staustrahltriebwerke haben ein wesentlich geringeres Gewicht als jeder andere Motor oder jede andere Turbine aufzuweisen, außerdem kann ihre Antriebsenergie voll genutzt werden. Der Nachteil liegt beim Kraftstoffverbrauch, durch den die Reichweite erheblich eingeschränkt wird.

Beim »Little Henry« wurden versuchsweise die Staustrahltriebwerke mit zuvor angewärmtem Propan betrieben, der Hubschrauber erreichte eine Geschwindigkeit von 80 km/h und war extrem leicht (Leergewicht 129 kg, Abfluggewicht 254 kg).

Stephen P. Nemeth brachte 1948 einen Hubschrauber mit Staustrahltriebwerken heraus, der flugbereit 100 kg wog und zwei Personen mit einem Gesamtgewicht von 150 kg befördern konnte.

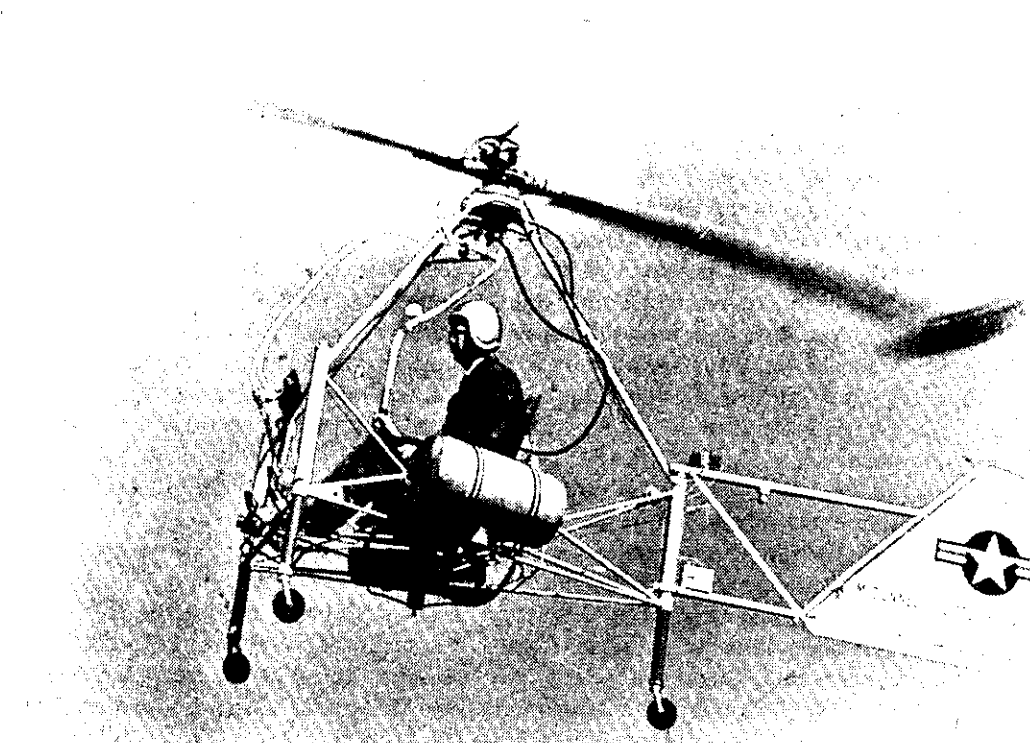
Ein Projekt von Gerard P. Herrick aus dem Jahre 1949 sah vor, aus einem Flächenflugzeug einen Verbundhubschrauber zu entwickeln, bei dem die Rotoren mit Staustrahltriebwerken bestückt waren, während ein 300-PS-Motor den Propeller für den Vorwärtsflug antreiben sollte. Herrick hatte bereits 1931 und 1937 Kombinationen von Flächenflugzeugen mit Rotorblättern vorgestellt, deren Besonderheit darin bestand, daß die Rotoren im Vorwärtsflug und bei der Landung als Tragschrauben wirkten, während sie beim Start als obere Tragfläche festgestellt waren.

Unter Verwendung seines Rotormatic-Steuersystems baute Stanley Hiller Jr. 1950 seinen ersten Hubschrauber mit Staustrahlantrieb, der jedoch zum Ab-



Profile bei Staustrahl-, Pulsstrahl- und Kaltluft/Heißluft-Blattspitzenantrieben sowie über Getriebe angeschlossene Rotorblätter. (Aus einem Vortrag von Dipl.-Ing. August Stepan vor der Royal Aeronautic Society in England.)

Das Modell McDonnell XH-20 »Little Henry« konnte sich als einsitziger Hubschrauber nicht durchsetzen.



heben eine Starthilfe benötigte, um die Rotoren auf mindestens 150 Umdrehungen pro Minute zu bringen. Eine Erhöhung der Leistung der Staustrahltriebwerke von je 35 auf je 45 PS brachte den Erfolg, daß dieser Hubschrauber unter der Typenbezeichnung HOE-1 1952 von der U.S. Navy und als H-32 »Hornet« auch von der U.S. Army übernommen wurde. Während die Prototypen der »Hornet« ein Seitenruder aufzuweisen hatten, das mit dem Rotorabwind recht und schlecht funktionierte, erhielt die Serienausführung einen Heckrotor, der bessere Manövrierfähigkeit gewährleistete.

Der zweisitzige Hubschrauber hatte ein Abfluggewicht von 490 kg gegenüber einem Leergewicht von 246 kg und erreichte theoretisch eine Geschwindigkeit von 80 km/h, die bei einer Reichweite von 56 km nicht genutzt werden konnte, während die Dienstgipfelhöhe von 3660 m bei einer Steigleistung von 305 m pro Minute praktische Einsatzmöglichkeiten eröffnete.

Eine bunte Palette von Leichthubschraubern, Tragschraubern und Schlepp-Tragschraubern, zum Teil in Bausatz-Ausführung, wurde von der Bensen Aircraft Corporation entwickelt, die 1954 in den USA von Igor Bensen als eigenes Unternehmen gegründet wurde. Vor dieser Gründung hatte der aus Rußland stammende Konstrukteur bereits bei der General Electric und bei der Kaman Aircraft Company in der Hubschrauberentwicklung gearbeitet. Das erste Projekt seines neuen Unternehmens hieß »Midget« (Knirps) und war ein Leichthubschrauber mit Staustrahltriebwerken, der trotz eines sehr geringen Rotordurchmessers (4,57 m gegenüber 7,01 m der Hiller »Hornet«) ausgezeichnete Steigleistungen aufzuweisen hatte. Die Einführung dieses Hubschraubers bei der U.S. Navy, für die er ursprünglich konzipiert war, gelang nicht. Das nächste Bensen-Modell, B-4 »Skyscooter«, erhielt zwei Propeller, die auf den Enden der beiden Rotorblätter montiert waren und von einem oberhalb des Rotorkopfes befindlichen luftgekühlten 40-PS-Motor betrieben wurden.

Staustrahltriebwerke tauchten 1952 auch in Japan auf, Kayaba verwendete sie für den »Heliplane«, einen Flugschrauber auf der Basis der Cessna 170. Versuche mit Staustrahltriebwerken, die nur mit Starthilfe in Bewegung gesetzt werden konnten, ergaben 1955 beim japanischen Luftfahrtforschungsinstitut keine Chancen für wirtschaftliche Nutzanwendungen, da Flugzeiten von über 30 Minuten nicht erreicht werden konnten.

Der Nachteil der geringen Ausdauer infolge des hohen Kraftstoffverbrauchs zeigte sich auch bei dem holländischen Prototyp »Kolibrí«, der erst nach zahlreichen Änderungen 1955 serienreif war. Das Entwicklungskonzept der »Kolibrí« läßt sich bis zu den Arbeiten von Jan Meijer-Drees bei der »Stichting voor de Ontwikkeling en Bouw van een Experimenteel Hefschroefvliegtuig« (Stiftung für die Entwicklung und den Bau eines experimentellen Hubschraubers) zurückverfolgen, die von der KLM und verschiedenen niederländischen Ministerien ins Leben gerufen wurde. Aus dieser Stiftung ist die »Nederlandse Helicopter Industrie« hervorgegangen. Ein Prototyp H-1, mit Ram-Jets auf den Blattspitzen seines Zweiblattrotors, wurde 1954 durch Bodenresonanz zerstört, kurz nachdem er seine Flugerprobung aufgenommen hatte.

Die anschließend fertiggestellte H-2 erhielt zur besseren Flugstabilität einen kleinen Heckrotor, weitere Änderungen wurden bei der Konstruktion der H-3 durchgeführt, die 1956 zu ihrem Erstflug startete. Die Leistung der beiden Staustrahltriebwerke der H-3 entsprach ungefähr 100 PS, der ins Auge fallende Unterschied zwischen dem Leergewicht mit 200 kg und dem Abfluggewicht mit 650 kg bedeutete in der Praxis nur einen Spielraum zwischen Beladung oder Betankung. Mit vollem Kraftstofftank und einem Piloten erreichte sie eine Flugdauer von einer Stunde, mit 50 kg Kraftstoff und 400 kg Zuladung konnte sie nur 15 Minuten in der Luft bleiben. In weitestem Umfang war der Kraftstoffverbrauch von der Fluggeschwindigkeit abhängig, die maximale Geschwindigkeit betrug 150 km/h, die normale Reisegeschwindigkeit lag bei 120 km/h, eine »wirtschaftliche« Reisegeschwindigkeit war bei 50 km/h zu errechnen.

Dem unaufhörlichen Kraftstofffluß der Staustrahltriebwerke hätte eine Ölkrise, an die damals noch kein Mensch dachte, automatisch ein Ende gesetzt, abgesehen von den Erfordernissen des Umweltschutzes wegen der unzumutbaren Lärmbelästigung.

Vorteile und Nachteile der Pulsstrahltriebwerke

Pulsstrahltriebwerke waren im Verbrauch etwas sparsamer, dafür aber anspruchsvoller in der Wartung. Die Marquardt Company in den USA, die sich seit 1944 mit Düsenantrieben befaßte, brachte 1948 den

ersten Hubschrauber heraus, der in den USA mit Pulsstrahltriebwerken geflogen ist. Dieser einsitzige Hubschrauber mit der Typenbezeichnung M-14 hatte ein Leergewicht von 363 kg und ein Abfluggewicht von 544 kg aufzuweisen und erreichte eine Reisegeschwindigkeit von 104 km/h. Er war als Serienhubschrauber nicht vorgesehen und diente lediglich als Testgerät für die Triebwerkerprobung.

Die American Helicopter Company hingegen hatte sich die Aufgabe gestellt, Hubschrauber mit Pulsstrahltriebwerken für militärische Anwendungen zu entwickeln und rüstete 1949 eine Sikorsky R-6 mit diesem Antrieb aus. Das Versuchsgerät XA-5, das den Namen »Top Sergeant« erhielt, war in Spitzengeschwindigkeit und Dienstgipfelhöhe dem Sikorsky-Grundtyp überlegen, fiel in der Reichweite jedoch wesentlich ab. Dem mit zunehmendem Gewicht bei dieser Antriebsart immens steigenden Kraftstoffverbrauch Rechnung tragend, baute die American Helicopter Company das nächste Modell eine Nummer kleiner, der Prototyp XA-6 »Buck Private« hatte ein Leergewicht von 90,5 kg und ein Abfluggewicht von 326,5 kg aufzuweisen, seine Reisegeschwindigkeit betrug 96 km/h und seine Reichweite 200 km. Diese unzureichende Ausdauer ließ es ratsam erscheinen, den Landtransport der Geräte zum jeweiligen Einsatzort in Erwägung zu ziehen.

In Zusammenarbeit mit der U.S. Air Force und der U.S. Army wurde 1952 der Versuchstyp XH-26 »Jet Jeep« entwickelt. Sein Leergewicht betrug 136 kg, er konnte in kürzester Zeit für den Transport zerlegt, in einem Behälter mit den Abmessungen 1,52 x 1,52 x 4,26 m untergebracht und an Ort und Stelle in weniger als 30 Minuten wieder flugklar aufgebaut werden. Obwohl der »Jet Jeep« nur eine Reichweite von 168 km hatte, war seine Beweglichkeit damit gewährleistet, der Konkurrenz der leistungsfähigeren konventionellen Hubschrauber war er jedoch nicht gewachsen. Die Capital Helicopter Corporation (managing director war Horace Pentecost) versuchte, derartige Nachteile durch entsprechende Namengebung zu verdecken. Als »flivver of the future« (»Blechkiste« der Zukunft) wurde 1953 das erste Modell dieser Gesellschaft vorgestellt, dessen Rotorblätter von Brantly geliefert wurden und mit zwei Pulsstrahltriebwerken von je 11,5 kp Schub bestückt waren. Das Leergewicht betrug ganze 59 kg, mit einem Piloten und vollem 75-Liter-Tank betrug das Abfluggewicht ca. 200 kg, 90 Mi-

nuten Flugdauer oder 160 km Reichweite waren in den Leistungsdaten angegeben.

Es würde zu weit führen, alle Privatentwicklungen auf dem Gebiet der Drehflügler zu erwähnen, der »Paracopter« von Georg Schmidt in den USA aus dem Jahre 1953 soll eine Ausnahme darstellen. Schmidt verwendete für diesen Hubschrauber selbstgebaute Pulsstrahltriebwerke, die bei einem Gewicht von nicht einmal 8 kg einen Schub von 47,5 kp entwickelten. Eine weitere Besonderheit war seine Startmethode mit Hilfe einer Preßstoffflasche und die Schalldämpfung, die er durch Wassereinspritzung in die Brennkammern erreichte. Eine Reisegeschwindigkeit von 176 km/h sowie 70 Minuten Flugdauer können weiterhin als gute Leistungen für einen Eigenbauhubschrauber gewertet werden.

Das von R. Gaucher 1956 in Frankreich ausgearbeitete Projekt eines »Remicopter« kam mangels weiterer Unterstützung nicht zum Tragen, während die 1953 von der AISA in Spanien betriebenen Hubschrauberentwicklungen mit Pulsstrahlantrieb trotz staatlicher Unterstützung nur zu Versuchsaufbauten führten.

In der Sowjetunion wurde 1950 als einsitziger Hubschrauber mit Pulsstrahltriebwerken ein »Schereb-zow« nur als Versuchsmuster gebaut, desgleichen acht Jahre später in Polen der Experimentalhubschrauber JK-1 »Trzmiel«.

Mischgasantriebe

Interessanter waren die Experimente, die 1950 in Frankreich durchgeführt wurden, um den enorm kraftstoffverbrauchenden Kaltluftantrieb durch ein Heißgasprinzip zu ersetzen. René Dorand, der aus der Zusammenarbeit mit Bréguet auf jahrelange Erfahrungen in Hubschrauberkonstruktionen zurückblicken konnte, hatte 1950 ein eigenes Unternehmen, die Société des Giravions Dorand, gegründet. Seine Versuche liefen darauf hinaus, die von einer Turbine erzeugten Heißgase zu den Blattspitzen zu leiten. Nachdem er sich darüber im klaren war, daß der Blattaufbau wegen der zu erwartenden hohen Temperaturen mit den vorhandenen Werkstoffen nicht möglich war, vermischte er die von der Turbine kommende Heißluft mit von einem Kompressor verdichteter Kaltluft. Die

Mischung hatte eine Temperatur von 140 Grad Celsius und wurde durch Schlitze an den Blattspitzen mit einer Geschwindigkeit von 200 m/sek ausgestoßen.

Für die erforderlichen Aufbauten in Originalgröße mangelte es der Gesellschaft an finanziellen Mitteln, die verschiedenen Projekte wurden nur als Versuchsaufbauten ausgeführt. Georges Lepère und Robert Pouit, die in ihrer Giravia Company die Temperaturprobleme nicht durch Mischung, sondern durch zwei getrennte Leitungen bewältigen wollten, besaßen die Möglichkeiten für die Versuchsaufbauten bei der Société Nationale de Constructions Aeronautiques du Sud Ouest (SNCASO). Sie leiteten die Heißluft durch ein Edelstahlrohr, ein Kaltluftstrom, der das Stahlrohr im hohlen Rotorblatt umhüllte, sollte als Wärmeisolator dienen. In der Praxis führten jedoch Temperaturschwankungen an den Austrittsdüsen zu Leistungsverlusten. Fiat in Italien versuchte 1957 bei seinem Prototyp-Modell 7002 den reaktionsfreien Antrieb wiederum mit einem 530-PS-Turbo-Generator nach dem Kaltluftprinzip (cold jet type). Auch dieses Gerät mit einem Abfluggewicht von 1400 kg wurde nicht in Serie gebaut.

Kaltluftreaktionsantrieb für einen Kranhubschrauber

Das größte Projekt eines Kaltluftreaktionsantriebs hatte im Juli 1946 mit einem Vertrag der Kellet Aircraft Corporation und der U.S. Army Force begonnen, letztere hatte hierzu den Baron Friedrich von Doblhoff als sachverständigen Berater abgestellt.

Die Aufgabenstellung bei diesem Projekt XH-17 lautete, ca. 9 t Last (20 000 engl. Pfund) über eine Strecke von 81 km (50 Meilen) durch die Luft zu befördern.

In der ersten Phase war ein Rotorprüfstand mit dem Antriebsaggregat für eine bodengebundene Erprobung zu erstellen, die zweite Phase der Entwicklung sollte sich auf die Rumpfgestaltung, Cockpitauslegung und Flugsteuerung erstrecken. Als Chefkonstrukteur war Lee Douglas verantwortlich, der mit der Unterstützung durch die General Electric auf dem Triebwerksektor rechnen konnte.

Der Zweiblattrotor für den mit einem Abfluggewicht von 18 t geplanten Hubschrauber erhielt mit 39,6 m Durchmesser und einer Breite von 1,8 Metern kolossale Abmessungen, das Gewicht eines einzelnen Blattes betrug 2270 kg. Diese enormen Gewichtsanteile konnten in Kauf genommen werden, weil bei dem direkten Antrieb das noch viel höher liegende Gewicht eines Hauptgetriebes entfiel. Der Rotorkopf wurde nach den Doblhoff-Entwürfen mit Y-förmigen Zuleitungen aufgebaut. Zwei General-Electric-Turbinen als Kompressoren brachten an den Blattspitzen jeweils 1000 PS effektive Leistung, dementsprechend mußte eine Kraftstoffzufuhr zur Verbrennung an den Austrittsdüsen für jeweils 3500 PS Schubleistung eingeplant werden.

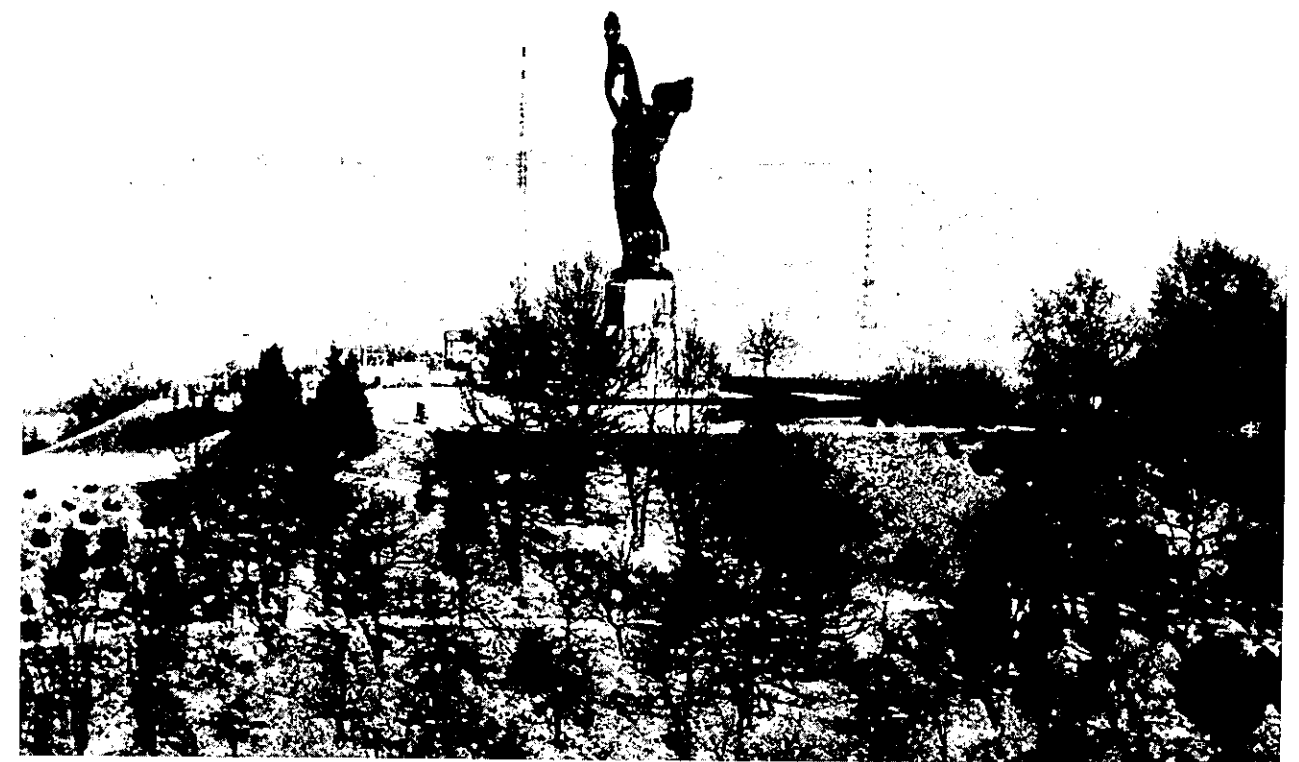
1949 konnte die Auslegung für dieses Riesenprojekt verabschiedet werden, zu diesem Zeitpunkt jedoch mußte das Familienunternehmen Kellet Aircraft Corporation seinen Bankrott erklären und konnte sich nur damit retten, daß es das Gesamtprojekt XH-17 für 250 000 Dollar an Howard Hughes verkaufte.

Der Rotorprüfstand und die Turbinen wurden abgerüstet und in den Werkanlagen der Hughes Aircraft in Culver City, Kalifornien, wieder aufgebaut, ein Teil der Entwicklungsmannschaft blieb beim Projekt.

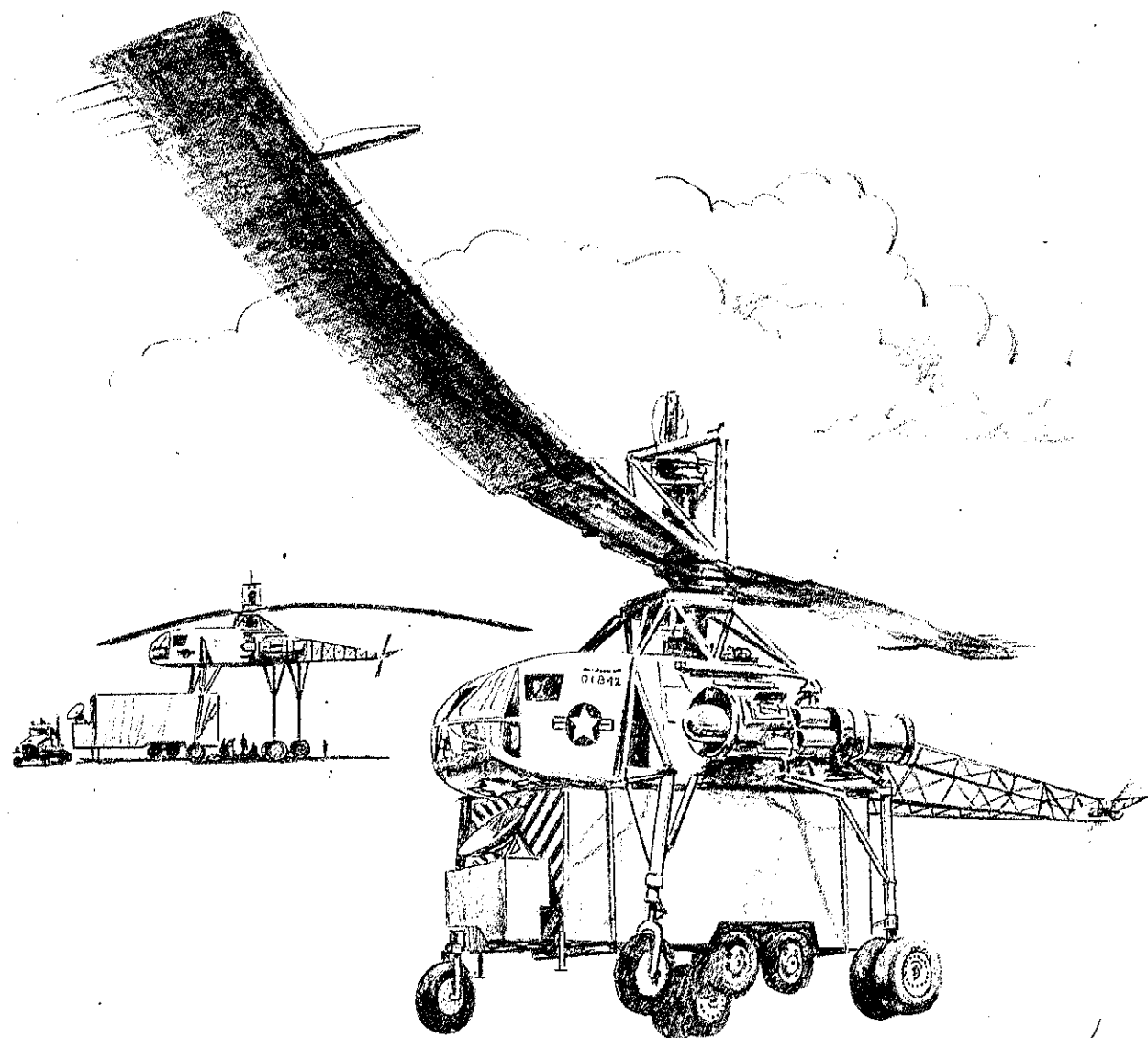
1950 begannen in Culver City die ersten Bodenläufe, fast wäre hierbei die ganze Anlage auseinandergefliegen, als durch einen Fehler an der Taumelscheibe die Blattwinkelverstellung einen alle Berechnungen übersteigenden Auftrieb herbeiführte. Die an der Rumpfstruktur entstandenen Schäden machten einen Neuaufbau erforderlich, bei dem sofort die zweite Konstruktionsphase mit der Erstellung einer fliegenden Erprobungsplattform eingeleitet wurde. Zur Entlastung der Hauptrotorlagerung erhielt die XH-17 einen Heckausleger mit waagrechten Stabilisatoren und einen Heckrotor.

In Anwesenheit von Howard Hughes, der sich in die Arbeiten an diesem Projekt bis dahin nicht eingeschaltet hatte, fand am 23. Oktober 1952 ein Erstflug statt. Pilot bei diesem Manöver mit einer Flughöhe von 30 cm und einer Flugdauer von knapp einer Minute war Gale Moore von der Hughes Aircraft Co.

In der weiteren Flugerprobung erreichte die XH-17 immerhin Geschwindigkeiten bis 110 km/h bei einem vollen Abfluggewicht von 22 680 kg. Mit 88 Umdrehungen pro Minute drehten die Riesenrotoren relativ langsam, trotzdem betrug die Geschwindigkeit an den



Fiat 7002 über dem Magdalena-Hügel bei Turin.



Für 250 000 Dollar erwarb Howard Hughes den Schwerlasthubschrauber von Kellet.

Blattspitzen 200 m/sek. Eine Lärmentwicklung war lediglich an den Austrittsdüsen bemerkbar, problematisch war die strukturelle Belastung der Rotorblätter, die sich vor allem an den Nieten zeigte. 1955 war die Materialermüdung so weit fortgeschritten, daß die

Flugerprobung eingestellt werden mußte. Das Projekt kam zum Erliegen, da insbesondere bei Sikorsky und Boeing-Vertol erfolgversprechende Großhubschrauberkonstruktionen mit Haupt- und Heckrotor Serienreife erreichten.

Niederdruck-Reaktions-Versuchsaufbau in Ottobrunn bei München

Der Bölkow Entwicklungen KG in Ottobrunn bei München blieb es vorbehalten, 1964 wiederum einen Schwerlastversuchsrotor aufzubauen, der für etwa 20 t Nutzlast geplant war. Zum Antrieb des Rotors wurde eine General-Electric-Zweikreis-Turbine mit 18 000 PS Maximalleistung verwendet, der Dreiblattrotor mit

31 m Durchmesser erreichte an den Blattspitzen eine Geschwindigkeit von 190 m/sek. Jedes einzelne Blatt war 12,9 m lang bei 2,4 m Blattiefe. Das Mischgas mit 250 Grad Celsius wurde mit 1,65 atü Druck an den Blattspitzen durch Schaufelgitter umgelenkt. Prinzipiell wurden für den Konstruktionsaufbau wesentliche Erkenntnisse gewonnen. Die Arbeiten am schweren Lastenhubschrauber mit Niederdruck-Reaktionsantrieb Bölkow BO-X wurden eingestellt, nachdem die militärischen Forderungen nicht mehr bestanden.

Schwerlastversuchsrotor mit Niederdruckreaktionsantrieb auf dem Prüfstand der Bölkow GmbH in Ottobrunn bei München.



Tandemhubschrauber finden ihre Gewichtsklasse

Die Tandem-Rotoranordnung wurde praktisch erstmals von Nicholas Florine in Belgien vorgestellt, der mit Regierungsunterstützung im belgischen Luftfahrtlaboratorium in Rhode/St. Germain 1927 zielbewußt nur diesen Aufbau im Sinn hatte. Florine benötigte damals sechs Jahre, um einen flugfähigen Hubschrauber fertigzustellen. Wegen der Erfolge von Bréguet, Flettner und Focke stand sein Projekt jedoch nicht im Blickpunkt und die Förderungsmittel waren zu begrenzt, um ihm zu einem größeren Erfolg zu verhelfen.

Piaseckis »Fliegende Bananen«

Frank Nicholas Piasecki gelang es in den USA, über Rockefeller und Dupont die erforderlichen finanziellen Mittel zu mobilisieren, um diesen Hubschraubertyp in größerem Umfang durchzusetzen.

Piasecki hatte bei der Kellet Aircraft Corporation und bei der Platt LePage Aircraft Company (XR-1 nach Focke-Vorbild) als Konstrukteur an verschiedenen Hubschrauberprojekten gearbeitet, bevor er mit einer Gruppe von Ingenieuren ein eigenes »Forum für Drehflügler-Entwicklungen« gründete. Als erster Inhaber einer Hubschrauberpilotenlizenz in den Vereinigten Staaten war er in diesem Forum nicht nur Konstrukteur, sondern auch Cheftestpilot. Die Gruppe, mit Piasecki, Venzi und Daland an der Spitze, brachte 1943 als erstes Projekt einen Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor heraus, den einsitzigen PV-2, und gewann 1944 einen Kontrakt der U.S. Navy zur Entwicklung eines Marine-Hubschraubers. Im Rahmen dieses Vertrages wurde die PV-3, die erste »fliegende Banane«, gebaut.

Bereits im März 1945 konnte Piasecki mit der »Banane« zum Erstflug starten und der Fachwelt einen für damalige Verhältnisse äußerst geräumigen und leistungsfähigen Hubschrauber vorstellen. Die PV-5 erhielt einen 600-PS-Pratt & Whitney-Motor, der auf ein in der Rumpfmittle angeordnetes Getriebe wirkte. Vom Hauptgetriebe führten Antriebswellen zu den

Übersetzungsgetrieben für den vorderen und rückwärtigen Dreiblattrotor. Die Länge des Rumpfes betrug 14,4 m, die Rotoren hatten einen Durchmesser von je 12,5 m. Das Platzangebot im Rumpf betrug mehr als 11 m², ausreichend für zehn Sitze oder einen Frachtraum, je nach Verwendungszweck des Hubschraubers.

Mit einem maximalen Abfluggewicht von 3150 kg flog die PV-3 mit einer Reisegeschwindigkeit von 144 km/h, erreichte eine Dienstgipfelhöhe von 3200 m und hatte eine Reichweite von 424 km.

1946 ermöglichten die Erfolge der »Banane« die Gründung der Piasecki Helicopter Corporation mit Kapitalbeteiligung von Rockefeller und Dupont. Piasecki gewann eine weitere Ausschreibung der U. S. Navy, welche die PV-3 als HRP-1 »Rescuer« bereits übernommen hatte und konstruierte hierfür die PD-14 in der heute noch bei der Boeing-Vertol »Chinook« bewährten Form mit geradem Rumpf.

Der Prototyp der PD-14, der 1947 erstmals flog, ist ebenso wie die spätere Serienausführung PD-18 (HUP-1 »Retriever« = Apportierhund) mit einem Abfluggewicht von 2450 kg in die Größenordnung der Leichterhubschrauber einzureihen. Er war für die Stationierung auf Kriegsschiffen vorgesehen und erhielt zusammenlegbare Rotorblätter, um die Unterbringung auf engem Raum zu ermöglichen. Seine Rumpflänge betrug 9,75 m, der Durchmesser der Dreiblattrotoren belief sich auf 10 m. Der sechssitzige Hubschrauber, der mit einem 525-PS-Continental-Motor ausgerüstet war, flog mit einer Reisegeschwindigkeit von 130 km/h und hatte eine Reichweite von 574 km. Die Stabilität der PV-14 erwies sich, als der Hubschrauber in der Erprobung bei einer Demonstration seiner Belastbarkeit aus einem senkrechten Sturzflug vom Piloten nur mit einem Looping abgefangen werden konnte. Das somit unfreiwillig ausgeführte Manöver darf dennoch als erster mit einem Hubschrauber geflogener Looping betrachtet werden.

Mit einem 550-PS-Continental-Motor und einem Rotordurchmesser von 10,67 m wurde 1948 die HUP-2

gebaut, die unter der Typenbezeichnung H-25 »Army Mule« (Heeresmaultier) auch beim amerikanischen Heer Verwendung fand. Der Hubschrauber konnte je nach Bedarf mit sechs Sitzplätzen oder drei Sitzplätzen und drei Krankentragen eingerichtet werden und erhielt hierbei eine Rettungswinde, mit der die Tragen direkt in den Kabinenraum eingeschwenkt werden konnten. Insgesamt wurden 215 HUP-1 und HUP-2 gebaut und abgeliefert, 15 hiervon an die französische Marine.

Eine neue Serie der bewährten »Banane« wurde 1948 aufgelegt, dieser Typ PD-17 (HRP-2) hatte im Rumpfaufbau einige Verbesserungen erhalten, die sich vor allem in der Vibrationsfreiheit auswirkten. Motor und Rotor entsprachen dem Grundtyp PV-3, als äußeres Merkmal der PV-17 ist eine umfangreichere Kanzelverglasung zu erwähnen, die bessere

Rundumsicht bot, und eine Schiebetür anstelle der Schwingtüren zum Passagier- und Frachtraum.

Die größte Verbreitung fanden die Hubschrauber mit der markanten Bananenform ab 1952 in der Baureihe PD-22, die als H-21 »Work Horse« (Arbeitspferd) bei U.S. Air Force und U.S. Army Verwendung fand. Piasecki ging mit dieser Baureihe erstmals zu einer mittleren Gewichtsklasse über, mit einem Abfluggewicht von 5200 kg waren die Hubschrauber für 2050 kg Nutzlast ausgelegt und konnten 20 voll ausgerüstete Soldaten oder 12 Patienten auf Tragen befördern.

Während die H-21 A noch ein auf 1150 PS Leistung gedrosseltes Triebwerk hatte, belief sich die Leistung der H-21 B und H-21 C auf 1425 PS, vollgetankt hatten die Hubschrauber eine Reichweite von über 800 km.

Seitenansicht der Piasecki-Vertol H-21 »Banane«.





Die H-21 von rückwärts betrachtet.

Bei Leichthubschraubern war der Aufwand für die Tandemrotoranordnung nicht rentabel

Neben Piasecki befaßten sich in der Zeit von 1946 bis 1948 auch einige weitere Firmen mit der Entwicklung von Leichthubschraubern mit Tandemrotoranordnung.

Beim Versuchstyp »Cloudduster«, den Ronald de Lackner 1946 in den USA vorstellte, war der 135-PS-Motor unterhalb des rückwärtigen Rotorpaares untergebracht, das vordere Rotorpaar wurde über eine Welle betrieben. Bei seiner nächsten Konstruktion ging de Lackner mit dem Prototyp »Helivector« zum coaxialen Rotorsystem über.

D. K. Jovanovich hingegen, der als erstes einen Koaxialhubschrauber konzipiert hatte, baute 1946 in seiner Helicopter Engineering Research Corporation einen zweisitzigen Tandemhubschrauber mit einem 100-PS-Franklin-Motor und später (1951) bei der McCulloch Motor Corporation zusammen mit Frank Kosloski eine leistungsstärkere Ausführung mit einem 200-PS-Motor. Bei diesem Hubschrauber mit einer

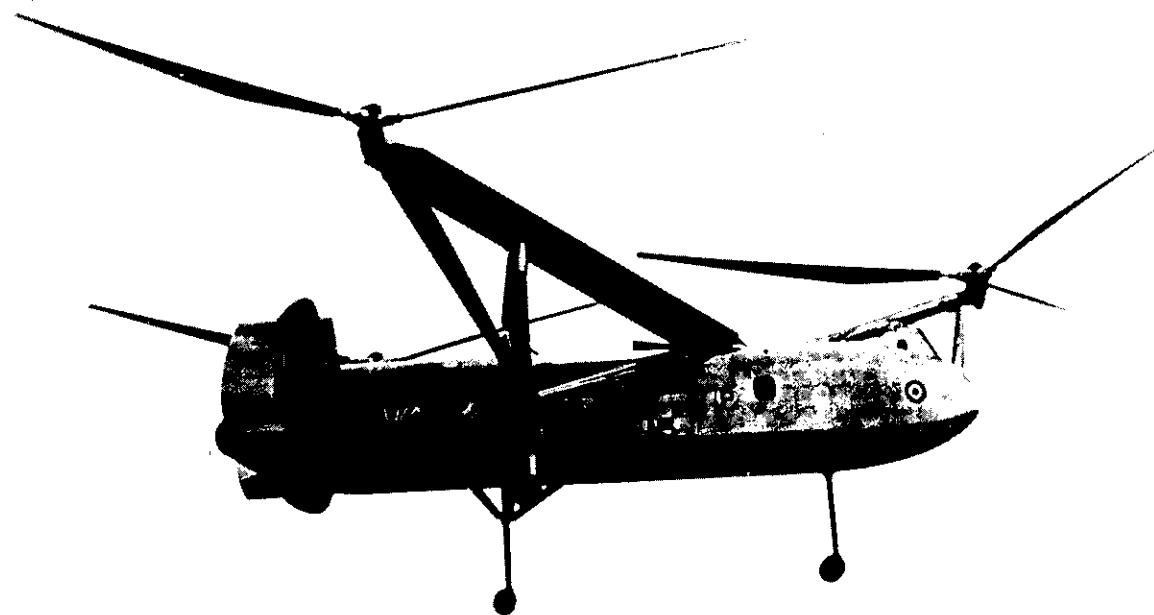
Rumpflänge von 9,88 m betrug der Rotordurchmesser 7,01 m, somit überdeckten sich die Rotorebenen in größerem Umfang, um im Horizontalflug den Rotorabwind auf eine engere Fläche zu begrenzen. Im eigenen Unternehmen, der Jovair Corporation, baute Jovanovich dann die Jovair 4 A als leichten Tandemhubschrauber für die Schulung und für die Agrarfliegerei sowie die Jovair »Sedan« 4 E als viersitzigen Reishubschrauber. Mit einem 210-PS-Franklin-Motor hatte der Jovair »Sedan« bei 664 kg Leergewicht ein Abfluggewicht von 1043 kg aufzuweisen und erreichte mit seiner aerodynamisch sehr ansprechenden Formgebung eine Spitzengeschwindigkeit von 145 km/h. Die Reisegeschwindigkeit lag bei 129 km/h, die Reichweite betrug 400 km.

Mehrrotorige Hubschrauber in Großbritannien

In Großbritannien hatte die Bristol Aircraft Company mit der »Sycamore« einen Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor in der Gewichtsklasse bis 2500 kg nach

Kürzungen des Verteidigungshaushalts bedeuteten das Ende für die Bristol »Belvedere«.





Zu den großartigsten Projekten in Großbritannien gehörte neben der »Rotodyne« und »Belvedere« die Cierva W-11 »Air Horse«.

eigenem Konzept erfolgreich herausgebracht. Für eine vergrößerte Version wurde das Gerät mit den gleichen dynamischen Komponenten 1948 in Tandemausführung gebaut.

1951 flog die Bristol 173 Mk I mit den Rotoren der »Sycamore« in doppelter Ausführung, sie waren über Wellen und ein Zwischengetriebe synchronisiert und drehten in der Tandemanordnung gegenläufig. Das Zwischengetriebe übernahm weiterhin die Aufgabe, bei Ausfall eines Motors die volle Leistung des ande-

ren auf beide Rotoren zu übertragen, so daß der Hubschrauber auch einmotorig fliegen konnte. Schwierigkeiten ergaben sich bei dieser Konstruktion in der Bodenresonanz und in der Flugstabilität. Immerhin war diese Bristol 173 Mk I mit zwei 550-PS-Alvis-Leonides-Motoren ausgerüstet, deren volle Leistung mit 1100 PS genutzt wurde. Das Abfluggewicht lag mit 4800 kg fast doppelt über dem der »Sycamore« und auch in der Zuladungskapazität war der 14sitzige Tandemhubschrauber dem 5sitzigen »einrotorigen« Stallgefährten überlegen.

Nach einigen Verbesserungen, die beim zweiten Modell Bristol 173 Mk II immer noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse brachten, wurde 1955 die Bristol 173 Mk III mit Vierblattrotoren und zwei 850-PS-Motoren ausgerüstet. Mit Stummelflügeln am Bug und am Heck sollten die Vibrationen vermindert und die Flugstabilität erhöht werden, die Umrüstung auf Turbinentriebwerke wurde vorbereitet.

Ein Auftrag über 68 Hubschrauber dieses Typs als Bristol 191 in ASW-(Anti-Submarine-Warfare-)Ausführung für die Royal Navy wurde im Rahmen der Kürzungen des Verteidigungshaushaltes storniert, die von Bristol vorgeschlagene zivile Version (Bristol 192) wurde von den British European Airways nicht akzeptiert, so daß dieses aussichtsreiche Projekt nicht weitergeführt werden konnte.

Die nach der Übernahme der Drehflüglerabteilung der Bristol Aircraft Manufacturing Company durch die Westland Aircraft Ltd. entwickelte »Belvedere« konnte sich in Großbritannien ebenfalls nicht durchsetzen, obwohl es sich auch hierbei um eine technisch ausgereifte und für die Zukunft erfolversprechende Konstruktion handelte.

Der ca. 10 Jahre vorher in England bei der Cierva Rotorcraft Ltd. (Direktor Wing-Commander C. C. Weir, technischer Direktor J. S. Shapiro) entwickelte dreirotorige Großhubschrauber Cierva W-11 »Air Horse« kann als Sonderform der Tandemausführung betrachtet werden. Er war mit einem 1620-PS-Rolls-Royce-Motor ausgerüstet und hatte damit das gleiche Triebwerk wie die »Spitfire«. Die Rotoren hatten einen Durchmesser von je 14,32 m, das Abfluggewicht betrug 9 t. Der Erstflug fand im Dezember 1948 in Southampton statt. Obwohl die Cierva W-11 damals der größte Hubschrauber war, galt sie als Prototyp für eine noch größere Ausführung, die 1950 mit zwei Triebwerken im Bau war.

Nach einem Absturz der W-11, bei dem die Besatzung ums Leben kam, wurde das Dreirotoresprojekt eingestellt.

Ein Verbundhubschrauber mit seitlich angeordneten Rotoren und ein Doppeltandemhubschrauber

Mit zwei Rotoren auf Auslegern wurde der Verbundhubschrauber Kamow Ka-22 »Wintokryl« ausgerü-

stet, der 1961 beim Tag der Luftfahrt in Moskau erstmals öffentlich in Erscheinung trat. Zwei Turbinen mit je 5622 PS, die unterhalb der Rotoren an den Tragflächen montiert waren, verhalfen der »Wintokryl« zu verschiedenen Rekordleistungen, von denen ein Geschwindigkeitsrekord mit 356,3 km/h und ein Höhenrekord auf 2000 m mit 16 t Zuladung besonderes Aufsehen erregten.

Die »Wintokryl« übertraf mit einem Fassungsvermögen von 80 Passagieren alle im Flugbetrieb befindlichen Hubschrauber ihrer Zeit, in der Anzahl der Rotoren jedoch wurde sie von dem amerikanischen Leichthubschrauber »Quadrotor« der Convertawings überboten. Es handelte sich hierbei um einen Doppeltandemhubschrauber mit vier Rotoren von je 6 m Durchmesser auf Auslegern. Das Abfluggewicht betrug ca. 1 t, die Flugeigenschaften wurden sehr gut beurteilt. Wegen der aufwendigen Blattsteuerung konnte sich die »Quadrotor« jedoch nicht durchsetzen. Die weiterhin geplante Convertawings 1 E mit 19 t Abfluggewicht und einer Sitzplatzkapazität für 70 Passagiere wurde nicht gebaut, weil die hierfür erforderlichen finanziellen Voraussetzungen fehlten.

Bell und Sikorsky experimentieren ebenfalls mit der Tandemrotoranordnung

Die Bell Aircraft Corporation, die sich auf dem Gebiet der Leichthubschrauber mit Haupt- und Heckrotor eine führende Position erobert hatte, versuchte 1953 mit einem Tandemhubschrauber in eine größere Gewichtsklasse vorzudringen. Für eine Ausschreibung der U.S. Navy wurde die Bell 61 als U-Boot-Jäger gebaut. Ein 2400-PS-Pratt & Whitney-Motor betrieb die in Tandemausführung angeordneten Bell-Zweiblattrotoren mit je 15,7 m Durchmesser des 12-t-Hubschraubers, der sich jedoch gegen die Konkurrenz der bei der Navy eingeführten Sikorsky- und Kaman-Typen mit Haupt- und Heckrotor nicht durchsetzen konnte. Auf der anderen Seite wurde auch bei Sikorsky mit dem Prototyp S-54 die Tandemrotoranordnung erprobt. Die Erfahrungen ergaben hierbei, daß ein Heckrotor im Vorwärtsflug nicht mehr Leistung benötigt, als bei Tandemrotoren durch die gegenseitige Beeinträchtigung verloren geht.

Auch im Fernen Osten wurde ein Prototyp gebaut

General Chu mußte 1952 in Taiwan feststellen, daß sich ein Tandemhubschrauber mit seinem komplizierten Aufbau erst in den oberen Gewichtsklassen rentiert. Sein Tandemmodell mit einem 190-PS-Lycoming-Motor und einem Abfluggewicht von 930 kg zeigte durchaus brauchbare Flugeigenschaften, war jedoch im Vergleich zu den Hubschraubern mit Haupt- und Heckrotor im Grundaufbau zu aufwendig.

Die Jak-24 mit 24 m Rumpflänge

Mit erheblichen Anfangsschwierigkeiten in einer viel größeren Gewichtsklasse hatte der russische Konstrukteur Alexander Jakowlew zu kämpfen, bevor sein Riesentandemhubschrauber Jak-24 endlich flügge wurde. Ähnlich der Bristol 173, die mit zwei Rotorpaaren der »Sycamore« aufgebaut wurde, hatte man bei der Jak-24 zwei Rotorpaare der Mi-6 genommen, um hiermit einen »fliegenden Lastzug« aufzubauen. Die ersten beiden Prototypen hatten immerhin eine Rumpflänge von 24 m gegenüber den 16,6 m der Bristol-Tandemhubschrauber aufzuweisen, und so ist es nicht verwunderlich, daß die Vibrationsschwierigkeiten recht beträchtlich waren.

Die erste Jak-24 zerbrach bei Bodenläufen in zwei Teile, die zweite, deren Erstflug 1953 stattfand, war bei der weiteren Flugerprobung in der Luft bereits eingeknickt, als es dem Piloten dennoch gelang, mit einem Notlandemanöver heil herunterzukommen. Das war bei einem Hubschrauber mit einem Leergewicht von 12 t ein reiner Glücksfall und für die Konstrukteure überhaupt kein Grund, das Projekt aufzugeben.

Auf der sowjetischen Luftfahrtschau in Tuschino wurden 1955 vier Jak-24 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Im Dezember des gleichen Jahres stellten die Piloten G. Tinjakow und E. Milutitjew mit der Jak-24 zwei Weltrekorde auf, einen Höhenrekord mit 5082 m bei einer Zuladung von 2 t und einen Lastrekord über

eine Höhe von 2000 m mit 4 t Zuladung. Der ursprünglich mit zwei Kolbenmotoren von je 1450 PS ausgerüstete Hubschrauber wurde in der Folge mit noch leistungsfähigeren Motoren zu je 1700 PS gebaut und später auch auf Turbinentriebwerke umgerüstet.

Boeing-Vertol übernimmt das Piasecki-Konzept

Piasecki hatte sich inzwischen nicht auf seinen Lorbeeren ausgeruht. Sein »Heeresmaultier«, die H-25, erfuhr mit zwei 700-PS-Wright-Triebwerken eine Leistungsverstärkung und mit der PH-42 brachte er auch eine zivile Version der H-21 »Banane« heraus.

Mit der Entwicklung des Schwerlasthubschraubers PV 15 hatte Piasecki 1953 begonnen. Nachdem mehr als 500 Tandemhubschrauber aus seiner Produktion hervorgegangen waren, wurde sein Werk 1956 als Vertol Aircraft Corporation umfirmiert und bald darauf von Boeing übernommen. Piasecki widmete sich fortan vorwiegend entwicklungstechnischen Problemen in seiner eigenen Firma Piasecki Aircraft Co. Mit Tandemhubschraubern trat er hierbei nicht mehr in Erscheinung. Für die U.S. Army entwickelte er den »Airgeep« mit ummantelten Rotoren, der ein Radlandegetell aufzuweisen hatte, und den »Seageep« mit Schwimmern. Obwohl diese Geräte den Eindruck erweckten, nur im Bodeneffekt flugfähig zu sein, konnten sie sich auch in größeren Höhen bewegen, wurden aber nicht in Serie gebaut. Als Compound-Hubschrauber für höhere Geschwindigkeiten mit einem Hauptrotor, Tragflächen und einem Mantelpropeller am Heck brachte Piasecki darüberhinaus den Prototyp »Pathfinder« heraus, von dem jedoch ebenfalls nur Versuchsmuster gebaut wurden.

Bei Boeing-Vertol wurde die H-21 »Shawnee« in ziviler Ausführung als Vertol-Modell 44 weitergebaut und bei New York Airways und Sabena im Linienverkehr eingesetzt. Im weiteren Produktionsprogramm folgten die Vertol-Typen 107 (CH-46 »Sea Knight«) und 114 (CH-47 »Chinook«).

Anhang

Umrechnungsfaktor

Die Leistungsangaben beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf die jeweiligen Startleistungen (Höchstleistungen) in PS.

1 PS = 0,7355 kW (1 kW = 1,3596 PS)

Aerodynamische Grundbegriffe

Drehflügler (Rotorcraft)

Hubschrauber (Helicopter)

Die Drehflügel (Rotoren) werden von einem oder mehreren Motoren angetrieben.

Tragschrauber (Autogiro)

Die Drehflügel (Rotoren) werden vom Fahrtwind in Umdrehung gebracht, mit dem Motor wird nur der Propeller für den Vortrieb betrieben.

Flugschrauber (Gyroplane)

Der Motor treibt Propeller und Rotoren an.

Kombinationsflugschrauber (Compoundhelicopter)

Mit zusätzlichen Tragflächen für den Reiseflug.

Verwandlungshubschrauber (Convertiplane)

Mit Kipprotoren oder Kippflügeln, an denen die Rotoren angebracht sind für den senkrechten Start (Rotorebene waagrecht), für den Übergang zum Horizontalflug (Rotorebene senkrecht) und für die Landung (Rotorebene waagrecht).

Hubschrauber-Rotoranordnungen für den Drehmomentausgleich

Haupt- und Heckrotor. Tandemrotoren, entgegengesetzt drehend. Koaxialrotoren, entgegengesetzt drehend. Ineinanderkämpfende Rotoren mit V-Stellung der Rotorachsen. Nebeneinander auf Auslegern angeordnete Rotoren. Blattspitzenantrieb ohne Reaktionsmoment.

Bodeneffekt

Der Bodeneffekt wird im Schwebeflug wirksam, wenn der Abstand des Rotors vom Boden kleiner ist als der Rotordurchmesser.

Bedienungselemente

Der kollektive *Blattverstellhebel* wird betätigt, um den Gesamtschub zu verändern, und ermöglicht gleichzeitig den Vertikalflug (aufwärts oder abwärts). Am Blattverstellhebel befindet sich hierfür ein Gasdrehgriff, bei modernen Hubschraubern erfolgt die Drehzahlregulierung automatisch. Der *Steuerknüppel* (cyclic stick) wird für Vorwärts-Rückwärts-Seitwärts-Flugmanöver betätigt. Bei fast allen Hubschraubern wird die periodische Änderung des Anstellwinkels der Rotorblätter mit Hilfe einer Taumelscheibe erzeugt. Die *Seitenpedale* dienen zur Steuerung um die Hochachse und zusätzlich zum Drehmomentausgleich zur Stabilisierung im Schwebeflug.

Rotorsysteme

Schlaggelenke dienen beim Vorwärtsflug zum Ausgleich des unterschiedlichen Auftriebes, der sich beim vorwärtsdrehenden (vorlaufenden) Rotorblatt durch die Addition der Fluggeschwindigkeit und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Blattes mit einer Schlagbewegung nach oben und beim rücklaufenden Blatt mit einer Schlagbewegung nach unten auswirkt.

Schwenkgelenke wirken in der Drehebene und dienen dem Ausgleich der durch die Schlagbewegung auftretenden Coriolis-Kräfte.

Bei *halbstarren* Rotorsystemen sind die (2-Blatt-)Rotoren starr an einen Ring angeschlossen, der mit der Rotorwelle halbkardanisch verbunden ist. (Beispiele: Bell, Hiller).

Gelenklose Blattanschlüsse wurden mit elastischen Stahllamellen (Beispiel: Hughes 500) oder Verwendung neuer Werkstoffe (Beispiel: Glasfaserverstärkter Kunststoff -GFK- bei der MBB BO 105) entwickelt.

Abkürzungen

FAA	Federal Aviation Administration, Washington (oberste Luftfahrtbehörde der USA)
F.A.I.	Fédération Aéronautique Internationale in Paris (Protokollbehörde für Rekorde in der Luftfahrt)
LBA	Luftfahrt-Bundesamt, Braunschweig

S.N.C.A.S.E. Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud-Est, nach 1945 Nachbau der Focke Fa 223 (SE 3000) in Serie: SE 312 Alouette

S.N.C.A.S.O. Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud-Quest, nach 1945 Nachbau der WNF 342 (v. Doblhoff, Dr. Laufer), Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb Ariel, Djinn, Farfadet

Aus der S.N.C.A.S.E. und S.N.C.A.S.O. ist 1957 die Sud Aviation entstanden.

S.N.C.A.C. Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Centre, nach 1945 Nachbau des Flettner-Hubschraubers (NC 2001)

S.N.C.A.N. Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Nord nach 1945 Prototypenbau der Cantineau »Norelfe«

Aus der S.N.C.A.C. und S.N.C.A.N. ist 1956 die Nord Aviation entstanden.

Ab 1970 wurden Sud Aviation und Nord Aviation in der S.N.I.A.S. Société Nationale Industrielle Aérospatiale zusammen gefaßt, die heute als »Aérospatiale« das französische Staatsunternehmen darstellt.

W.N.F. Wiener Neustädter Flugzeugwerke (bis 1945)

Z.A.G.I. Zentralinstitut für Aero- und Hydrodynamik (Zentralnyj Aerogidrodinamitscheskij Institut)

Zeittafel

Um

1500 Leonardo da Vinci Helix

1754 Lomonossow Auftriebsmessungen mit Koaxialrotoren

1768 Paucton »Ptérophore« für Muskelkraftbetrieb

1781 Blanchard »Fliegendes Schiff«

1784 Launoy und Bienvenu Spielzeug-Modell, koaxial

1816 Jakob Degen Koaxialmodell mit Uhrwerk-Antrieb

1818 Graf Lambertye Flugmaschine »Aérienne«

1820 Segurier Koaxialhubschrauber-Entwurf

1828 Sarti »Aereo Veliero« mit zwei Rotormasten

1842 Philips »Rasensprenger« mit Blattspitzenantrieb

1842 Taylor Entwurf mit Blattwinkelverstellung

1843 Bourne Koaxialhubschraubermodelle

1843 Cayley Koaxialrotor-Paare, Dampfmaschinenantrieb

1845 Cossus Hauptrotor und Kipprotoren

1851 Aubaud und LeBris Hubschrauber mit Tandemrotor-Anordnung

1859 Bright koaxiale Rotoranordnung

1861 d'Amecourt Koaxialhubschrauber

1861 de la Landelle Dampfmaschinen-Luftschiff-Hubschrauber

1862 Crowell Kipprotoren

1862 Nelson Kipprotoren

1862 Powers Tandemrotoranordnung

1869 Jules Verne Elicoptère »Albatross«

1869 Lodygin Entwurf mit Haupt- und Heckrotor

1870 Penaud Koaxialhubschrauber Modell

1871 Rykatschow 4-Blatt-Rotor mit Federwerk

1871 Pomes und de la Pauze Luftschraube mit Schießpulverantrieb

1874 von Achenbach Hauptrotor mit Dampfmaschinenbetrieb

1877 Renoir Entwurf mit Muskelkraftantrieb

1877 Delprat Fahrradhubschrauber

1877 Lewis »Fliegende Gartenlaube«

1877 Forlanini Modell eines Dampfmaschinenhubschraubers

1877 Castel Hubschraubermodell mit Druckluftantrieb

1878 Ward Hubschrauber-Scheibe mit schrägen Flächen

1878 Linfield 9 Rotoren übereinander

1879 Griese 1. deutsches Patent für einen Hubschrauberentwurf

1879 Quinby Schraubenflieger-Entwurf

1879 Melikoff Rotorschirm mit (Äther) Gasturbine

1880 Dudgeon Hubschrauben mit Elektroantrieb

1885 Edison Berechnung der erforderlichen Motorleistungen

1885 Ayres Fahrradhubschrauber

1885 Owens Seitlich angeordnete Rotoren

1886 Fosters Neigbare Rotormasten

1886 Moecke Zweiblattrotoren auf Auslegern

1888 Trouvé Gefesselte Rotorplattform

1888 de Graffigny Luftschiff mit Koaxialrotoren

1892 Veyrin Neigung der Rotorebene bis 45°

1893 Parsons Modellhubschrauber mit Hauptrotor

1893 Craig Tandemhubschrauber

1894 Wellner Ringflieger-Konstruktion

1894 Jarolimek Hubschrauber mit einer Vielzahl kleiner Rotoren

1895 Drzewiecki Propeller für vertikalen Auftrieb

1895 de los Olivos Tandemhubschrauber mit beweglichen Flächen

1895 Zenker Luftschiff mit Tandemrotoren

1896 Roots Lenkung mit Schwerpunktverlagerung

1896 Segantini Flugmaschine mit kreisenden Flächen

1896 Schörke Drehflügelkonzept mit Kipprotoren

1896 Beenen Hubschrauberkonstruktion mit Hauptrotor

1899 Rüb Koaxialhubschrauber-Entwurf

1901 Villard Schirmrotor

1901 Ganswindt »Hebeluftschraubenflugzeug«

1902 Decazes Modell mit 2 Rotoren

1904 Renard Zweiblattrotoren auf V-förmigem Gestell

1904 Faure Koaxialhubschrauber

1904 de la Meurthe und Tatin Hubschrauberentwurf mit Hauptrotor

1904 Lipkowski Koaxialhubschrauber

1905 Dufaux Koaxialrotoren auf Auslegern

1905 Treffner Koaxialhubschrauber

1905 Léger Koaxialer Fesselhubschrauber

1906 Denny, Mumford Ineinanderdrehende Rotoren

1906 Crocco Konzept der zyklischen Blattverstellung

1907 Tanski Koaxialhubschrauber

1907 v. Krempelhuber Koaxialhubschrauber

1907 Philippi Rotoren auf Auslegern

1907 Neyen Entwurf mit 5 Hub-, 10 Treib- und 6 Steuerschrauben

1907 Wedekind Tandemhubschrauber mit 10 Rotorpaaren

1907 Tatarinow 4 Rotoren auf kreuzförmigem Gestell

1907 Bréguet Bemannter Hubschrauber-Erstflug (nicht anerkannt)

1907 Cornu Hubschrauber-Erstflug mit einer Person (20 Sekunden in 30 cm Höhe)

1907 Santos Dumont Rotorpaare auf Auslegern

1907 Kimball Projekt mit 24 Rotorblättern

1907 Bertin Koaxialhubschrauber

1907 Luyties Koaxialhubschrauber

1908 Howard Wright Fesselflüge mit 2 Rotoren und 2 Propellern

1908 Porter Einrotoriger Gyroparachute

1908 Berliner Gyropter-Flugzeug

1908 Monin Koaxialhubschrauber

1909 Girop Blattspitzenantrieb mit Ventilator

1909 Strobl Aeroplane »Sperber«

1909 Baylac Hubschrauber mit 2 Rotoren und 2 Propellern

1909 Sikorsky Koaxialhubschrauber

1909 Lippe Koaxialhubschrauber

1909 Vuiton-Huber 2 ineinanderdrehende Rotoren

1909 Leftwich-Dodge Entwurf mit Dampfmaschinenantrieb

1909 Geiger Ganzmetallkonstruktion

1909 Rickman Fahrradhubschrauber

1910 Klingenberg Berechnung der Tragfähigkeit von Rotoren

1910 Krüger Koaxialhubschrauber

1910 Sternemann Koaxialhubschrauber

1910 Baumgärtl Koaxialhubschrauber

1910 Damblanc 2 Rotoren auf Auslegern am Flugzeugrumpf

1910 Crocker-Hewitt Gegenläufige Rotoren

1911 Whitehead 60 waagrecht angebrachte Propeller

1912 Jurjew Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor

1912 Ellehammer Koaxialhubschrauber mit Vortriebspropeller

1913 Decazes »Helicoplane« mit Koaxialrotor

1913 Ayers »Tetrapod« auf viereckiger Grundfläche

1914 Avezou Konstruktion mit Hauptrotor und Flächen

1914	Hirth	Schwerlasthubschrauber-Rotoraufbau
1914	Papin und Rouilly	Einblatthubschrauber mit Blattspitzenantrieb
1916	Gebrüder Rüb	Koaxialhubschrauber
1917	Petroży, Kármán und Zurovec	Gefesselte Hubschrauber-Plattform
1919	Douhéret	Koaxialhubschrauber
1919	Pescara	Koaxialhubschrauber
1920	Perrin	Tandem-Rotoranordnung
1921	Schmidt	Rotoren auf Auslegern
1921	de Bothezat	4 Rotoren
1921	Leineweber	Kipprotoren
1922	Vuia	Rotoren auf Auslegern
1922	Oemichen	Vielzahl von Rotoren
1922	Cierva	Autogiro
1924	Brennan	Propeller auf den Rotoren
1925	von Baumhauer	Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor
1925	Jurjew	Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor
1926	Rieseler	Tragschrauber
1927	Florine	Tandemhubschrauber
1927	Isacco	Propeller auf den Rotoren
1927	Bleeker	Propeller auf den Rotoren
1927	Hellesen-Kahn	Propeller auf den Rotoren
1927	Kusse	Propeller auf den Rotoren
1927	Flettner	Propeller auf den Rotoren
1928	von Asboth	Koaxialhubschrauber
1928	Zaschka	Rotationsflugzeug
1930	Passat	Schwingrotoren
1930	d'Ascanio	Koaxialhubschrauber
1930	Bréguet	Koaxialhubschrauber
1930	Hafner, Nagler	Revoplane
1933	Schmidt	Fesselhubschrauber
1934	Rieseler	Koaxialhubschrauber
1935	Flettner	Mixquirl FL 184
1936	Flettner	Mixquirl FL 185
1937	Focke	Fw 61
1938	Weir und Pullin	Rotoren auf Auslegern
1939	Sikorsky	Erstflug der VS 300
1940	Focke	Fa 223
1940	Bratuchin	Rotoren auf Auslegern (Omega I)
1940	Flettner	Fl 282
1940	AEG	Fesselhubschrauber
1941	Baumgartl	Heliofly I
1941	Nagler-Rolz	Rucksackhubschrauber
1942	Focke	Lastensegler Fa 325
1942	Focke	Schlepphubschrauber Fa 330
1942	Hafner	Rotachute
1942	Sikorsky	R 4
1943	Sikorsky	R 5
1943	Sikorsky	R 6

1943	von Doblhoff	Hubschrauber mit Blattspitzenantrieb
1944	Bell	Modell 30 mit Haupt- und Heckrotor
1944	Piasecki	PV 2 mit Haupt- und Heckrotor
1944	Firestone	XR 9 mit Haupt- und Heckrotor
1944	Hiller	Koaxialhubschrauber XH 44
1944	Kellet	Synchropter (Mixquirl)
1944	Piasecki	PV 3 (erste »fliegende Banane«)
1945	Bell	Bell 47 mit Haupt- und Heckrotor
1945	Pentecost	Hoppicopter (Rucksackhubschrauber)
1945	Chu	Koaxialhubschrauber
1945	SNCANC	2001 »Abeille« (Mixquirl)
1946	Hiller	Koaxialhubschrauber UH-4 »Commuter«
1946	Brantly	Koaxialhubschrauber B-1
1946	Jovanovich	Koaxialhubschrauber
1946	Préguet	Koaxialhubschrauber G II E
1946	Hiller	Modell 12 (UH-12) mit Haupt- und Heckrotor
1946	Doman	LZ 1 A (R 6) mit Haupt- und Heckrotor
1946	Helicopter Engineering and Construction	Modell 100 mit Haupt- und Heckrotor
1946	SNCASE	SE 3000 (Focke Fa 223)
1946	Thomas	Koaxialhubschrauber Roteron XM-1
1946	Kaman	K 125 (Mixquirl)
1946	SNCASO	SO 1100 »Ariel« mit Blattspitzenantrieb
1946	Piasecki	Tandemhubschrauber HRP-1 »Rescuer«
1946	de Lackner	Tandemhubschrauber »Cloudduster«
1946	Jovanovich	Zweisitziger Tandemhubschrauber
1947	Sikorsky	S-51 mit Haupt- und Heckrotor
1947	Westland	»Dragonfly« (S-51 Lizenz)
1947	Siebel	S 3 mit Haupt- und Heckrotor
1947	Szycer	SG mit Haupt- und Heckrotor
1947	SNCASE	SE 3101 mit Haupt- und Heckrotor
1947	Bristol	171 »Sycamore« mit Haupt- und Heckrotor

1947	Bendix	Koaxialhubschrauber Modell K
1947	Kamow	Ka-8 »Fliegendes Motorrad« (Koaxialhubschrauber)
1947	Kellet	XH-10 (Mixquirl)
1947	Kaman	XH-10 (Mixquirl)
1947	CSR	E-1 (Flettner-Nachbau)
1947	Fairey	Gyrodyne (Autogiro, asymmetrisch)
1947	McDonnell	XH-20 »Little Henry« mit Blattspitzenantrieb
1947	Piasecki	Tandemhubschrauber PD-14
1948	Cierva-Weir	»Skeeter I« mit Haupt- und Heckrotor
1948	Jakowlew	Jak 100 mit Haupt- und Heckrotor
1948	Mil	Mi-1 mit Haupt- und Heckrotor
1948	Bendix	Koaxialhubschrauber Modell J
1948	Jensen	Koaxialhubschrauber Modell 21
1948	Bréguet	Koaxialhubschrauber III
1948	Kaman	Kl 90 und K 225 (Mixquirl)
1948	SNCASO	Ariel II mit Blattspitzenantrieb
1948	Nemeth	Hubschrauber mit Staustrahl-Antrieb
1948	Marquardt	M 14 mit Pulsstrahlantrieb
1948	Piasecki	Tandemhubschrauber PD-17
1948	Piasecki	»Fliegende Banane« gerader Tandemhubschrauber PD-18 »Army-Mule«
1948	Cierva	W-11 »Air Horse« mit 3 Rotoren
1949	Sikorsky	S-52 mit Haupt- und Heckrotor
1949	Bell	Modell 48 mit Haupt- und Heckrotor
1949	SNCASE	SE 3110 mit Haupt- und Heckrotor
1949	Gyrodyne	koaxialer Verbundhubschrauber GCA
1949	Kamow	Ka-10 »Fliegendes Motorrad« (Koaxialhubschrauber)
1949	American Helicopter Company	XA-5 »Top Sergeant« mit Blattspitzenantrieb
1950	Sikorsky	S-53 mit Haupt- und Heckrotor
1950	Bell	»Wing Ding« (Haupt- und Heckrotor mit Tragflächen)
1950	El Tomcat	Bell 47 Agrar mit Haupt- und Heckrotor

1950	SNCASE	SE 3120 »Alouette I« mit Haupt- und Heckrotor
1950	Baumgartl	Koaxialhubschrauber in Argentinien
1950	Kaman	K-240 (Mixquirl)
1950	Hiller	HOE-1 »Hornet« mit Blattspitzenantrieb
1950	American Helicopter Company	XA 6 »Buck Private« mit Blattspitzenantrieb
1950	Kellet/Hughes	XH-17 (Schwerlasthubschrauber mit Blattspitzenantrieb)
1951	SNCASO	SO 1120 »Ariel III« mit Blattspitzenantrieb
1951	McDonnell	XV-1 Convertiplane mit Blattspitzenantrieb
1951	McCulloch	Tandemhubschrauber
1951	Bristol	Tandemhubschrauber (doppelte »Sycamore«)
1952	Sikorsky	S-56 mit Haupt- und Heckrotor
1952	Mil	Mi-4 mit Haupt- und Heckrotor
1952	Gyrodyne	Koaxialhubschrauber GCA 2
1952	American Helicopter Company	XH 26 »Jet Jeep« mit Blattspitzenantrieb
1952	Piasecki	Tandemhubschrauber PD 22 (H-21) »Work Horse«
1953	Brantly	B-2 mit Haupt- und Heckrotor
1953	Szycer	Omega BS 12 mit Haupt- und Heckrotor
1953	SNCASO	SO 1220 »Djinn« mit Blattspitzenantrieb
1953	SNCASO	SO 1310 »Farfadet« mit Blattspitzenantrieb
1953	Bensen	»Midget« mit Blattspitzenantrieb
1953	Capital Corp.	C-1 mit Blattspitzenantrieb
1953	Schmidt	Paracopter mit Blattspitzenantrieb
1953	Jovair	Tandemhubschrauber 4 A
1953	Bell	Modell 61 (Tandemhubschrauber)
1953	Chu	Tandemhubschrauber SC 3
1954	Sikorsky	S-55 mit Haupt- und Heckrotor
1954	Sikorsky	S-58 mit Haupt- und Heckrotor
1954	Saunders-Roe	Sa-Ro-Skeeter mit Haupt- und Heckrotor
1954	Westland	Wessex (S-58) mit Haupt- und Heckrotor

1954	Fairey	Jet Gyrodyne mit Blattspitzenantrieb	1956	Fairey	Rotodyne-Verbundhubschrauber mit Blattspitzenantrieb
1954	Bensen	B-4 »Skyscooter« (Propeller auf den Blättern)	1956	NHI	H-3 »Kolibríe« mit Blattspitzenantrieb
1954	NHI	H- und H-2 mit Blattspitzenantrieb (RamJets)	1956	Gaucher	Remicopter mit Blattspitzenantrieb
1954	Hunting Percival	Blattspitzenantrieb	1956	Westland	»Belvedere« Tandemhubschrauber
1954	Sikorsky	Tandemhubschrauber S-54	1956	Convertawings	»Quadrotor« mit 4 Rotoren
1954	Jakowlew	Tandemhubschrauber Jak-24	1956	Boeing-Vertol	Tandemhubschrauber H-21
1955	WSK Swidnik	SM-1 (Mil Mi-1) mit Haupt- und Heckrotor	1956	Boeing-Vertol	Tandemhubschrauber H-25 (Modell 44)
1955	Fairey	»Ultra Light« mit Blattspitzenantrieb	1957	Kaman	H-43 »Huskie« (Mixquirl)
1955	Kayaba	Flugschrauber mit Staustrahlantrieb	1957	Fiat	Modell 2002 mit Blattspitzenantrieb
1956	Rotorcycle	Koaxialhubschrauber XRON-1	1958	Kamow	Koaxialhubschrauber Ka-18
1956	Kamow	Koaxialhubschrauber Ka-15	1960	Kamow	Koaxialhubschrauber Ka-20

Literaturverzeichnis

- Fay, J.: The Helicopter. History, Piloting, and how it flies. 3. Aufl. Newton Abbott 1976
- Gablehouse, Ch.: Helicopters and Autogiros in Great Britain. London 1964
- von Gersdorff, K. und K. Knobling: Hubschrauber und Tragschrauber. München 1982
- Goffard, H.: L'Helicoptère cet Inconnu. Bruxelles 1973
- Gunston, B., and J. Batchelor: Helicopters, 1900-1960. London 1977
- Jackson, R.: Hubschrauber, Flugschrauber, Tragschrauber. Aus dem Englischen. Stuttgart 1976
- Jane's All the World Aircraft. Compiled and edited by John W. R. Taylor. London 1949-1980 (jährlich)
- Just, W.: Einführung in die Hubschraubertechnik. Stuttgart 1955
- Lambermont, P., and Pirie, A.: Helicopters and Autogiros of the World. London 1957
- Munson, K.: Helicopter und andere Drehflügelflugzeuge von 1907 bis heute. Aus dem Englischen. Zürich 1968
- Reitsch, H.: Fliegen - mein Leben. Stuttgart 1951
- Zaschka, E.: Drehflügelflugzeuge. Trag- und Hubschrauber. Berlin 1939

Bildnachweis

Hubschrauber-Museum Bückeburg (72), Aerospatiale/SNCASO/Sudaviation (5), d'Agostino (2), Bell (2), Bendix (1), Bölkow GmbH (1), Bristol (2), R. Brummer (3), Cierva (1), Eike Publicitas (5), Fairey (2), H. Fechtner (4), Fokke-Achgelis (1), Hiller (1), Hughes (1), Kaman (2), Luftfahrt international (3), McDonnell (1), Noltemeyer (1), Sikorsky (7), Stepan (1), Westland (1), W.N.F. (1), Zimmermann (2), Patentschriften (7).

Personenregister

- von Achenbach, Kurt 20
von Achenbach, Wilhelm 20
Achgelis, Gerd 75
d'Amecourt, Pouton 9, 16, 17
Archimedes 9
Arkell, B. A. 119
von Asboth, Oskar 50, 60, 73
d'Ascanio, Corradino 53, 60, 61, 62
Aubaud 15
Ayers, Traves 48
Ayres, W. O. 25
Avezou, Paul 49
- Baumgärtl, Otto 41
Baumgärtl, Paul 80, 109, 110
von Baumhauer, A. G. 58
Baylac, Jean 46
Beenen, B. R. 28
Bell, Lawrence D. 96
Bennet, J. 119
Bensen, Igor 124
Berliner, Emil 57
Berliner, Henry 45, 57
Bertilli, Achille 41
Bertin, Louis E. 39
Besançon 30
Bienvenu 11, 12, 17
Blanchard, Jean Pierre 11
Bode, Carl 73, 75, 76
Boehm, August 26
de Bothezat, George 56, 77
Boucart 70
Boulet, Jean 103, 119
Bourne 13
Bowman, J. G. 102
Brantly, N. O. 101, 107
Bratuchin, Iwan Pawlowitsch 58, 64, 77
Bréguet, Jacques 34
Bréguet, Louis 9, 16, 34, 36, 62, 103, 110, 112, 130
Brennan, Louis 56, 64
Bright, Henry 15
- Carlson, Floyd W. 97
Castel, P. 22
Cayley, Sir George 9, 12, 14, 15, 17
Chu, C. J. 110, 136
de la Chierva, Juan 57, 58
Claisse, Maurice 62, 63, 73
Collins 60
- Collock-Brown 32
Cornu, Paul 34, 35
Cossus 15
Craig, J. 26
Crocco, G. A. 31, 32, 47
Crocker-Hewitt 45
Crowell, Luther C. 16
Czernin 82
- Daland 130
Damblanc 45
Decazes 30, 48
Degen, Jakob 12, 17
Delprat, A. 20
Denny 32
Deutsch de la Meurthe, Henry 30
Diewaide, Emanuel 22, 116
von Doblhoff, Friedrich Baron 82, 122, 126
Doman, Gliden S. 101
Dorand, Renè 62, 112, 125
Douchéret 52, 109
Douglas, Lee 126
Drzewiecki, Stefan 25
Dudgeon 25
Dufaux, Armand 30
Dufaux, Henry 30
- Edison, Thomas Alva 25, 26
Ellehammer, Jakob 32, 46, 47
- Faure, Felix 30
Flettner, Anton 32, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 112, 130
Florine, Nicholas 59, 130
Focke, Heinrich 9, 68, 70, 72, 75, 77, 78, 103, 130
Forlanini, Enrico 9, 20
Fosters, J. S. 25
- Ganswindt, Hermann 29, 30
Gaucher, R. 125
Geddis, H. D. 89
Geiger, Franz 44
Gellatly, W. R. 121
Girop 45, 116
Gottlieb, Selma 101
Griese, Julius 22, 23
- Hafner, Raoul 80, 103
Hellesen-Kahn 64
Herrick, Gerard P. 122
Hiller jr., Stanley 99, 107, 122
Hirth, Albert 48
Hirth, Helmuth 48
Hohenemser, Kurt H. 72, 122
Hollingworth, Franklin G. 88
Hughes, Howard 126
- Isacco, Vittorio 64, 80
- Jakowlew, Alexander Sergejewitsch 104, 136
Jarolimek, A. 26
Jensen, Martin 110
Jovanovich, D. K. 109, 133
Jurjew, Boris Nikolajewitsch 8, 20, 43, 58, 104
Just, W. 51
- Kaman, Charles H. 113
Kamow, Nikolaj Iljitsch 16, 110, 111
von Kármán, Theodore 50, 60
Kellet, Wallace W. 112, 113
Kelley, Bartram 97
Kimball, Wilbur R. 41
Klingenberg 43
Kosloski, Frank 133
Kreiser, Walter 58
von Krempelhuber, O. 37
Kress, Wilhelm 25
Krüger, Johannes Edmund 41, 52
Kusse, Fr. Christian 64
- de Lackner, Ronald 133
Lacoin 45
de Lambertye, Adolphe 13
de la Landelle, Gabriel 17
Laufer, Theodor 82, 84, 103
Launoy 11, 12, 17
Laurent 54
Lebris 15
Leftwich-Dodge, William 45
Léger, Maurice 31
Leineweber 56
Leonardo da Vinci 9
Le Page, W. Laurence 77
Lepère, Georges 126
Lewis, W. J. 20

Linfield 22
Lipkowski, Josef 31
Lippe 41
Liptrop 60
Lodygin, A. N. 18, 20
Löffler 82
Lomonossow, Michail 9, 11
Luyties, Otto 39

Marinelli, Nello 61
Meijer-Drees, Jan 124
Melikoff 24
Mil, Michail Leontjewitsch 104
Milutitjew, E. 136
Moecke, Oskar 25
Mohn, Johannes 67, 68
Monin 45
Moore, Gale 126
Morris, C. L. 107
Morton, J. G. P. 121
Mumford 32

Nadar, Felix 17
Nagler, Bruno 80
Nelson, Mortimer 16
Nemeth, Stephen P. 122
Neyen, Emil 30

Oemichen, Etienne 53, 54
de los Olivos, E. C. 26
Owens, R. G. 25

Papadakos, Peter P. 108
Papin 49, 116
Parsons Sir Charles 26
Passat 60
Paucton, J. P. 9
de la Pauze 18
Penaud, Alphonse 17, 25
Pentecost, Horace 109, 125
Perrin, Edouard 59
Pescara, Raul Pateras 52, 64
von Petročzy, Stefan 50, 60
Philippi 36

Philips, W. H. 13, 14, 116
Piasecki, Frank Nicholas 59, 130, 133, 136
Pomes 18
Porter, Sir Robertson 41
Pouit, Robert 126
Powers, William C. 17
Prandtl, Ludwig 43
Pullin, C. G. 77, 104

Quinby, W. F. 24

Reitsch, Hanna 73, 74, 75, 103
Renard, Charles 30
Renoir 20
Richard, M. 31
Richet, Charles 34
Rickman 45
Rieseler, Walter 59, 66, 68
Rohlf, Ewald 73, 85
Rolz, Franz 80
Roots, J. 26
Rouilly 49, 116

Rüb, Emil 51
Rüb, Otto 29, 51
Rüb, Rudolf 51
Ryan, Jim 109
Rykatschow, M. A. 20

Santos Dumont, Alberto 36
Sarti, Vittorio 13
Schmid, Erich 84
Schmidt, Georg 125
Schmidt, Otto 54
Schörke, Alexander 28
Segantini, Gottardo 26
Seguier, Eolypile 13
Seibel, Charles 102, 103
Shapiro, J. S. 135
Siebert, Dr. W. 41
Sikorsky, Igor 9, 43, 85, 86, 88, 89, 90, 93, 94, 96, 107
Sissingh, Gerhard 72
Stepan, August 82, 84, 119, 122

Sternemann, F. 41
Steue, Otto 67
Strobl, Josef 37
Szyner, Bernard 101

Tanski, Czeslaw 31
Tatarinow 39
Tatin, Victor 30
Taylor, Robert W. 14, 32
Thomas, William 109
Tinjakow, G. 136
Treffner, Rupert 31
Trouve 25

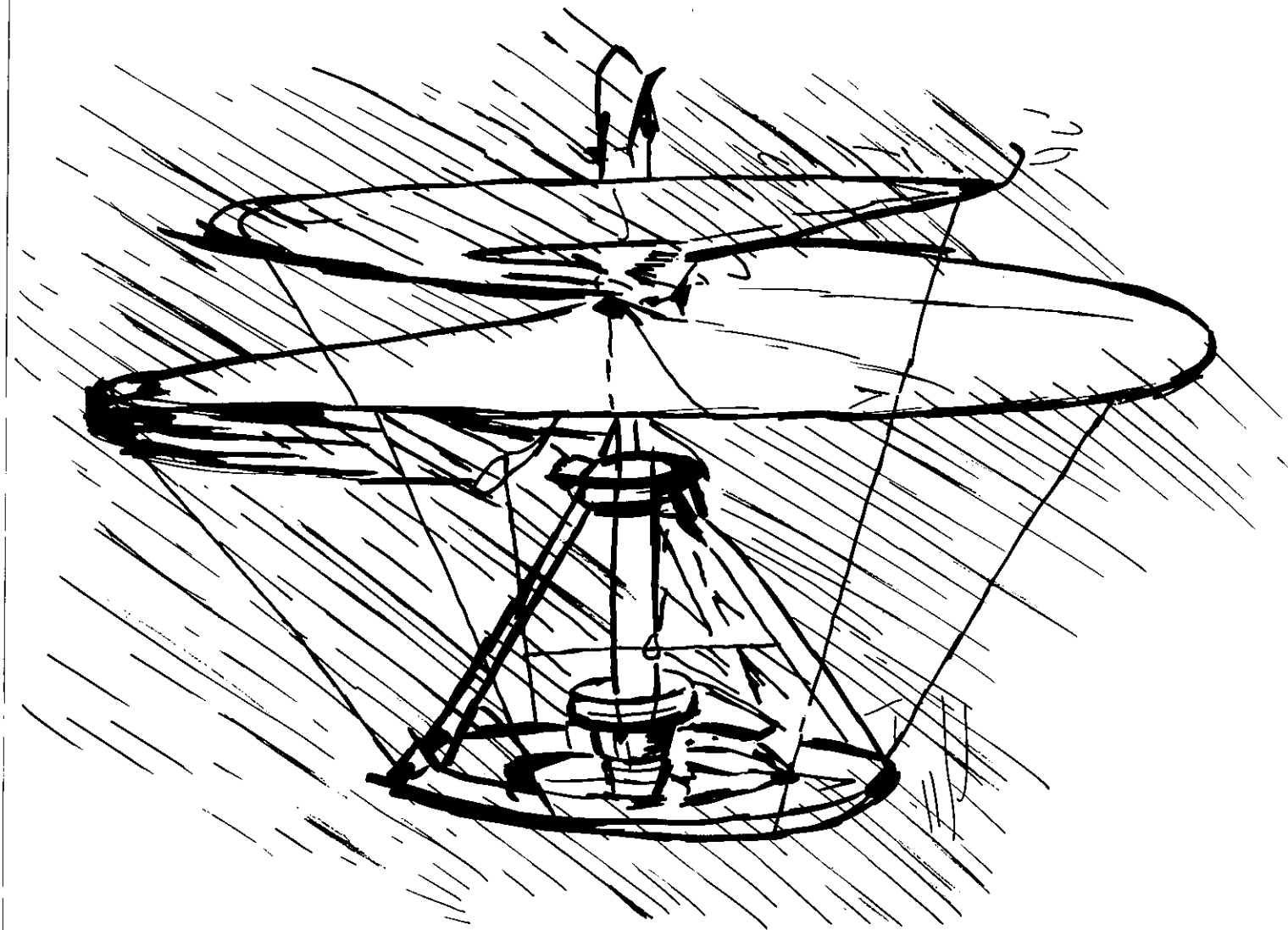
Udet, Ernst 67

Verne, Jule 17
Venzi 130
Veyrin, Emile 26
Villard, Henry 28, 49
Viner, D. D. (Jimmy) 88
Volumard, M. 34
Vordren 82
Vorreiter, Ansbert E. 36
Vuia, Trajan 54
Vuiton-Huber 41

Wedekind 37
Weir, J. G. 77, 104, 135
Weißkopf (sp. Whitehead), Gustav 47
Wellner, Georg 26
Wilford 58
Whitehead (vorm. Weißkopf) 47
Williams, Newton 45
Wright, Wilbur 26
Wright, Howard 41
Wulf, Georg 72

Young, Arthur 96, 97, 107

Zaschka 45, 65
Zenker, Carl 26
Zeremuchin 58, 64
Zeppelin, Ferdinand Graf von 29
Zurovec, Wilhelm 50, 60



Rolf Besser

Technik und Geschichte der Hubschrauber

Von Leonardo da Vinci bis zur Gegenwart

Band 2

Inhalt

Vorwort	7	PZL baut die Mi-2 in Polen	35
Die zweite Hubschraubergeneration: Turbinen und militärische Belange bestimmen die Entwicklung	9	Die Mil Mi-8 und ihre Nachfolger Mi-14 und Mi-17	36
Der erste in Serie gebaute Turbinen- hubschrauber		Premiere der Mi-26 in Le Bourget	37
Merckle SM 67: der erste deutsche Turbinen- hubschrauber	11	Die koaxiale Ka-25 für die Rote Marine	38
Scout« und »Wasp« für britische Armee und Marine	12	Der Kolbenhubschrauber Ka-26	39
Von der UH-1 A bis zur UH-1 N: unverkenn- barer Knatterton und Leistungssteigerungen ...	13	Militärische Aufträge: Trainer, OH und AH, AAH und UTTAS	40
Bell 204 UH-1 A, B und C	13	»Heli-Trainer« im Anfangsstadium	40
Die Bell UH-1 D und ihre zivilen Varianten	14	Die Hubschrauber-Trainer Hiller H-23 B, Hughes TH-55 und Bell TH-13	41
Eine Niederlage im Iran	15	LOH: Umstellung auf Turbinenbetrieb	42
Doppeltriebwerke für die Bell 212 und Vierblattrotoren für die Bell 412	16	Bell OH-58: von der »Kiowa« zur »Texas Ranger«	44
Kaman bedient die U.S. Navy	19	Von der Hughes OH-6 »Cayuse« zur 500 MD »Defender«	45
Sikorsky stellt auf Turbinenbetrieb um	20	Das AHIP-Programm	49
Der erste Großhubschrauber mit drei Turbinenriebwerken	21	England und Frankreich begegnen der US-Konkurrenz	49
Die »Sea King«-Serien	21	Go »Gazelle«!	50
»Fliegende Kräne«: Erprobung in Bremen	24	Verbindungs- und Beobachtungshubschrauber BO 105	51
»Sea Stallion« über See und Land	27	BO 105: Weltmeister in der Kür	55
Sikorsky CH-53 E »Super Stallion«	27	Der PAH-1 der deutschen Heeresflieger	56
Ritter zur See mit Tandemrotoren: Vertol CH-46 »Sea Knight«	29	BO 105 »Ophelia« mit Rotormast-Visier	58
Die Boeing Vertol CH-47 »Chinook«	30	Mit der »Huey Cobra« begann die Entwicklung der Kampfhubschrauber	59
Blieb in der Montagehalle: der Schwerlast- Tandemhubschrauber	30	Keine Serienreife für die Lockheed AH-56 »Cheyenne«	61
Ein umfangreiches Modernisierungsprogramm für die 80er Jahre	32	Nach Unfall in Farnborough: Kampfhubschrau- ber-Projekt S-67 »Blackhawk« eingestellt	63
BV 234: die »kommerzielle« Version der »Chinook«	32	Auf endlos langem Erprobungspfad: Hughes AH-64 »Apache«	64
Die größten Hubschrauber baut die Sowjetunion	33	Kampfhubschrauber in der Sowjetunion	67
Die Mil Mi-10: ein Kran mit über 20 t Last am Haken	34	Europäische Zusammenarbeit: der PAH-2	69
Ein sowjetischer Riese überbietet alle Vorstel- lungen Professor Fockes: die Mil Mi-12	34	Westland »Lynx« für Marine und Heeresflieger .	69
		Agusta bringt die »Mangusta« in den Wettbewerb	71

Frankreich: ein ziviler Markt für die militärische »Puma«	73	Phillips »Phillicopter« in Australien	115
Westland WG 30	74	Robinson halbiert die Kosten	116
Die USA können sich das UTTAS-Programm leisten	76	Bruno Nagler: ein Hubschrauberpionier mit vielen Ideen	118
Turbinen-Leichthubschrauber: Eroberung des zivilen Marktes und Typenbereinigung	80	Wiedergeburt der Hiller UH-12	118
Der Siegeszug der »Jet Ranger«	80	Von Oklahoma nach Wichita und zurück: der Weg der Brantly 305	119
Die Hughes 500: das leise »Kraftei«	83	Der Pilot sitzt links: die Hughes 300	120
Neuaufgabe der FH-1100	84	Enstrom-Hubschrauber: Management und Mißmanagement	121
Die BO 105: der erste in Serie gebaute 2-Tur- binen-Hubschrauber in der Leichtgewichtsklasse .	8	Ein neuer Enstrom-Entwurf: die Hillman 360 ..	123
Die schnelle »Gazelle« im Geschäftsreiseflug- betrieb	94	Cierva LTH-1 und Silvercraft SH-4	123
Die AS 350: das »Eichhörnchen« mit dem »Starflex«-Rotor	96	Argentinien: Cicaré SC. K. 1	124
Aérospatiale AS 355 »Écureuil 2/Twin Star« ...	98	Kipprotoren, Kippflügler und andere Zukunftsprojekte	125
Agusta A 109 »Hirundo«: die »schöne Schwalbe« aus Mailand	99	Die ersten Verwandlungshubschrauber mit Kipprotoren nach dem Zweiten Weltkrieg	125
Das deutsch-japanische Gemeinschafts- programm BK 117	100	Das Bell-Modell 200 (XV-3)	126
Die Bell 222	102	Flugzeugfirmen erproben Verwandlungs- hubschrauber mit Verstell-Propeller-Rotoren ..	127
SA 360 »Dauphin«: mit einer Turbine im Hintertreffen	103	Bell Aerospace Systems: ein Mantelpropeller- Verwandlungsflugzeug im Test	128
Zwei Turbinenriebwerke für die »Dauphin« ...	104	Mit der XV-15 hat Bell Helicopter Textron die Zukunft im Griff	128
Aus der »Dauphin« wird die »Dolphin«	105	Der erste Kippflügler flog bei Boeing Vertol	131
S-76 »Spirit«: der »Geist« aus Stratford in Konkurrenz mit Geschäftsreiseflugzeugen	105	Das Kippflügler-Gemeinschaftsprojekt XC-142 A	131
Allison-Turbinen für die PZL »Kania/Kitty Hawk«	107	Ein Kippflügler aus Kanada: die CL-84 »Dynavert«	133
PZL-Swidnik W-3 »Sokol« (Falke)	108	Auf dem Reißbrett: Kippflügler BO 140 von MBB	134
Gates Learjet: Kommerzielle Bruchlandung ...	108	Sikorsky S-69: das ABC-Konzept	134
Piasecki 16 H: »Pfadfinder« in der Luft	109	RSRA-Sikorsky S-72	136
Deutschland: Turbinenhubschrauber mit Heißgasreaktionsantrieb von Dornier und Kaltluftantrieb von VFW-Fokker	110	X-Wing: Konzept mit knappem Budget	136
Leichthubschrauber mit Kolbentriebwerken ...	111	Hughes NOTAR (No Tail Rotor)	137
Scheutzows »Bee« und Hunts »Hunter«	111	Piaseckis »Helistat« mit vier Piloten	137
Zum Selbstbau für Freizeitpiloten: Rotorway »Scorpion«	112	Das Hubschrauber-Museum Bückeburg	138
In Bremen entwickelt Borgward den »Kolibri« .	113	Hubschrauber-Weltrekorde	143
Wagner/HTM »Rotorcar« und »Skytrac«	114	Streckenrekorde	143
Aerotechnik Frankfurt: nur ein Prototyp	115	Höhenrekorde	144
England: »Airmaster« ohne Erfolg	115	Geschwindigkeitsrekorde	145

Anhang		
<i>Umrechnungsfaktor</i>	146	<i>Literaturverzeichnis</i> 151
<i>Aerodynamische Grundbegriffe</i>	146	<i>Bildnachweis</i> 151
<i>Abkürzungen</i>	146	Personenregister 152
<i>Herstellerverzeichnis</i>	147	Nachtrag
<i>Typennamenverzeichnis</i>	149	Hubschrauber für die 90er Jahre 153

Vorwort

Moderne Hubschrauber haben eine Perfektion erreicht, mit der sie in ihren speziellen Aufgabengebieten gegenüber Flächenflugzeugen klare Vorteile zeigen.

Im ersten Band wurde die Entwicklung von den Anfängen bis zum heutigen Stand beschrieben, die Gliederung erfolgte zur besseren Übersicht mit zusammenfassenden Betrachtungen der verschiedenen Rotorssysteme.

Im zweiten Band stehen die Anwendungsbereiche und die Gewichtsklassen im Blickpunkt, um bei der gegebenen Typenvielfalt zu einer Übersicht zu gelangen. Die technischen und technologischen Fortschritte sind aus den Beschreibungen ersichtlich, ebenso wie die erreichte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Sicherheit im Hubschrauber-Flugbetrieb, von Außenstehenden oft verkannt, hat inzwischen einen Standard erreicht, der den Flächenflugzeugen gleichkommt. Die Statistik beweist mit 30,5 Unfällen auf 100 000 Flugstunden im Jahre 1970 und weniger als 11 Unfällen auf 100 000 Flugstunden zum heutigen

Zeitpunkt, daß die Hubschrauber nicht mehr als abenteuerliche Fluggeräte zu betrachten sind. Die Unfallquote ergibt sich vor allem auch daraus, daß Hubschrauber in vielen Fällen unter schwierigsten Wetter- und Umweltbedingungen für Rettungs- und Versorgungsflüge eingesetzt werden.

Den Verwandlungshubschraubern, die alle Vorteile von Senkrecht-Start und -Landung mit überlegener Geschwindigkeit im Reiseflug verbinden, ist ein besonderes Kapitel gewidmet.

Der unaufhaltsame Fortschritt mit Anwendung neuer Werkstoffe und neuer Technologien zur Steigerung der Flugleistungen und der Sicherheit, des Reisekomforts und der ständigen Weiterentwicklung der Avionik und Elektronik zur Erleichterung der Arbeit der Besatzungen wird in den nächsten Jahren eine Neuaufgabe des Buches erfordern; bis dahin hoffe ich, daß der zweite Band das gleiche Interesse findet wie der erste.

Rolf Besser

Die zweite Hubschraubergeneration: Turbinen und militärische Belange bestimmen die Entwicklung

Der Vorteil von Turbinen-Triebwerken gegenüber Kolbenmotoren ist bei Hubschraubern in erster Linie in der Gewichtsersparnis durch ein sehr günstiges Leistungsverhältnis kg/PS (kW) zu sehen, im geringeren Raumbedarf für den Einbau und im Fortfall der bei Kolbenmotoren erforderlichen Motorkühlung, verbunden mit einer sofortigen Betriebsbereitschaft, da Turbinen keine Warmlaufzeiten benötigen.

Im Flugbetrieb ist der Leistungsabfall von Turbinen in größeren Flughöhen geringer als bei Kolbenmotoren. Turbinen sind in bezug auf die Kraftstoffqualität genügsamer als Kolbenmotoren, letztere haben lediglich im spezifischen Kraftstoffverbrauch Vorteile aufzuweisen. Der Unterschied besteht hierbei im Teillastverhalten. Hier liegt der niedrigste spezifische Verbrauch von Kolbenmotoren bei etwa 50 Prozent der Vollast, während Turbinen mit Vollast am wirtschaftlichsten arbeiten und bei Teillast einen wesentlich höheren Verbrauch haben.

Durch das Fehlen von gegeneinander sich bewegenden Teilen haben Turbinen ruhigere Laufeigenschaften als Kolbenmotoren, und die Wahrscheinlichkeit eines Triebwerkausfalls ist geringer.

Doppelte Sicherheit mit zwei Turbinentriebwerken wurde in der 2-t-Gewichtsklasse erstmals bei der MBB BO 105 serienmäßig geboten, inzwischen sind weitere Hubschrauberhersteller diesem Beispiel gefolgt. In der Gewichtsklasse über 3 t ist die Ausrüstung mit zwei Turbinentriebwerken für Hubschrauber mit einer Sitzplatzkapazität für sechs und mehr Passagiere eine Selbstverständlichkeit geworden.

Lediglich in der Gewichtsklasse bis 1,5 t konnten sich Hubschrauber mit Kolbenmotoren weiterhin behaupten.

In Frankreich war bereits die SO 1120 »Ariel III« (Erstflug im April 1951) mit einer 240-PS-Turboméca-Artouste-Turbine ausgerüstet worden, die den Kompressor für den Blattspitzenantrieb betrieb. In den USA hatte Charles Kaman als erster für die K 225

mit dem Flettner-Rotor eine Boeing-XT-50-Turbine verwendet und außerdem 1954 die K 240 (HTK-1) als ersten Hubschrauber mit zwei Turbinentriebwerken gebaut. Sikorsky rüstete erstmals 1953 eine S-52 mit einer Artouste-Wellenturbine aus. Hieraus entstand die Sikorsky S-59, die am 1. Juni 1954 erstmals flog, von der jedoch nur zwei Prototypen gebaut wurden.

Der erste in Serie gebaute Turbinen-hubschrauber

Mit der »Alouette« (Lerche) begründete die damalige Sud Aviation und spätere Aérospatiale in Frankreich ihre hervorragende Position auf dem Hubschraubersektor, die sie auch heute noch innehat.

Hervorgegangen aus der dreisitzigen SE 3120 »Alouette I« war die fünfsitzige SE 3130 »Alouette II« mit einer 406-PS-Turboméca-Artouste-Wellenturbine ausgestattet. Ihr Leergewicht betrug 890 kg, das maximale Abfluggewicht lag bei 1600 kg. Bereits drei Monate nach dem Erstflug flog Jean Boulet im Sommer 1955 mit 8209 m einen neuen Höhenweltrekord, den er 1958 mit einer Flughöhe von 10 984 m nochmals überbot.

Als Luxus-Reiseversion der »Alouette II« wurde die SE 3131 »Gouverneur« mit verkleidetem Heckausleger gebaut. Eine Leistungssteigerung erfuhr die »Alouette II« 1961 mit dem Serienbau der SA 318 C mit einer 530-PS-Turboméca-Astazou-Turbine. Insgesamt wurden 1300 »Alouette II« ausgeliefert.

Als größere Ausführung stand ab 1959 die siebensitzige SE 3160 »Alouette III« zur Verfügung. Sie war mit einer 870-PS-Turboméca-Artouste-Turbine ausgerüstet, deren Leistung laufend gesteigert wurde (Ausführungen SA 316 B, SA 316 C und schließlich SA 319 B). Der Rotordurchmesser der »Alouette III« betrug 11 m gegenüber 10,20 m der »Alouette II«, das Leergewicht 1100 kg und das maximale Abfluggewicht



▲ Alouette II.



◀ Alouette III.

wicht 2200 kg. Mehr als 1500 »Alouette III« wurden in Frankreich sowie in Lizenzfertigung in Rumänien, in der Schweiz und in Indien gebaut. Charakteristisch für alle »Alouette«-Serien blieb der Dreiblattrotor mit seinen Verspannungen. 1968 wurde aus einer Kombination mit der Turbine und den dynamischen Komponenten der »Alouette III« sowie der Zelle der »Alouette II« die Aérospatiale SA 315 B »Lama« entwickelt, um extreme Anforderungen an die Leistungsfähigkeit in großen Höhen oder bei hohen Umgebungstemperaturen erfüllen zu können. Mit einem Höhenweltrekord über 12 442 m im Himalaya wurde 1972 hierfür der Beweis erbracht. Die auch in Indien in Lizenz gebaute »Lama« erhielt dort den Namen »Cheetah«.

Merckle SM 67: der erste deutsche Turbinenhubschrauber

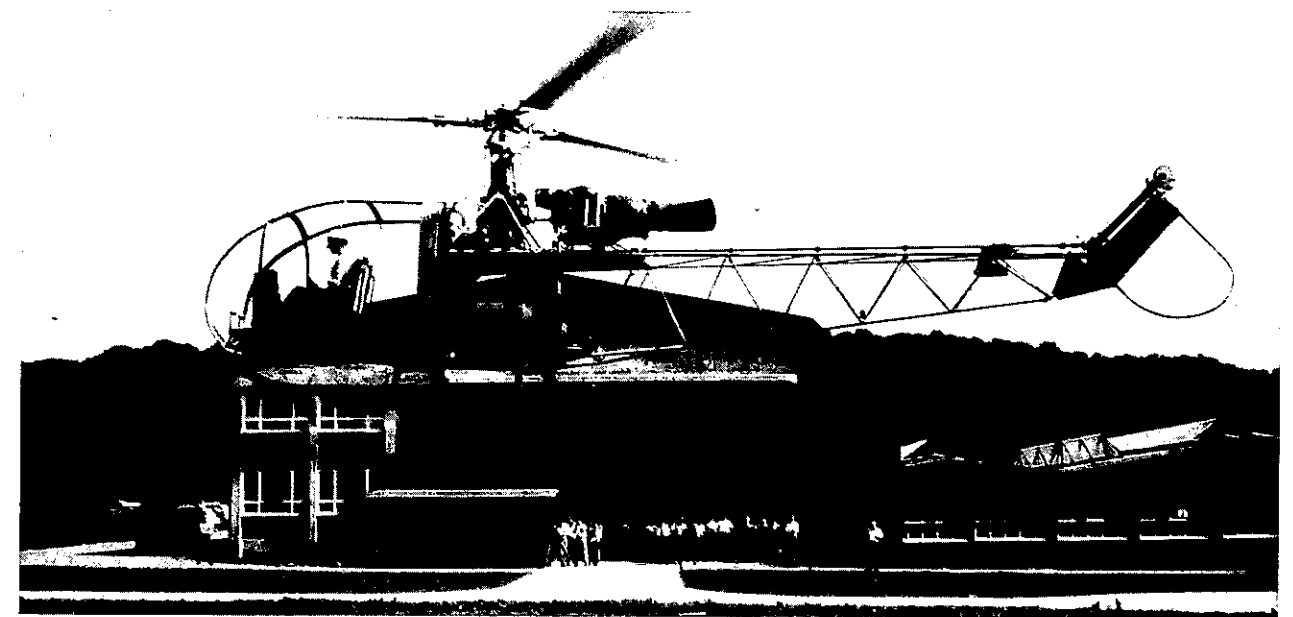
Die SE 3130 Alouette mit Gitterrumpf und einer Turbomeca-Wellenturbine war das Vorbild für die erste Hubschrauber-Konstruktion in Deutschland nach 1945, die von der Firma Merckle in Stuttgart zunächst

auf privater Basis in Angriff genommen wurde. Immerhin war Professor Focke 1946/47 an den Entwicklungsarbeiten für die Vorgänger der Alouette in Frankreich beteiligt und mit einem solchen geistigen Vater des Grundkonzepts konnte man auch in Deutschland mit Erfolgchancen für dieses Projekt rechnen.

Beim Leiter der Deutschen Studiengesellschaft Hubschrauber, Dr. Ing. W. Just, fand Karl Erwin Merckle 1956 den technischen Rückhalt für die Entwicklung der SM 67, als Schüler von Dr. Just lieferten Kurt Pfeleiderer und Emil Weiland mit ihren Diplom-Arbeiten die Konstruktionspläne. Dipl.-Ing K. Arnolt übernahm 1958 als Technischer Leiter den Prototypbau in den Werkhallen der Merckle K.G. am Hubschrauber-Landeplatz in Oedheim bei Heilbronn. Der Erstflug des ersten Prototypen der SM 67 fand am 7. Juni 1959 statt. Nachdem dieses Gerät nach einer Landung auf der Betonpiste durch Bodenresonanz zu Bruch gegangen war mußten die Unfallursachen mit einem zweiten Prototyp in Bodenläufen untersucht und behoben werden.

Die Flugerprobung wurde 1961 mit einem dritten Prototyp SM 67 V-3 fortgesetzt. Der Hubschrauber

Merckle SM 67.



bewies durch die Anordnung der Schlag- und Schwenkgelenke in einem relativ großen Abstand von der Rotorwelle ein sehr stabiles Flugverhalten und in seinen Flugleistungen – Geschwindigkeit, Steigrate und Schwebeflughöhe – bessere Werte als die Alouette II.

Im Anfangsstadium war das Projekt vom Verteidigungsministerium in Bonn finanziell unterstützt worden, das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB) mußte sich jedoch unter Zeitdruck für den bereits aus der Serienfertigung lieferbaren französischen Hubschrauber entscheiden. Die deutschen Heeresflieger erhielten die Alouette II, das Projekt SM 67 wurde eingestellt.

Pionierarbeit für die Hubschrauber-Entwicklung in Deutschland leistete Merckle weiterhin mit Untersuchungen von Rotorsystemen für hohe Geschwindigkeiten und mit den Aktivitäten seiner Meravo-Hubschrauber-Betriebsgesellschaft in Oedheim.

Westland »Wasp«.



»Scout« und »Wasp« für britische Armee und Marine

In Großbritannien wurden die ersten mit Turbinen ausgerüsteten Hubschrauber 1957 bei Saunders-Roe entwickelt und nach Eingliederung dieses Unternehmens in die Westland-Gruppe bei der Fairey Aviation Division in Serie gebaut. Die Westland »Wasp« und »Scout« unterschieden sich ihrer Einsatzumgebung entsprechend durch die Landegestelle. Für Schiffsdecklandungen und die Möglichkeit, den Hubschrauber auf den Landedecks unschwer in die Windrichtung zu drehen, war die Marine-Ausführung »Wasp« mit einem gefederten Rad-Landegestell versehen und hatte damit ein höheres Leergewicht. Für Landungen im Gelände erhielt die »Scout« ein Kufenlandegestell. Das Abfluggewicht betrug bei beiden Ausführungen 2405 kg.

Der Erstflug der »Wasp« fand am 20. Juli 1958 mit einer 400-PS-Blackburn-Turboméca-Turbine statt, die



Bell UH-1 B.

Serienausführung »Wasp« Mk 1, die im August 1959 erstmals flog, war mit einer 1050-PS-Bristol-Siddeley-Nimbus-Turbine ausgerüstet, ebenso wie die gleichfalls 5- bis 6sitzige »Scout« Mk 1, die 1960 in Dienst gestellt wurde. Zur besseren Hangarisierung erhielt die »Wasp« ab 1962 als Bordhubschrauber einen umklappbaren Heckausleger. Die »Wasp« und »Scout« wurden in beachtlichen Stückzahlen für die britischen Land- und Seestreitkräfte gebaut. Prominentester Abnehmer im Ausland war König Hussein von Jordanien, der diese Maschine auch selbst flog.

Von der UH-1 A bis zur UH-1 N: unverkennbarer Knatterton und Leistungssteigerungen

Die bisher größten Produktionszahlen für eine Hubschrauber-Typenreihe wurden mit den Bell-UH-1-AH-1-Serien erreicht. Es handelte sich dabei um die Grundmodelle Bell 204 und Bell 205 sowie um die Bell 209 »Huey Cobra«, Bell 212 »Twin Huey« und Bell 214 »Huey Plus«.

Ihre Entwicklungsgeschichte begann mit einer Ausschreibung der U.S. Army für einen Utility-(Mehr-

zweck-Kampfzonentransport-) Hubschrauber im Jahre 1955. Bell gewann den Auftrag in Zusammenarbeit mit Avco-Lycoming mit dem Angebot eines mit einer neuentwickelten Turbine bestückten Hubschraubers. Gegen die Konkurrenz der bereits erprobten 1000-PS-General-Electric-Turbine hatte sich Bell für die von Avco-Lycoming unter der Leitung des deutschen Ingenieurs Dr. Franz Anselm hervorgebrachten 750-PS-Lycoming T-53 entschieden. Die Grundforderungen an das Triebwerk, das in der Folge laufend Leistungsverbesserungen erfuhr, erstreckten sich auf Zuverlässigkeit und Robustheit und wurden dann in der Praxis im vollen Umfang erfüllt.

Bell 204 UH-1 A, B und C

Als »Huey« wurde die Bell UH-1 mit ihrem charakteristischen »rotor slap«, dem unüberhörbaren Knallgeräusch an den Blattspitzen, weltweit zu einem Begriff. Der Name »Huey« entstand aus der ursprünglichen Typenbezeichnung HU, die kurz darauf in UH (Utility Helicopter) abgeändert wurde.

Als erster von drei Prototypen flog eine XH-40 erstmals am 22. Oktober 1956. Ihr folgten sechs weitere Prototypen YH-40 für die Truppenerprobung und

neun Vorserienmaschinen Bell 204 mit der Grundbezeichnung HU-1. Die erste Serienmaschine UH-1 A wurde mit einer auf 860 PS verstärkten Lycoming-Turbine T 53-L 1 A im Juni 1959 an die U.S. Army geliefert. Diese sechssitzige Ausführung bestand mit Raketen- und Maschinengewehrbewaffnung in Vietnam ihre Feuertaufe und diente mit Doppelsteuer in den USA als Trainer für die IFR-(Blindflug-)Ausbildung.

Ab März 1961 folgte die neunsitzige UH-1 B, zunächst mit einer 960-PS-Lycoming T 53-L 15, später mit der 1100-PS-Lycoming L-11. Zur U.S. Army als Auftraggeber für die Bell 204 gesellten sich 1963 als weitere Abnehmer das U.S. Marine Corps, das die Ausführung UH-1 E ASH (Assault Support Helicopter) für die Luftunterstützung bei Landungsoperationen erhielt und die U.S. Air Force mit Aufträgen für die Version UH-1 F als Versorgungshubschrauber (side support duties). Die UH-1 war im Gegensatz zu den anderen Typen mit einer Turbine von General Electric ausgerüstet.

Eine weitere Ausnahme bildete die von Agusta in Italien in Lizenz gebaute Bell 204, die eine Bristol-Sidde-

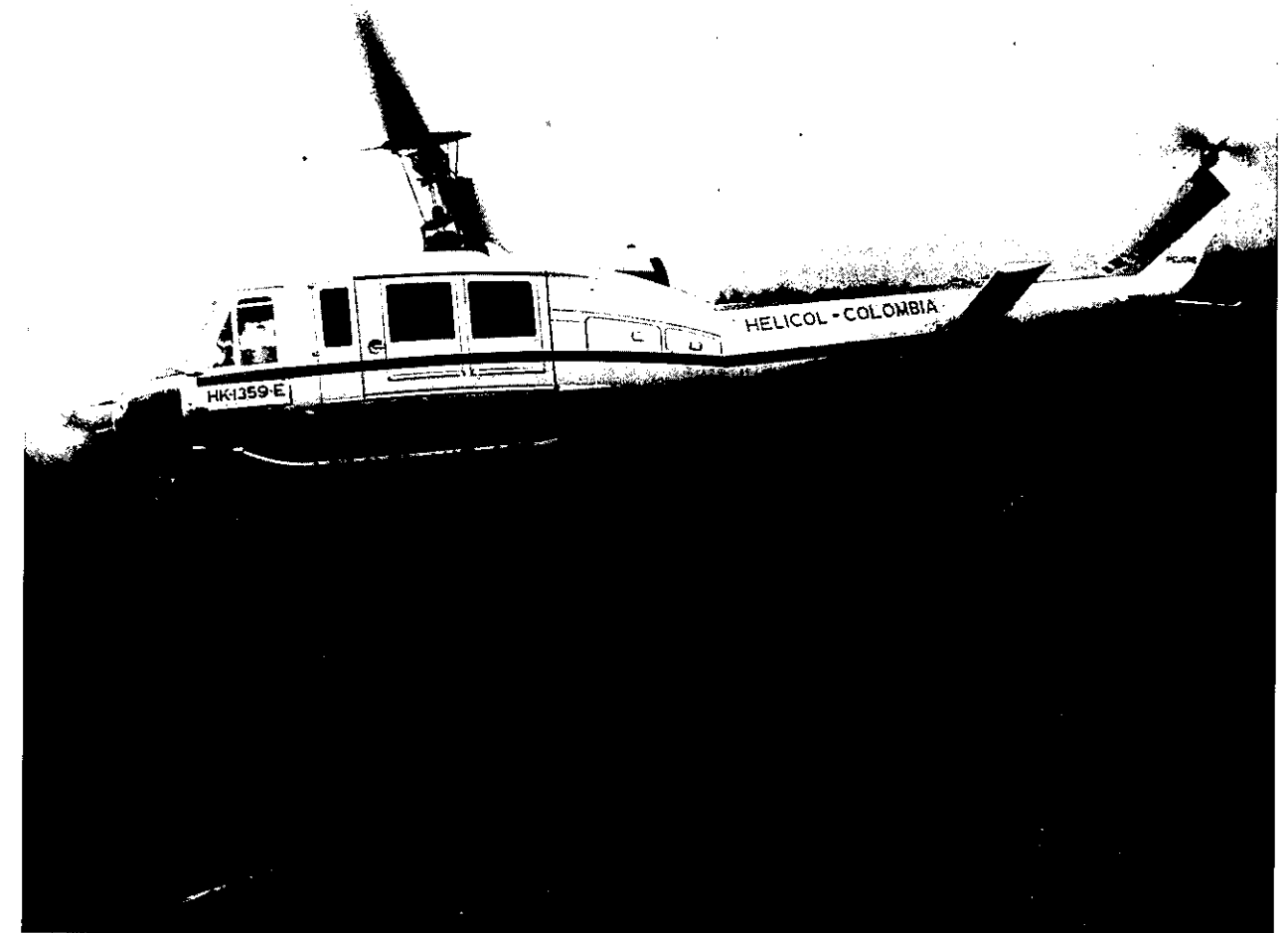
ley-Gnome-Turbine erhielt, während die bei Fuji in Japan in Lizenz gefertigten Maschinen mit der herkömmlichen Avco-Lycoming-Turbine ausgerüstet wurden.

Die Grunddaten der Bell 204 mit ihrem Zweiblattrotor von 13,4 m Durchmesser und dem rechtwinklig darüber angeordneten Stabilisierungsbalken lagen 1963 bei 2042 bis 2086 kg Leergewicht und bis zu 3856 kg Abfluggewicht, die Reisegeschwindigkeit betrug 203 km/h. Ab 1965 wurde die Bell 204 in der verbesserten Ausführung UH-1 C gebaut.

Die Bell 205 UH-1 D und ihre zivilen Varianten

Mit vergrößertem Rumpf wurde ab 1960 die Bell 205 entwickelt. Ihr Prototyp YUH-1 D startete am 16. August 1961 zum Erstflug, ab August 1963 wurde die Serienausführung UH-1 D »Iroquois« an die U.S. Army geliefert. Die Grundversion war bei einer Transportkapazität für 14 Soldaten mit Ausrüstung

Bell UH-1 D.



Bell 205.

oder 6 Krankentragen und einem Sanitäter mit der bereits bei der Bell 204 verwendeten 1100-PS-Lycoming-Turbine T 53 L 11 ausgerüstet. 1967 wurde bei der Baureihe UH-1 H die 1400-PS-Lycoming T 53 L 13 eingeführt. 1967 begann in Deutschland mit der Firma Dornier als Hauptauftragnehmer die Lizenzfertigung von 352 UH-1 D für die Luftwaffe und die Marineflieger.

Für zivile und militärische Verwendung wird die 15-sitzige 205 A als AB 205 bei Agusta in Italien in Lizenz gebaut.

Die Bell 205, der meistgebaute Typ der »Huey«-Serien, übertrifft in den technischen Daten die Bell 204

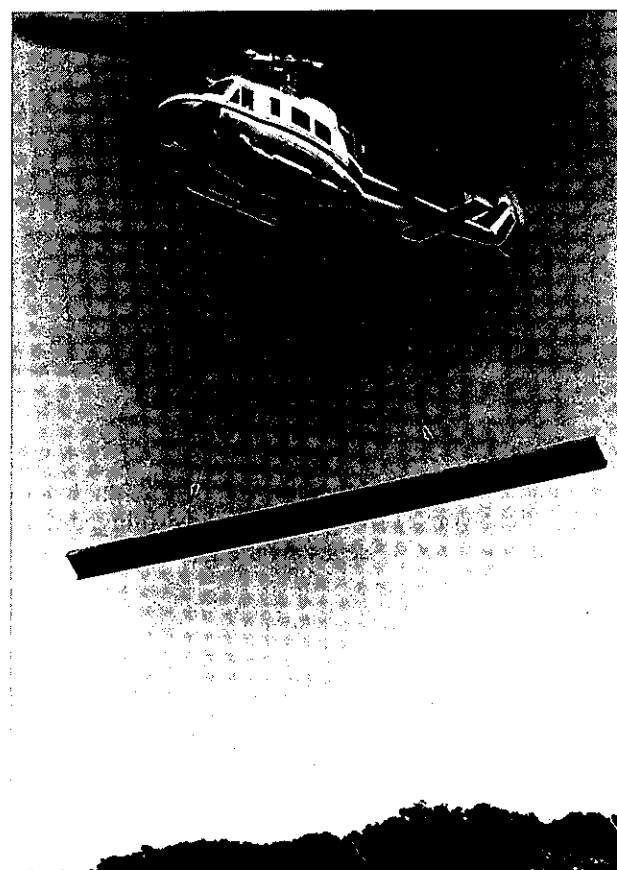
mit einem Rotordurchmesser von 14,63 m, einem Leergewicht von 2116 kg und einem Abfluggewicht von 4309 kg. Ihre Reisegeschwindigkeit liegt bei 204 km/h.

Eine Niederlage im Iran

Noch einmal vergrößert auf einen Rotordurchmesser von 15,2 m und anfangs mit einer 1900-PS-Lycoming-Turbine T 53 L, serienmäßig jedoch mit einer T 55 von 2650 PS ausgerüstet, trat Bell ab 1974 mit der Bell 214 »Huey Plus« auf den Plan.

Die Ausführung 214 A für den Iran erhielt sogar eine Turbine LTC 4B-38 mit 2930 PS und überbot damit die PS-Leistung des 15 Jahre vorher entwickelten Grundmodells der »Huey«-Serien um das Dreifache. Ihre Premiere feierte die Bell 214 A in Persien mit einer spektakulären Serie von Weltrekorden, mit denen die Herstellerfirma beweisen wollte, daß sie dem Entwicklungsland nicht einen Ladenhüter, sondern das modernste Gerät offeriert hatte.

Der Großauftrag über 350 Maschinen mit Koproduktion in Isfahan mußte 1978 nach dem Umsturz abgeschrieben werden. Noch unangenehmer waren die Enthüllungen über die Verfilzung der Privatinteressen bei diesem militärischen Projekt auf der Seite des Auftraggebers. Zahlungen in Höhe von 2,9 Millionen Dollar als Schmiergelder an die Vermittlungsfirma Iran Air Taxis, deren Direktor und Inhaber kein anderer war als der Oberbefehlshaber der Kgl. Iranischen Luftwaffe, zudem auch ein Schwager des Schah, wur-



den in der Presse genannt. Der Liefervertrag war durch die US-Regierung finanziell abgesichert, bereits fertiggestellte Maschinen konnten zum größten Teil (illegal nach der Ansicht der neuen Machthaber) ausgeflogen werden. Die von Bell für den Aufbau des persischen Unternehmens engagierten ausländischen Techniker und Instrukturen konnten sich nur durch schnellste Abreise in Sicherheit bringen.

Die nunmehr vom Herstellerwerk modifizierte Ausführung Bell 214 B »Big Lifter« mit einem Abfluggewicht von 7258 kg für den zivilen Markt stand sehr im Schatten der Zwei-Turbinen-Hubschrauber der nächsten Generation, obwohl sie als modernste Errungenschaft die ersten in den USA zugelassenen Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff besaß.

Mit der Ausführung 214 ST (Super Transporter), Erstflug Februar 1977, die eine Zwillingturbine (General Electric mit 2 x 1625 PS) erhielt, wurde diesem Umstand Rechnung getragen. Der Rotordurchmesser wurde auf 15,85 m vergrößert (Bell 214 B: 15,24 m), das maximale Abfluggewicht konnte auf 7800 kg erhöht werden.

Die »Super-Transporter« kann mit 2 Mann Besatzung 16 Passagiere befördern, ihre Reisegeschwindigkeit beträgt 256 km/h.

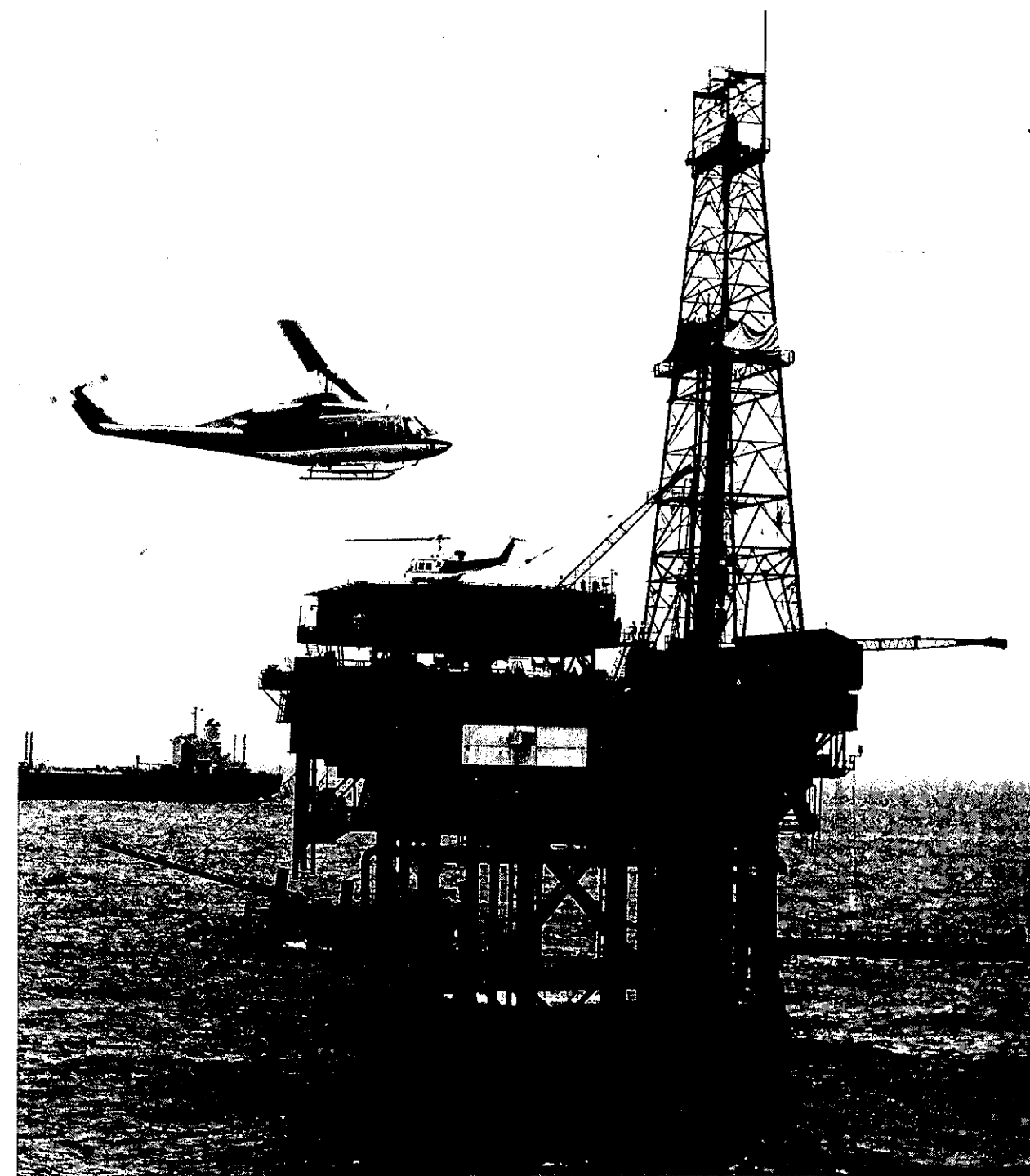
Doppeltriebwerke für die Bell 212 und Vierblattrotoren für die Bell 412

Der erste Zwei-Turbinen-Hubschrauber aus der »Huey«-Reihe war bereits 1968 angekündigt worden, es handelte sich um die Bell 212 »Twin Two Twelve« mit der militärischen Typenbezeichnung UH-1 N, die mit Pratt-&-Whitney-1800-PS-Doppeltriebwerken PTGT ausgerüstet war.

Die Leistung dieser Zwillingturbine (Twin Pac Power Plant) wurde über eine Welle auf das Hauptgetriebe übertragen und erbrachte damit eine in Fachkreisen kritisch beurteilte Zwei-Turbinen-Sicherheit. In ihrem Aufbau entsprach die Bell 212 der bereits beschriebenen 205 A. Bewaffnete Ausführungen der »Huey« flogen seit Beginn ihrer militärischen Einsätze, eine spezielle Kampfhubschrauber-Version wurde

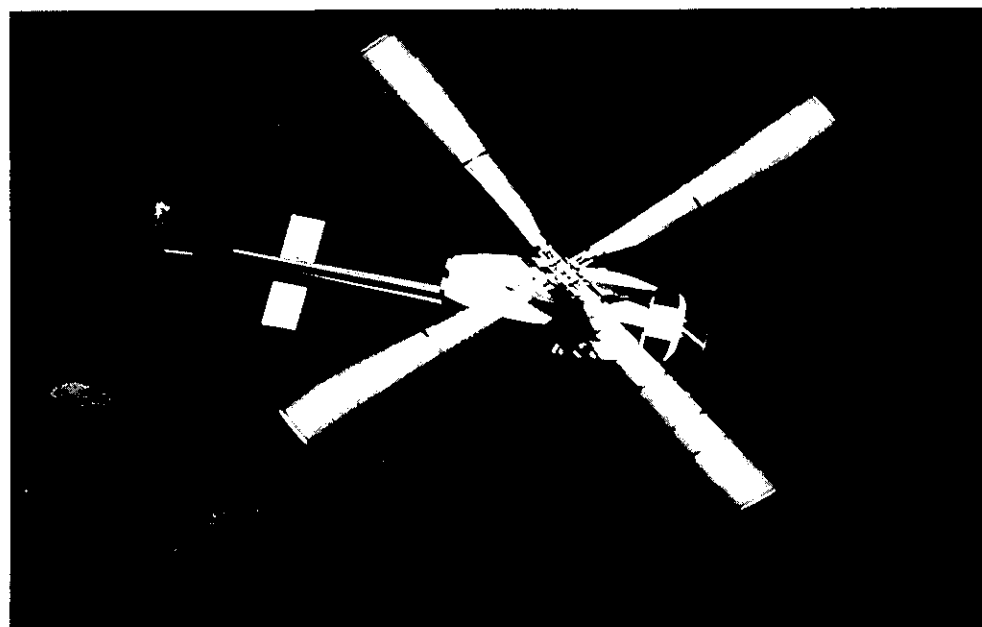
◀ Bell 214 B.

Bell 214 ST. ▶





▲ Bell 212.



◀ Bell 412.

1965 von Bell als Eigenentwicklung herausgebracht und von der U.S. Army akzeptiert. Über die AH-1 »Huey Cobra« und »Sea Cobra« wird im Abschnitt »Militärische Aufträge« berichtet.

Der erste serienmäßige Vierblatt-Hauptrotor von Bell Helicopter Textron wurde ab 1979 auf der Bell 212 erprobt, die längst fällige Umstellung auf ein neues Rotorsystem war mit der Musterzulassung der Bell 412 im Januar 1981 für den VFR-Betrieb und Februar 1981 für den IFR-Betrieb sowie der ersten Lieferung an einen Kunden (ERA-Helicopters/Alaska) anlässlich der Jahrestagung der Helicopter Association of America in Las Vegas im Januar 1981 praktisch verwirklicht.

In der Ausstattung ergaben sich keine Änderungen gegenüber dem vierzehnsitzigen Grundtyp Bell 212, auch die Pratt-&-Whitney-Zwillingsturbine (Turbo Twin Pac) von 1800 PS (1342 kW) wurde beibehalten. Der Rotordurchmesser des neuen Vierblatt-Hauptrotors beträgt 14,02 m gegenüber 14,69 m des Zweiblatt-Hauptrotors der Bell 212, das maximale Abfluggewicht konnte von 5080 auf 5262 kg gesteigert wer-

den. In den Leistungsdaten blieben die Höchstgeschwindigkeit mit 259 km/h und die Reisegeschwindigkeit mit 230 km/h unverändert, in allen Angeboten und Publikationen wurden die Vorteile des Vierblatt-Rotors mit verbesserten Flugeigenschaften herausgestellt.

Kaman bedient die U.S. Navy

Die Kaman Aircraft Corporation hatte als erste ihr gesamtes Produktionsprogramm auf Turbinen-Hubschrauber umgestellt, der Kaman »Huskie« wurde bereits in Band 1 bei der Beschreibung der Hubschrauber mit ineinanderdrehenden Rotoren (»Flettners Mixquirle« finden weiteres Interesse) erwähnt.

Als erster Kaman-Hubschrauber mit Haupt- und Heckrotor startete die UH-2 A »Seasprite« am 2. Juli 1959 zu ihrem Erstflug. Sie war mit der 1250-PS-Wellenturbine T 58-GE 8 B von General Electric ausgerüstet, hatte einen Vierblattrotor mit 13,41 m Durchmesser und wog leer 2767 kg, das Abfluge-

Kaman »Sea Sprite«.



wicht betrug 3918 kg. Im Normalfall flogen zwei Mann Besatzung mit zwölf Passagieren, im Notfall konnten sogar noch mehr Personen an Bord genommen werden.

Die »Seasprite« wurde in verschiedenen Varianten an die U.S. Navy geliefert. Küstenüberwachung und SAR-(Search and Rescue-)Dienste gehörten zu den hauptsächlichen Aufgaben des Hubschraubers, in allen Fällen war die Allwettereinsatzfähigkeit und entsprechende Instrumentierung eine der Grundforderungen des Auftraggebers. Als erstes wurden 88 Maschinen in der Ausführung UH-2 A geliefert. Die Ausführung UH-2 B, von der 102 Stück bestellt wurden, wurde auf zwei Turbinentriebwerke umgerüstet und erhielt dabei die Typenbezeichnung UH-2 C. Das Leergewicht erhöhte sich dadurch auf 3351 kg, das Abfluggewicht konnte auf 4514 kg gesteigert werden, die Marschgeschwindigkeit lag bei 240 km/h. Ab 1969 wurde die bewaffnete und gepanzerte Ausführung HH-2 C gebaut. Für die LAMPS-Ausschreibung (Light Airborne Multi Purpose System) der U.S. Navy

Westland »Wessex«.



konnte Kaman die SH-2 D als Interimslösung liefern, nachdem eine endgültige Festlegung der Ausrüstungen für das auf U-Boot-Bekämpfung erweiterte Einsatzspektrum sehr lange Zeit in Anspruch nahm.

Sikorsky stellt auf Turbinenbetrieb um

Bei Sikorsky waren seit 1953 verschiedene Typen versuchsweise mit Turbinen-Triebwerken ausgerüstet worden, als erstes die aus der S-52 abgeleiteten S-59. Je zwei Prototypen der S-56 und S-58 wurden ebenfalls zur Erprobung mit Turbinen ausgerüstet.

Die S-62 war der erste in kleiner Serie gebaute Turbinen-Hubschrauber von Sikorsky. Das Grundmodell hierfür war die S-55, Hubschrauber-Betriebsgesellschaften waren die Abnehmer für die 1958 aus der Serienfertigung lieferbare S-62 A, von der U.S. Coast Guard wurden 28 Maschinen in der Ausführung S-62 C mit der Typenbezeichnung HH-52 für Such- und Rettungsdienste bestellt. Sie waren mit der 1050-

PS-Turbine General Electric T 48 ausgerüstet, die bei größerer Leistung ein wesentlich niedrigeres Gewicht als der Kolbenmotor des Grundtyps S-55 aufwies. In Großbritannien wurde in Ableitung aus der S-55 die Westland-Serie »Whirlwind III« gebaut, deren erster Prototyp im Februar 1959 mit einer General-Electric-turbine T 58 erstmals flog. General Electric vergab eine Fertigungslizenz für die Turbine an Bristol-Siddeley-Gnome, die dann für ein Umrüstprogramm der früheren »Whirlwind«-Serien und für Serienfertigung der »Whirlwind«-Serie III (HAR Mk 10) benutzt wurde.

Das Grundmodell für die Westland-»Wessex«-Serien hingegen war die Sikorsky S-58 (H-34), deren 9-Zylinder-Sternmotor durch zwei Gnome-Turbinen ersetzt wurde. Diese Wellenturbinen lieferten eine auf 1550 PS gedrosselte Leistung an das Hauptgetriebe des Hubschraubers. Ein Prototyp der »Wessex« (Mk 1) war bereits im Mai 1957 mit einer Napier-Gazelle-Turbine geflogen, die Ausführung Mk 2 flog mit Gnome, die Mk 3 und Mk 31 mit Gazelle-Turbinen. In Frankreich wurde die S-58 ab 1962 als H-34 »Bi-Bastan« mit zwei 950-PS-Wellenturbinen Turboméca-Bastan IV gebaut.

Als Großhubschrauber entwickelte Westland in Großbritannien die Westland »Westminster« mit zwei Napier-Turbinen zu je 3150 PS Leistung sowie mit Rotorsystem, Hauptgetriebe und Hydraulik der Sikorsky S-56. Die »Westminster« flog erstmals am 15. Juni 1958 als »Fliegender Kran« mit einem Gitterrumpf. Zwei Prototypen wurden gebaut, die für 40 Passagiere vorgesehene Verkehrshubschrauber-Version der »Westminster« wurde nur als Modell vorgestellt.

Der erste Großhubschrauber mit drei Turbinentriebwerken

In Frankreich waren für ein Großhubschrauber-Projekt die finanziellen Mittel vorhanden, die Westland für seine »Westminster« allein nicht aufbringen konnte. Technische Unterstützung durch Sikorsky wurde vertraglich vereinbart, die »Super Frelon« als erster in Serie gebauter Hubschrauber mit drei Turbinen startete am 7. Dezember 1962 zum Erstflug. Dem als Truppentransporter für die Heeresflieger ausgelegten Prototyp folgte sechs Monate später eine Ausführung

für die Marine. Nach Erprobung weiterer vier Vorseeriemaschinen kamen auch die Aufträge, die den Grundstock für die Serienfertigung bildeten.

Heute fliegen über 100 »Super Frelon« als SA 321 F mit einem Platzangebot für 37 Passagiere in der zivilen Version, als SA 321 G bei der französischen Marine zur U-Boot-Bekämpfung und als SA 321 J beim französischen Heer zum Transport von Soldaten und Material. Sie sind mit drei 1570-PS-Turboméca-Turbinen ausgerüstet, ihr Sechsstab-Hauptrotor hat einen Durchmesser von 18,9 m, der Durchmesser des Fünfstab-Heckrotors beträgt 4 m.

Das Hauptgetriebe für die »Super Frelon« wurde von Fiat in Italien gebaut, und so lag es nahe, daß auch die italienische Costruzioni Aeronautiche Giovanni Agusta SpA einen Drei-Turbinen-Hubschrauber herausbrachte. In diesem Fall war Frank N. Piasecki an der Entwicklung beratend beteiligt. Die Agusta AZ 101 G erhielt ebenfalls einen Sechsstab-Hauptrotor wie die »Super Frelon« und dazu einen Sechsstab-Heckrotor mit kleinerem Durchmesser (3,15 m). Das Abfluggewicht der ursprünglich mit drei Bristol-Siddeley-Gnome-Turbinen von je 1250 PS bestückten AZ 101 G lag mit 12 900 kg nur um 100 kg unter den genau 13 t der SA 321. Die Aufträge erreichten bei Agusta jedoch bei weitem nicht die Stückzahlen, die bei der Aérospatiale verbucht werden konnten.

Die »Sea King«-Serien

Ein Entwicklungsauftrag der U.S. Navy bildete im Herbst 1957 die Grundlage für die erfolgreiche Sikorsky-S-61-Typenreihe. Mit einem 2-Turbinen-Hubschrauber für militärische und zivile Verwendung konnte Sikorsky mit beiden Füßen in das Turbinenzeitalter einsteigen. Die S-61 B (SH-3 A) »Sea King«, die im Frühjahr 1959 erstmals flog, wurde zum Grundmodell für eine Großserienfertigung über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren. Die Zahl ihrer Varianten ist so groß, daß eine Klassifizierung der bei Sikorsky gebauten Grundtypen erforderlich ist, um eine grobe Übersicht zu erhalten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß einige Versionen für spezielle Erfordernisse nochmals Änderungen erfuhren beziehungsweise umgebaut wurden.

Von Anfang an erfüllte die SH-3 A »Sea King« alle Forderungen der U.S. Navy, die damals an einen Hub-



Super Frelon. ▲

▼ Agusta AZ 101.

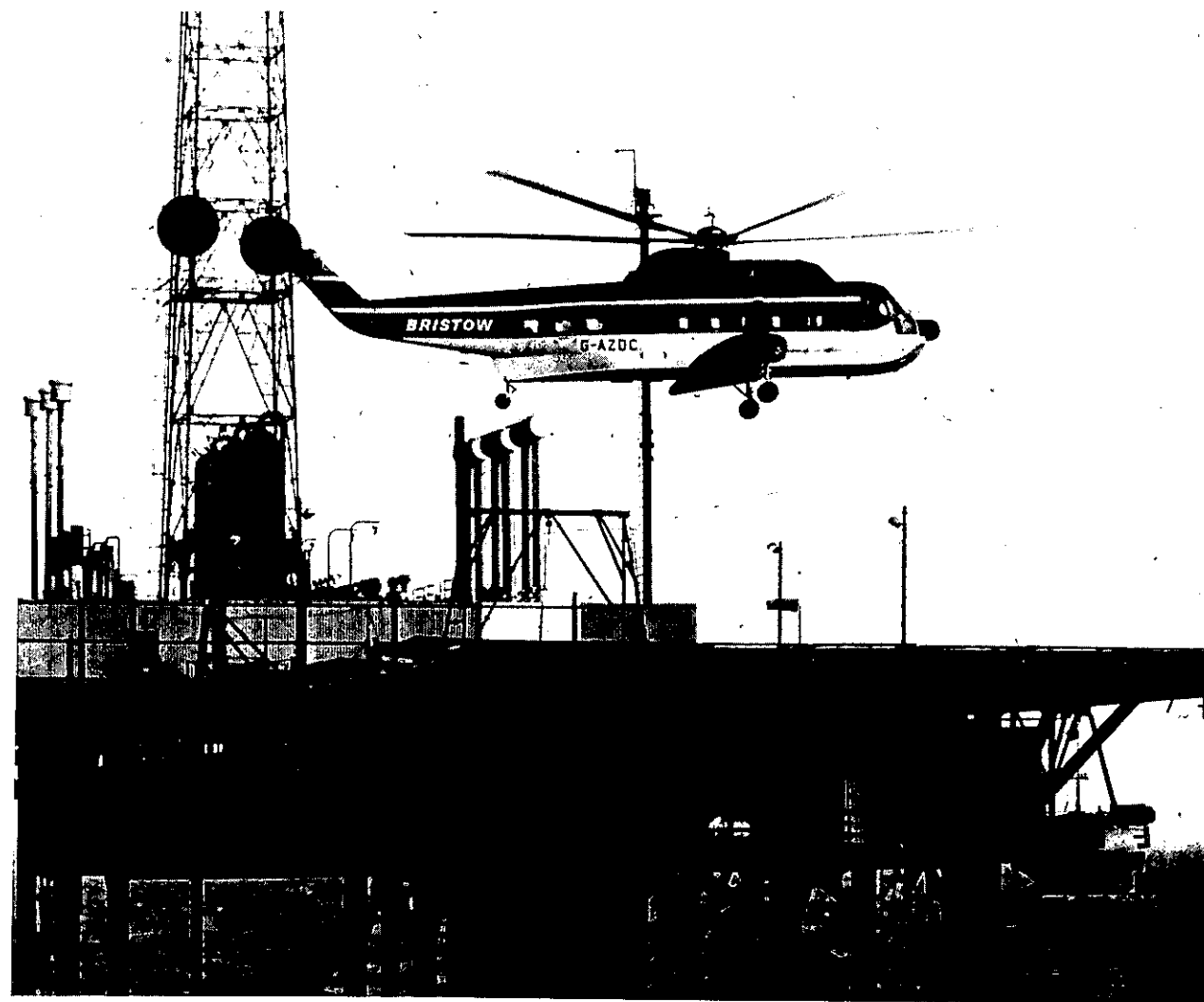


schrauber für die U-Boot-Ortung und U-Boot-Bekämpfung gestellt wurden. Die RH-3 A hingegen war eine Sonderausführung für Minensuch- und -räumaufgaben, während die HH-3 A für SAR (Seenot-Such- und -Rettungsaufgaben) ausgerüstet war. Die CH-3 B der U.S. Air Force wurde als Berge-Hubschrauber für die von ihren Raumfahrtunternehmen zurückkommenden Astronauten durch die Fernsehübertragungen weltweit bekannt. Für die japanische Marine lief die Lizenzfertigung bei Mitsubishi, die für Kanada bestimmten CH-124 wurden dort auch endmontiert, in Italien baute Agusta die S-61 in Lizenz, und in Großbritannien wurde die S-61 mit den Änderungen entsprechend den Forderungen der Royal Navy als Westland »Sea King« gebaut. Ab 1963 wurde die Ausführung S-61 R mit hydraulisch zu betätigender Laderampe geliefert, sie hatte im

Gegensatz zu den S-61-Typen der U.S. Navy keine motorisierte Blattfaltung. Die zivile, nicht-amphibische Version S-61 L fliegt als Passagier-Hubschrauber im Linienverkehr mit einer Reichweite von fast 1000 km, während die ebenfalls zivile S-61 N in erster Linie als Zubringer-Hubschrauber zu den Erdölplattformen vor den Küsten (»off shore«) fliegt. 2500 Liter Kraftstoff im Tank der S-61 L und N sind ein Hinweis auf ihre Reichweite und Ausdauer im Flugbetrieb, mit einer maximalen Geschwindigkeit bis 241 km/h und einer durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit von 225 km/h erhielten die zivilen Ausführungen die Musterzulassung, während die militärischen Ausführungen mit 267 km/h beziehungsweise 232 km/h für höhere Geschwindigkeiten zugelassen sind.

Westland »Sea King«.





Sikorsky S-61 N.

Die Triebwerksleistung konnte von den 2 x 1050 PS der Grundaufbau auf 2 x 1250 PS gesteigert werden und erfuhr bei den neuen Typen S-61 L und S-61 R eine weitere Erhöhung von 2 x 1400 auf 2 x 1500 PS, dementsprechend konnte das maximale Abfluggewicht von ursprünglich 8–9 t auf 9–10 t erhöht werden. Der Durchmesser des Hauptrotors wurde nicht geändert, er beträgt bei allen Ausführungen der S-61 18,5 m.

Mit vielen Verbesserungen blieb die S-61 bis 1981 in der Serienfertigung und wurde ab 1981 bei Agusta in Italien in Lizenz weitergebaut.

»Fliegende Kräne«: Erprobung in Bremen

1960 begann bei Sikorsky die Entwicklung eines Kranhubschraubers, der mit minimalem Aufwand für den Rumpfaufbau als Spezialausführung für den Transport von Lasten und die Durchführung von Montageaufgaben vorgesehen war. Die nach diesen Gesichtspunkten konstruierte S-64 A »Sky Crane« (militärische Bezeichnung CH-54 A) flog erstmals am 9. Mai 1962 mit zwei 4050-PS-Pratt-&-Whitney-Turbinen, ihr Leergewicht betrug 7820 kg, das maximale Abfluggewicht 17 240 kg. Die Prototypen 2 und

3 gingen an die Weser Flugzeugbau GmbH nach Bremen, die im Krupp-Konzern für die Kранаusführung wesentliche Beiträge zur Integration der Hebewerkzeuge lieferte. D-9510 war das Kennzeichen eines dieser Hubschrauber, der mit der Beschriftung Sikorsky/Weser und dem Firmenzeichen Krupp zur Erprobung verwendet wurde. 23 Kranhubschrauber aus der ersten Serie wurden an die Heeresfliegertruppe der Bundeswehr geliefert. Sie wurden später als Ausführung CH-54 B mit zwei 4800-PS-Turbinen und einem verstärkten Hauptgetriebe ausgerüstet und erreichten damit eine Nutzlastkapazität von über 10 t.

Die ursprünglich vorgesehenen Container für die S-64 mit den Innenabmessungen 10,59 x 3,50 m und einer Höhe von 1,96 m hatten ein Fassungsvermögen für 68

Personen oder 48 Krankentragen, einen Zugang zum Cockpit während des Fluges sowie Seitentüren und Flügeltüren an der Rückseite. 1965 beförderte eine CH-54 A in diesem abnehmbaren Behälter 87 ausgerüstete Soldaten. Die Musterzulassung wurde zu einem späteren Zeitpunkt für einen Behälter mit den Innenabmessungen von 8,36 m Länge, 2,69 m Breite und 1,98 m Höhe erteilt, der ein Fassungsvermögen für 45 Soldaten oder 24 Tragen besaß.

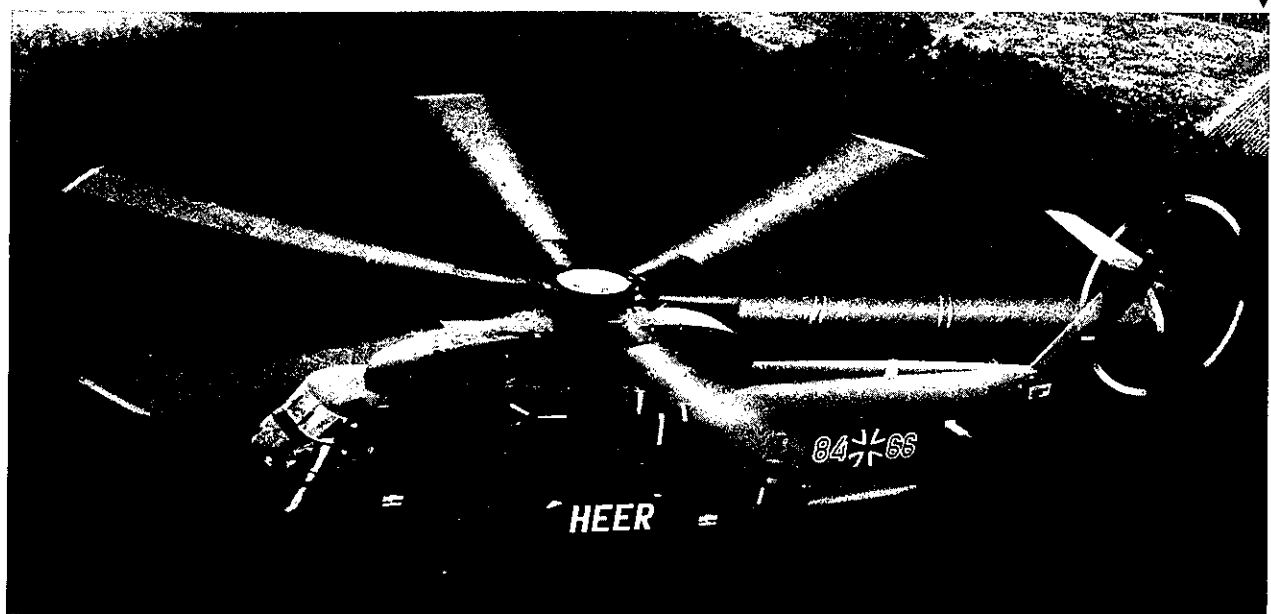
Bei der ab 1969 in Serie gebauten S-64 F betrug der Rotordurchmesser 22,0 m, die Bodenfreiheit unter dem Heckausleger belief sich auf 2,84 m, das Leergewicht lag bei 8724 kg und das maximale Abfluggewicht bei 19 050 kg.

Sikorsky »Sky Crane« – Prototyp.





▲ Sikorsky S-64 »Sky Crane«.



▼ Sikorsky CH-53 G.

»Sea Stallion« über See und Land

Sikorsky gewann 1962 die Ausschreibung des U.S. Marine Corps für einen schnellen, allwetterflugtauglichen Transporthubschrauber mit einem Fassungsvermögen für 38 Soldaten und konnte damit eine neue Serie mit der Typenbezeichnung S-65 auflegen. Soweit wie möglich wurden bei der Konstruktion dieses Hubschraubers Baugruppen der S-64 verwendet, der Hauptrotor mit den gleichen Abmessungen wie beim »Sky Crane« erhielt eine automatische Blattfaltung, anstelle der Pratt & Whitney-Turbinen der S-64 wurden jedoch zwei General-Electric-Turbinen mit je 2850 PS eingesetzt.

Die Avionik des neuen Hubschraubers ermöglichte erstmals automatischen Konturenflug im Gelände (automatic terrain clearance flight), die Flugstabilität wurde 1968 von Byron Graham, Sikorsky-Hubschrauber-Testpilot, und Oberstleutnant Robert Guay als Kopilot vom U.S. Marine Corps, mit Loopings und Rollen unter Beweis gestellt.

An militärischen Versionen der S-65 wurden entwickelt: die CH-53 A »Sea Stallion« für U.S. Navy und Marine Corps, die HH 53 B und C für die U.S. Air Force, von denen die »B« mit zwei 3080-PS- und später mit zwei 3925-PS-Turbinen speziell für die Bergung der Kapseln mit den Astronauten nach Raumfahrt-Unternehmen vorgesehen war, die CH-53 D, Fassungsvermögen 55 Soldaten, für das U.S. Marine Corps, die RH-53 D als Minenräum-Version für die U.S.Navy und die CH-53 G für die deutschen Heeresflieger. Von der letzteren Ausführung wurden 112 Stück im Montage- beziehungsweise Nachbauprogramm von VFW-Fokker als Hauptauftragnehmer geliefert.

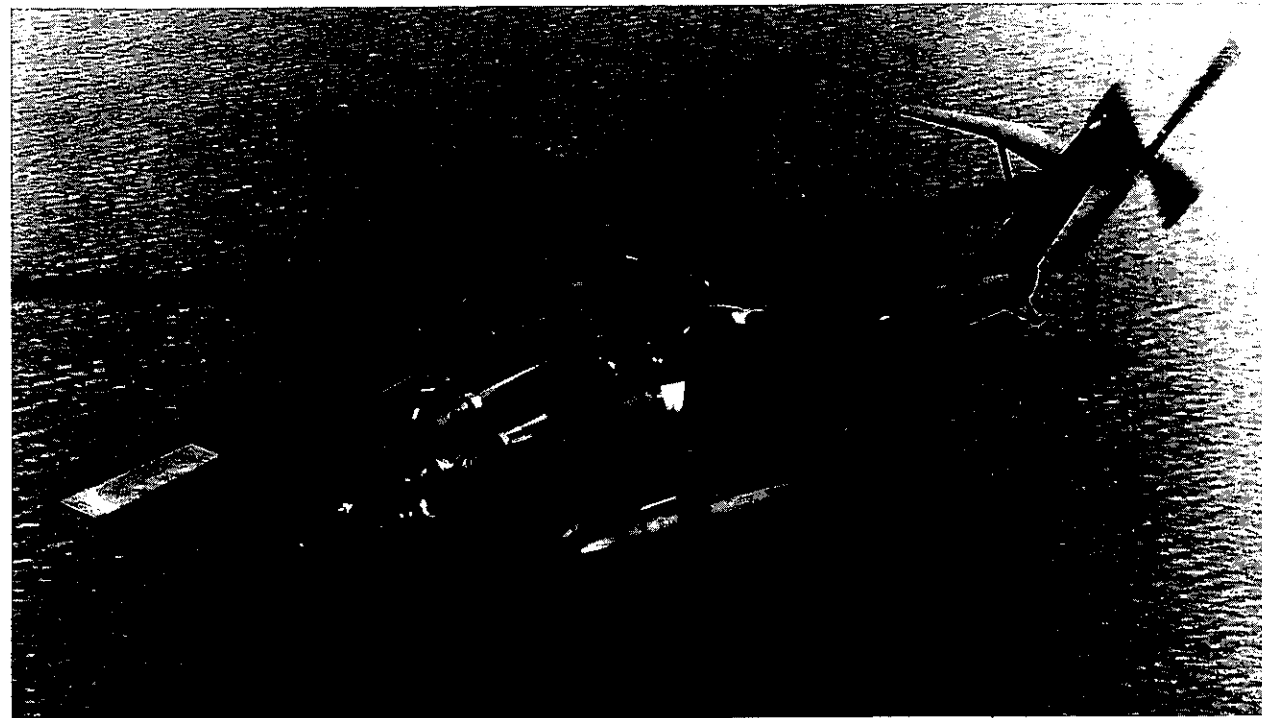
Das Leergewicht dieser Ausführungen bewegt sich von 10 180 bis 10 960 kg, das maximale Abfluggewicht liegt bei 19 050 kg, die Reisegeschwindigkeit beträgt, wie in der Ausschreibung gefordert, 278 km/h.

Sikorsky CH-53 E »Super Stallion«

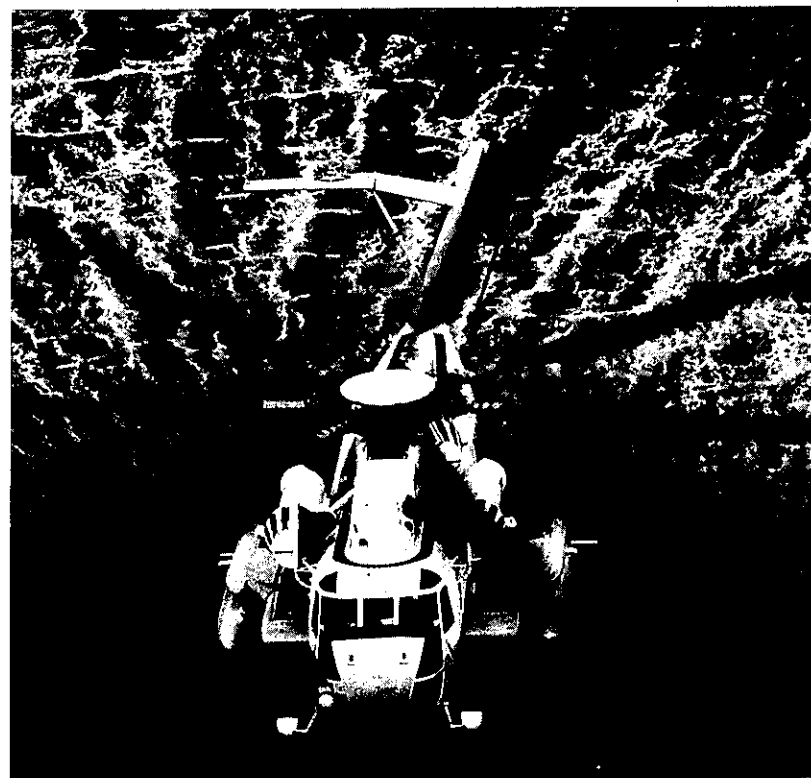
1973 wurde für die U.S. Navy und das U.S. Marine Corps aus dem Grundtyp S-65 eine »Super Stallion« mit drei Turbinen, einem Siebenblatt-Hauptrotor (24,08 m Durchmesser) und einem Vierblatt-Heckrotor (6 m Durchmesser) entwickelt. Der Prototyp YCH-53 E, Erstflug am 1. März 1974, wurde kurz darauf bei einer harten Landung zerstört, ein zweiter Prototyp flog ab Januar 1975 und erfüllte bereits die vom Auftraggeber gestellte Forderung einer Nutzlastkapazität von 16 t. Ab Dezember 1975 wurden die Vorserienmaschinen erprobt, ab Dezember 1980 erhielt die U.S. Navy, die den ersten Auftrag über 49 CH-53 E erteilt hatte, aus der Serienfertigung der Sikorsky Aircraft Division der United Technologies in Stratford, Connecticut (USA) die ersten Exemplare des nunmehr größten und leistungsfähigsten Hubschraubers der westlichen Welt.

Drei Wellenturbinen General Electric T-64-416 mit einer Startleistung von je 4380 PS (3266 kW) für ein Abfluggewicht von 33 339 kg sind die Grundlage für eine Nutzlastkapazität von über 17 t, Spitzengeschwindigkeit und Reisegeschwindigkeit entsprechen mit 315 bzw. 278 km/h dem Grundtyp S-65. Neu ist bei der CH-53 E der Wabenaufbau des Hauptrotors mit einer Titan-Vorderkante und Verkleidung aus glasfaserverstärktem Kunststoff.

Hersteller	Typ	Triebwerke 2 x	PS	KW	Haupt- rotor Blattzahl	Ø (m)	Leer- gewicht kg	max. Abflugs- Gewicht kg	max. Reise- Geschw. km/h	Reich- weite km
Mil	Mi-8	Isotow	1 700	1267	5	21,29	6 799	12 000	250	500
Mil	Mi-17	Isotow	1 900	1417	5	21,29	7 100	13 000	250	500
Boeing Vertol	BV 234	Lycoming	4 070	3039	2x3	18,29	11 090	21 318	269	1010
Boeing Vertol	CH-47 D	Lycoming	7 500	5593	2x3	18,29	10 405	22 679	287	1000
Sikorsky	CH-53 E	3xG.E.	4 380	3266	7	24,08	15 071	33 339	278	2075
Mil	Mi-6	Solowjew	5 500	4101	5	35,00	27 240	42 500	250	620
Mil	Mi-26	Lotarew	11 400	8500	8	32,00	28 000	56 000	255	800



▲ Sikorsky CH-53 E (Grundausführung).



◀ Sikorsky CH-53 E (ASW).

Ritter zur See mit Tandemrotoren: Vertol CH-46 »Sea Knight«

Auch bei den Tandem-Hubschraubern begann 1956 die Umstellung auf Turbinen-Triebwerke, und wie bei der Sikorsky S-61 oder S-65 wurde der Gewichtsklasse entsprechend Zwei-Turbinen-Sicherheit von Anfang an vorausgesetzt. Beim Vertol-Modell 107 ist

weiterhin amphibische Einsatzmöglichkeit mit einer für Wasserungen tauglichen Rumpfkonstruktion gewährleistet. Der Erstflug der Vertol 107 fand am 22. April 1958 mit zwei 860-PS-Lycoming-Turbinen statt. 1959 wurde die militärische Erprobung mit drei Prototypen YHC-1 A aufgenommen, die mit zwei 1050-PS-Turbinen ausgerüstet waren. Hieraus entstand die CH-46 A »Sea Knight« für das U.S. Marine

Boeing Vertol CH-46.



Corps, die UH 46 A für die U.S. Navy und die zivile Ausführung 107 – Modell II, die erstmals 1962 für den Linienverkehr der PanAm und New York Helicopter Airways eingesetzt wurde. Sie kann im Kurzstreckenverkehr 25 Passagiere und Gepäck befördern, das über die Heck-Laderampe schnell ein- und ausladbar ist.

Gegenüber den »A«-Ausführungen, deren Triebwerksleistung auf zweimal 1250 PS gesteigert wurde, erfuhren die CH-46 D und UH-46 D eine weitere Leistungssteigerung auf zweimal 1400 PS. Die Turbinen sind bei diesen Tandemhubschraubern unter den Rotormasten eingebaut, um einen möglichst umfangreichen nutzbaren Raum im Rumpf zu erhalten. Zur besseren Unterbringung der Hubschrauber auf engstem Raum ist ein Blattfaltungsmechanismus mit Elektromotoren vorhanden. Der Durchmesser der entgegengesetzt drehenden Tandemrotoren beträgt 15,24 m, der Abstand der Rotorachsen 10,16 m von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, hieraus ergibt sich eine Gesamtlänge des Hubschraubers mit drehenden Rotoren von 25,7 m. Mit einem Leergewicht von etwa 6 t wurde bei einem maximalen Abfluggewicht von 10,4 t ein günstiges Zuladungsverhältnis erreicht. Die Tandemhubschrauber der Baureihe 107 fliegen mit 232 km/h Reisegeschwindigkeit, die Höchstgeschwindigkeit liegt bei 267 km/h.

Als CH-113 »Labrador« wurde die CH-46 bei der Königlich Kanadischen Luftwaffe (RCAF) eingeführt, die kanadische Armee erhielt die Version CH-113 A »Voyageur«. Lizenzbauten ziviler Vertol 107 erfolgen bei Kawasaki in Japan.

Die Boeing Vertol CH-47 »Chinook«

Die Baureihe 114 (militärische Bezeichnung CH-47 »Chinook«) verdankt ihre Entstehung dem Bedarf der U.S. Army, die einen leistungsfähigeren Tandemhubschrauber als Ersatz für die mit Kolbenmotoren betriebenen Transporthubschrauber benötigte. Nach einem Vergleich mit den Angeboten anderer Herstellerfirmen erhielt das Werk in Philadelphia im Juni 1959 den Entwicklungsauftrag für fünf Prototypen YCH-47. 1960 übernahm Boeing die Vertol Aircraft Corporation, die seitdem als Boeing Vertol Company geführt wird. 1961 begann die Flugerprobung der BV CH-47 in enger Zusammenarbeit zwischen Boeing Vertol und U.S. Army.

An und für sich ist die »Chinook« eine vergrößerte Ausführung der »Sea Knight« mit allen Vorteilen des Tandem-Rotor-Systems, das einen weiten Schwerpunktbereich bietet und Starten und Landen ohne Rücksicht auf die Windrichtung gestattet. Von den Verfechtern dieses Rotorsystems wird weiterhin die Meinung vertreten, daß bei Tandemhubschraubern die Triebwerksleistung uneingeschränkt für den Auftrieb nutzbar ist, als Nachteil fällt nur der größere Aufwand für zwei Hauptgetriebe ins Gewicht. In der Praxis erreichte die »Chinook« die niedrigste Unfallrate von allen bei der U.S. Army verwendeten Hubschraubertypen und gilt im Verhältnis zu ihrer Größe und Leistung als besonders wartungsfreundlich.

Die Dreiblattrotoren haben einen Durchmesser von etwa 18 m (CH-47 A 18,02 m; CH-47 B und C 18,29 m). Das Leergewicht der Serienausführung CH-47 A (1963) lag bei 8,2 t mit einem maximalen Abfluggewicht von 13–15 t. Die CH-47 B (ab 1967) wiegt leer 8,8 t und ist für ein Abfluggewicht von 14,2–18 t ausgelegt, während die CH-47 C mit einem Leergewicht von 9,2 t ein maximales Abfluggewicht von 17,8–20 t aufweist. Entsprechend war die Triebwerksleistung bei den verschiedenen Ausführungen laufend gesteigert worden.

Die Prototypen flogen mit 2 x 2000 PS, die Serie »A« erhielt 2 x 2650 PS, »B« 2 x 2850 PS, und in der »C«-Serie (mit verstärktem Hauptgetriebe) sind zwei Lycoming-Turbinen mit je 3750 PS (2796 kW) eingebaut. Im April 1968 wurde mit der nunmehr zum Agusta-Konzern gehörenden Elicotteri Meridionali in Italien ein Lizenzbauabkommen für die CH-47 C für Italien, Österreich, die Schweiz und den Nahen Osten abgeschlossen.

Bis jetzt wurden von den Piasecki-Boeing-Vertol-Tandemhubschraubern mehr als 2500 Exemplare ausgeliefert.

Blieb in der Montagehalle: der Schwerlast-Tandemhubschrauber

1971 begannen bei der Boeing Vertol Company in Philadelphia die Arbeiten am Schwerlast-Hubschrauber-Projekt HLH (Heavy Lift Helicopter). Der im Auftrag der U.S. Army entwickelte Prototyp XCH-62 war für 20 bis 30 t Zuladungskapazität mit einem maximalen Abfluggewicht von 53 t beziehungsweise 67 t mit Außenlasten konzipiert und erhielt drei Alli-



Boeing Vertol CH-47, »Chinook«.

son-Wellenturbinen XT 701-AD 700 mit je 8079 PS Startleistung. Mit drehenden Vierblattrotoren von je 28 m Durchmesser betrug die Gesamtlänge des Tandemhubschraubers 49,5 m. Ein Fly-by-wire-Steuerungssystem mit dreifach vorhandenen Leitungsverbindungen, die eine voneinander unabhängige Stromversorgung besaßen, gewährleistete eine fast absolute Ausfallsicherheit. Zu dem computergesteuerten Flugkontrollsystem gehörte eine automatische Flugstabilisierung SAS (Stability Augmentation System), automatische Laststabilisierung und automatische Schwebeflugstabilisierung.

Die Programmkosten von der Grundentwicklung bis zu 100 erreichten Flugstunden des Prototyps waren

auf 207 Millionen Dollar veranschlagt, kurz vor dem Roll-out waren 179 Millionen aus den Mitteln des Verteidigungshaushalts bereits ausgegeben. Unabhängig davon hatte die Boeing Vertol Company eine »Chinook« CH-47 A zur Erprobung des Fly-by-wire-Systems umgebaut. Dieses Boeing-Modell 347 flog bereits 1970 in der Entwicklungsphase I mit Vierblattrotoren und einem um 3 m verlängerten Rumpf. In der Phase II wurde die Boeing Vertol 347 mit kippbaren Tragflächen ausgestattet, die im Winkel von 10 Grad im Horizontalflug und 85 Grad im Schwebeflug anstellbar waren. Die Spannweite betrug 15 m. Eine drastische Kürzung des Verteidigungshaushalts im Sommer 1975 bedeutete das Ende des HLH-Pro-

jektes. 179 Millionen Dollar waren praktisch aus dem Fenster geworfen, 500 Mitarbeiter der Boeing Vertol Company standen auf der Straße.

Ein umfangreiches Modernisierungsprogramm für die 80er Jahre

Mit einem CH-47-Modernisierungsprogramm konnte die Firma Boeing Vertol, die auch beim UTTAS-Projekt der U.S. Army nicht zum Zuge gekommen war, ihren Betrieb aufrechterhalten. Die Arbeiten im Rahmen dieses bis weit in die 80er Jahre laufenden Umbauprogramms erstrecken sich auf die Ausstattung von fast 450 CH-47 mit GfK-Rotorblättern, Erhöhung der Leistungsaufnahme des Getriebes von 6000 auf 7500 PS (5593 kW), Erhöhung des maximalen Abfluggewichts auf 26 t, Einbau eines zusätzlichen Kraftaggregates APU (Auxiliary Power Unit), Verbesserungen des Hydrauliksystems und Umrüstung auf ein bruchsicheres (crashworthy) Kraftstoffsystem.

Boeing Vertol BV 234.

Eine 1966 gebaute CH-47 A, die 10 Jahre im Dienst gestanden war und in dieser Zeit zwei Vietnam-Einsätze absolviert hatte, startete 1979 nach ihrem Umbau in die neue Ausführung CH-47 D zum ersten Flug. Bis 1990 werden sämtliche CH-47 A, B und C der U.S. Army mit den vorgesehenen Verbesserungen als D-Ausführung umgebaut sein.

BV 234: die »kommerzielle« Version der »Chinook«

Mit dem Erstauftrag der British Airways Helicopters (BAH) konnte die Boeing Vertol Company 1978 auf dem zivilen Sektor einen vielbeachteten Erfolg verbuchen. Die »kommerzielle« Version der »Chinook« mit der Typenbezeichnung BV 234 hat neben diversen Verbesserungen einen komfortablen Innenraum mit 44 Sitzplätzen, Toilette und großem Gepäckraum aufzuweisen. Sie ist in der LR-Ausführung mit einem Langstrecken-Kraftstoffbehälter versehen. Die bei-



Mil Mi-6.

den Avco-Lycoming-Wellenturbinen der BV 234 weisen eine Startleistung (5 Minuten) von je 4075 PS (3039 kW) auf. Im Ein-Motoren-Betrieb können sie über 30 Minuten mit 4335 PS fliegen. Für die British Airways Helicopters, die ihre erste von 6 in Auftrag gegebenen BV 234 im Sommer 1981 in Dienst stellte, bietet dieser Hubschrauber eine Nonstopverbindung von Aberdeen in Schottland zu allen Erdölstützpunkten in der Nordsee und hat sich in der Praxis, was Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit betrifft, bestens bewährt.

Die größten Hubschrauber baut die Sowjetunion

Erster Turbinenhubschrauber der Sowjetunion war die ab 1959 in Serie gebaute Mil Mi-6, in den folgenden 10 Jahren zugleich der größte Hubschrauber der Welt, der dann nur von der Mil Mi-12, zusammengebaut aus zwei Mi-6-Hauptrotoren und vier Mi-6-Turbinen auf Auslegern, überboten wurde. Michail Leontjewitsch Mil hatte damit den Auftrag ausgeführt, einen Hubschrauber zu konstruieren, der in seinen Abmessungen alle bisherigen übertreffen

sollte und nicht nur für militärischen Einsatz, sondern auch für die Erschließung der entlegenen Gebiete zu verwenden war, in denen sonst keine Transportmöglichkeiten bestanden.

Ursprünglich mit zwei 4635-PS-Solowjew-Turbinen, dann mit zwei 5500-PS-Turbinen des gleichen sowjetischen Fabrikats ausgerüstet, besitzt die Mil Mi-6 ein Leergewicht von 27 t und ein maximales Abfluggewicht für den Senkrechtstart von 42 t. Die Piloten Raffail Kapreljan und L. Lechin brachten mit der Mi-6 im September 1962 20 t Last auf eine Höhe von über 2000 m. Normalerweise besteht die Besatzung der Mi-6 aus zwei Piloten, einem Navigator, einem Flugingenieur und einem Funker.

In der Reiseversion mit Gepäckraum, Toilette usw. bietet die Mi-6 Platz für 65 Passagiere, in einer mit Truppsitzen ausgestatteten Frachtversion können bis zu 120 ausgerüstete Soldaten transportiert werden. Die Heckladerampe ermöglicht die Aufnahme von Kraftfahrzeugen und sonstigem Gerät.

Gewaltig sind die Abmessungen der Mi-6, die auf dem Aërosalon Paris 1967 erstmals im Westen vorgestellt wurde. 35 m beträgt der Durchmesser des 5blättrigen Hauptrotors, der sechsblättrige Heckrotor hat einen Durchmesser von 6,3 m. Wie bei allen sowjetischen

Hubschraubern wurde die Drehrichtung des Hauptrotors, von oben gesehen, im Uhrzeigersinn beibehalten, der Heckrotor befindet sich auf der rechten Seite. Die Rumpflänge der Mi-6 beträgt 33 m, die Gesamthöhe fast 10 m (genau 9,86 m). Für den Reiseflug mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 270 km/h und einer Reichweite bis 1000 km dienen Tragflächen mit einer Spannweite von 15,3 m der Auftriebsentlastung mit einem Nutzeffekt von etwa 20 %. Für Montageaufgaben und den Transport von Schwerlasten am Haken werden diese Flächen nicht anmontiert. Mehr als 500 Mil Mi-6 wurden bereits in den 60er Jahren gebaut, der Hubschrauber wurde an alle Ostblockländer geliefert, aber auch nach Ägypten, Irak, Syrien, Peru und Indonesien exportiert.

Die Mil Mi-10: ein Kran mit über 20 t Last am Haken

Bereits 1960 wurde der erste sowjetische Fliegende Kran Mil Mi-10 mit den dynamischen Komponenten

Mil Mi-10.



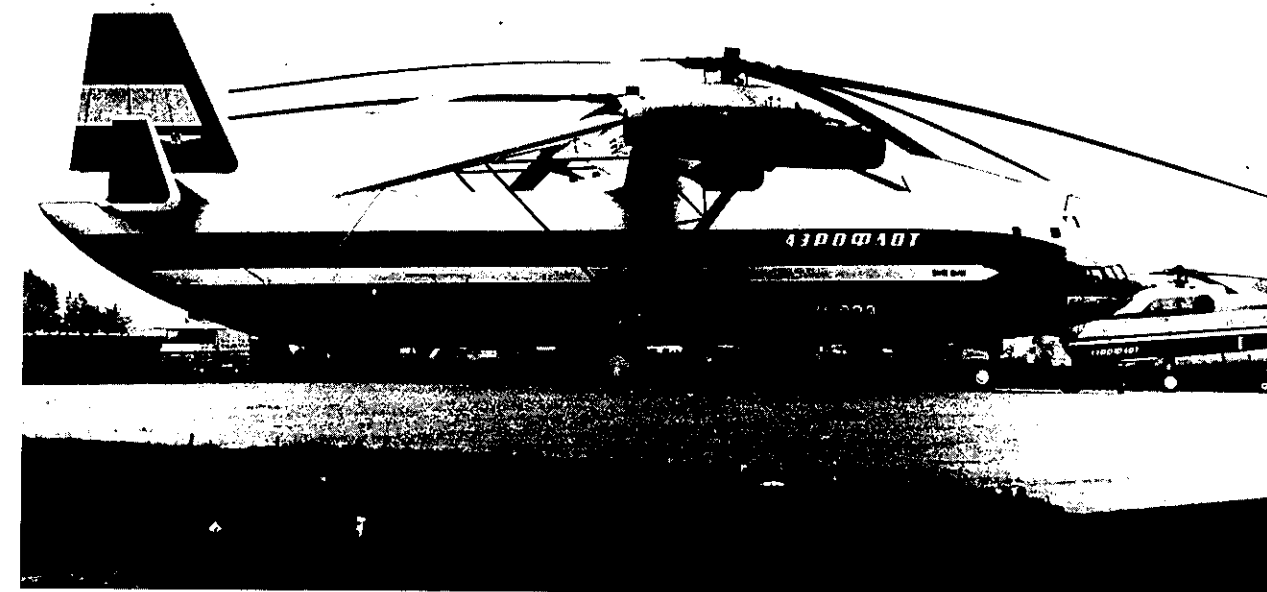
der Mil Mi-6 gebaut. Zunächst erhielt die Mi-10 eine einfache Kabine mit Klappsitzen für 28 bis 32 Personen, ihr auffallendstes Merkmal war das hohe Landegestell (lichte Höhe 3,75 m), das ein schnelles Aufnehmen der Lasten und unkompliziertes Absetzen ermöglichte. Die Frachtplattform mit den Abmessungen 8,53 x 3,54 m bot sichere Befestigungsmöglichkeit für die Ladung bis zur Größe eines Autobusses, andere großvolumige Lasten wurden ebenfalls am Haken befördert. Wahlweise konnten spezielle Container unter dem Rumpf eingesetzt werden, die für den Personentransport 100 bis 120 Sitze aufwiesen. Die Beine des Landegestells waren auf der rechten Seite 25 cm kürzer. Mit der sich dadurch ergebenden Winkellage des Rotormastes wurde das gleichmäßige Abheben vom Boden oder Aufsetzen bei der Landung erleichtert, da in diesem Moment die Schubwirkung des Heckrotors durch die Schräglage kompensiert werden konnte.

Mit einem niedrigeren Landegestell (Gesamthöhe des Hubschraubers 7,80 m gegenüber 9,80 m der Grundausführung) und einer neuen Kabinenanordnung wurde 1966 die Mil Mi-10 K vorgestellt.

Bei diesem Kranhubschrauber werden nur zwei Mann Besatzung benötigt. Ein Pilot im Cockpit für den Vorwärtsflug und ein Pilot mit Blickrichtung nach rückwärts in einer unterhalb des Cockpits befindlichen Kanzel reichen für den Flugbetrieb einschließlich Lastaufnahme und -absetzen aus. Am Doppelsteuer kann der Pilot in der unteren Kanzel die Verladung überwachen, den Hubschrauber vom Boden abheben und an seinen Kollegen im oberen Cockpit übergeben, der während des Transportfluges die Kontrolle innehat. Im Schwebeflug übernimmt der Pilot in der Kanzel wiederum die Steuerung, kann die Landung durchführen oder den Lasthaken auslösen, um die Fracht abzusetzen.

Ein sowjetischer Riese überbietet alle Vorstellungen Professor Fockes: die Mil Mi-12

Im März 1969 wurde mit einer Rekordmeldung aus der UdSSR die Aufmerksamkeit auf einen Hubschrauber gelenkt, der bis dahin in der westlichen Welt noch nicht bekannt war: Testpilot Wasilij Kolotschenko hatte mit dem Schwerlast-Hubschrauber Mil Mi-12 am 22. Februar 1969 mit 31 t Zuladung eine Flughöhe von 2951 m erreicht. Diese unglaubliche



Mil Mi-12.

Leistungsfähigkeit des gigantischen Drehflüglers überbot er am 6. August 1969 mit einem weiteren Rekord mit über 40 t Zuladung und 2255 m Flughöhe. Inzwischen wurde bekannt, daß die Arbeiten an diesem Kranhubschrauber bereits 1965 begonnen hatten. Die Frage der Rotoranordnung war zugunsten der bereits von Prof. Focke verwendeten Ausleger entschieden worden, wobei die Form in Bezug auf Stabilität und Vibrationsfreiheit erst erprobt werden mußte. In der Bauweise eines Schulterdeckers hat die Mi-12 Ähnlichkeit mit einem Flächenflugzeug. Die Triebwerke sind paarweise an der Unterseite der äußeren Enden der Ausleger montiert, so daß auf jeder Seite zwei in der Leistung verstärkte 6500-PS-Solowjew-Turbinen auf die oberhalb der Ausleger montierten Rotoren wirken.

Die von der Mi-6 beziehungsweise von der Mi-10 übernommenen Rotoren mit je 35 m Durchmesser drehen entgegengesetzt, sie sind durch Wellen miteinander verbunden, um den für die Autorotation erforderlichen Gleichlauf zu erhalten. Der Abstand der Blattspitzen von der einen Seite zur anderen beträgt 67 m, da die 35-m-Rotoren ineinander drehen. Die Mi-12 hat somit eine größere Spannweite als der Jumbo-Jet Boeing 747.

Der erste Prototyp der Mi-12 wurde 1969 durch einen Absturz infolge Triebwerkausfalls zerstört, zwei weitere Prototypen wurden 1971 fertiggestellt. Ihre Nutzlastkapazität beläuft sich auf etwa 40 t, sie können damit die gesamte Ladung eines Großraum-Transportflugzeugs vom Typ An-22 übernehmen und in Gebiete transportieren, in denen keine Landemöglichkeit für Flächenflugzeuge besteht.

In der Kabine der Mi-12 ist Platz für ein 50köpfiges Arbeitskommando. Das maximale Abfluggewicht dieses Luftriesen beträgt 105 t, die Reisegeschwindigkeit liegt bei 240 km/h.

Es ist nicht bekannt, ob außer den Prototypen weitere Mi-12 gebaut worden sind.

PZL baut die Mi-2 in Polen

Die Mi-2 als erster ab 1961 in der Sowjetunion entwickelter und erprobter Turbinen-Hubschrauber in der Leichtgewichtsklasse wurde von WSK-PZL Swidnik in Polen übernommen und dort bis zur Serienreife überarbeitet. Es handelt sich um einen mit zwei Isotow-Wellenturbinen zu je 400 PS Leistung ausgerüsteten Nachfolgetyp der Mi-1/SM-1, für die auch die



PZL Mi-2.

Triebwerke in Polen gebaut wurden. 1965 flog der erste Prototyp Mi-2 bei den polnischen Hubschrauber-Werken, 1966 lief in Lublin die Serienfertigung an.

Mit einem Dreiblattrotor von 14,5 m Durchmesser wird die 6- bis 7sitzige Mi-2 als Reisehubschrauber, Transport- und Ambulanzhubschrauber sowie als Agrarhubschrauber »Bazant« (Fasan) in Großserie gebaut. Militärische Ausführungen der Mi-2 fliegen in der UdSSR, Tschechoslowakei, DDR, in Rumänien und Polen. Etwa 3000 Hubschrauber dieses Typs wurden bereits geliefert.

Das Leergewicht der Mi-2 liegt bei 2350 kg, das maximale Abfluggewicht beträgt 3700 kg. Mit bestenfalls 210 km/h Reisegeschwindigkeit ist dieser Hubschrauber zwar relativ langsam, dafür aber sehr robust und für schwierige Umweltbedingungen geeignet.

Die Mil Mi-8 und ihre Nachfolger Mi-14 und Mi-17

Den größeren 2-Turbinen-Hubschrauber Mi-8 hatte Mil schon 1961 fertiggestellt, er wurde noch im gleichen Jahr beim Tag der Sowjetischen Luftfahrt in Tuschino gezeigt.

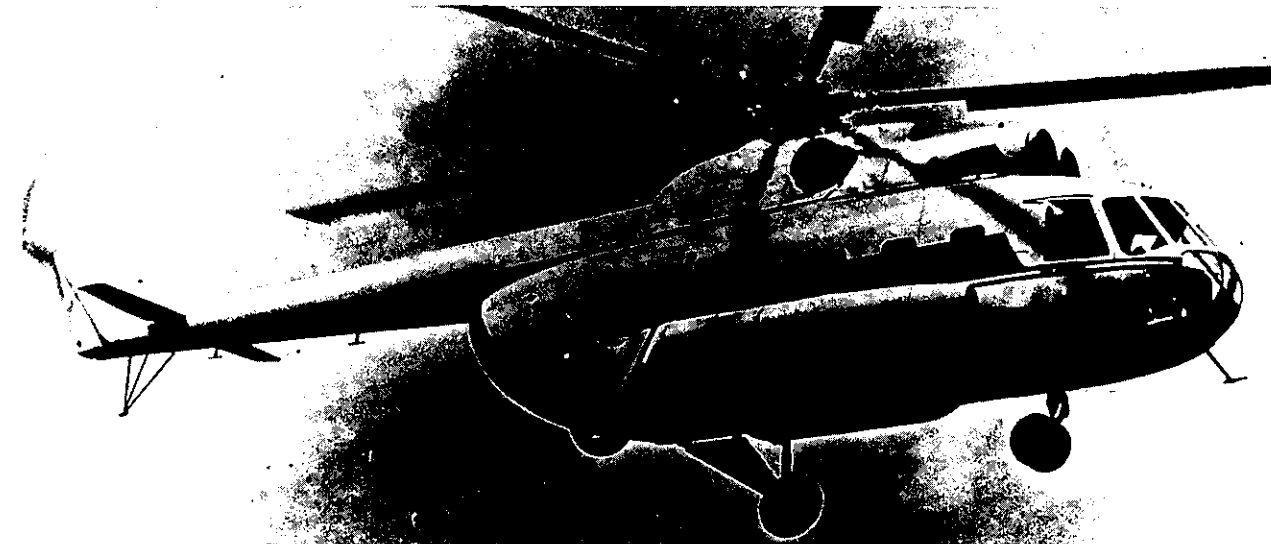
Der erste Prototyp der Mi-8 war noch mit einer 2700-PS-Solowjew-Turbine ausgerüstet, bereits der zweite Prototyp erhielt Doppeltriebwerke mit je 1500 PS Leistung. Die ursprünglich verwendeten Vierblatt-Hauptrotoren wurden bald durch Fünfblattrotoren mit 21,29 m Durchmesser ersetzt, Haupt- und Heckrotorblätter sind zur Enteisung elektrisch beheizbar.

Für den zivilen Markt, in erster Linie natürlich für die Aeroflot, wird die Mi-8 in einer Standard-Passagier-Version mit 28 Sitzplätzen gebaut und hat dabei ein Leergewicht von 7261 kg. Die Frachtversion Mi-8 T wiegt leer 6816 kg, eine Luxus-Reise-Version Mi-8 »Salon« ist mit Polstersesseln für 11 Passagiere und Tischen ausgestattet, sie besitzt auch eine Bordküche, Garderobe und Toilette.

Die zivilen Ausführungen haben große rechteckige Fenster, während die Fenster der militärischen Versionen wie üblich oval sind. Das maximale Abfluggewicht der Mi-8 liegt bei 12 000 kg, die Reisegeschwindigkeit bewegt sich zwischen 220 und 250 km/h. Militärische Mi-8 wurden in alle Ostblockländer sowie nach Indien, Pakistan und Bangladesch, Ägypten, Äthiopien, Sudan und Irak sowie nach Peru und Finnland geliefert.

Bei den sowjetischen Streitkräften wird seit 1974 als Variante der Mi-8 die Mil Mi-14 als landgestützter Hubschrauber für die U-Boot-Ortung und U-Boot-Abwehr eingesetzt. Ein Radom unter dem Vorderrumpf und Notschwimmer auf beiden Rumpfsseiten sind die äußerlichen Erkennungsmerkmale dieser Version, außerdem besitzt die Mi-14 ein einziehbares Fahrgestell.

Die Mil Mi-17 als verbesserter Nachfolgetyp der Mi-8 war im Westen erstmals auf dem Aéroson Paris 1981



▲ Mil Mi-8.



Mil Mi-17. ▼

zu sehen. Mit zwei Isotow-Wellenturbinen TV 3-117 von je 1900 PS (1417 kW) Startleistung gegenüber 2 x 1500 PS der Mi-8 konnte das Abfluggewicht auf maximal 13 t erhöht werden, das einziehbare Fahrgestell ermöglicht eine größere Reise- und Höchstgeschwindigkeit (250 km/h).

Premiere der Mi-26 in Le Bourget

Als größte Attraktion auf dem Aéroson Paris 1981 war jedoch die Mil Mi-26 zu betrachten. Mehr als 10 Jahre nahm die Entwicklung dieses Großhubschraubers (Chefkonstrukteur Marat Tischenko) in An-



Mil Mi-26.

spruch, der Erstflug fand 1977 statt. Mit einem maximalen Abfluggewicht von 56 t transportiert die Mi-26 20 t Nutzlast über 800 km. Zwei Turbinen vom Typ Lotarew D 136 mit je 11 400 PS (8500 kW) Startleistung bilden hierfür die Grundlage, das Gewicht einer Turbine liegt trocken bei 950 kg.

Das Hauptgetriebe stellt mit einem Eigengewicht von 3500 kg bei einer Leistungsaufnahme von 20 000 PS (14 914 kW) eine konstruktive Meisterleistung dar. Gegenüber diesen konkurrenzlosen Dimensionen wirkt das konventionelle Rotorsystem der Mi-26 im konstruktiven Aufbau bescheiden. Beim Achtblatt-Hauptrotor sind die mit Stahlrohrholmen gefertigten Blätter in herkömmlicher Weise mit Schlag- und Schwenkgelenken an den Hauptrotorkopf angeschlossen, der aus Titan besteht und allein 3000 kg wiegt. Im Durchmesser ist dieser Rotor mit 32 m um 3 m kleiner als der Fünfblatt-Hauptrotor der Mi-6, er weist jedoch durch eine neue Profilgebung vor allem im Reiseflug verbesserte Flugeigenschaften auf. Die niedrige Drehzahl (132 U/min) ergibt eine niedrige Blattspitzengeschwindigkeit (220 m/sek).

Die Arbeit der fünfköpfigen Besatzung – Pilot, Kopilot, Navigator, Flugingenieur und Lademeister – wird durch Flugleitinstrumente erleichtert. Doppler-Schwebefluganzeige, Funkhöhenmesser, Doppler-

Anzeigegeräte für Abdrift und Übergrundgeschwindigkeit sowie Kartenanzeige über den zurückgelegten Flugweg ermöglichen eine Unabhängigkeit von am Boden stationierten Navigationshilfen.

Der Lademeister kann über drei Fernsehkameras alle Ladevorgänge auf dem Bildschirm überwachen. Die auf jeder Seite des 20 m langen, 3 m hohen und 3,2 m breiten Frachtraums angeordneten Laufkräne mit je 2,5 t Tragkraft können Lasten mit einem Eigengewicht bis 5 t über die gesamte Länge hieven. 20 t Außenlast können am Haken befördert werden.

In den offiziellen Erklärungen wird das Einsatzspektrum dieses robusten und vor allem für russische Wetterverhältnisse betriebssicheren Hubschraubers mit der Erschließung der Gebiete im Osten der UdSSR dargestellt. Als Transportmittel für militärische Verwendung war bereits die Mi-6 allen westlichen Hubschraubern weit überlegen, die Mi-26 eröffnet auf diesem Gebiet operationelle Möglichkeiten, denen das Pentagon nichts Gleichwertiges entgegensetzen kann.

Die koaxiale Ka-25 für die Rote Marine

Der Koaxialhubschrauber Kamow Ka-25 wurde 1961 in Tuschino erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit Suchradar, Sonarortung, Luft/Schiff-Lenkflug-

körpern oder Torpedos ist er auf den Kreuzern und Hubschrauberträgern der sowjetischen Marine stationiert. 1967 erschien auf dem Aéroson Paris die zivile Version Ka-25 K als Kranhubschrauber. Der Kopilot der Ka-25 K kann, wie bei der Mi-10 K, von einer Kanzel unterhalb des Rumpfes die Lastaufnahme überwachen und mit dem Doppelsteuer den Hubschrauber auch fliegen.

Die gemeinsamen Daten der Ka-25 und Ka-25 K erstrecken sich auf zwei 900-PS-Gluschenkow-Turbinen und die koaxial angeordneten Dreiblattrotoren mit je 15,75 m Durchmesser. Das Leergewicht beträgt etwa 4400 kg, das maximale Abfluggewicht etwa 7300 kg, die Reisegeschwindigkeit der Ka-25 nach offiziellen Angaben 193 km/h.

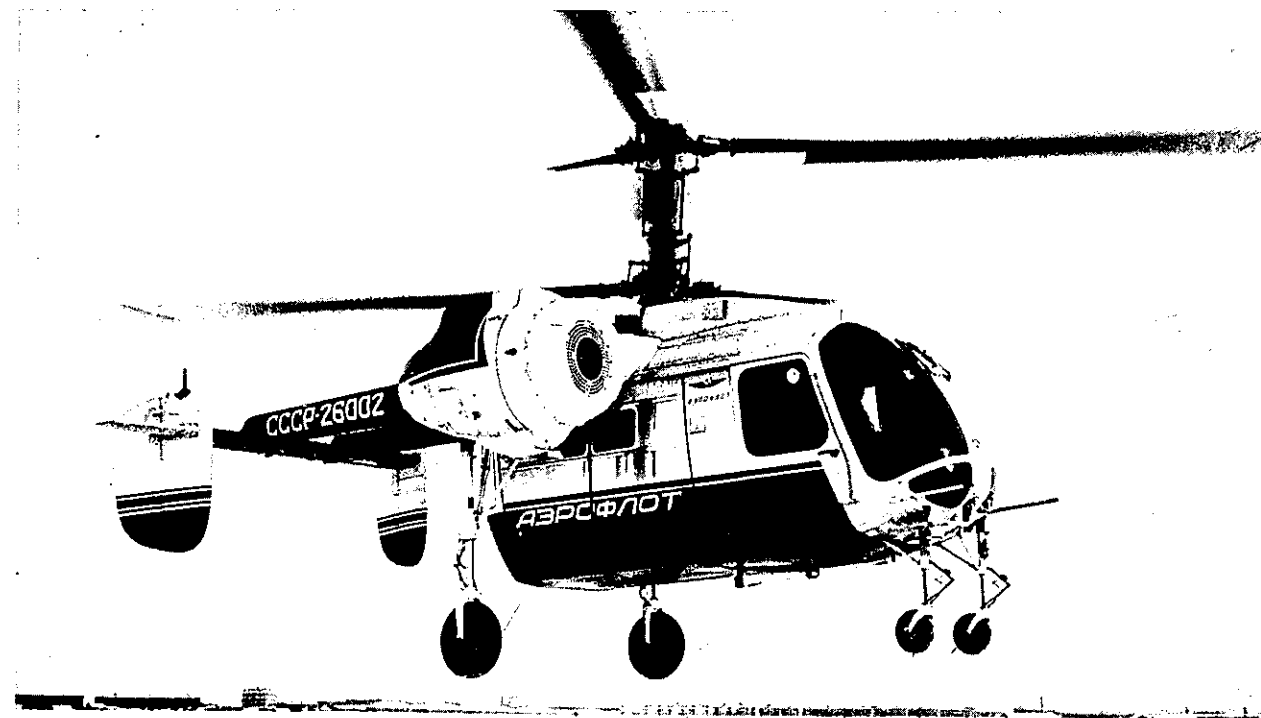
Der Kolbenhubschrauber Ka-26

Offensichtlich in erster Linie als Agrarhubschrauber konzipiert erhielt die Ka-26, die 1965 zum ersten Mal flug und seit 1970 in Serie gebaut wird, keine Turbinen-Triebwerke, sondern zwei Kolbenmotoren mit je

325 PS Leistung. Die im Verhältnis zum Turbinen-Antrieb geringere Zuladungsrate bei einem absoluten Leergewicht von 1950 kg gegenüber dem Abfluggewicht von 3250 kg wird dadurch ausgeglichen, daß dieser Hubschrauber wie ein »Fliegender Kran« lediglich Lastenträger ist und je nach Mission mit Anbauten versehen wird. Hierzu gehören für den Agrareinsatz die Sprühbehälter, für den Personentransport eine siebensitzige Passagierkabine und für Luftrettungsmissionen eine Ambulanzkabine mit zwei Krantragen.

Die Reisegeschwindigkeit der Ka-26 ist mit 135 km/h nicht sehr zeitgemäß, alle Nachteile werden jedoch durch die Robustheit und Unempfindlichkeit der Kolbenmotoren gegen Verschmutzung und die fast genial zu nennende Vielseitigkeit der einfachen Umrüstmöglichkeiten wieder aufgehoben. Dieser Koaxialhubschrauber hat somit zum Abschluß der Betrachtungen der 1960 angebrochenen Ära der Turbinen-Hubschrauber für seinen Einsatzraum seine eigenen Qualitäten, abgesehen davon, daß 1981 in Paris auch eine Turbinenausführung mit der Typenbezeichnung Ka-126 angekündigt wurde.

Kamow Ka 26.



Militärische Aufträge: Trainer, OH und AH, AAH und UTTAS

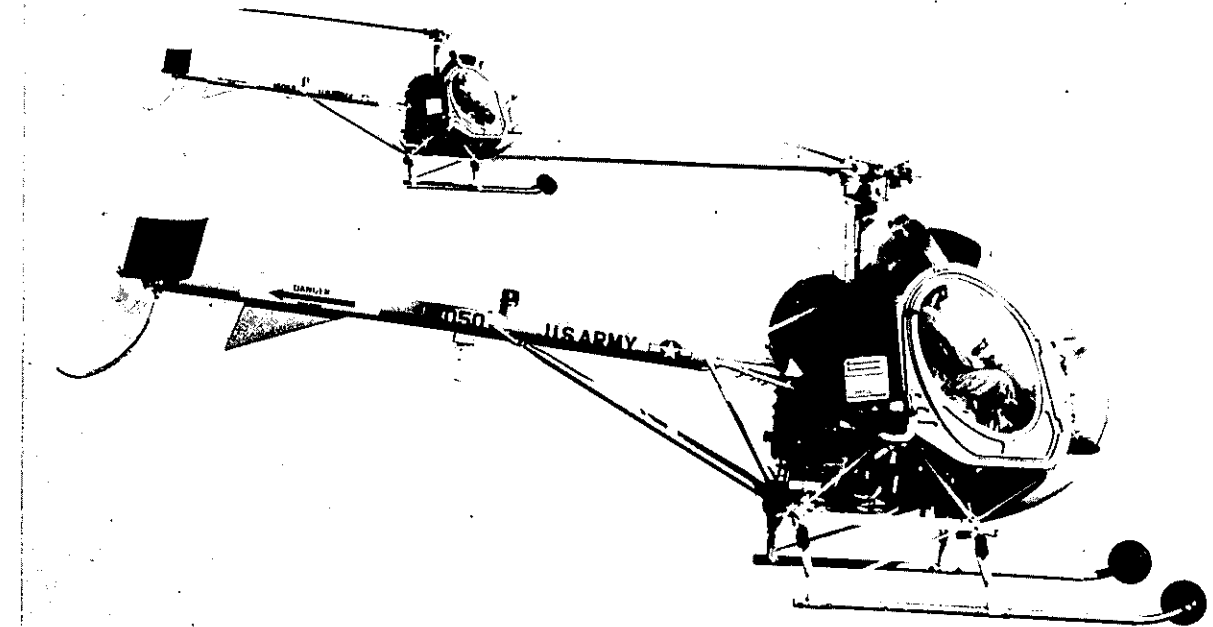
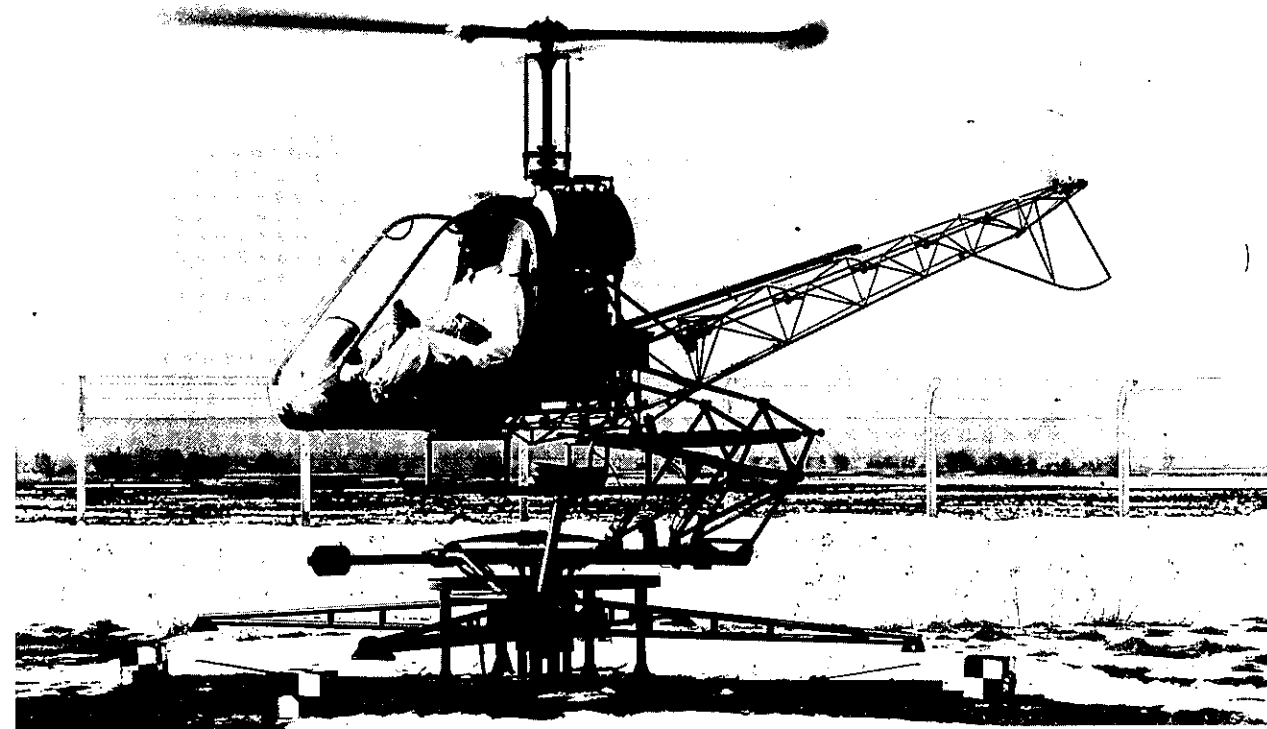
»Heli-Trainer« im Anfangsstadium

Dem seit den 50er Jahren steigenden Bedarf an Hubschraubern entsprechend mußten auch Piloten ausgebildet werden, die mit den verschiedenen Typen fliegen konnten. Anfangs waren bei jedem militärischen Auftrag eine Anzahl Maschinen für die Ausbildung und Einweisung vorgesehen. Mit zunehmender Größe der Hubschrauber stiegen die Kosten pro Flugstunde erheblich, und nur in den Leichtgewichtsklassen war die Grundausbildung auf diesen Geräten wirtschaftlich vertretbar.

Es war naheliegend, ähnlich den Schulflugzeugen auch Hubschrauber-Trainer zu entwickeln. Die ein-

fachste Ausführung war der Heli-Trainer von Bölkow, im Konzept entwickelt von dem früheren Testpiloten der Flettner-Hubschrauber Ludwig Hoffmann, der auch als Hubschrauber-Fluglehrer Patente für Trainingsgeräte angemeldet hatte. Der Bölkow-Heli-Trainer BO 102 bot viele Vorteile für eine gefahrlose und billige Pilotenschulung. Das mit einem Einblattrotor versehene Übungsgerät wurde zunächst mit einem 18-PS-, später mit einem senkrecht angeordneten 40-PS-3-Zylinder-ILO-Motor im Werk Nabern der Bölkow GmbH gebaut und an die Bundeswehr, nach England, Frankreich und Spanien verkauft. Der erste Ausbildungsabschnitt erfolgte mit dem auf einem Drehgestell montierten Trainer. Starten, Ab-

Bölkow Heli-Trainer.



Hughes TH-55.

stimmen der Drehzahl und Blattverstellung, Abheben, Schwebeflug, Drehbewegung und Landungen waren mit ihm erlernbar. Im zweiten Ausbildungsabschnitt wurden mit dem Trainer auf Schwimmern Vorwärts-seitwärts- und Rückwärts-Bewegungen geübt. Das Gerät war robust, »schluckte« auch grobe Bedienungsfehler und war mit seiner schwachen Motorisierung recht unempfindlich bei abrupter Betätigung des Steuerknüppels.

Der Anschaffungspreis in Höhe von etwa 100 000,- DM war allerdings nur mit voller Auslastung im Lehrangsbetrieb zu amortisieren und für private Ausbildungsbetriebe sehr hoch.

Wegen nur mehr begrenzter Nachfrage wurde die Fertigung des Heli-Trainers BO 102 eingestellt, das Gerät wurde zum Ein-Mann-Ein-Blatt-Hubschrauber BO 103 umgewandelt.

Ein ähnlicher Gedanke wie beim Bölkow-Heli-Trainer wurde zur gleichen Zeit (1960) mit der Ground-Effect-Trainer-Plattform GET-1 für die »Whirlymite« bei den Del Mar Engineering Laboratories in Los

Angeles verfolgt. Die »Whirlymite«-Hubschrauber konnten, auf dieser Plattform montiert, Flugbewegungen aufwärts und abwärts sowie 360-Grad-Drehungen ausführen und in Kurvenlagen gebracht werden. Die Befestigung auf der Plattform verhinderte ein Abkippen, falls der Flugschüler die Kontrolle verlieren sollte. Auch diese Trainingsmöglichkeit hat sich nicht durchsetzen können, während Flugsimulatoren für die Blindflugausbildung auch bei den Hubschraubern heute unentbehrlich geworden sind.

Die Hubschrauber-Trainer Hiller H-23 B, Hughes TH-55 und Bell TH-13

Die H-23 B aus der Hiller-Serie Modell 12 wurde bei den amerikanischen Heeresfliegern als erster Leicht-hubschrauber für die Grundausbildung in größerem Umfang eingesetzt. 216 Maschinen dieser Spezialausführung bestellte die U.S. Army 1956 für die Schulung in Fort Wolters, Texas. Diese beachtliche Menge

wurde mit dem 1964 erteilten Auftrag über 296 TH-55 A übertroffen, die nunmehr als Standard-Grundschulungs-Trainer in Fort Rucker, Alabama, verwendet wurden. Ein weiterer Auftrag über 396 Hubschrauber in dieser aus der Hughes-Serie 269 abgeleiteten speziellen Trainingsversion wurde 1967 erteilt.

Für die IFR-(Blindflug-)Grundausbildung wurde bei der U.S. Army die Bell 47 G in der Spezialausführung TH-13 T mit VOR-(Very High Frequency Omnidirectional Radio Range-), ADF-(Automatic Direction Finder-) und ILS-(Instrument Landing System-)Instrumentierung verwendet. Von 1964 bis 1967 wurden insgesamt 415 Hubschrauber in dieser Ausführung geliefert, für die Beschaffung war die Standardisierung mit dem Bell-Rotor-System ausschlaggebend.

LOH: Umstellung auf Turbinenbetrieb

Bis 1960 hatten die amerikanischen Heeresflieger als leichte Beobachtungshubschrauber LOH (Light Observation Helicopter) in erster Linie die 3sitzige Hiller UH-12 (Spitzengeschwindigkeit 154 km/h, maximales Abfluggewicht 1270 kg) und die Bell 47 (Höchstgeschwindigkeit 169 km/h, Abfluggewicht 1338 kg) eingesetzt. Aus der UH-12 A (OH-23), die sich in Korea bewährte, entstand aufgrund der Einsatzerfahrungen die UH-12 B (»Raven«), von der ab 1956 etwa 500 Maschinen in der Ausführung OH-23 D und mehr als 300 Stück in der Ausführung OH-23 G geliefert wurden. Die LOH-Version der Bell 47 (OH-13 »Sioux«) wurde in noch größerem Umfang eingesetzt und auch für die Royal Air Force in Großbritannien in Lizenz gebaut.

Für den Ersatz dieser Kolbenhubschrauber wurden die Anforderungen der U.S. Army in der Ausschreibung »Heeresflugzeuge für 1960–1970« festgelegt. Die Grundforderungen bezogen sich hierbei auf die Ausrüstung mit einem Turbinentriebwerk anstelle der bisherigen Kolbenmotoren, eine Fluggeschwindigkeit von 214 km/h, eine Flugdauer von 3 Stunden und Bewaffnungsmöglichkeiten für die Luftnahunterstützung. Die Festpreisvorstellung, terminisiert für die nächsten 10 Jahre, lag bei 200 000 Dollar pro Gerät, als Termin für die Indienststellung wurde das Jahr 1965 vorgeschrieben.

Von den insgesamt 45 Konzeptvorschlägen, unter denen sich auch Flächenflugzeuge, Kippflügler und Au-

togiros befanden, behaupteten sich drei Hubschrauber für die engere Wahl und endgültige Entscheidung: Bell, Hiller und Hughes. In Anbetracht des Gesamtbedarfs des Auftraggebers, der mit 3600 Einheiten beziffert wurde, begann unter den drei Konkurrenten ein Wettbewerb, an dem sich außer den Konstruktionsbüros auch die Verkaufsabteilungen mit allen Kräften beteiligten.

Eine Gegenüberstellung der Entwurfsdaten und Leistungsgarantien ergab zunächst folgendes Bild:

Hersteller	Bell	Hiller	Hughes
Typenbezeichnung	OH-4 A	OH-5 A	OH-6 A
Hauptrotor	2 Blatt	2 Blatt	4 Blatt
Schwebeflughöhe	1300 m	1824 m	1824 m
Spitzen- geschwindigkeit	192 km/h	202 km/h	229 km/h
Flugdauer	3 Stunden	3 Stunden	3,4 Stunden

Als Triebwerk war die Allison-T-63-Turbine mit einer von 317 PS (233 kW) auf 252 PS (185 kW) gedrosselten Startleistung vorgeschrieben. Der Bau von je fünf Prototypen für die Auswertung und das Vergleichsfliegen in Fort Rucker, dem Zentrum der amerikanischen Heeresflieger, begann 1962. Die Bell OH-4 A startete am 8. Dezember 1962 zum Erstflug, am 26. Januar 1963 flog die Hiller OH-5 A, und als letzte absolvierte die Hughes OH-6 A am 27. März 1963 ihren Erstflug.

In technischer Hinsicht erfüllten alle drei Konkurrenten die Anforderungen der U.S. Army, die Hubschrauber waren, wie vorgeschrieben, mit zwei Mann Personal und Standard-Werkzeug feldmäßig wartbar. Einsatzmäßig entsprachen die Hiller OH-5 und Hughes OH-6 in größerem Umfang den Vorstellungen der Abnahme- und Bewertungskommission. Die Preisgestaltung wurde demnach als entscheidendes Moment für die Auftragserteilung betrachtet, wobei Hughes mit einem Kostenangebot von 19 680 Dollar (damals umgerechnet 79 440,- DM) das Rennen machte.

Das Angebot von Hiller lag bei 29 415 Dollar (117 600,- DM). Diese Preise bezogen sich auf die Zelle, ohne Triebwerk, Elektronik und Ausrüstung. Die Beschaffung der Allison-Turbinen war direkt durch den Auftraggeber vorgesehen.

Am 26. Mai 1965 erhielt Hughes den Erstauftrag zur Lieferung von 714 OH-6 »Cayuse«. Nachträglich stellte sich heraus, daß die Preisdifferenz (10 000 Dollar), mit der Hughes die Firma Hiller unterboten hat-



Hughes OH-6 und Hughes 500.

te, auf einem Irrtum beruhte. Die Hughes Tool Co. machte also bei jedem Hubschrauber, den sie an die Armee lieferte, einen Verlust in Höhe von 10 000 Dollar und erklärte hierzu, daß sie das Geld mit der Preisgestaltung für eine zivile Version des Hubschraubers wieder hereinzubringen beabsichtige. Nichteinhaltung der Liefertermine führte zu einem weiteren Ärgernis und zu einer umfangreichen Untersuchung, die im sogenannten »Hardy Report« vom 18. Juli 1967 überraschende Einzelheiten zutage brachte. Rivalitäten in der Zuständigkeit und Entscheidungsbefugnis zwischen Heer, Luftwaffe und Marine bei der Beschaffung von fliegendem Gerät wurden in diesem Bericht kritisiert, persönliche Verbindungen der Industrie zu den Beschaffungsstellen angeprangert.

In ihrer Bauweise und ihren Leistungen verkörperte die Hughes OH-6 auf jeden Fall einen technischen Fortschritt, der nicht allein durch die insgesamt 23 Weltrekorde dokumentiert wurde, die mit diesem Hubschrauber im März und April 1966 aufgestellt wurden.

Die Entwurfsdaten aus dem Angebot des Jahres 1960 wurden in der Praxis glänzend überboten, beginnend mit einer Spitzengeschwindigkeit von 262 km/h, dann der Dienstgipfelhöhe von 4800 m, der Schwebeflughöhe im Bodeneffekt von 4682 m und schließlich der Reichweite von 780 km bei 4,5 Stunden Ausdauer. Der neue Hughes-Vierblatt-Rotor mit einem Durchmesser von 7,99 m erwies sich wartungsfreundlich, die Flugeigenschaften waren, vor allem in Bezug auf die Wendigkeit und Manövrierfähigkeit, ausgezeichnet.

1070 OH-6 »Cayuse« waren zu den im Angebot verbindlich festgelegten Preisen zu liefern. Bevor diese Stückzahl erreicht wurde, erließ die U.S. Army bereits eine neue Ausschreibung über 2200 LOH, verbunden mit einer weiteren Vergleichserprobung.

Bell, Hiller und Hughes wurden aufgefordert, ihre Angebote abzugeben. Hiller nahm an dem neuerlichen Wettbewerb nicht teil und erklärte hierzu, daß die OH-5 inzwischen als Zivilhubschrauber modifiziert worden sei und als FH-1100 (Fairchild-Hiller) auf dem zivilen Markt verkauft werde. Bell hatte bereits 1965 aus der OH-4 die fünfsitzige Bell 206 A »Jet Ranger« entwickelt, die im Januar 1966 erstmals flog und ab 1967 serienmäßig lieferbar war. Für das zweite LOH-Programm stellte Bell die OH-58 »Kiowa« vor, die sich von der »Jet Ranger« nur durch einen größeren Hauptrotor unterschied (10,77 m Hauptrotor-Durchmesser der Bell OH-58 gegenüber 10,17 m bei der Bell 206 A).

Hughes bestritt den Wettbewerb mit der unveränderten OH-6 »Cayuse«. Die Entscheidung fiel dieses Mal

Bell OH-58.



zugunsten der Bell OH-58, die sich mit 53 450 Dollar durch einen niedrigeren Angebotspreis gegenüber der OH-6 (59 700 Dollar) auszeichnete. Bereits im Mai 1969 begannen die Lieferungen der »Kiowa«, und im Herbst 1969 flogen die ersten Bell OH-58 in Vietnam.

Bell OH-58 A: von der »Kiowa« zur »Texas Ranger«

Ab 1970 konnten die Hubschrauber mit der Allison-Turbine T-63 A-700 von 400 PS Startleistung ausgerüstet werden, das maximale Abfluggewicht erhöhte sich von 1320 auf 1360 kg. 2200 »Kiowa« wurden an die U.S. Army geliefert, die kanadischen Heeresflieger erhielten 74 Hubschrauber in der Ausführung COH-58 A, 75 OH-58 A wurden aufgrund eines Endmontage-Vertrages nach Australien geliefert.

Mit der Liefermöglichkeit der Allison T-63 A-720 (Startleistung 420 PS) für die Ausführung OH-58 C war ab 1976 die Erhöhung des Leergewichts auf 719



Bell »Texas Ranger«.

kg und des maximalen Abfluggewichts auf 1451 kg verbunden. Die »Kiowa« flog nunmehr mit 222 km/h Marschgeschwindigkeit, die Dienstgipfelhöhe lag bei 5760 m. Für die »A«-Ausführungen wurde mit einem Umrüstprogramm auf die leistungsfähigeren Triebwerke begonnen.

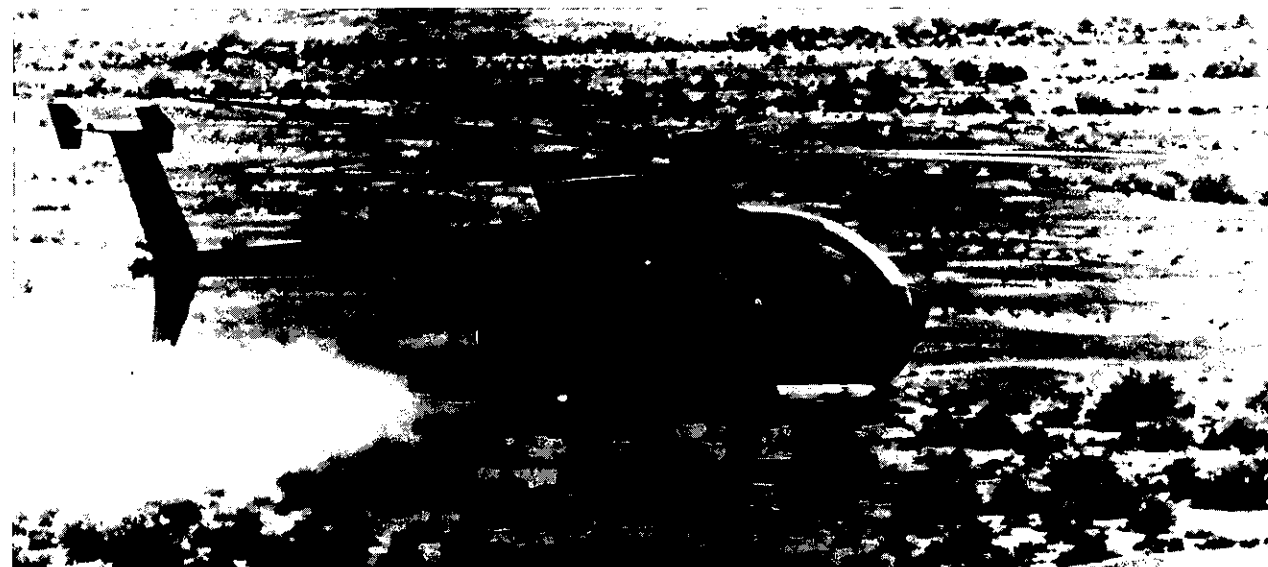
1980 wurde aus der zivilen (verlängerten) Version Bell 206 L »Long Ranger« die »Texas Ranger« entwickelt, die später die Allison-250-C-30-Turbine mit 650 PS (485 kW) Startleistung erhielt. Sie war als militärischer Einsatzhubschrauber mit Bewaffnung – wahlweise 4 TOW-Panzerabwehr-Lenkflugkörper oder 14 ungelenkte Raketen und 2 Maschinengewehre – vorgesehen und wurde bald auch als Bell-Modell 406 mit einem Vierblatt-Hauptrotor angekündigt.

Von der Hughes OH-6 »Cayuse« zur 500 MD »Defender«

Die etwas leichtere Hughes OH-6 A (Abfluggewicht der Grundausrüstung 1220 kg) hatte mit ihrem für die Hangarisierung faltbaren 4-Blatt-Hauptrotor eine gute Steuerfolgsamkeit auch im Konturenflug bewiesen, die U.S. Army konnte mit den 1500 Hubschraubern dieses Typs, die bis 1971 geliefert wurden, sehr zufrieden sein. Von allen anderen Militärhubschrau-

bern der US-Streitkräfte unterschied sich die »Cayuse« durch die Anordnung des Pilotensitzes auf der linken Seite, ebenso wie die zivile Ausführung Hughes 500. Kontinuierlich hatte die Hughes Helicopter Corporation ihre fünfsitzigen leichten Turbinenhubschrauber weiter verbessert und 1976 die Version 500 D mit einem Fünfblatt-Hauptrotor herausgebracht. Für militärische Verwendung außerhalb der Vereinigten Staaten wurde hieraus die Hughes 500 MD »Defender« entwickelt, erster Abnehmer war Südkorea mit einem Auftrag über 100 »Defender« im Rahmen eines Lizenzbau-Vertrages. Der Form halber wurde das Abkommen mit einer Tochterfirma der Korean Airlines (Hanjin Group) getroffen. Weitere Abnehmer für die Hughes 500 MD fanden sich in Israel und Kenia mit Erstaufträgen über 30 bzw. 32 Hubschrauber, Taiwan übernahm die Hughes 500 in einer Marinversion mit Suchradar und Torpedobewaffnung. Das mit dem Hubschrauber angebotene Waffenarsenal umfaßte TOW-Panzerabwehr-Lenkflugkörper, das Luft/Luft-Flugkörper-Waffensystem »Stinger«, ungelenkte Raketen und die Hughes-30-mm-Kettenkanone.

Als passive Abwehr bietet die Hughes »Defender« eine Panzerung zum Schutze der Besatzung und der Triebwerke sowie eine Ableitung der Turbinenabgase gegen Infrarotortung, die sogenannte »Black Hole Okarina«, mit der Treffer durch Infrarot gelenkte Flugkörper vermieden werden sollen.



Hughes 500 MD »Defender« beim Abschuß von TOW-Raketen.

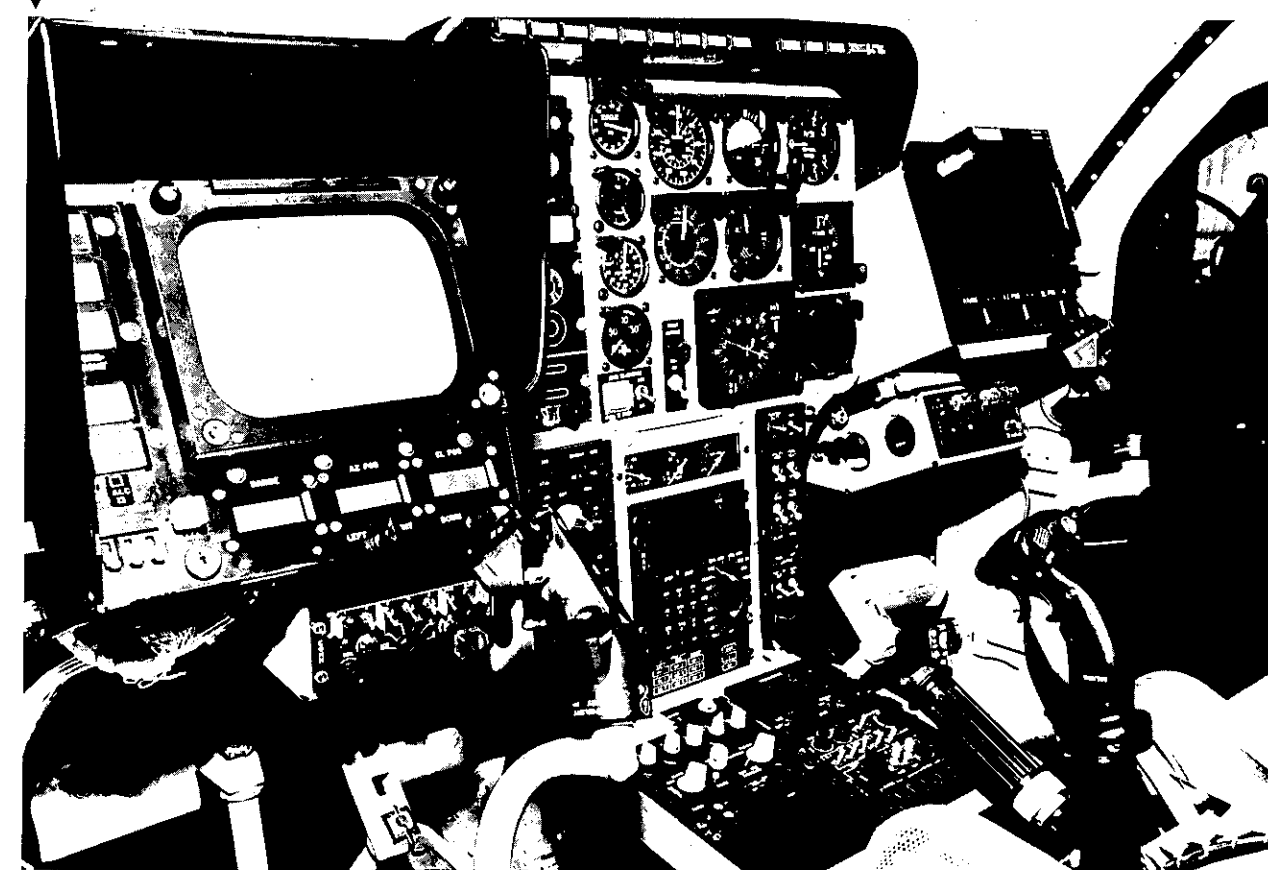
Nach der Umrüstung auf den Fünfblatt-Hauptrotor (Rotordurchmesser 8,08 m) erfolgte auch die Umstellung auf einen Vierblatt-Heckrotor, mit der eine Verringerung der Rotordrehzahl des Heckrotors von 2900 auf 2200 U/min und eine Lärmverminderung um 50% verbunden war. Die T-förmige Heckauslage ist das besondere Merkmal der Hughes 500 MD. Mit der Allison-Turbine 250-C 20 B (Startleistung 420 PS) beträgt das Leergewicht dieses Hubschrau-

bers etwa 600 kg bei einem maximalen Abfluggewicht von 1360 kg, mit einer Spitzengeschwindigkeit von 282 km/h (ohne Außenlasten) ist er der schnellste in der Leichtgewichtsklasse. Die Hughes 500 MD wurde als erster Einsatzhubschrauber mit einem von Martin-Marietta entwickelten Rotormast-Visier vorgestellt. Im Schwebeflug in verdeckter Stellung kann die Besatzung damit das Gefechtsfeld überwachen, Entfernungen messen und Ziele anvisieren.

Hughes 500 MD mit
Rotormast-Visier.



Cockpit-
Instrumentierung
der Hughes 500 MD.





Optik für das Rotormast-Visier.

Das AHIP-Programm

Für die nächste LOH-Generation wurde von der U.S. Army ein neues Konzept gesucht, das im AHIP-Programm (U.S. Army Helicopter Improvement Program) zur Ausschreibung gelangte.

In diesem Wettbewerb offerierte Hughes seine 500 MD »Defender« mit Fünfblatt-Hauptrotor, Rotormast-Visier und verändertem Heck als wesentlich verbesserte Ausführung OH-6 D.

Von Bell wurde das Modell 406 mit Vierblatt-Hauptrotor und einem von McDonnell-Douglas/Northrop entwickelten Rotormast-Visier als Alternative angeboten.

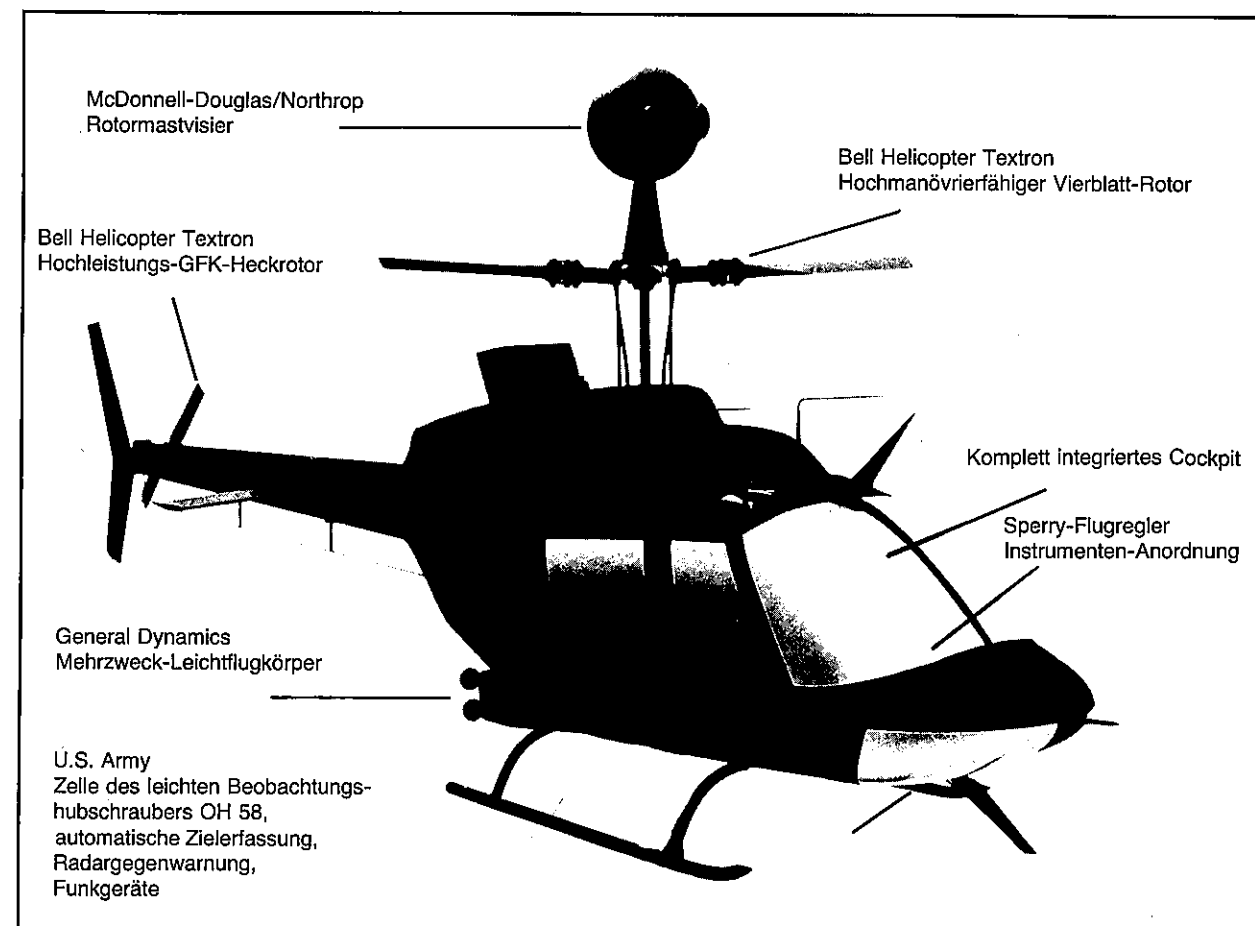
Die Umrüstmöglichkeit der gewichtsmäßig aufnahmefähigeren Bell 406 erwies sich als Vorteil, im Sep-

tember 1981 erhielt Bell den Auftrag für den Bau von fünf Prototypen der modifizierten »Texas Ranger« (Modell 406) mit der neuen Allison-Turbine 250-C 30 (Startleistung 650 PS).

England und Frankreich begegnen der US-Konkurrenz

Die Entwicklung der fünfsitzigen Turbinenhubschrauber OH-4, OH-5 und OH-6 sowie ihrer zivilen Varianten »Jet Ranger«, FH-1100 und Hughes 500 wurde auch auf der anderen Seite des Atlantiks aufmerksam verfolgt. In Anbetracht des wesentlich geringeren Bedarfs an militärischen Verbindungs- und Beobachtungshubschraubern war hier die gleichzei-

Bell AHIP.





Aérospatiale »Gazelle« mit vier HOT-Panzerabwehr-Lenkflugkörpern.

tige Verwendung als Reise- und Verkehrshubschrauber und Polizeihubschrauber schon in der Konzeptionsphase zu berücksichtigen.

Frankreich und Großbritannien kamen hierbei zu der Ansicht, daß sich nur eine gemeinsame Entwicklung, Fertigung und Vertriebsaktivität gegenüber der starken amerikanischen Konkurrenz durchsetzen könnte. Das Ergebnis dieser Überlegung war schließlich die Übereinkunft, die Gemeinschaftsprogramme »Gazelle«, »Lynx« und »Puma« in den Werken der Sud-Aviation (späteren Aérospatiale) in Marignan/Frankreich und Westland Helicopters in Yeovil/England zu starten.

Go »Gazelle«!

In der Leichtgewichtsklasse hatte die Sud-Aviation die Pläne für einen »Alouette«-Nachfolger erarbeitet. Ein neuer Dreiblatt-Hauptrotor war in Zusammenarbeit mit den Bölkow Entwicklungen erprobt worden. Der außerdem für den neuen Hubschrauber entwickelte ummantelte Heckrotor »Fenestron« mit 13

Blättern erregte auch in Fachkreisen nicht geringes Aufsehen. Er bildete den Abschluß des nach aerodynamischen Gesichtspunkten keulenförmig gestalteten Rumpfes und sollte in dieser Verkleidung beim schnellen Vorwärtsflug einen geringeren Luftwiderstand ergeben. Als weiterer Vorteil wurde die Sicherheit gegenüber Unfällen genannt, die sich oft ereigneten, wenn sich Personen bei drehenden Rotoren dem Hubschrauber von rückwärts näherten.

Am 7. April 1967 flog in Marignan der erste Prototyp der SA 340 »Gazelle«. Im Verlauf der Flugerprobung stellte sich heraus, daß der gelenklose Rotor (System Bölkow), der mit einem Vierblatt-Hauptrotor hervorragende Flugeigenschaften bewies, mit dem nach dem gleichen System für die »Gazelle« konstruierten Dreiblatt-Hauptrotor bei Geschwindigkeiten über 200 km/h diese Steuerfolgsamkeit nicht aufwies. Der Rotorkopf der »Gazelle« wurde mit Schlag- und Schwenkgelenken begrenzter Wirksamkeit umkonstruiert. Im Mai 1971 erflog die »Gazelle« mit 312 km/h über einen 25-km-Rundkurs einen neuen Geschwindigkeitsrekord in ihrer Klasse. Im August 1971

flog die erste militärische Version SA 341 F in serienreifer Ausführung, im Juni 1972 erhielt die »Gazelle« in Frankreich die Musterzulassung. Sie erreichte mit der Turboméca-Astazou-Wellenturbine von 590 PS Leistung eine Höchstgeschwindigkeit von 310 km/h und 5000 m Dienstgipfelhöhe, wog leer 910 kg, das maximale Abfluggewicht betrug 1800 kg.

170 SA-341 F erhielten die französischen Heeresflieger, aus der Produktion bei den Westland Helicopters wurden ab 1974 die SA 341 B (AH-Mk 1) an die britischen Heeresflieger und die SA 341 C (HT-Mk 2) an die Royal Navy ausgeliefert.

Der erste Kunstflug-Verband »The Gazelle Aerobatic Team« wurde im Juli 1974 aufgestellt, ein Jahr später formierten sich »The Sharks« (die Haifische) mit sechs SA 341 B zur Demonstration des Hubschrauber-Verbandsfluges, der ein hohes Können der Piloten und volles Vertrauen in die Steuerfolgsamkeit der Maschinen voraussetzt. Die Präsentationen der »Sharks« sind seitdem Glanzpunkte der Flugtage der Royal Air Force und Royal Navy.

Mit der Einführung der Astazou-XIV-Turbine mit 870 PS Startleistung wurde die SA 342 ab 1976 in Serie gebaut, das Abfluggewicht der ursprünglich für Kuwait (SA 342 K) vorgesehenen Version der »Gazelle« konnte auf 1900 kg heraufgesetzt werden.

Die französischen Heeresflieger (Aviation Légère de l'Armée de Terre – ALAT) bestellten 160 SA 342 M als Panzerabwehrhubschrauber mit je vier HOT-Panzerabwehr-Lenkflugkörpern in Erweiterung der bis dahin gebräuchlichen Waffenkonfiguration mit ungelenkten Raketen und Maschinengewehren.

Aus den ersten Lieferungen der »Gazelle« nach Jugoslawien ergab sich ein Lizenzbau-Abkommen für mehr als 100 Einheiten. Insgesamt wurden in Frankreich und in Großbritannien nahezu 1000 Exemplare der »Gazelle« gebaut.

Verbindungs- und Beobachtungshubschrauber BO 105

Seit 1962 gibt es bei der Bölkow GmbH Projektstudien für einen neuen Leichthubschrauber, der dem zivilen Bedarf und militärischen Erfordernissen entsprechen sollte, und diese führten zur Entwicklung des

MBB BO 105 M im steilen Sturzflug in Bodennähe. ►



Mehrzweckhubschraubers BO 105 mit zwei Turbinentriebwerken und einem gelenklosen Rotorsystem mit Rotorblättern aus glasfaserverstärktem Kunststoff.

Das vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Projekt wurde von der Bölkow GmbH als Hauptauftragnehmer ausgeführt, der BMW-Triebwerksbau (MAN-Turbo) übernahm die Entwicklung der ursprünglich für den Hubschrauber vorgesehenen Wellenturbine BMW 6022, die Zahnradfabrik Friedrichshafen war für die Konstruktion und Fertigung des Hauptgetriebes zuständig, die Feinmechanischen Werke Mainz (F.W.M.) entwickelten und bauten die Doppelhydraulik.

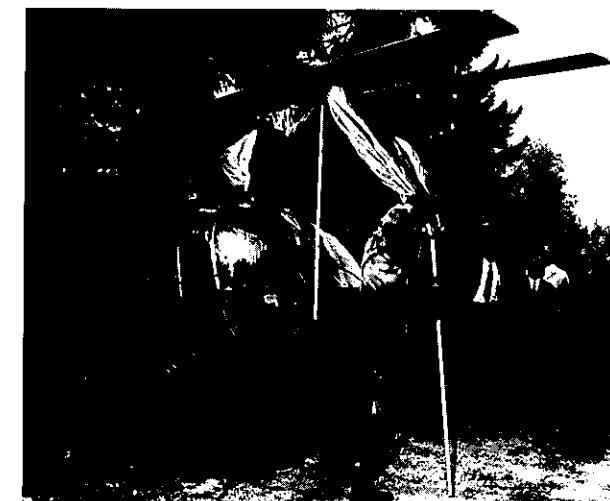
Eine weitere Förderung erfuhr die Bölkow GmbH durch das Bundesministerium der Verteidigung für die Entwicklung des Rotorsystems, das erstmals ohne Schlag- und Schwenkgelenke eine bessere Flugstabilität, leichtere Steuerbarkeit und mit wesentlich vereinfachter Rotorkopf-Konstruktion auch geringeren Wartungsaufwand versprach.

Der Erstflug der BO 105 fand am 16. Februar 1967 in Ottobrunn bei München statt, nach erfolgreicher Erprobung der Prototypen erhielt das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung im Dezember 1970 die erste BO 105 und im März 1971 eine weitere Maschine.

Zur Festlegung der Taktischen Forderungen (TaF) des Bundesministeriums der Verteidigung entsprechend der militärisch-technischen Zielsetzung (MTZ) wurde 1972 eine Studiengruppe gebildet, die mit der Vergleichsuntersuchung der Hubschraubertypen SA 341 »Gazelle«, Bell OH-58, Hughes OH-6 und der nunmehrigen MBB BO 105 beauftragt wurde.

Die Heeresflieger-Versuchsstaffel in Celle erhielt 1973 die ersten zehn BO 105 zur Erprobung auf Charterbasis. Bei zahlreichen Vorführungen und Manövern bewiesen die Hubschrauber mit ihrem gelenklosen Rotorsystem hervorragende Eignung für den geländefolgenden Konturenflug, konstruktiv erfüllten sie aufgrund ihrer Modulbauweise die Anforderungen an eine feldmäßige Wartbarkeit.

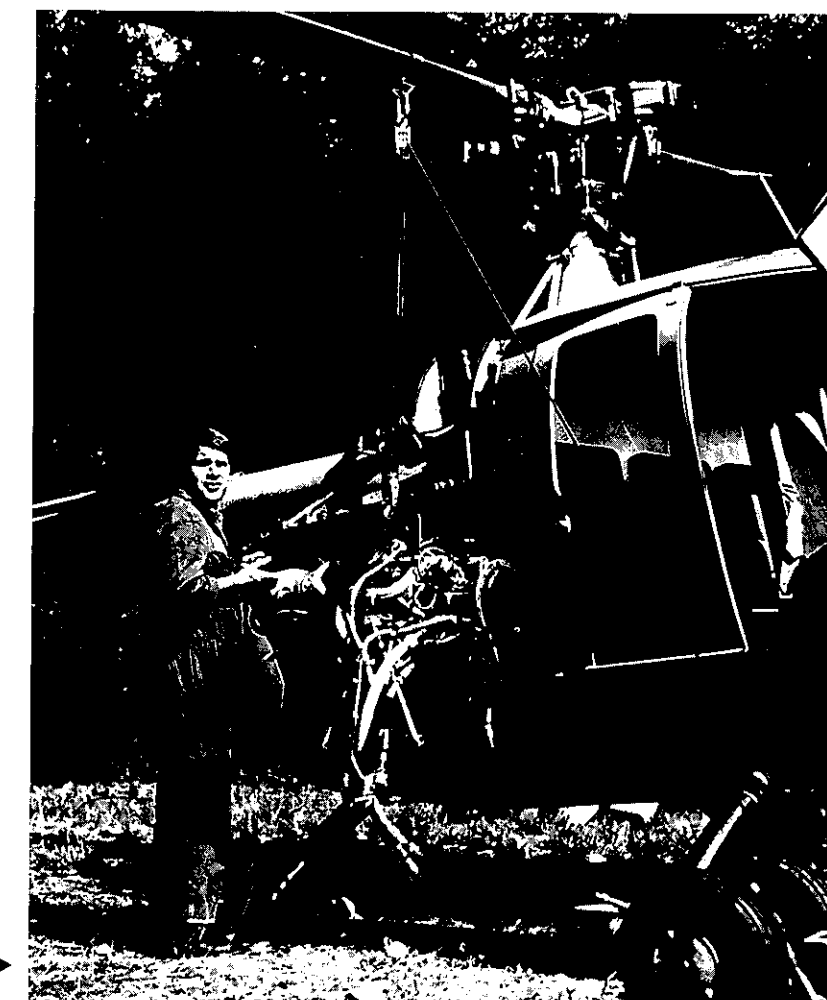
Konturenflug über ein Hindernis.



Oben rechts: Schräglandungen nach allen Seiten:



Oben links: Rotorblattfaltung zur Unterbringung in Deckung.



Triebwerkwechsel im Gelände zum Nachweis der feldmäßigen Wartbarkeit.



Die Königlich Niederländische Luftwaffe (Royal Netherlands Air Force – RCAF), die zur gleichen Zeit eine Ausschreibung für den Ersatz der bisher verwendeten Piper-Flächenflugzeuge herausgegeben hatte, entschied sich nach eingehenden Vergleichserprobungen als erste für die MBB BO 105 und erteilte 1974 den Auftrag zur Lieferung von 30 Hubschraubern für die holländischen Heeresflieger. Endlich beschloß auch das Bundesministerium der Verteidigung, diesen Hubschrauber als Ersatz für die bisher bei den deutschen Heeresfliegern eingesetzte »Alouette II« auszuwählen. 1976 genehmigten der Verteidigungsausschuß und der Haushaltsausschuß des Deutschen Bundestages die Beschaffung von 227 BO 105-VBH und erteilten die Freigabe zur Lieferung von zunächst 100 Maschinen. Die erforderlichen Änderungen der zivilen BO 105 in eine militärische Ausführung wurden vom Herstellerwerk und den Beschaffungsstellen erarbeitet. Sie erstreckten sich auf eine Verstärkung der Zellenstruktur, insbesondere des Tragwerks für das Hauptgetriebe, das bei den Zahnradfabriken Friedrichshafen in einer neuen Aus-

◀ Wappen der Heeresflieger-Versuchsstaffel.

▼ MBB BO 105 M in Rückenlage.

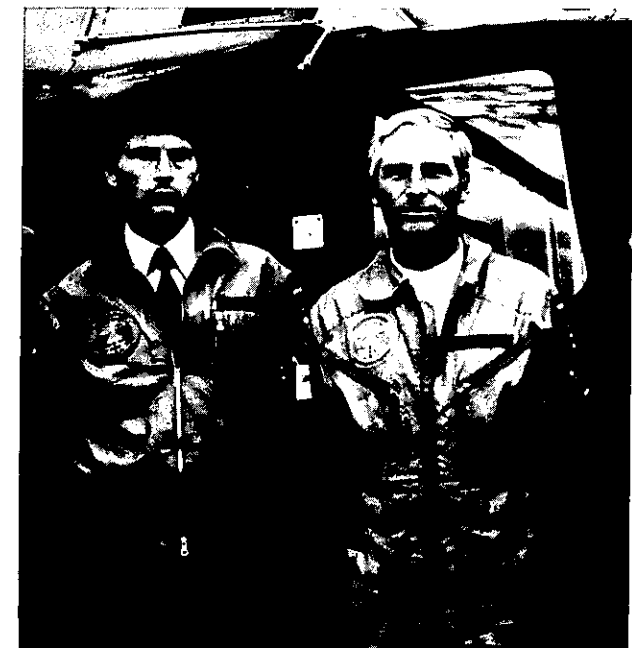


führung mit erhöhter Leistungsaufnahme in Auftrag gegeben wurde, sowie ein bruchsicheres Kraftstoffsystem.

BO 105: Weltmeister in der Kür

Bei den III. Hubschrauber-Weltmeisterschaften 1978 in Witebsk (UdSSR) war die BO 105 M der Heeresflieger-Versuchsstaffel im »Free Style Event« unschlagbar. Hauptmann Karl Zimmermann und Hauptmann Wolfgang Kollmann erreichten in der Kür punktgleich Platz 1 und 2. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß der Empfang in der Sowjetunion und die aufgeschlossene Haltung der Bevölkerung gegenüber den erstmals seit dem Zweiten Weltkrieg dort in deutscher Uniform auftretenden Gästen überaus herzlich waren.

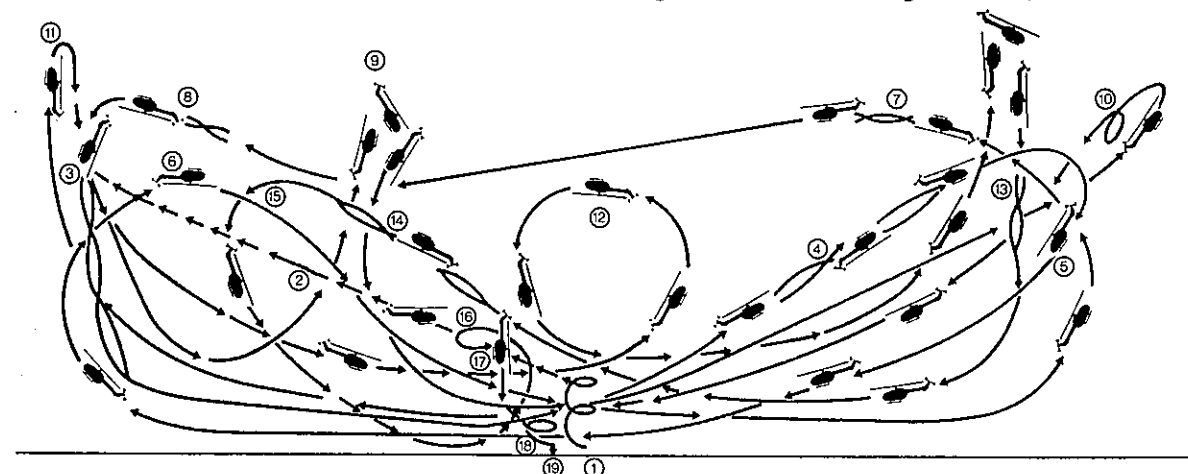
Weltmeister Hauptmann Zimmermann und Hauptmann Kollmann.



Das Flugprogramm von Karl Zimmermann mit einer MBB BO 105 bei den Hubschrauber-Weltmeisterschaften 1981

- | | |
|--|--|
| 1 »Korkenzieher« aufwärts | 12 Looping |
| 2 Steigflug rückwärts, 360-Grad-Pirouette, Steigflug rückwärts | 13 Senkrechter Steigflug, überdrücken, halbe Rolle senkrecht abwärts |
| 3 360-Grad-Rolle senkrecht abwärts | 14 Rolle im 45-Grad-Steigflug |
| 4 Rolle bei 40-Grad-Steigflug | 15 Steiler Abschwung |
| 5 Steiler Abschwung | 16 Bremsen der Fluggeschwindigkeit von 100 auf 0 Knoten in einer engen 360-Grad-Steilkurve |
| 6 Halbe »Cuban 8« mit Rückenflug am höchsten Punkt | 17 Senkrechter Sturzflug aus 60 m Höhe |
| 7 Halber Looping mit halber Rolle am höchsten Punkt (Immelmann) | 18 Abfangen mit einem Steilkreis im Tiefflug |
| 8 Halbe Rolle und Abschwung | 19 Aufsetzen mit Vorwärtsgeschwindigkeit |
| 9 Steiler Steigflug, überdrücken nach vorn auf 120 Grad abwärts | |
| 10 Steigflug im 45-Grad-Winkel mit eineinhalbfacher Rolle um die Hochachse | |
| 11 Senkrechter Turn (Fieseler Turn) | |

Die Vorführung mußte über eine Grundfläche von 500 x 500 m geflogen werden, maximale Flughöhe 150 m, Zeitlimit 4 Minuten.



Die von Hauptmann Karl (»Charly«) Zimmermann für die IV. Hubschrauber-Weltmeisterschaften 1981 in Piotrków Trybunalski (Polen) ausgearbeitete Kür enthielt Schwierigkeitsgrade, die mit einem anderen Hubschrauber unter den vorgeschriebenen räumlichen Bedingungen nicht geflogen werden können und in der auf maximal 150 m begrenzten Flughöhe volles Vertrauen zum Gerät voraussetzten. Hauptmann Zimmermann flog die Kür mit beispielloser Präzision und wurde mit 86 Punkten zum zweitenmal Weltmeister im Hubschrauber-Kunstflug, vor Wladimir Smirnow, UdSSR, auf Mil Mi-1 mit 77 Punkten, Wolfgang Kollmann, Bundesrepublik, auf BO 105 (75 Punkte), A. Thomas, Großbritannien, auf SA-342 »Gazelle« (71 Punkte) und R. Romet, Frankreich, auf »Alouette II« (70 Punkte).

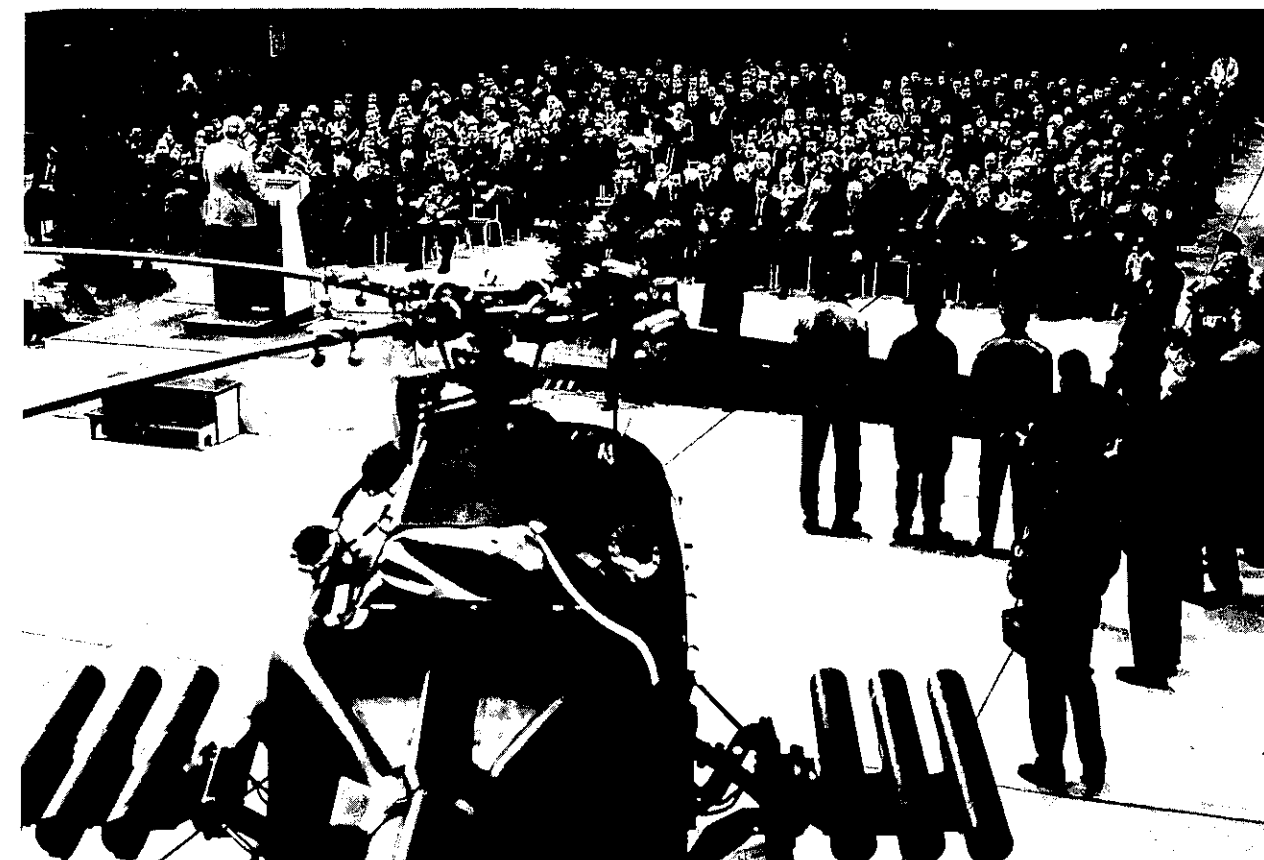
Der PAH-1 der deutschen Heeresflieger

Eine mit Panzerabwehr-Lenk Waffen HOT ausgerüstete Version der BO 105 wurde bereits 1973 von MBB in Ottobrunn erprobt. Mit dem von MBB und der Euromissile gemeinsam entwickelten Lenkwaf-

MBB BO 105 PAH-1.



fensystem HOT unternahm die Erprobungsstelle 61 der Bundeswehr 1974 in Frankreich die ersten Schußversuche, bei denen die drahtgelenkten Raketen aus dem Schwebeflug und aus dem Vorwärtsflug mit mehr als 100 km/h über Entfernungen von 1650 m sowie 3300 bis 3500 m als Volltreffer im Ziel landeten. Die hohe Beweglichkeit der Panzerabwehrhubschrauber (PAH) erlaubt es, auch bei zahlenmäßiger Unterlegenheit Panzerabwehr-Schwerpunkte zu bilden, im Konzept der Bundeswehr ist dabei der Einsatz der Hubschrauber nur über dem von eigenen Truppen behaupteten Gelände vorgesehen. Der Haushaltsausschuß des Deutschen Bundestages stimmte im Juni 1974 der Beschaffung von 212 PAH-1 zu, am 6. September 1977 startete der erste nach den inzwischen erarbeiteten Vorschriften umgerüstete Panzerabwehrhubschrauber zum Erstflug. Im Mai 1978 erhielt die Heeresfliegerwaffenschule in Bückeburg die ersten PAH zur Truppenerprobung. Nach der Umgliederung des Heeres gemäß Heeresstruktur 4 wurde die Einführung der BO 105 PAH-1 mit der Aufstellung von 3 Panzerabwehrhubschrauberregimentern zu je 56 Hubschraubern in Nieder-



PAH-Übergabe in Celle.

HOT-Abschuß.



sachsen, Hessen und Bayern sowie einer PAH-Staffel mit 21 Hubschraubern bei der 6. Panzergrenadierdivision in Schleswig-Holstein befohlen. Am 4. Dezember 1980 wurde der erste PAH-1 beim Panzerabwehrhubschrauberregiment 16 in Celle in Dienst gestellt, bis 1983 sollen sämtliche 212 PAH der ersten Generation an die Verbände ausgeliefert sein.

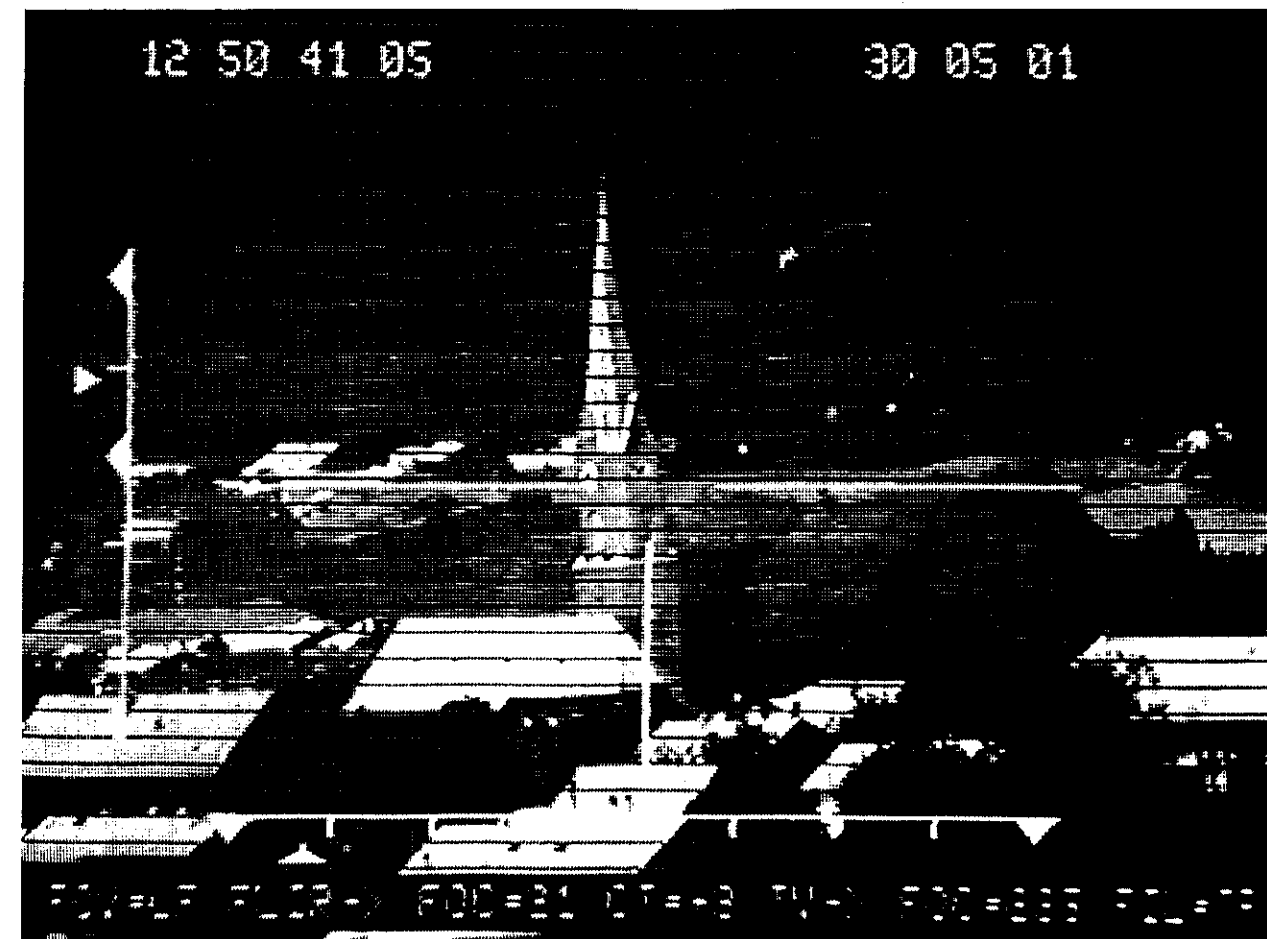
BO 105 »Ophelia« mit Rotormast-Visier

Die mit der Hughes 500 MD »Defender« erstmals angebotene Rotormast-Visiereinrichtung, die auch für das AHIP-Programm der U.S. Army vorgesehen ist, wurde auf dem Aéroson Paris 1981 von MBB auf der BO 105 »Ophelia« (Optique Plate-Forme Hélicoptère Allemand) als System für die Tag- und Nachtbeobachtung des Gefechtsfelds vorgestellt.

BO 105 »Ophelia«.



In einem vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Programm hatte die Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH gemeinsam mit den Ausrüstungsfirmen VDO, SFIM und TRT eine stabilisierte, auf dem Rotorkopf einer BO 105 montierte Sensorplattform erprobt. Diese von SFIM entwickelte Plattform enthält eine Wärmebildkamera mit zwei Sehbereichen, eine Fernsehkamera mit kleinem Sehfeld, einen Laser-Entfernungsmesser, Grobstabilisierung mit Kreisel sowie Feinstabilisierung mit Spiegeln. Der steuerbare Bereich des Sehfeldes beträgt ± 120 Grad im Azimut und $-30/+20$ Grad in Elevation. Die Sensorbilder werden wahlweise über einen monochromatischen Mehrzweckbildschirm (Head-down-display) oder ein Frontscheibensichtgerät (Head-up-display) dargestellt. Ein Symbolgenerator bereitet die Darstellungen der Fluginformationen auf und ist für den Betrieb mit Farbdisplay ausgelegt.



Infra-Rot-Aufnahme in der Darstellung auf dem Bildschirm im Cockpit. Die Kontraste im Bild entstehen durch die Temperatur-Differenzen. (Freigabe GS 82/2410)

Mit der »Huey Cobra« begann die Entwicklung der Kampfhubschrauber

Ein Prototyp Bell »Sioux Scout« mit Tandemsitzen, integrierten Waffenstationen, Tragflächen und stromlinienförmiger Rumpfgestaltung wurde 1959 entwickelt und 1963 als erster Kampfhubschrauber in der Leichtgewichtsklasse präsentiert. Schon damals entsprach er in dieser Größenordnung nicht den taktischen Vorstellungen der für die Heeresfliegerei in den USA verantwortlichen Führungskräfte.

Als Vorstufe zum Kampfhubschrauber (AH – Attack Helicopter) waren die UH-1 »Iroquois« seit 1960 mit 2,75-Zoll-Raketen und zwei Maschinengewehren ausgerüstet worden. Mit zunehmender Dauer des

Vietnam-Krieges reichte diese Behelfslösung nicht aus, um sich gegenüber den Vietcong zu behaupten. Die Bell 209 »Huey Cobra« sollte hier Abhilfe schaffen. Zum Erstflug startete der Kampfhubschrauber am 7. September 1965 als firmeneigene Entwicklung der Bell Helicopter Textron. Mit dem Rotor und dem Triebwerk der Bell UH-1 C wurde der Rumpf komplett umgestaltet, der Hubschrauber erhielt mit schmaler Silhouette eine Tandem-Sitzanordnung und konnte der U.S. Army zur Erprobung übergeben werden.

Am 4. April 1966 erhielt Bell den Auftrag für zwei Prototypen und neun Tage später bereits den ersten Serienauftrag über 110 AH-1 G. Die Lieferungen begannen im Juni 1967, im August 1967 flogen die

neuen Kampfhubschrauber ihre ersten Einsätze in Vietnam. Dem dringenden Bedarf entsprechend wurden laufend weitere Aufträge erteilt, bis zum Herbst 1969 wurden über 800 »Huey Cobra« geliefert. In dem weniger als 1 m breiten Rumpf befindet sich vorn der Sitz für den Kopiloten und zugleich Bordschützen, überhöht dahinter der Platz für den Piloten, beide haben damit sehr gute Sichtverhältnisse. Unter dem Bug war zunächst im Kinn-Turm (TAT – Tactical Armament Turret) ein Maschinengewehr eingebaut; diese Turmbewaffnung wurde dann auf zwei MG oder zwei leichte Granatwerfer verstärkt. Vier Aufhängestationen unter den Stummelflügeln können bei der AH-1 G mit Abschußbehältern für ungelenkte Raketen bestückt werden.

Bell 209 »Huey Cobra«.



Mit einer Spitzengeschwindigkeit von 352 km/h im Horizontalflug ist die AH-1 G dem Ausgangsmodell UH-1 C (Spitze 238 km/h) weit überlegen und mit ihren schmalen Konturen schwer erkennbar, nur das markante Knattern der Rotoren erinnert an ihre UH-Verwandtschaft.

Für das U.S. Marine Corps wurde ab 1969 die AH-1 J »Sea Cobra« mit Pratt-&-Whitney-Zwillingsturbinen gebaut. Sie erhielt im Kinn-turm eine horizontal um 110 Grad und vertikal um 68 Grad schwenkbare 20-mm-Kanonen sowie Abschußbehälter für Raketen an den Stummelflügeln. Die AH-1 J fliegt mit einer maximalen Geschwindigkeit von 333 km/h. Normalerweise werden bei der »Huey Cobra« und bei der »Sea Cobra« die Flügelwaffen vom Piloten und die



Bell 249 mit Vierblatt-Hauptrotor.

Turmwaffen vom Kopiloten (Bordschützen) bedient, können jedoch »sowohl als auch« von beiden betätigt werden.

Etwa 300 AH-1 »Sea Cobra« wurden von 1969 bis 1977 von Bell geliefert, ein Auftrag über 57 »Sea Cobra« in der verbesserten Ausführung AH-1 T wurde 1979 erteilt.

Die »Huey Cobra« wurde ab 1973 in der Version AH-1 Q ebenfalls für die Bestückung mit Panzerabwehr-Lenkflugkörpern TOW umgerüstet. Bei der Ausführung AH-1 S werden außerdem die leistungsfähigeren Lycoming-Turbinen T 53-L-703 eingebaut, mit denen sich ein um 200 kg höheres Abfluggewicht ergibt. In der Serienproduktion erhält die AH-1 S einen neuen Kinn-turm, ein verbessertes Feuerleitsystem und verbesserte Avionik.

230 »Huey Cobra« waren 1979 in Europa stationiert. Aufgrund einer in Truppenmanövern ermittelten Überlegenheit gegenüber Feindpanzern im Verhältnis 1:15 sollen sie das Gegengewicht zu 3500 Panzern darstellen.

Sehr spät gelangte Bell Helicopter Textron zu der Ansicht, daß der Zweiblattrotor mit seinen Flugeigenschaften nicht mehr konkurrenzfähig sei.

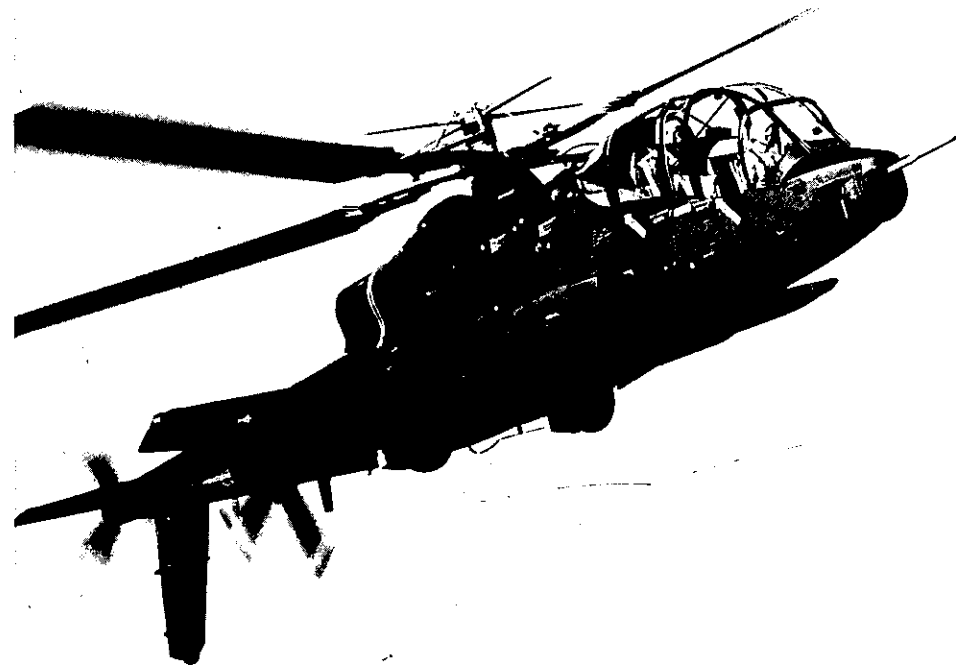
Der Prototyp Bell 249, eine mit Vierblattrotor ausgestattete AH-1 S, startete im Dezember 1979 zum

Erstflug und wurde auf der Luftfahrtschau Farnborough 1980 erstmals der Öffentlichkeit vorgefliegen. Jetzt konnte auch Bell mit einer fortgeschrittenen Rotortechnologie aufwarten und die damit verbundenen Vorteile präsentieren: bessere Steuerfolgsamkeit, größere Manövrierfähigkeit, Steig- und Schwebefugleistungen, geringeres Gewicht des Hauptrotors mit Elastomer-Lagern und GfK-Rotorblättern.

Keine Serienreife für die Lockheed AH-56 »Cheyenne«

Aus den in Vietnam gesammelten Erfahrungen ergaben sich in den 60er Jahren weitergehende Forderungen an einen Kampfhubschrauber in bezug auf stärkere Bewaffnung und Allwetter-Kampffähigkeit, die von den Bell-AH-Typen gewichtsmäßig nicht erfüllt werden können. Das Leergewicht der »Huey Cobra« beträgt ohne Bewaffnung, Munition und Kraftstoff etwa 2600 kg, das gefechtsmäßige Abfluggewicht beläuft sich auf 4300 kg, mit 1700 kg Zuladungskapazität sind somit der Kampfstärke sehr enge Grenzen gesetzt.

Für eine neue Kampfhubschrauber-Generation, 1966 in der Definition AAFSS (Advanced Aerial Fire Sup-



Lockheed AH-56 A
»Cheyenne«.

port System) umrissen, heute als AAH (Advanced Attack Helicopter) definiert, liegt die Größenordnung nach den in den USA und in der UdSSR herrschenden Vorstellungen bei einem Abfluggewicht von 8 bis 10 t. Den ersten Vertrag der U.S. Army für ein derartiges Waffensystem gewann Lockheed 1966 mit der AH-56 A »Cheyenne«.

Die Vorgeschichte dieses Verbund-(Compound-) Hubschraubers läßt sich bis zu einem Forschungsauftrag der U.S. Army und U.S. Navy aus dem Jahre 1962 zurückverfolgen, für den zwei Hochleistungs-Versuchshubschrauber XH-51 A bestellt wurden. Sie waren mit einem gelenklosen Dreiblatt-, später mit einem Vierblattrotor ausgestattet, besaßen eine direkte Steuerfolgsamkeit und einen weiten Schwerpunktbereich und sollten auch der Erprobung des Flugverhaltens bei höheren Geschwindigkeiten dienen.

In der Manövrierfähigkeit zeigte der zweiseitige Experimental-Hubschrauber mit Loopings und Rollen Kunstflugeigenschaften, die auch im Gefecht eine Überlegenheit bedeuten. Die Grenzen für die Höchstgeschwindigkeit ergaben sich bei mehr als 400 km/h aus der Addition der Geschwindigkeit der Blattspitzen der jeweils in Flugrichtung drehenden Rotor-

blätter und der Vorwärtsgeschwindigkeit des Hubschraubers. Sobald die Blattspitzen dabei in den Überschallbereich gelangten, war die Steuerbarkeit beeinträchtigt. Mit Entlastung durch eine zusätzlich auf der linken Tragfläche als Schubtriebwerk montierten 500-PS-Pratt-&-Whitney-Turbine erreichte die Verbundversion der XH-51 A am 19. Juni 1967 486,5 km/h im Horizontalflug. (Im Frühjahr 1969 wurde dieser inoffizielle Weltrekord von dem mit zusätzlichen Schubtriebwerken versehenen Verbundhubschrauber Bell 533 mit 508,5 km/h überboten.)

Die Lockheed AH-56 A »Cheyenne« war schließlich das Gerät, das als Ergebnis der Erprobungen mit der XH-51 A gebaut wurde, und startete am 21. September 1967 zum Erstflug.

Mit einem Vierblatt-Hauptrotor (15,62 m Durchmesser), gelenklos an den Titan-Rotorkopf angeschlossenen Blättern, einem Vierblatt-Heckrotor (3,05 m Durchmesser) und einem Dreiblatt-Verstellpropeller (ebenfalls 3,05 m Durchmesser) am Heck für den Vortrieb erreichte die »Cheyenne« mit ihrer 3925-PS-Turbine von General Electric bei einem Leergewicht von 5540 kg und einem Abfluggewicht von 8300 kg eine Höchstgeschwindigkeit von 414 km/h im

Sturzflug und 380 km/h im Horizontalflug. Bei dieser Geschwindigkeit war der Hauptrotor durch die Stummelflügel und den Schubpropeller fast vollständig entlastet.

10 Prototypen wurden gebaut, die Freigabe für den Serienbau von 375 Einheiten wurde im Januar 1968 erteilt. Die Bewaffnung umfaßte ein 7,62-mm-Maschinengewehr und einen 40-mm-Granatwerfer im Bugturm (180 Grad Schwenkbereich) sowie eine 30-mm-Maschinenkanone im Rumpf-Drehturm (um 360 Grad schwenkbar). Zur Avionik gehörten ein Geländefolge-Radar, Laser-Entfernungsmesser und ein Zentralrechner für die Datenverarbeitung. Für die automatische Stabilisierung war ein hydraulisches Verstärkungssystem um die Roll-Nick- und Gierachse vorhanden.

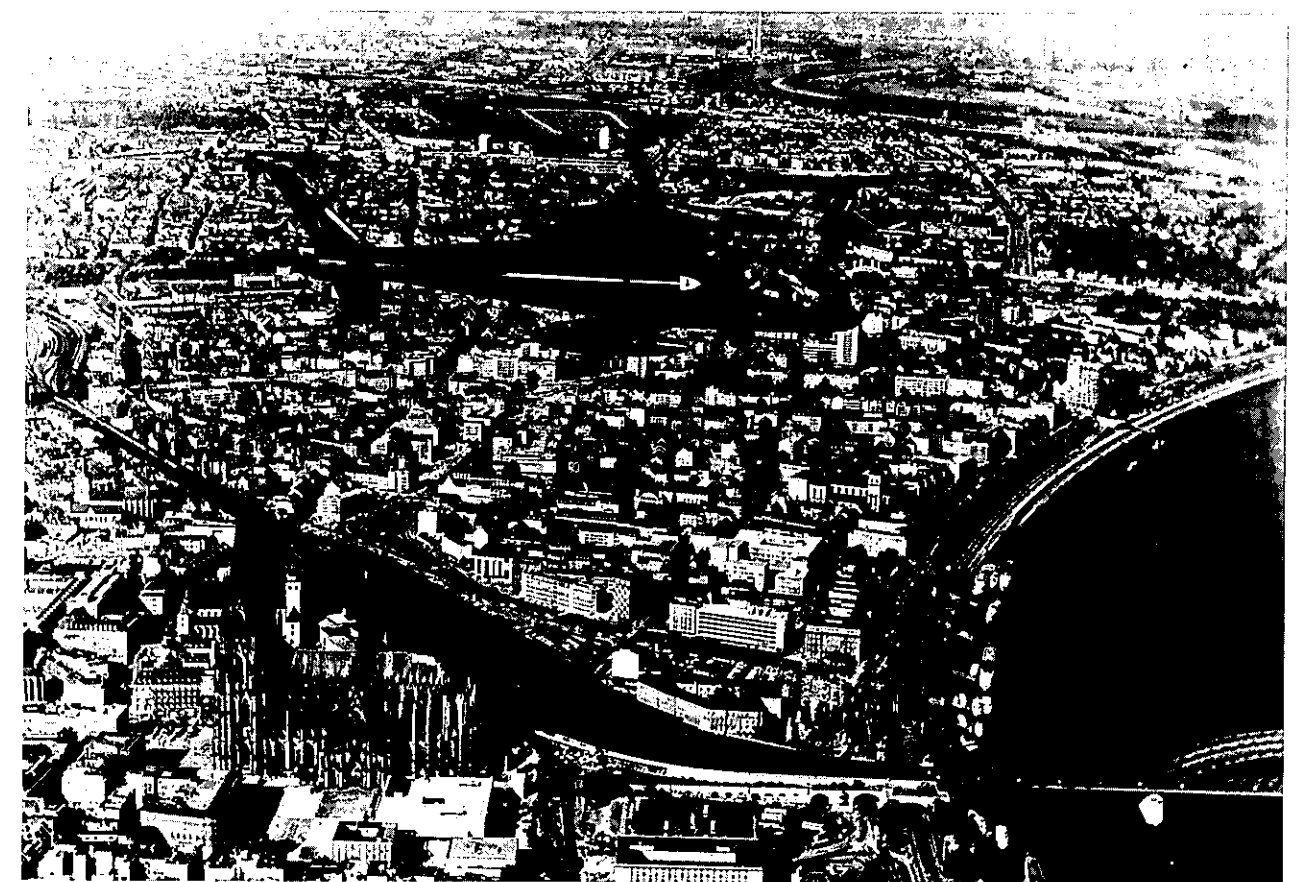
Der Unfall eines Prototyps im März 1969, bei dem die Heckrotorgruppe im Hochgeschwindigkeitsflug ab-

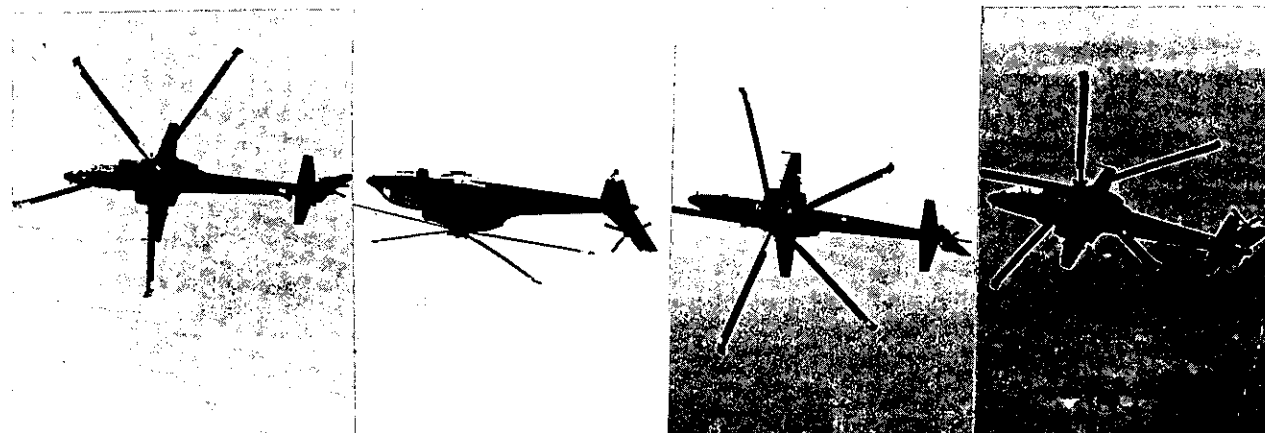
brach, führte im Zusammenhang mit weiteren während der Erprobung aufgetretenen Beanstandungen dazu, daß die U.S. Army den Fertigungsauftrag stornierte. Trotz dieser Kündigung wurden die Erprobungen von Lockheed zunächst in Eigenfinanzierung fortgesetzt und erst, nachdem kein neuer Auftrag zu erhalten war, eingestellt.

Nach Unfall in Farnborough: Kampfhubschrauber-Projekt S-67 »Blackhawk« eingestellt

Sikorsky hatte zu dieser Zeit in Eigeninitiative Studien für einen schnellen Kampfhubschrauber betrieben und mit den dynamischen Komponenten der S-61 den Prototyp S-67 »Blackhawk« gebaut, der am 20. August 1970 erstmals flog. Auch dieser Hubschrauber

Sikorsky S-67 »Blackhawk« über Köln.





S-67 »Blackhawk« in der Rolle.

hatte eine Tandem-Sitzanordnung, der Fünfblattrotor erhielt gepfeilte Blattspitzen und eine Rotorkopfverkleidung. Tragflächen und schlanker Rumpf markierten die für höhere Geschwindigkeit konzipierte Gestaltung mit einer auffallenden Seitenflosse und voll verstellbarer Höhenflosse.

Mit Loopings und Rollen sowie Abfangmanövern von mehr als 3 g wurden die Wendigkeit und Steuerfolgsamkeit bewiesen, mit 335 km/h besaß die »Blackhawk« auch eine überlegene Geschwindigkeit.

Im Drehturm konnte eine 30-mm-Maschinenkanone oder ein 40-mm-Granatwerfer eingebaut werden, TOW oder ungelenkte Raketen wurden von den Stationen an den Tragflächen abgefeuert.

Wie bei der S-61 betrug der Durchmesser des Hauptrotors 18,9 m, die Flächen hatten 8,33 m Spannweite, das Leergewicht lag bei 5676 kg, das maximale Abfluggewicht 11 067 kg. Zwei 1500-PS-Turbinen von General Electric lieferten die erforderliche Leistung für alle Flugmanöver, mit denen die »Blackhawk« bei den Vorführungen auch in Europa Aufsehen erregte. Zur Luftfahrtschau Farnborough 1976 war das Flugprogramm der S-67 zusammen mit den Vorführungen der CH-53 G von der Flugsicherheit genehmigt worden, beide Hubschrauber hatten innerhalb der Sicherheitsgrenzen Rollen vorgefliegen. Die Katastrophe ereignete sich am 1. September 1976 bei den für die Luftfahrt-Fachpresse veranstalteten Manövern. Bei der zweiten Rolle während dieser Demonstration hatte die »Blackhawk« an Höhe verloren, auch der Versuch, die Maschine in steiler Kurve herumzureißen, scheiterte mit Bodenberührung der Rotorblätter

und einem Aufprall auf die Landebahn. Die sofort eingreifende Flugplatz-Feuerwehr konnte den Kopiloten schwerverletzt aus den brennenden Trümmern bergen, der Pilot war bereits beim Aufprall ums Leben gekommen. Zwei Tage später verstarb auch der Kopilot an den Brandwunden und weiteren Verletzungen. Von der Sikorsky Aircraft Division der United Technologies Corporation war nur ein S-67-Prototyp gebaut worden, nach dem Unfall in Farnborough wurde das Programm eingestellt, insbesondere weil sich schon 1974 die Bell YAH-63 und die Hughes YAH-64 für den Prototypenbau des zukünftigen Kampfhubschraubers der U.S. Army im AAH-Programm (Advanced Attack Helicopter) qualifiziert hatten.

Auf endlos langem Erprobungspfad: Hughes AH-64 »Apache«

Bell und Hughes hatten je zwei Prototypen für die Flugerprobung und einen Prototyp für die statische Erprobung des fortgeschrittenen (advanced) Kampfhubschraubers zu liefern. Hughes gewann 1976 den Wettbewerb gegen den mit einem herkömmlichen Zweiblattrotor ausgestatteten Konkurrenten. Im Rahmen eines 300-Millionen-Dollar-Vertrages zur Weiterentwicklung des Kampfhubschraubers waren weitere drei AH-64-Prototypen zu liefern, im Sommer 1980 sollte über die Freigabe der Serienfertigung von insgesamt 536 Hubschraubern die Entscheidung fallen.



▲ Bell YAH-63.

Hughes AH-64. ▼





Hellfire-Abschuß von der AH-64.

Mit einer Spitzengeschwindigkeit von 378 km/h im Bahnneigungsflug und 307 km/h im Horizontalflug war die Hughes AH-64 bereits laut Datenblatt schneller als die Bell AH-63 und unterschied sich mit ihrem Vierblatt-Hauptrotor von 14,6 m Durchmesser und Vierblatt-Heckrotor von der Bell AH-63 mit Zweiblatt-Hauptrotor und Zweiblatt-Heckrotor. Grundsätzliche Unterschiede waren auch im Cockpit festzustellen. Bei der Tandemsitzanordnung der Hughes AH-64 fliegt der Schütze auf dem vorderen und der Pilot auf dem rückwärtigen Sitz. Bell hingegen hatte den vorderen Sitz für den Piloten vorgesehen. Während Hughes eine 30-mm-Kettenkanone XM-230 aus eigener Entwicklung einsetzt, die in einem Turm unterhalb des Rumpfes eingebaut ist, verwendete Bell eine an der Bugspitze montierte General-Electric-Kanone gleichen Kalibers. Jedoch auch ohne Kanone war General Electric Mitgewinner der Ausschreibung, da sowohl Hughes wie auch Bell mit je zwei General-Electric-Turbinen T-700 von je 1536 PS (1145 kW) Startleistung in den Wettbewerb gegangen waren. Bell konnte den Verlust der Ausschreibung verkraften, nachdem im US-Verteidigungsbudget erhebliche Beträge für die Umrüstung

der »Huey Cobra« und »Sea Cobra« zu Buche standen. Der nunmehr ausgewählten Hughes AH-64 war zu bestätigen, daß sie alle Forderungen der Truppe erfüllte oder übertraf. Als Beispiel ist die vertikale Steigleistung zu nennen, die mit 450 ft/min angesetzt war und tatsächlich 1035 ft/min beträgt, und eine Geschwindigkeit im Seitwärts- und Rückwärtsflug von 83 km/h. In der zweiten Phase der Erprobung des Kampfhubschraubers wurden verschiedene konstruktive Änderungen vorgenommen. Der T-förmige Heckausleger wurde durch bewegliche Leitflächen am Rumpfende ersetzt. Eine Verlängerung des Rotormastes um 40 cm wurde erforderlich, um für negative Lastvielfache (bis 0,5 g) den Abstand der Hauptrotorblätter vom Rumpf zu vergrößern. Die geforderte Luftverlastbarkeit der AH-64 von zwei Maschinen im »Starlifter« oder sechs Hubschraubern in der »Galaxie« blieb dabei erhalten. Der an die Mach-1-Grenze reichenden Blattspitzengeschwindigkeit Rechnung tragend erhielten die Enden des Hauptrotors eine 20-Grad-Pfeilung, die Dicke der Blattspitzenprofile wurde verringert. Die fortgeschrittene Avionik und Elektronik der

AH-64 ermöglicht den Kampfeinsatz des Hubschraubers bei Nacht und schlechten Wetterbedingungen. Doppler-Navigationsanlage, Funkhöhenmesser und ein Bildschirm für die Fluglagedarstellung gehören hierzu ebenso wie ein Zielerfassungs- und Zielzuweisungsgesetz TAD (Target Acquisition and Designation System) und die Bildschirmanzeige der Infrarot-Erfassung FLIR (Forward Looking Infra-Red) bei Nacht. Die Piloten besitzen weiterhin das Helmvisier PNVS (Pilots Night Vision System).

Elektronische Gegenmaßnahmen werden mit dem Radarstörgerät und Laser-Warngerät eingesetzt, zur passiven Abwehr gehört auch die von Hughes entwickelte »Black Hole Okarina«, die den Heißgasstrom am Ausgang der Triebwerke teilt und mit Kaltluft versetzt. Selbstverständlich ist die AH-64 an den entscheidenden Stellen ausreichend gepanzert.

Die Bewaffnung des Hubschraubers besteht aus der bereits erwähnten 30-mm-Kettenkanone, »Hellfire«-Antitank-Lenkflugkörpern (bis zu 16 Stück), »Stinger«-Luft/Luft-Lenkflugkörpern und 2,75-Zoll-Luft/Boden-Raketen zur Flächenzielbekämpfung (bis zu 76 Stück). Die Waffen können vom Bordschützen und vom Piloten bedient werden. Das maximale Abfluggewicht der AH-64, die inzwischen den Namen »Apache« erhielt, liegt bei 8006 kg.

Durch den Verlust eines Prototyps infolge eines Zusammenstoßes mit einem Begleitflugzeug war die zweite Phase der Erprobung im Sommer 1981 noch nicht beendet.

Im Konturenflug mit Nachtvisier und Infrarot-Bildschirmanzeige hatten sich keine psychologischen Probleme ergeben, lediglich die Zielauffassung konnte nach verspätetem Einbau noch nicht abschließend beurteilt werden. Als Leistungsverbesserung für den Hubschrauber bei höheren Umgebungstemperaturen oder in größeren Höhenlagen (hot and high) wurde für 1982 die Umrüstung auf zwei General-Electric-Turbinen mit je 1693 PS Startleistung eingeplant.

Neben der U.S. Army hatte inzwischen auch das U.S. Marine Corps Interesse an der Beschaffung von 120 AH-64 bekundet, während die ursprüngliche Anzahl von 536 Hubschraubern für die U.S. Army auf 446 reduziert wurde.

Die endgültige Entscheidung für die Freigabe der AH-64-Serienfertigung wurde von Dezember 1981 auf März 1982 vertagt. Der Systempreis für die »Apache« betrug mittlerweile 14 Millionen Dollar pro Hubschrauber.

Kampfhubschrauber in der Sowjetunion

Bewaffnete Hubschrauber flogen nunmehr auch bei den sowjetischen Streitkräften. Es handelte sich hierbei zunächst um die Ausrüstung vorhandener Typen mit Maschinenwaffen und Abschlußbrämen für ungelenkte Raketen.

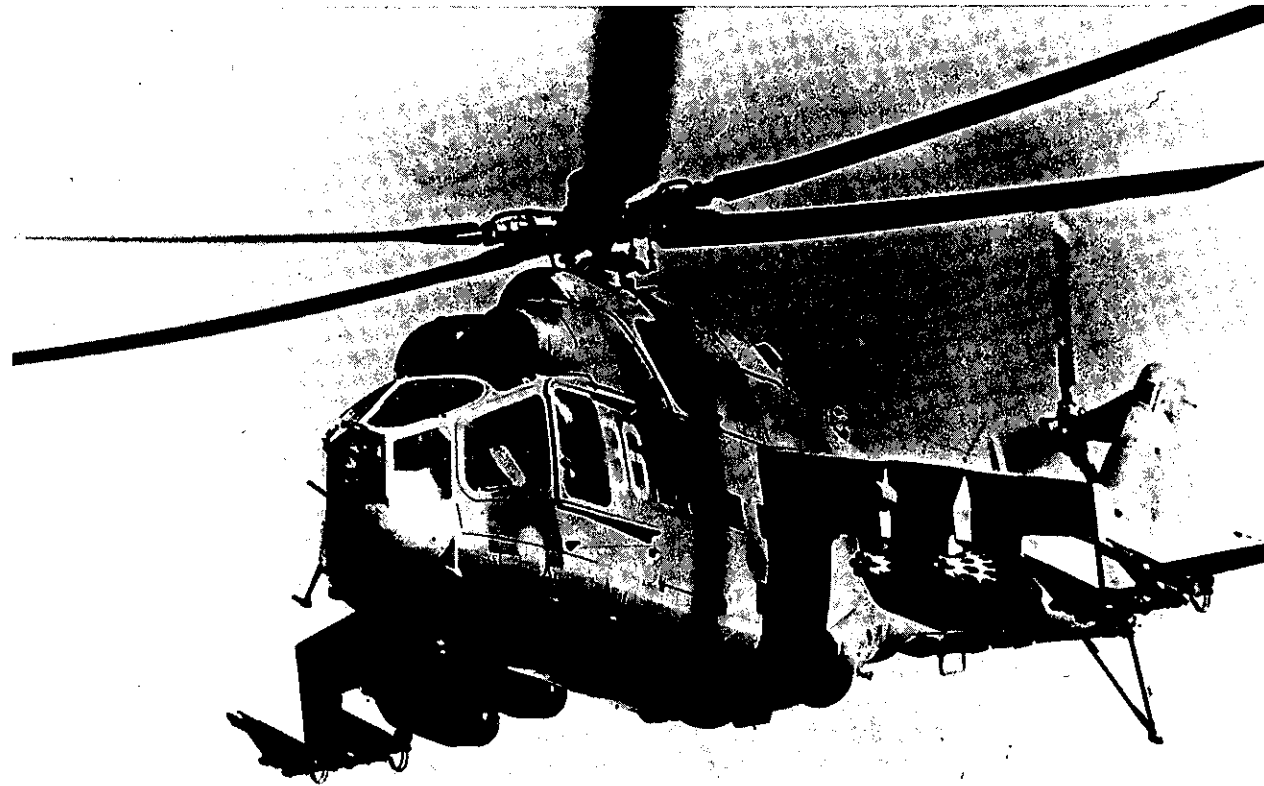
Der erste sowjetische Kampfhubschrauber, die seit 1973 auch im Westen bekannte Mil Mi-24 (NATO-Code »Hind«) läßt mit der Möglichkeit für den Transport einer Gruppe von acht Soldaten die Taktik erkennen, die Kampfaufgabe nicht nur auf den Waffeneinsatz aus der Luft zu beschränken, sondern auch die Behauptung des gewonnenen Geländes in die Wege zu leiten.

Die Besatzung der Mi-24 in den Ausführungen A, B und C besteht aus dem Piloten und Kopiloten, die nebeneinander sitzen, und dem Bordschützen, der seinen Platz in der Rumpfspitze hat. Hinter dem Cockpit befindet sich der Raum für die mitfliegenden Soldaten.

Die Bewaffnung besteht bei diesen Versionen aus einem Maschinengewehr (Kaliber 12,7 mm) im Rumpfbug, ungelenkten Raketen (Kaliber 57 mm), drahtgeführten Panzerabwehr-Lenkflugkörper vom Typ »Sagger« oder funkgeführten Flugkörpern vom Typ »Squatter« sowie Bomben verschiedener Kaliber.

Die Versionen D und E unterscheiden sich durch eine Tandemsitzanordnung für den Richtschützen vorn und den Piloten dahinter in splittersicheren Einzelcockpits, weiterhin durch die Bestückung mit einer 30-mm-Kanone im Kinnurm und neue, aerodynamisch gestaltete Abschlußbehälter. Die »Squatter« mit ihrer Fluggeschwindigkeit von 150 m/sek und Reichweite von 3500 m sind inzwischen von den überschall-schnellen Lenkflugkörpern »Spiral« mit 450 m/sek und über 5000 m Reichweite abgelöst worden.

Der Durchmesser des fünfblättrigen Hauptrotors der Mi-24 beträgt 17 m. Der Dreiblatt-Heckrotor mit 3,9 m Durchmesser, der bei den ersten Mi-24 A, B und C rechts angeordnet war, befindet sich nunmehr auf der linken Seite. Ursprünglich war die Mi-24 mit zwei Wellenturbinen von je 1500 PS (1118,2 kW) ausgerüstet, sie fliegt nunmehr mit zwei Turbinen von je 2200 PS (1650 kW) Startleistung, mit denen das maximale Abfluggewicht von 8400 auf etwa 10 000 kg erhöht werden konnte. Diesen erhöhten Triebwerkleistungen entspricht auch die größere Waffenzuladung mit Konfigurationen für sechs Behälter zu je 32 ungelenk-



Mil Mi-24 A, B, C.



Mil Mi-24 D, E.

ten 57-mm-Raketen oder zwei 500-kg-Bomben an den Innen- und zwei 250-kg-Bomben an den Außenpylons.

Die Höchstgeschwindigkeit der Mi-24 liegt bei 340 km/h, die Marschgeschwindigkeit dürfte etwa 250 km/h betragen. Navigations- sowie Radar- und Feuerleitanlagen werden kontinuierlich weiterentwickelt und ebenso geheimgehalten wie alle Angaben über die Panzerung und passive Abwehrmaßnahmen.

Zum vielseitigen Aufgabenspektrum gehört neben der Panzerabwehr die bewaffnete Aufklärung, neben Kampfaufgaben gegen bodengebundene Kräfte ist in der Konzeption eine Luftkampfüberlegenheit gegen andere Hubschrauber enthalten, für die jedoch neben modernster Bewaffnung eine entsprechende Manövrierfähigkeit vorauszusetzen wäre.

Mehr als 1200 Mil Mi-24 sind bis jetzt an die Truppe geliefert worden. In Afghanistan wurden diese Hubschrauber erstmals rigoros eingesetzt, in Europa sind Mi-24-Verbände in der DDR stationiert, die Tschechoslowakei verfügt über eigene, mit der Mi-24 ausgestattete Kampfhubschrauberverbände. Im Januar 1982 wurde festgestellt, daß die Mi-24 auch an die kubanische Luftwaffe geliefert wurde.

Einzelheiten über die Luftverlastbarkeit des Hubschraubers in der Art, wie sie in bezug auf die Hughes AH-64 veröffentlicht wurden, sind von sowjetischer Seite nicht publiziert worden.

Europäische Zusammenarbeit: der PAH-2

Mit dem 1973 zur Kenntnis genommenen Auftauchen des Kampfhubschraubers Mi-24 ergab sich die Notwendigkeit, das Verteidigungskonzept der NATO zu überdenken. Das Bundesministerium der Verteidigung in Bonn beschränkte sich auf den Hubschrauber-Einsatz zur Panzerabwehr, Kampfhubschrauber in der Größe der Mi-24 oder AH-64 kamen als ausgesprochene Angriffswaffen für die Bundeswehr nicht in Betracht.

1973 hatten Messerschmitt-Bölkow-Blohm und die italienische Costruzioni Aeronautiche Giovanni Agusta SpA im Hinblick auf die französisch-britischen Gemeinschaftsprojekte die Absicht bekundet, bei der Entwicklung eines Panzerabwehrhubschraubers der 2. Generation zusammenzuarbeiten. 1975 beschloßen die geschäftsführenden Vorsitzenden der Firmen MBB, Aérospatiale, Agusta und Westland in einem

»Memorandum of Understanding« Richtlinien für eine mögliche Zusammenarbeit auf dem gesamten Gebiet der Herstellung von Hubschraubern, vom Entwurf über die Entwicklung bis zum Serienbau. Zu diesem Zeitpunkt waren die Überlegungen auf der Hardthöhe bereits dahin gediehen, zunächst die BO 105 mit HOT als PAH der ersten Generation einzuführen.

MBB präsentierte das Tandemhubschrauber-Projekt BK 115 als nächste Stufe, Agusta veröffentlichte die A-129-Projektstudien. 1977 wurden von Bundesverteidigungsminister Georg Leber und dem französischen Verteidigungsminister Yvon Bourges Gespräche über eine deutsch-französische Zusammenarbeit (MBB und Aérospatiale) in der Absicht geführt, den zukünftigen Panzerabwehrhubschrauber gemeinsam zu entwickeln. Westland Helicopters Ltd. in Yeovil/England und VFW-Fokker in Bremen schlugen von sich aus die gemeinsame Entwicklung eines Panzerabwehrhubschraubers P-277 vor.

Im Juli 1978 unterzeichneten die Verteidigungsminister von Frankreich, Großbritannien, Italien und der Bundesrepublik die Übereinkunft über den zukünftigen Bedarf an militärischen Hubschraubern: einen Panzerabwehr-, einen mittleren Transport- und einen Marine-Hubschrauber. Das MoU (Memorandum of Understanding) wurde am 19. Oktober 1979 in Hamburg vom deutschen und französischen Verteidigungsminister unterschrieben.

In der Definitionsphase, für die ein Zeitraum von 18 Monaten angesetzt war, sollten die Entwicklungsingenieure und Konstrukteure von Aérospatiale und MBB die technische Auslegung festlegen.

Die noch nicht klar herausgestellten Entscheidungen für einen europäischen allwetterkampftauglichen Panzerabwehrhubschrauber und das damit entstandene Vakuum im westlichen Verteidigungsbündnis wurde von Bell Helicopter Textron als Argument benutzt, die vorhandene Bell AH-1 S als Waffenträger anzubieten. Westland Helicopters Ltd. konnte ebenfalls mit einem bei der NATO bereits eingeführten Hubschraubertyp aufwarten.

Westland »Lynx« für Marine und Heeresflieger

Die Westland WG 13 »Lynx« (Luchs) entstammte dem im Frühjahr 1968 zwischen den Regierungen von

Frankreich und Großbritannien vereinbarten Hubschrauber-Gemeinschaftsprojekt »Gazelle-Lynx-Puma«. Grundsätzlich als Mehrzweckhubschrauber von den Westland Helicopters konzipiert, startete der erste von 13 »Lynx«-Prototypen am 21. März 1971 zum Erstflug, die Serienfertigung begann 1978. Bereits in der Flugerprobung zeigte die »Lynx« mit ihrem »semi-rigid« (halbstarren) Rotor erstaunliche Leistungen mit Rollen und Loopings, einer Höchstgeschwindigkeit im Bahnneigungsflug von 370 km/h, im Rückwärtsflug von 80 km/h und stellte im Juni 1972 mit 321,74 km/h auch im Horizontalflug einen Rekord in ihrer Größenklasse auf. Der Vierblatt-Hauptrotor der »Lynx« hat 18,8 m Durchmesser, ausgezeichnete Flugstabilität ist mit dem ebenfalls vierblättrigen Heckrotor gewährleistet. Die »Lynx« ist mit zwei Rolls-Royce-Triebwerken

von je 890 PS (663 kW) Startleistung ausgerüstet, hat ein Leergewicht von etwa 2600 kg und ein Abfluggewicht von 4300–4700 kg. Ihre Reisegeschwindigkeit beträgt 282 km/h.

In der Ausführung AH Mk 1 der britischen Armee kann die »Lynx« mit Maschinengewehren, einer 20-mm-Kanone und Panzerabwehr-Lenkflugkörpern HOT oder TOW bewaffnet werden und erfüllt damit alle Anforderungen, die an einen Hubschrauber für die Luft-Nah-Unterstützung gestellt werden. Etwa 100 »Lynx« Mk 1 fliegen bei den britischen Heeresfliegern, die Royal Navy verwendet die »Lynx« Mk 2 (etwa 60 Stück) mit den Luft/Schiff-Lenk Waffen »Sea Skua« zur Bekämpfung von Schiffszielen, mit Sonar-Bojen zur U-Boot-Ortung und mit der Rettungswinde in Seenotrettungseinsätzen. Die französische Marine erhielt 30 »Sea Lynx«, weitere Lieferungen erfolgten

Westland »Lynx«.



»Lynx«-Bewaffnung.

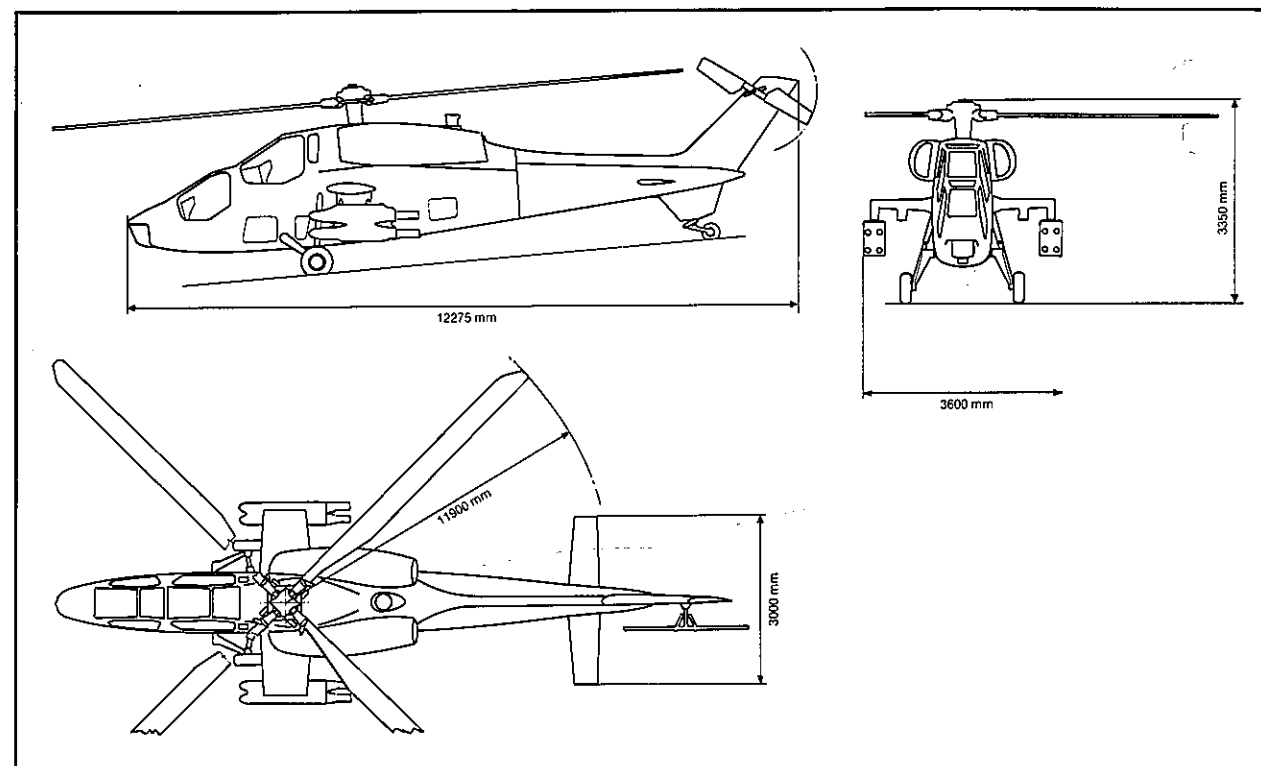
an die deutsche, holländische, argentinische und brasilianische Marine. In Ägypten wird die »Lynx« bei den Arab.-British Helicopters in Lizenz gebaut, insgesamt 230 Stück sind hier vorgesehen.

Einen »Versuchsballon« starteten Westland und VFW-Fokker 1977 mit der Ankündigung des Panzerabwehrhubschraubers P-277 auf der Basis der »Lynx« mit Tandemsitzanordnung. Eine 20-mm-Bordkanone unter dem Rumpf, acht HOT- oder TOW-Lenkflugkörper oder 38 Raketen Matra 2.75 auf Auslegern wurden als Bewaffnungsmöglichkeiten dargestellt, um für den in Europa benötigten PAH-2 eine kurzfristig zur Verfügung stehende Lösung zu bieten. Die Überraschung platzte in die zwischen der Bundesrepublik und Frankreich geführten Besprechungen, fand jedoch keine Zustimmung bei den Beteiligten.

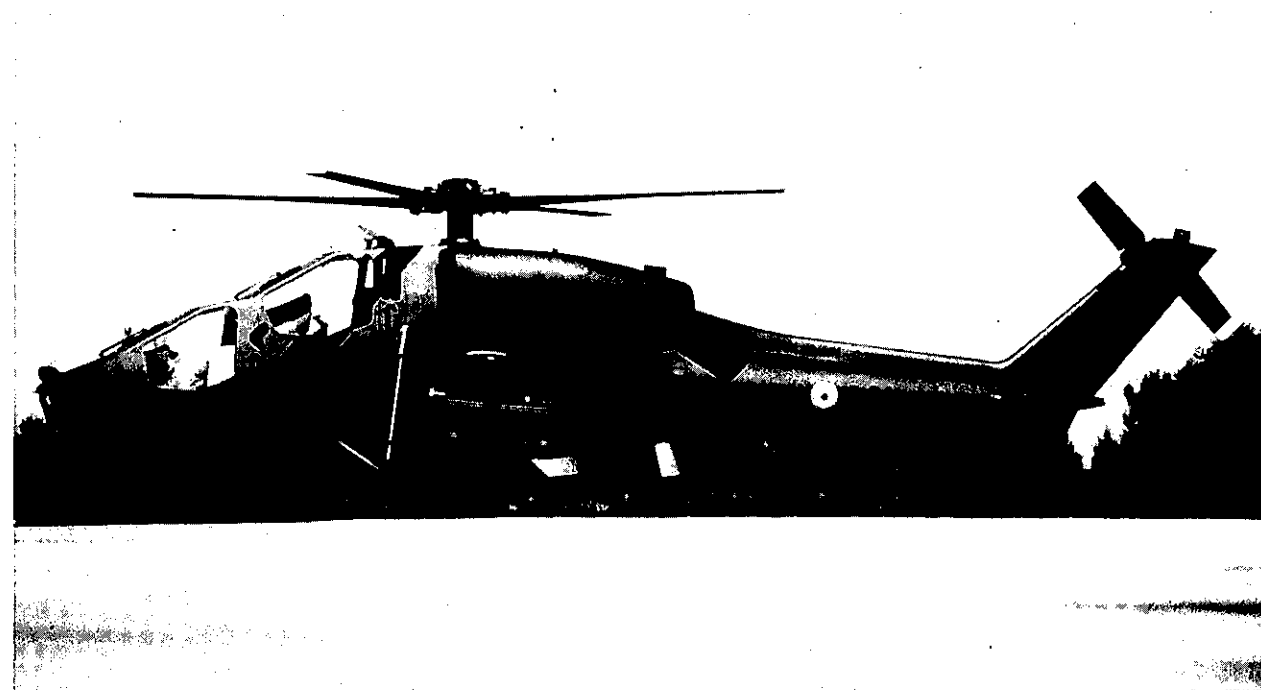
Agusta bringt die »Mangusta« in den Wettbewerb

Die Costruzioni Aeronautiche Giovanni Agusta SpA hatte nach Projektstudien 1978 mit den Entwicklungsarbeiten für den Tag und Nacht einsatzfähigen Panzerabwehrhubschrauber A-129 »Mangusta« (Mungo) begonnen.

Tandemsitzanordnung mit dem Piloten auf dem rückwärtigen Sitz, ein Rotormastvisier auf dem Vierblatt-Hauptrotor mit 11,9 m Durchmesser, ein Zweiblatt-Heckrotor von 2,24 m Durchmesser und ein Radlandewerk mit 2,20 m Spurbreite der Bugräder sind die äußeren Merkmale dieser Konstruktion. Die Verwendung von Verbundwerkstoffen (im Zellenbau



Mangusta-Grafik und Mangusta-Attrappe.



50%) ermöglichte Gewichtseinsparungen, im vorläufigen Datenblatt wird ein Leergewicht von 2529 kg, ein Kraftstoffassungsvermögen von 650 kg und ein maximales Abfluggewicht von 3665 kg angegeben. Ursprünglich waren zwei Lycoming-Turbinen LTS 101 vorgesehen, die Entscheidung fiel dann jedoch zugunsten der Rolls-Royce GEM 2.

Von der Harris Corporation in Florida/USA, die bereits für die Bell AH-1 S »Cobra« die Avionik-Systeme lieferte, wird für die A-129 ein integriertes Avionik-System IMS (Integrated Multiplex System) entwickelt, das den Zentralrechner und einen Multiplex-Datenbus mit den verschiedenen Feuerleiteinrichtungen, dem Navigationssystem, der Funkanlage, den Lage- und Kurskreisläufen der digitalen Stabilisierungsanlage und einem Elektrosteuerwerk in dreifacher Ausführung verbindet. Die Navigationsanlage besteht aus einem Doppelsensor mit Rechner.

Als Bewaffnungskonfigurationen für die A-129 kommen 8 Panzerabwehrlenkflugkörper TOW oder »Hellfire«, ungelenkte Raketen oder MG-Behälter in

Aérospatiale »Puma«.

Frage, die Innenpylonen an den Tragflächen sind für je 300 kg Gewichtsaufnahme ausgelegt, die Außenpylonen können je 200 kg Last aufnehmen.

Der Termin für den Erstflug der A-129 »Mangusta« wurde von September 1983 auf Mai 1983 vorverlegt, um den zeitlichen Vorsprung gegenüber dem deutsch-französischen Projekt PAH-2 zu vergrößern.

Frankreich: ein ziviler Markt für die militärische »Puma«

Die SA 330 »Puma« wurde als Transporthubschrauber für die französischen Heeresflieger von der (damaligen) Sud-Aviation entwickelt und startete am 15. April 1965 zu ihrem Erstflug. Mit der Vereinbarung für ein britisch-französisches Gemeinschaftsprogramm »Gazelle-Lynx-Puma« wurde die SA 330 auch von der Royal Air Force als Taktischer Transporthubschrauber übernommen und in Großbritannien ab 1968 in Serie gebaut.



In der Grundversion mit zwei Wellenturbinen Turboméca Turmo III C 4 mit je 1328 PS Startleistung wurden 130 SA 330 B für die französischen Heeresflieger, 40 SA 330 B für den Export und 40 SA 330 E für die Royal Air Force bestellt. Der zivilen Nachfrage wurde mit der Ausführung SA 330 F Rechnung getragen.

Der Transporthubschrauber mit einer Aufnahmefähigkeit von bis zu 20 ausgerüsteten Soldaten war bei einem Leergewicht von 3358 kg für ein maximales Abfluggewicht von 6400 kg zugelassen. Er flog mit einer wirtschaftlichen Reisegeschwindigkeit von 252 km/h.

Ab 1976 wurden die militärischen Ausführungen SA 330 L und die zivile Ausführung SA 330 J mit zwei Turboméca-Wellenturbinen Turmo IV C von je 1575 PS (1175 kW) Startleistung gebaut. Das Leergewicht liegt hier bei 3615 kg für die militärische, beziehungsweise 3766 kg für die zivile Ausführung, das maximale Abfluggewicht beträgt 7400 kg.

In der Typenreihe SA 330 wurden insgesamt 700 Hubschrauber geliefert, sie sind mit einem Vierblatt-Hauptrotor mit 15 m Durchmesser (automatisch faltbar) und einem Fünfblatt-Heckrotor (3,04 m Durchmesser) ausgestattet.

Die neue Typenreihe AS 332 »Super Puma« mit zwei Turboméca-Wellenturbinen Makila I A von je 1780 PS (1327 kW) für ein maximales Abfluggewicht von 8350 kg befindet sich seit 1980 in der Serienproduktion. Haupt- und Heckrotor der AS 332 haben mit

neuer Profilgebung einen besseren Wirkungsgrad, die militärische Version AS 332 B bietet den Insassen Beschußsicherheit gegen leichte Infanteriewaffen, bei der Marine-Version AS 332 F ist der Heckausleger umklappbar.

Beachtlich sind die Verkaufserfolge der ursprünglich für die militärische Verwendung konzipierten Hubschrauber auch auf dem zivilen Sektor. Für den Offshore-Flugbetrieb wurde die um 76 cm verlängerte AS 332 L entwickelt, die 22 bis 24 Passagiere aufnehmen kann.

Bristow Helicopters in England bestellte sofort 35 Hubschrauber in einer Ausführung mit 19 Sitzplätzen sowie Toiletten, um den Passagieren bei den mehrstündigen Flügen zu den Erdölplattformen besseren Komfort zu bieten. Der Silberlöwe (»Puma«) erhielt in Großbritannien den Namen »Bristow Tiger«. Weitere Erstaufträge erteilten die Management Aviation in England (6 »Super Puma«), die norwegische Helikopter Service AS (10 Maschinen) und die Petroleum Helicopters Inc. im Golf von Mexiko (5 Hubschrauber).

Westland WG 30

Eine Konkurrenz für die »Puma« (und auch für die amerikanische UTTAS, über die noch berichtet wird) ist mit der ab 1977 entwickelten Westland WG 30 in Erscheinung getreten, die am 4. April 1978 erstmals

Aérospatiale »Super Puma«.



Westland WG 30 in militärischer Ausführung.



Westland WG 30 in ziviler Version.

flog. Sie ist eine vergrößerte Transportversion der »Lynx«, wobei von britischer Seite ganz besonders darauf hingewiesen wurde, daß der französische Partner über diese Entwicklung informiert war und sich bereit erklärt hatte, die für die »Lynx« im Gemeinschaftsprogramm gefertigten Teile auch für die WG 30 zu liefern.

Im Innenraum der WG 30, der doppelt so groß ist wie die Kabine der »Lynx«, können 14 ausgerüstete Soldaten oder 16 Passagiere befördert werden, für den Transport von Verletzten oder Verwundeten ist Platz für sechs Tragen und das Sanitätspersonal.

Die WG 30 hat im konstruktiven Aufbau das Rotorsystem der »Lynx« erhalten, wobei der Durchmesser des Hauptrotors um 51 cm vergrößert wurde, um eine Steigerung der Auftriebsleistung um 12 Prozent zu erreichen. Der Durchmesser des Heckrotors wurde um 23 cm vergrößert, seine Drehrichtung verläuft bei der WG 30 entgegengesetzt.

In der Serienfertigung soll die WG 30 bei einem Abfluggewicht von 5443 kg zwei Rolls-Royce GEM-41 mit je 1120 PS (835 kW) Startleistung erhalten. Die Prototypen befinden sich bereits in der Flugerprobung, im Frühjahr 1982 hat der neue Hubschrauber die Musterzulassung erhalten.

Die Reisegeschwindigkeit der WG 30 beträgt 250 km/h, die Reichweite liegt bei 750 km.

Mit dem Rotorsystem der »Lynx« sind alle Voraussetzungen für einen geländefolgenden Konturenflug gegeben und ist ein weiterer Schwerpunktbereich gewährleistet. Von der Herstellerfirma wird die weitgehende Typengleichheit mit der »Lynx« besonders herausgestellt; damit werden vor allem die NATO-Partner als potentielle Kunden angesprochen, insbesondere die Bundesrepublik, die sich für die »Lynx« als Bordhubschrauber der neuen Fregatten entschieden hatte.

Auf dem zivilen Sektor wurden bereits 25 WG 30 für den Off-shore-Flugbetrieb und für den Linienverkehr geordert.

Die USA können sich das UTTAS-Programm leisten

Im Dezember 1976 gewann die Sikorsky Aircraft Division der United Technologies Corp. die Ausschreibung für den zukünftigen Kampfbereich-Transporthubschrauber der U.S. Army »UTTAS« (Utility Tac-

tical Transport Airborne System) nach einer Vergleichserprobung der Prototypen Sikorsky YUH-60 und Boeing Vertol YUH-61.

1107 Maschinen stehen auf der Bedarfsliste der amerikanischen Heeresflieger für die nächsten Jahre, weitere Aufträge sind zu erwarten, nachdem der UTTAS-Hubschrauber als Nachfolger für mehr als 4500 im Dienst befindliche UH-1 vorgesehen ist.

Sein Einsatzspektrum erstreckt sich zunächst einmal auf den Kampfbereichstransport von 11 vollausgerüsteten Soldaten oder mehr als 3 t Material, bei Rettungseinsätzen sind vier Patienten auf Tragen und das Sanitätspersonal zu befördern.

Der Vierblattrotor des Hubschraubers ist faltbar, das Heck beklappbar, so daß die C-130 »Hercules« einen, die C-141 »Starlifter« zwei und die C-5 »Galaxie« sechs UTTAS in die Operationsgebiete einfliegen können. Dem UTTAS-Modell von Boeing Vertol waren aufgrund seines gelenklosen Rotorsystems und der beschußsicheren Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff in Fachkreisen ursprünglich die größeren Chancen zugebilligt worden. Schon einige Tage vor der offiziellen Bekanntgabe der mehrfach verschobenen endgültigen Entscheidung gingen jedoch Gerüchte um, daß Sikorsky die Ausschreibung gewonnen habe. Vibrationsprobleme bei den Boeing-Prototypen und mangelnde Serienreife waren angeblich für den an Sikorsky erteilten Auftrag ausschlaggebend. Im Vergleich der technischen Daten waren jedenfalls ein unterschiedlicher Rotordurchmesser (14,93 m bei der Boeing YUH-61 gegenüber 16,15 m bei der Sikorsky YUH-60) sowie eine unterschiedliche Gesamthöhe der Hubschrauber (Boeing 4,63 m und Sikorsky 5,17 m) bemerkenswert.

Den Wettbewerb der Triebwerkhersteller gewann General Electric gegen Avco Lycoming und erhielt damit einen 100-Millionen-Dollar-Auftrag allein für die Entwicklung der UTTAS-Turbine.

In der serienmäßigen Ausführung weisen die Triebwerke eine Startleistung von 2 x 1543 PS (1151 kW) auf.

Die Leistungen der UH-60 UTTAS, die die Sikorsky-Typenbezeichnung S-70 und den bereits beim Kampfhubschrauber S-67 verwendeten Namen »Blackhawk« erhielt, sind beachtlich. Das Leergewicht beträgt 4950 kg, das maximale Abfluggewicht 9200 kg. Mit dem Einsatzgewicht von 7460 kg erreicht die »Blackhawk« eine Marschgeschwindigkeit von 272 km/h, die höchstzulässige Geschwindigkeit (VNe)

liegt bei 361 km/h, im Seitwärts- und Rückwärtsflug bewegt sich der Hubschrauber mit Geschwindigkeiten bis zu 90 km/h. Die Dienstgipfelhöhe beträgt 5800 m, die Reichweite liegt bei 550 km mit 30 Minuten Reserve.

Der Unfall eines der drei Prototypen bei einem Werk-

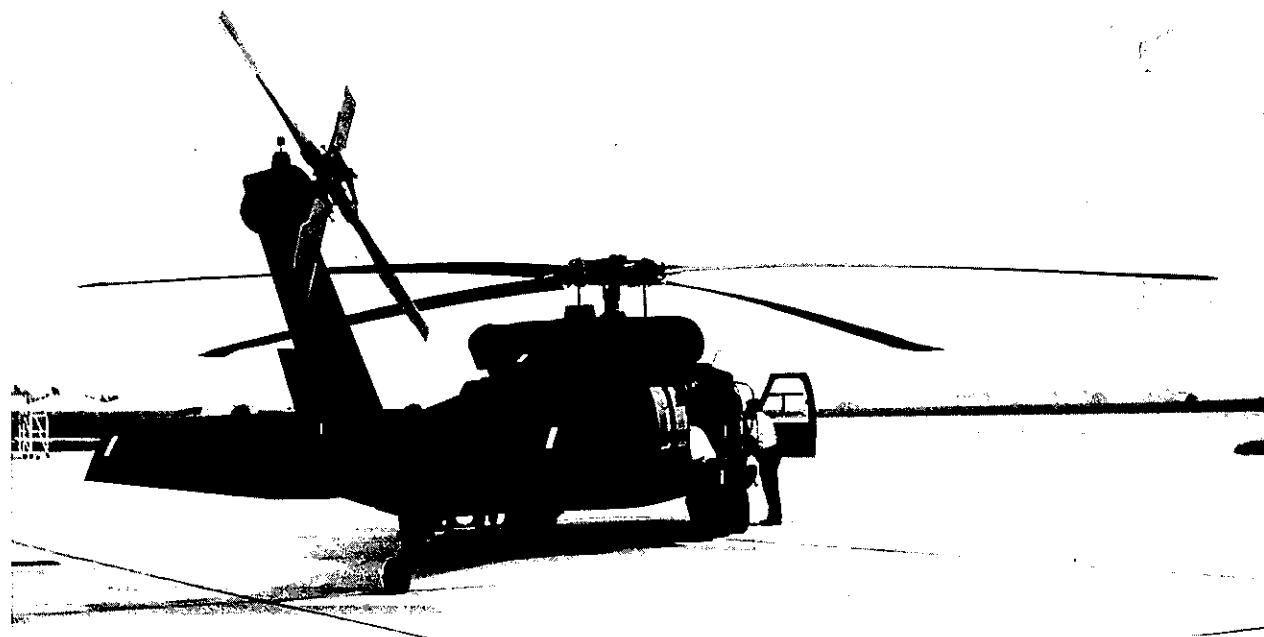
stattflug im Mai 1978, den die dreiköpfige Besatzung nicht überlebte, war auf einen Wartungsfehler zurückzuführen und verursachte eine kurzfristige Unterbrechung im Testprogramm. Die Unfalluntersuchung ergab, daß entweder der automatisch und manuell steuerbare Bifilar-Schwingungsdämpfer, der die



▲ Sikorsky UH-60 »UTTAS« der 101. US-Luftlandedivision.

»UTTAS« mit Außenlasten im Tiefflug. ▼





Sikorsky UH-60, von rückwärts betrachtet.

Übertragung der Rotorschwingungen auf das Steuergerüst und die Zelle verhindert, falsch eingestellt war oder die Einstellung des Stabilisators an den Stummelflügeln am Heck in Abwärtsposition blockiert war.

Die Robustheit des Hubschraubers bewies sich bereits in der Erprobung bei einer Baumberührung: Die Bäume wurden gekappt, drei Mann Besatzung und elf Soldaten stiegen unversehrt aus dem Hubschrauber, dessen Rotorblätter lediglich verbogen waren. Mit dem Aufsetzen eines neuen Hauptrotors war am nächsten Tag der Schaden behoben.

Die Flugeigenschaften des Hubschraubers bei Ausfall des Vierblatt-Heckrotors wurden in der Erprobung getestet. Bei Geschwindigkeiten über 140 km/h ergaben sich mit der aerodynamisch gestalteten vertikalen Heckflosse keine Schwierigkeiten, mit der »Blackhawk« soll auch bei Ausfall der Heckrotorwelle eine Autorotationslandung mit etwa 40 km/h Vorwärtsgeschwindigkeit möglich sein.

Weitere im Verlauf der Erprobung eingeführte Verbesserungen erstreckten sich auf die feldmäßige Wartbarkeit, mit Verringerung der Zahl der Schmier-

stellen konnte eine optimale Einsatzverfügbarkeit erreicht werden.

Zur Selbstverteidigung ist die »Blackhawk« mit 2 Maschinengewehren bestückt, an den Stummelflügeln befinden sich vier Außenlaststationen für je vier TOW oder »Hellfire«, Minenbehälter oder Zusatztanks, sogar ein 250-ccm-Motorrad kann mit einer Spezialaufhängung als Außenlast transportiert werden.

Bis zum Jahresende 1981 waren mehr als 200 »Blackhawk« bei der U.S. Army im Dienst, die 101th Airborne Division hatte bis dahin ihre komplette Erstausrüstung (60 Hubschrauber) erhalten.

Neben den bereits eingeplanten 1107 UH-60 A ergab sich ein weiterer Bedarf von 77 »Blackhawk«-Patrouillen-Hubschraubern EH-60 A »Quick-Fix« mit Funk- und Radar-Störbehältern (Electronic Counter Measures/ECM pods). Der Erstflug eines Prototyps dieser Version fand im September 1981 statt, äußeres Erkennungsmerkmal sind vier Dipol-Antennen am Rumpf und eine ausfahrbare Antenne unter dem Rumpf.

61 EH-60 B SOTAS (Stand Off Target Acquisition System) für die Erfassung beweglicher Ziele und den

Einsatz von Abstandswaffen wurden fest bestellt, der Bedarf liegt bei 75 bis 100 Hubschraubern in dieser Ausführung.

Ein Prototyp befindet sich seit Februar 1981 in der Erprobung. Die SOTAS-Hubschrauber erhalten ein einziehbares Fahrgestell und besitzen dabei eine um 360 Grad drehbare Radarantenne unter dem Rumpf, über ein Datenterminal in der Kabine werden die Aufnahmen an die Relaisstationen am Boden übertragen.

Die U.S. Navy benötigt 204 SH-60 B »Sea Hawk« für den Einsatz auf Fregatten und Zerstörern im LAMPS-(Light Airborne Multi Purpose-)Programm. Für Decklandungen bei schwerem Seegang erhalten diese Hubschrauber eine Niederhol-Sicherungs- und Rangieranlage (RAST). In erster Linie sind sie für die U-Boot-Ortung und -Bekämpfung vorgesehen.

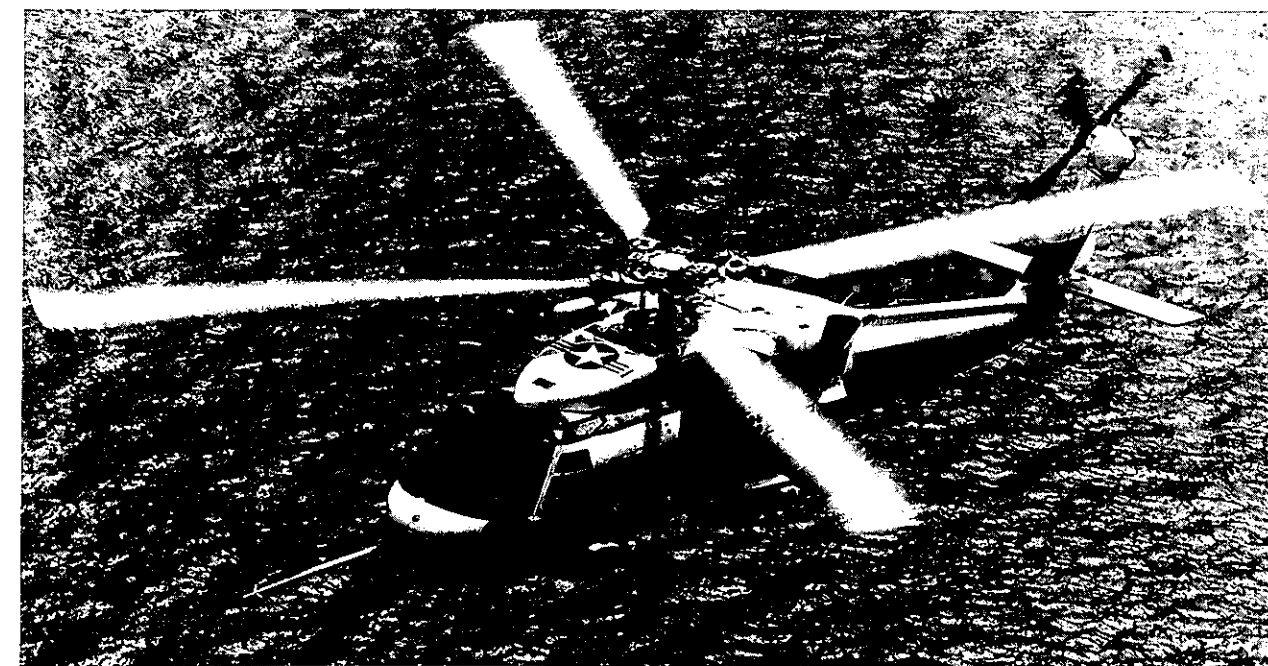
Für den Einsatz auf Flugzeugträgern hat die U.S. Navy einen Bedarf von 195 SH-60 C »CV-Helo« angemeldet, die für die U-Boot-Bekämpfung (ASW – Anti-Submarine Warfare) und Such- und Rettungsaufgaben eingesetzt werden sollen.

Die U.S. Air Force will den Hubschrauber in der Ausführung HH-60 D »Night Hawk« bestellen, der mit doppeltem Kraftstoff-Vorrat und Luftbetankungsmöglichkeit, Geländefolge-Radar, Infrarot-Nachtsichtsystem und Bewaffnungsmöglichkeiten an den Stummelflügeln für Such- und Rettungsaufgaben im Gefecht eingesetzt werden soll.

Darüber hinaus bietet die Sikorsky Aircraft Division eine UTTAS-Mehrzweckausführung mit Radlandegestell (45 cm Bodenfreiheit) und Belastbarkeit des Kabinenbodens bis zu 976 kg pro Quadratmeter sowie Lasthaken und Rettungswinde an und arbeitet an der Weiterentwicklung der Cockpit-Ausstattung mit Fly-by-wire-Steuersystem und Fernseh-Bildschirm-Anlage für Navigation und Fluglageinformationen, mit der die Arbeit der Besatzung erleichtert werden soll.

Die umfangreichen Programme lassen darauf schließen, daß die amerikanische Herstellerfirma für die nächsten Jahre voll ausgelastet ist. Die Entwicklung eines europäischen UTTAS-Hubschraubers ist bei dieser Sachlage unaufschiebbar erforderlich.

Sikorsky UH-60 B »Sea Hawk«.



Turbinen-Leichtubschrauber: Eroberung des zivilen Marktes und Typenbereinigung

Der Siegeszug der »Jet Ranger«

Aus den militärischen Leichtubschrauber-Programmen ergaben sich auch für den zivilen Markt Absatzmöglichkeiten, die von den Herstellerfirmen bald erkannt wurden und mit dem richtigen Angebot sowie entsprechendem Vertriebs- und Kundendienst-Aufbau den laut verkündeten »Helikopter-Boom« hervorriefen.

Die Bell 206 »Jet Ranger« ist hier als Spitzenreiter zu nennen. Ihre Grundversion war die Bell OH-4A, die im Wettbewerb mit der Hiller OH-5A und der Hughes OH-6A für die LOH-Ausschreibung der U.S. Army entwickelt wurde. Schon damals waren bei Bell Überlegungen angestellt worden, aus diesem militärischen Verbindungs- und Beobachtungshubschrauber eine zivile Variante abzuleiten. Ein nur primitiv abgeänderter Militärhubschrauber sollte daraus nicht entstehen, somit wurde ein spezielles Designunternehmen, Charles Butler Ass. in New York, am Styling für den Rumpf und für die Inneneinrichtung beteiligt. Im August wurde die hierfür entworfene 1:1-Attrappe der Geschäftsführung von Bell Helicopter Textron vorgestellt und fand Zustimmung.

Im Januar 1966 waren in Rekordzeit drei Prototypen Bell 206 A fertig, ein Jahr darauf wurden die ersten Serienmaschinen an die Kunden geliefert. Sie waren mit der 317-PS-Allison-Turbine 250-C 18 anstelle der bei den militärischen Ausführungen verwendeten Turbine T-63 ausgerüstet, der Durchmesser des Zweiblatt-Hauptrotors betrug 10,16 m, während die militärische Ausführung OH-58 einen Hauptrotordurchmesser von 10,77 m aufwies. Insgesamt 688 fünfsitzige Bell 206 A »Jet Ranger« wurden geliefert, bis sie ab Frühjahr 1971 von der neuen Ausführung »Jet Ranger II« (Bell 206 B) mit der 400-PS-Turbine Allison 250-C 20 abgelöst wurden. Neben der Leistungssteigerung bei höheren Umgebungstemperaturen und der Steigerung der Höhenleistung konnte mit

dem neuen Triebwerk das maximale Abfluggewicht von 1315 auf 1451 kg erhöht werden.

Die Verkaufszahlen dokumentierten den Erfolg: 1976, genau 10 Jahre nach dem Erstflug, hatte Bell Helicopter Textron in Fort Worth/Texas, mehr als 2000 »Jet Ranger« geliefert. Mit den Produktionszahlen aus der Lizenzfertigung bei Agusta in Italien ergab sich 1979 eine Gesamtstückzahl von über 6000 zivilen und militärischen Bell 206. Ab 1978 brachte die »Jet Ranger III« mit der Allison-Turbine 250-C 20 B von 420 PS Startleistung eine weitere Leistungssteigerung, das nunmehr eingeführte Nodamatic-System garantierte Vibrationsfreiheit in der Kabine und wurde vor allem als Verkaufsargument für die Geschäftsreise-Version herausgestellt. Zur Verbesserung der Manövrierfähigkeit erhielt die »Jet Ranger III« außerdem einen Heckrotor mit vergrößertem Durchmesser auf einem entsprechend erweiterten Ausleger.

Gegenüber der fünfsitzigen »Jet Ranger« bietet die Bell 206 L »Long Ranger«, die ab 1975 mit der Allison-Turbine 250-C 20 B geliefert wurde, in der Kabine ein wesentlich erweitertes Platzangebot. Sieben-sitzig oder in der Luxus-Reiseausführung mit vier sehr bequemen Polstersesseln und Tischen in dem um 65 cm verlängerten Innenraum wurde sie ab 1978 mit der 500-PS-Allison-Turbine 250 C 28 angeboten, das maximale Abfluggewicht konnte hierfür auf 1836 kg heraufgesetzt werden. In technischer Hinsicht war hierbei bemerkenswert, daß bei dem verlängerten Rumpf die Stabilisierungsflosse nicht weiter nach rückwärts verlegt wurde. Die Höhenflosse erhielt an der Vorderkante starre Vorflügel und an der Hinterkante etwa 10 cm tiefe Ruder, die, verbunden mit der zyklischen Blattverstellung, wirksam sind, sowie End-scheiben zur besseren Stabilisierung.

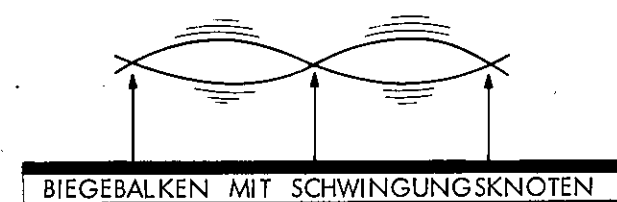
Mit der zunehmenden Triebwerkleistung der einzelnen 206-Versionen war eine Umrüstung auf Hauptge-triebe mit größerer Leistungsaufnahme verbunden, auch in der Avionik und den Instrumentierungen ein-



▲ Bell 206 Jet Ranger II.

Bell Nodamatic-System. ▼

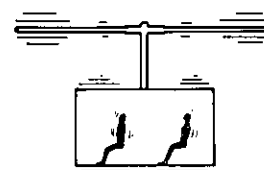
DAS PRINZIP:



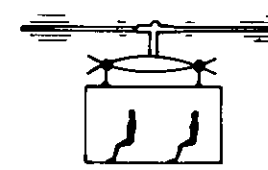
Der Rotor bringt einen Biegebalken zum Schwingen.

Der Rest des Hubschraubers wird in den Schwingungsknoten aufgehängt.

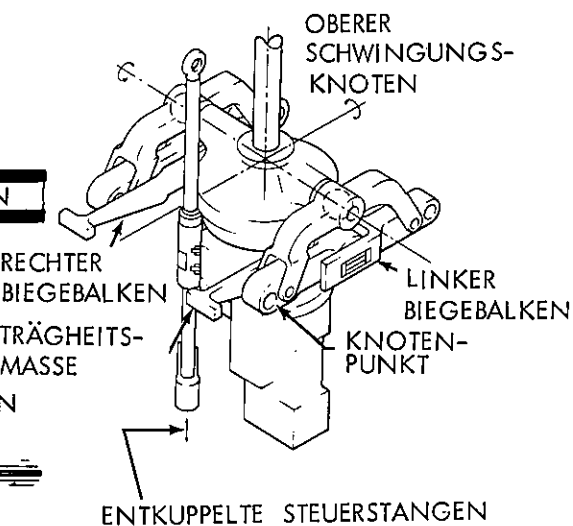
OHNE BIEGEBALKEN

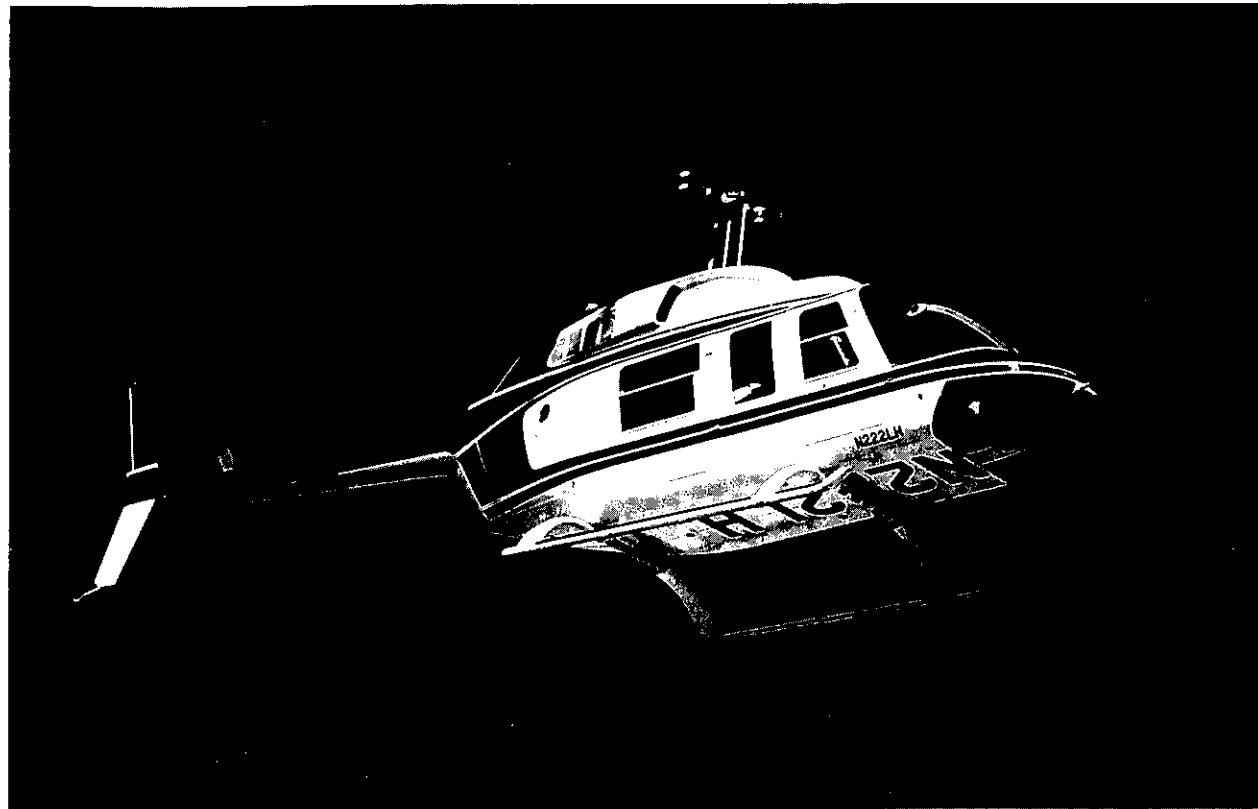


MIT BIEGEBALKEN



DIE AUSFÜHRUNG:





Bell 206 Long Ranger II.

schließlich des Autopiloten und der IFR-Systeme, den Sonderausrüstungen für Polizei- und Rettungseinsätze usw. erfuhr die »Jet Ranger«-Familie laufend Verbesserungen, mit denen sie sich auf dem zivilen Hubschraubermarkt an der Spitze behaupten konnte. Weltweit ausgebaute Servicestationen haben zu diesem Vorsprung beigetragen, denn 210 km/h im Reiseflug und 241 km/h Höchstgeschwindigkeit sind bei diesem einmotorigen, mit entsprechender IFR-(Blindflug-)Instrumentierung zugelassenen Hubschrauber keine überwältigenden Leistungen. Der Zweiblattrotor war trotz Nodamatic-Dämpfung im Jahre 1980 als sehr betagtes System zu betrachten.

Eine »Turbulenz« im Absatz ergab sich schließlich durch die Störanfälligkeit der bei der »Long Ranger III« verwendeten Turbine 250-C 28 B. Ein »Long Ranger«-Absturz im Golf von Mexiko, bei dem der Pilot und die Passagiere ums Leben kamen, erregte weiteres Aufsehen.

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen weigerten sich Anfang 1981 einige Erdölgesellschaften, den Hubschrauber weiterhin einzusetzen, in einer Kettenreaktion wurden auch die Benutzer auf dem Festland mißtrauisch. Schon vorher hatten die Hubschrauberbetriebsgesellschaften eine durchschnittlich erreichbare Betriebszeit von 600 Stunden für das Triebwerk registriert, dessen Garanzzeit damals auf 500 Stunden begrenzt war. Von der Allison Detroit Diesel Division als Triebwerkhersteller wurden zahlreiche Änderungen an der Turbine vorgenommen. Bei Bell Helicopter Textron war das Ausbleiben neuer Aufträge für die »Long Ranger« ein Grund, eine neue Ausführung mit der Allison-Turbine 250-C 30 mit 650 PS (485 kW) Startleistung zur Lieferung ab Sommer 1982 anzukündigen. Diese Ausführung stellt insofern eine Behelfslösung dar, als die »Long Ranger IV« mit dem neuen Vierblatt-Hauptrotor, der sich seit 1978 in der Erprobung befindet, mit weitaus größerem Interesse auf dem Markt erwartet wird.

Die Hughes 500: das leise »Kraftei«

Im Einvernehmen mit der U.S. Army hatte Hughes 1965 mit den Vorbereitungen für die zivile Verwendung der OH-6 A begonnen. Der überaus kompakte, eiförmige Rumpf (»Kraftei«) und die Platzierung der Turbine in 45-Grad-Stellung bestimmten die Sitzplatzanordnung für die Hughes 500 (ursprüngliche Bezeichnung Hughes 369) mit drei Sitzen nebeneinander in der vorderen Reihe und zwei Einzelsitzen dahinter. Die außerordentlich günstige Relation zwischen dem Leergewicht von 492 kg und einem maximalen Abfluggewicht von 1360 kg ist bei diesem Aufbau erstaunlich, der Nachteil eines nur beschränkten Frachtraums muß dabei in Kauf genommen werden. Anfangs mit der Allison-Turbine 250-C 18 ausgerüstet, erhielt die Hughes 500 C ebenso wie die Bell »Jet Ranger II« sofort nach der Liefermöglichkeit durch den Triebwerkhersteller Allison Detroit Diesel die leistungsstarke Turbine 250-C 20 mit 400 PS Startleistung, mit der das »Kraftei« weitere Leistungsreserven erhielt. Während Bell mit der Lizenzfertigung bei Agusta die besten Erfahrungen machte, hatte Hughes mit Breda-Nardi für den europäischen Markt sowie Kawasaki in Japan und RACA in Argentinien weitere Verkaufsgebiete erfolgreich erschließen können. Die Hughes 500 erreichte in bezug auf Geschwindigkeit (222 km/h Reise- und 244 km/h Spitzengeschwindigkeit), eine hohe Zuladungskapazität bzw. Außenlastkapazität am Haken sowie niedrigste Betriebs- und Wartungskosten eine Spitzenposition in ihrer Gewichtsklasse. Ab 1975 konnte das Herstellerwerk mit voller Garantie für 1000 Flugstunden oder 12 Monate ab Lieferung diese Vorzüge untermauern.

Weitere Verbesserungen erfuhr die »leise« (The Quiet One) Hughes 500 D, die am 8. Dezember 1976 die Musterzulassung der FAA erhielt. Äußerlich durch einen Fünfblatt-Hauptrotor, Vierblatt-Heckrotor und ein T-förmiges Leitwerk von der 500 C zu unterscheiden, ist die Hughes 500 D mit der Allison-Turbine 250-C 20 B von 420 PS (313 kW) Startleistung ausgerüstet und erreicht damit eine Spitzengeschwindigkeit von 281 km/h, während die maximale Reisegeschwindigkeit bei 257 km/h liegt. Der Vierblatt-Heckrotor rechtfertigt mit 2200 Umdrehungen pro Minute gegenüber 2900 U/Min. beim früheren Zweiblattrotor das Attribut »The Quiet One« in noch größerem Umfang. Das T-Leitwerk macht sich im Flugverhalten als stabilisierendes Element zusätzlich zu

der bei der Hughes-500-Serie bewährten Manövrierfähigkeit bemerkbar. Ungewohnt ist lediglich die Sitzanordnung mit dem Platz für den Piloten auf der linken Seite.

Im Dezember 1981 lieferte die Hughes Helicopters Inc. in Culver City, Calif., den 6000. Hubschrauber aus der Gesamtfertigung seit ihrem Bestehen, es war gleichzeitig die 1000. Maschine aus der Baureihe 500, die an den Kunden, das Sheriff Department von Santa Rosa, Calif., übergeben wurde.

In der Ausführung Hughes 500 E soll der Hubschrauber ab 1982 mit einer verbreiterten Cockpit-Front ge-

Hughes 500 D im Arbeitseinsatz.



baut werden, eine leistungsmäßig noch stärkere Version 530 E mit der Allison-Turbine 250-C 30 von 650 PS (485 kW) wurde für 1983 angekündigt.

Neuaufgabe der FH-1100

Fairchild-Hiller hatte sich 1965 an der zweiten LOH-Ausschreibung nicht mehr beteiligt, die FH-1100 sollte nur noch auf dem zivilen Markt angeboten werden. Eine Erstauflage von 250 Hubschraubern wurde gebaut. Offensichtlich waren hierbei die Vermarktungsbemühungen des Unternehmens nicht intensiv genug, um den Anfangserfolg auszubauen. Jedenfalls wurde nach dem Verkauf der 250 Maschinen zunächst keine neue Serie aufgelegt. 1980 übernahm die Hiller Aviation Company in Porterville, Calif., vom Fairchild-Hiller-Konzern die Verkaufsrechte für die FH 1100, modifizierte den Hubschrauber mit neuem Hauptrotor sowie verstärktem Getriebe und rüstete ihn mit der Allison-Turbine 250-C 20 B aus. Die neue FH-1100 erhielt Ende 1981 die FAA-Zulassung und soll ab Herbst 1982 als »Pegasus« in Serie gebaut werden. Mehr als 20 Kaufoptionen bilden die Grundlage für den zweiten Anlauf, mit dem nunmehr bedeutend leistungsfähigeren Hubschrauber in den Wettbewerb zu treten.

Fairchild Hiller FH-1100, rechts im Bild eine MBB BO 105 CBS.



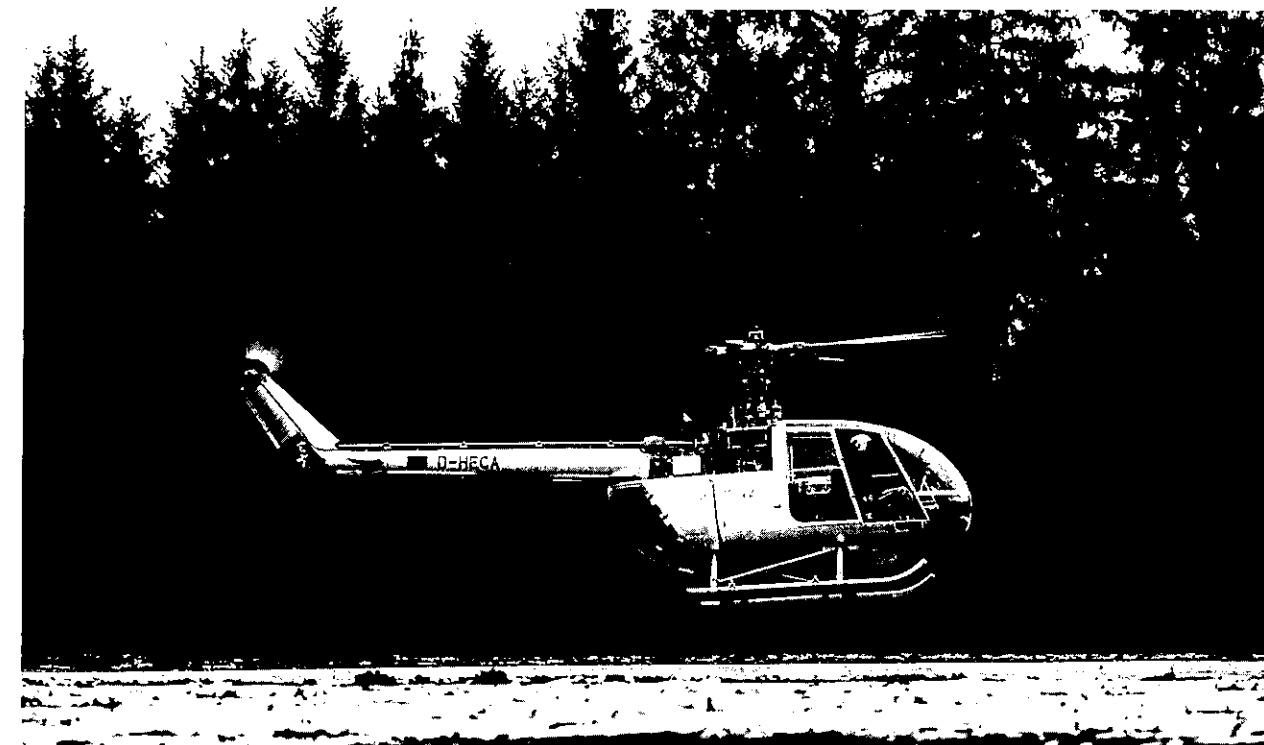
Die BO 105: der erste in Serie gebaute 2-Turbinen-Hubschrauber in der Leichtgewichtsklasse

Projektstudien bildeten die Grundlage für das Entwicklungskonzept, aus dem die BO 105 hervorgegangen ist.

Bei den Bölkow Entwicklungen KG in Ottobrunn bei München bestand Anfang der 60er Jahre Klarheit darüber, daß sich ein neuer Hubschrauber unter den zahlreichen, bereits erprobten und eingeführten Typen nur mit bis dahin noch nicht erreichten Flugeigenschaften und -leistungen auf dem Markt behaupten könnte.

Erstmalige Verwendung von Rotorblättern aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK) für den ersten erfolgreich in Serie gebauten Hubschrauber mit einem gelenklosen Rotorsystem, die Ausrüstung mit zwei Turbinentriebwerken, Doppelhydraulik und die doppelte Auslegung aller Untersysteme sowie konstruktiver Aufbau nach Gesichtspunkten absoluter Sicherheit bedeuteten bei dem abzusehenden Entwicklungszeitraum ein Vorausdenken in die Zukunft.

Die bis dahin im Hubschrauberbau noch nicht verwendeten neuen Werkstoffe GfK und Titan erforderten eine Komponentenerprobung, die zu ihrer Zeit als modernste Anlage ihrer Art anzusehen war.



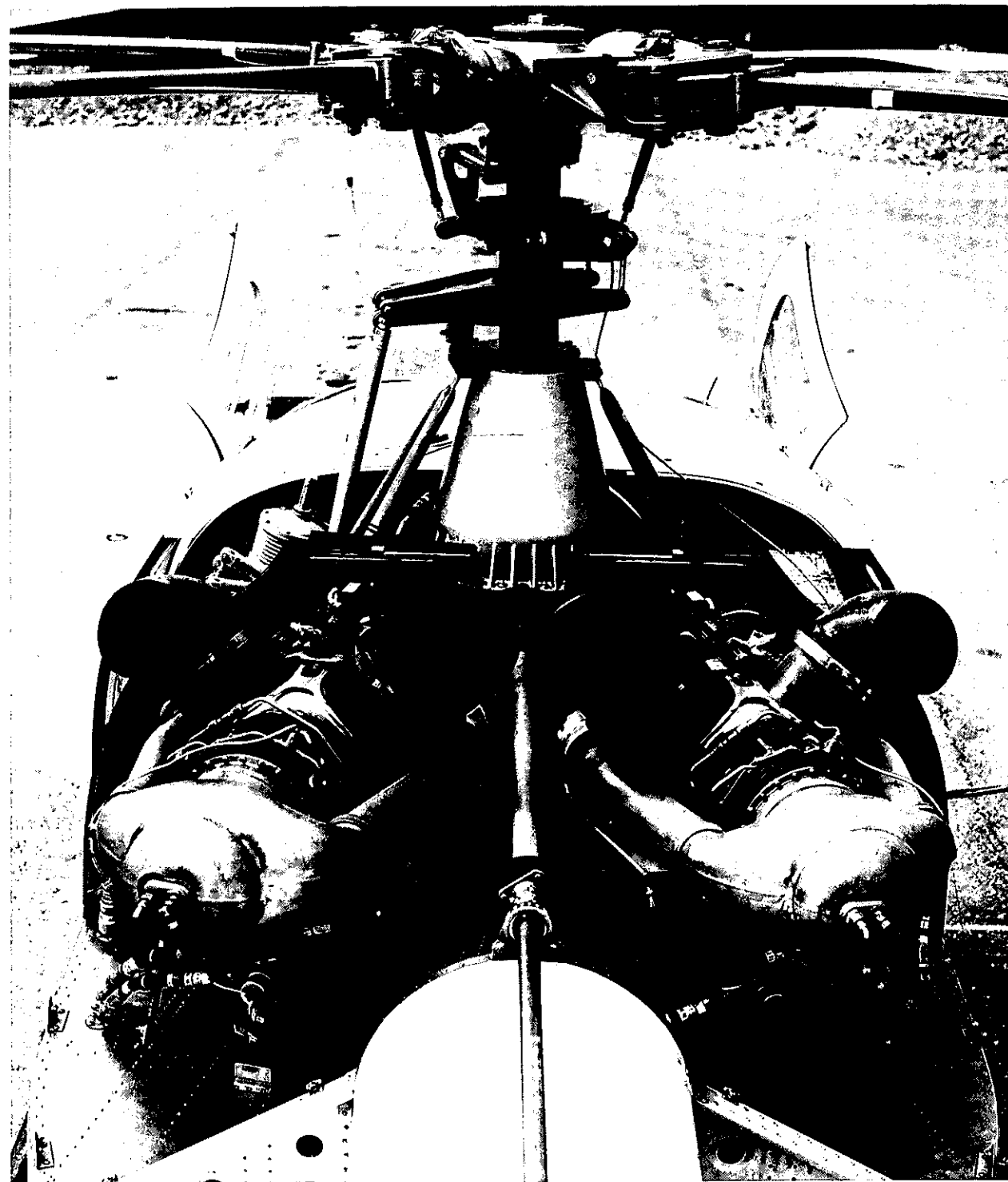
Erstflug der Bo 105 V-2.

Bodenläufe mit Resonanzregung, bei denen der Hubschrauber gegen Bewegungen um die Hochachse und gegen Abheben gesichert war, dienten dem Nachweis der Bodenresonanzfreiheit. Der Prototyp BO 105 – V 1 mit einem mit Schlag- und Schwenk gelenken ausgestatteten »Scout«-Rotor ging trotz aller vorsorglich getroffenen Maßnahmen 1966 zu Bruch. Mit dem gelenklosen Rotor jedoch zeigte sich die BO 105 – V 2 bereits beim Erstflug am 17. Februar 1967 von ihrer besten Seite. Testpilot Wilfried von Engelhardt konnte nach einem kurzen Abhebeversuch diesen Erstflug aufgrund der Flugstabilität und guten Steuerbarkeit auf einen 18 Minuten dauernden Schwebeflug ausdehnen. Die weitere Flugerprobung im Frühjahr 1967 ergab in Manövern mit Lastvielfachen bis zu 1,5 g und Fluggeschwindigkeiten von 200 km/h so günstige Resultate, daß eine Präsentation des Prototyps auf dem Aéro salon Paris im Mai 1967 beschlossen wurde. Dort bot Wilfried von Engelhardt der Öffentlichkeit erstmals einen Eindruck von den Flugeigenschaften der BO 105 und konnte auch den Chefpiloten führender Hubschrauber-Unternehmen

aus den USA, Frankreich und Großbritannien das Doppelsteuer überlassen. Die Beurteilung der BO 105 durch diese bestimmt kritischen Experten erregte Aufsehen.

Im November 1967 wurde die BO 105 – V 2 mit einem Titan-Rotorkopf ausgerüstet, der gegenüber dem Stahl-Rotorkopf eine Gewichtsersparnis um fast 50 % ergab.

Mit dem bei MBB konstruierten gelenklosen Rotorsystem und den GfK-Rotorblättern bewies der Hubschrauber bereits im ersten Erprobungsjahr seine überragenden Flugeigenschaften. Der nächste Prototyp BO 105 – V 3 war am 20. Dezember 1967 mit den von MAN-Turbo entwickelten Gasturbinen Typ 6022 zum Erstflug gestartet. Am 23. Februar 1968 absolvierte die BO 105 – V 2 ihre 100. Flugstunde. Die Flugerprobung machte mit der Überwachung und Registrierung der Daten durch eine speziell hierfür aufgebaute 30-Kanal-Telemetrie-Anlage mit mehr als 80 rotierenden oder fixen Meßpunkten weitere Fortschritte. Neben der Erprobung konnten somit die Leistungen des ersten Leichthubschraubers der Welt mit



Der erste Leichthubschrauber der Welt mit zwei Turbinen-Triebwerken.

zwei Turbinen-Triebwerken in zahlreichen Flugvorführungen auch den potentiellen Kunden und der Öffentlichkeit demonstriert werden.

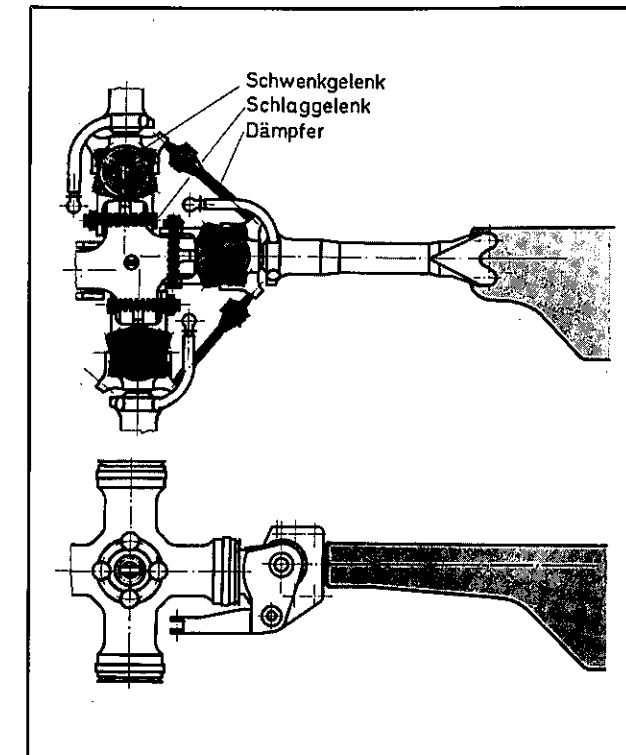
Die Vorbereitungen für die Serienfertigung begannen 1969. Mehr als 30 Optionen und Kaufverträge lagen zu diesem Zeitpunkt bereits vor. Der MBB-Unternehmensbereich Drehflügler wurde als erstes deutsches Luftfahrtunternehmen vom Luftfahrt-Bundesamt als Entwicklungsbetrieb für Hubschrauber anerkannt und ermächtigt, die zivile Musterzulassung für die BO 105 eigenverantwortlich vorzunehmen.

Fünf Vorserienmaschinen der BO 105 befanden sich nunmehr in der Flugerprobung, parallel hierzu wurde rund um die Uhr die umfangreiche Komponentenerprobung betrieben. Die ersten fünf Serienmaschinen wurden 1970 im MBB-Hubschrauber-Entwicklungszentrum in Ottobrunn endmontiert, für die weitere Serienfertigung waren die MBB-Werke Augsburg mit den Heckauslegern und Bedienteilen, Donauwörth mit dem Zellenbau und der Rotorkopf-Bearbeitung sowie Manching mit der Endmontage und dem Einflugbetrieb zuständig.

Am 13. Dezember 1970 erhielt die BO 105 A mit den Allison-Turbinen 250-C 18 die Musterzulassung des Luftfahrt-Bundesamtes. Der erste BO-105-Rettungshubschrauber wurde auf Initiative des Allgemeinen Deutschen Automobil Clubs (ADAC) beim Harlachinger Krankenhaus in München stationiert, die bayerische Polizei übernahm zwei BO 105 zunächst auf Charterbasis, das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung erhielt die ersten zwei BO 105 zur Erprobung bei den E-(Erprobungs-)Stellen. Über die militärischen Ausführungen der BO 105 wurde bereits berichtet.

Boeing Vertol, die Vertriebsfirma für den deutschen Hubschrauber in den USA, erhielt die erste BO 105 als »Demonstrator«.

Im Frühjahr 1971 wurde in der Versuchsanlage Arsenal in Wien ein Kältetest für die Musterzulassung in den USA durchgeführt, bei dem die BO 105 die Anforderungen in einigen Bereichen um das Dreifache überbot. Am 19. April 1971 erhielt der Hubschrauber die Zulassung durch die Federal Aviation Authorities (FAA). Die erste Serienmaschine, BO 105-S 1, hatte zu diesem Zeitpunkt bereits 1000 Flugstunden im Dauererprobungsprogramm absolviert. Die Vorbereitungen für die Zulassungen der Sonderausrüstungen für die BO 105 als echter Mehrzweckhubschrauber waren voll im Gange.

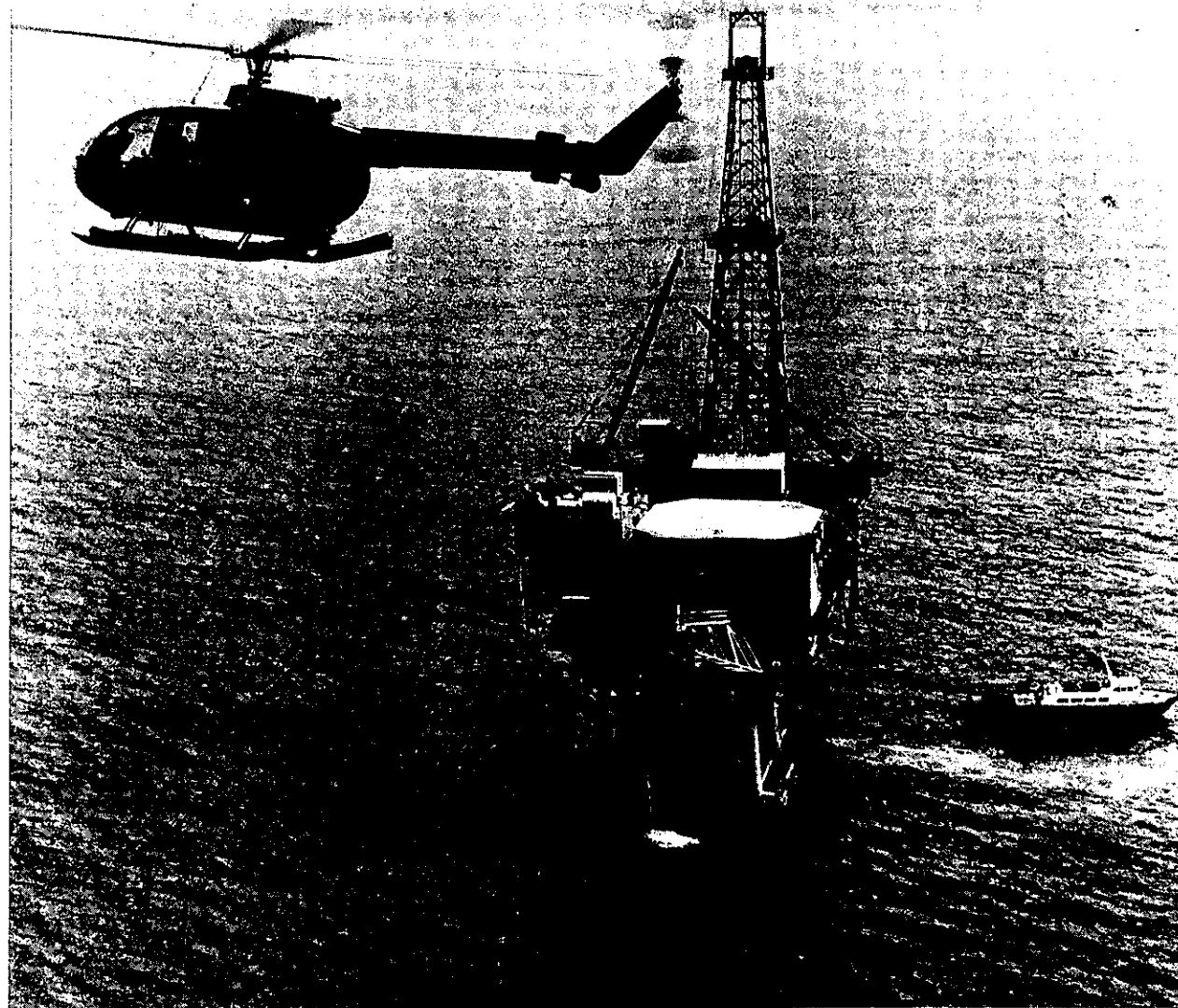


Vergleich der Rotorsysteme: Scout mit Schlag- und Schwenkgelenken, BO 105 mit gelenklosem Rotor.

Ab 1971 waren auch für die BO 105 die neuen Triebwerke vom Typ Allison 250-C 20 mit 405 PS Startleistung lieferbar. Mit dieser Leistungssteigerung konnte das maximale Abfluggewicht der BO 105 C von 2100 auf 2300 kg erhöht werden.

In Großbritannien bewährte sich die BO 105 insbesondere bei der Management Aviation, den North Scottish Helicopters und den Irish Helicopters, in den USA traten Keystone und die Chicago Helicopter Airways als weitere angesehene BO-105-Benutzer in Erscheinung. Beachtung fanden vor allem die Erstaufträge der größten Hubschrauber-Betriebsgesellschaft der Welt, Petroleum Helicopters Inc., in deren Diensten sich die BO 105 auch bei den Versorgungsflügen zu den Erdölplattformen im Golf von Mexiko als einziger Leichthubschrauber mit zwei Turbinen bewährte.

Die zuerst mit der BO 105 D-HILF (Christoph 1) in München und dann auch mit den in Frankfurt und in Köln stationierten BO 105 gesammelten Erfahrungen



Off-Shore-Flugbetrieb bei den Petroleum Helicopters Inc. (PHi) im Golf von Mexico.

ergaben 1972 die Grundlage für den forcierten Ausbau des Rettungshubschrauber-Netzes in der Bundesrepublik durch staatliche Stellen. Weitere BO-105-Rettungshubschrauber-Stationen wurden bei den Unfallkrankenhäusern in Hannover, Bremen, Ludwigshafen, Kassel und Lünen, später auch in Wittlich, Villingen, Eutin, Bielefeld, Traunstein und Straubing

eingesetzt. Die Maschinen werden von BGS-Piloten geflogen, die Bundesgrenzschutz-Fliegerstaffeln sind für die Wartung zuständig. Der ADAC behielt hierbei eine koordinierende Funktion mit der Auswertung der Einsatzstatistik und Kostenabrechnung mit den Ersatzkassen, das Einsatzspektrum erweiterte sich bald neben der Hilfeleistung bei Verkehrsunfällen

auch auf Betriebsunfälle und sonstige Notfälle. 1973 übernahmen auch die Schweizer Rettungsflugwacht, das argentinische Sozialministerium und die nigerianische Luftwaffe, letztere für SAR (Such- und Rettungsaufgaben), die ersten BO 105 nach dem in Deutschland erarbeiteten Ausrüstungskonzept.

Am Vorbild der Polizeihubschrauberstaffel Bayern orientierten sich die spanische Polizei (Guardia Civil), die argentinische Staatspolizei und die holländische Rijkspolitie, die alle ihre Hubschrauberstaffeln mit der BO 105 aufbauten. In Deutschland folgten die Länderpolizeien von Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Hamburg. Die Aufnahmefähigkeit der BO 105 für umfangreiche Sonderausrüstungen einschließlich Zusatztank für längere Einsätze und Rettungsgeräte erwies sich hierbei besonders wertvoll. Die bayerischen Polizeihubschrauber (»Edelweiß 1-9«) bewährten sich vor allem auch bei Rettungseinsätzen im Hochgebirge.



BO 105 »Christoph 1« im Einsatz.

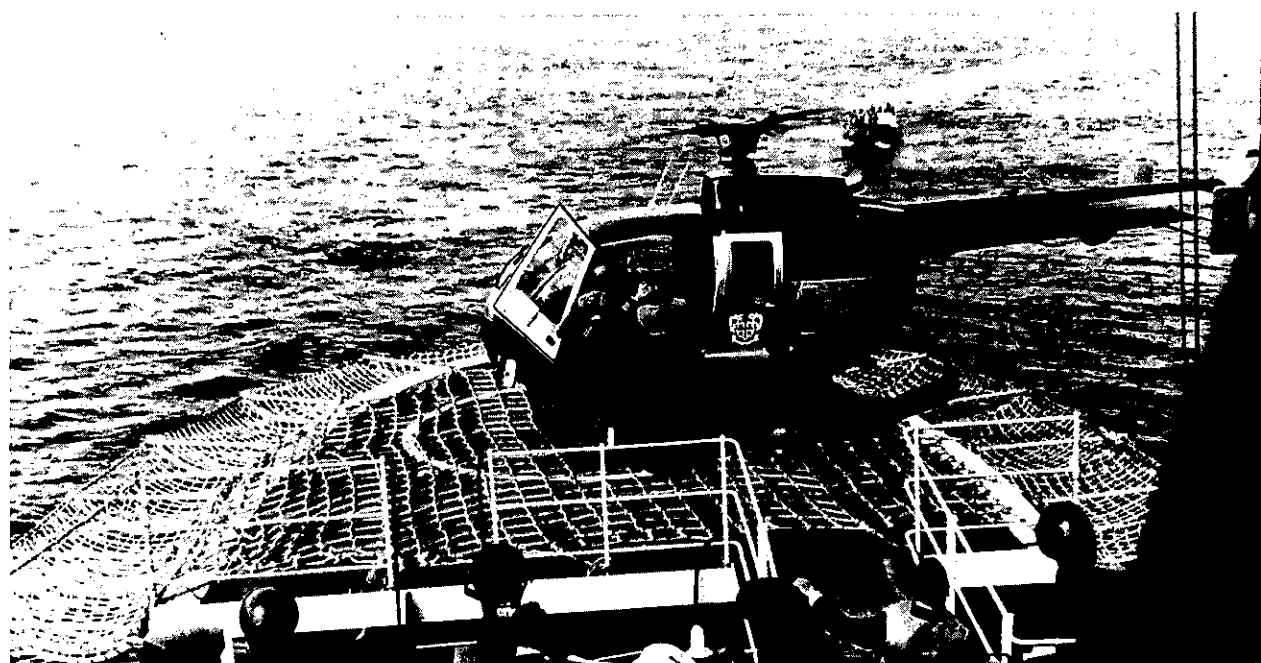
BO 105 »Edelweiß 4« im Hochgebirge.





BO 105 der holländischen Rijkspolitie.

Schiffsdecklandung – Mit Decca-Navigation sind die BO 105 ausgerüstet, die auch unter schwierigen Wetterbedingungen die Leuchttürme und Feuerschiffe vor der britischen Küste versorgen.



Auf der Luftfahrtschau Hannover 1972 wurde die Manövrierfähigkeit der BO 105 vom MBB-Hubschrauber-Cheftestpiloten Siegfried Hoffmann erstmals mit Loopings und Rollen vorgeführt. Dieses mit dem gelenklosen Rotor ausführbare Kunstflugprogramm veranschaulichte überzeugend, daß die BO 105 auch in extremen Fluglagen noch voll steuerbar ist. Im Rahmen der weitergeführten Dauererprobung stellten Hoffmann und sein Kopilot Adam Teleki am 20. April 1974 im Nonstopflug von München nach Südspanien über eine Strecke von 1715 km einen Langstreckenweltrekord für Hubschrauber in der Gewichtsklasse bis 3,5 t auf.

Die BO 105 HGH, eine Hochgeschwindigkeitsversion zur Erprobung der Flugeigenschaften des gelenklosen Rotors bei höheren Geschwindigkeiten, überbot 1975

Vier BO 105 fliegen bei den New Yorker Hafenbehörden (New York Port Authorities).



▲ Langstrecken-Weltrekord-Landung in Spanien und Rückkehr nach Ottobrunn bei München.
▼





mit Willi Sommer als Pilot und Hans Glöckl als Kopilot die 400-km/h-Marke. Im ZTL-Programm (Zukunftstechnik Luft) flog erstmals eine ferngesteuerte BO 105.

Die Verbindung nach Japan wurde mit der Lieferung der ersten BO 105 an die Vertriebsfirma C. Itoh eingeleitet, nach Argentinien, Brasilien und Chile erfolgten weitere Lieferungen, in den USA fand die BO 105 als einziger verfügbarer Leichthubschrauber mit 2-Motoren-Sicherheit weitere Verbreitung. Die Petroleum Helicopters Inc. konnten 1975 mit ihren insgesamt 22 BO 105 bereits 25 000 unfallfreie Flugstunden registrieren. Die 1973 auf den Philippinen von Präsident Marcos persönlich eröffnete Philippine Aerospace Development Corporation (PADC) hatte inzwischen mehr als 40 in Baugruppen zerlegt angelieferte BO 105 remountiert und vielseitig im Einsatz. Ein neuer BO-105-Stützpunkt entstand bei den Nurtanio Flugzeugwerken in Indonesien mit der Einrichtung einer BO-105-Montagestraße in stufenweisem Aufbau.

◀ BO 105-Arbeitseinsatz auf den Philippinen.

BO 105 HGH.



▲ BO 105 Off-Shore-Flugbetrieb in Indonesien.

Eine verbreiterte Version BO 106 wurde erprobt (rechts im Bild).

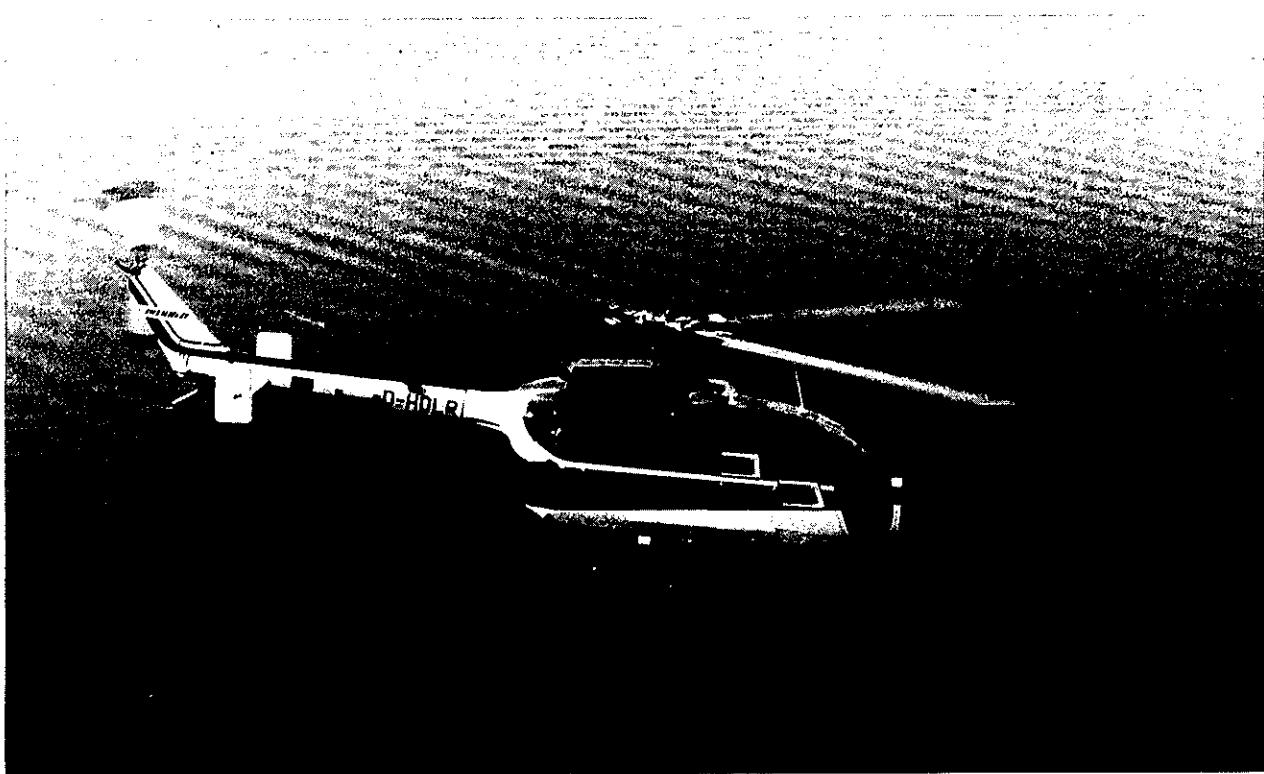


Aufsehen erregte die Lieferung von vier BO 105 an die Volksrepublik China als Verbindungshubschrauber zu den Erdölstützpunkten im Chinesischen Meer. Der Erstflug der BO 105-S (Stretched Version) mit einem um 30 cm verlängerten Rumpf und damit erweitertem Platzangebot in der Kabine fand 1976 in Ottobrunn statt.

Mit der Einführung der Allison-Turbinen 250-C 20 B mit 420 PS (313 kW) Startleistung konnte die neue Ausführung BO 105 CB mit 2,3 t Fluggewicht ihre Reisegeschwindigkeit von 232 auf 245 km/h steigern und die Steigleistung im Vorwärtsflug von 7 auf 9 m/sek erhöhen. Der Temperaturbereich für den Flugbetrieb, der vorher bei minus 30 bis plus 40 Grad Celsius lag, wurde auf minus 45 bis plus 50 Grad Celsius erweitert, das maximale Abfluggewicht konnte auf 2,4 t gesteigert werden.

Mit den neuen Triebwerken erhielt die verlängerte Version des Hubschraubers die Typenbezeichnung BO 105 CBS und fand insbesondere in den Vereinigten Staaten für den Geschäftsreiseverkehr großes Interesse.

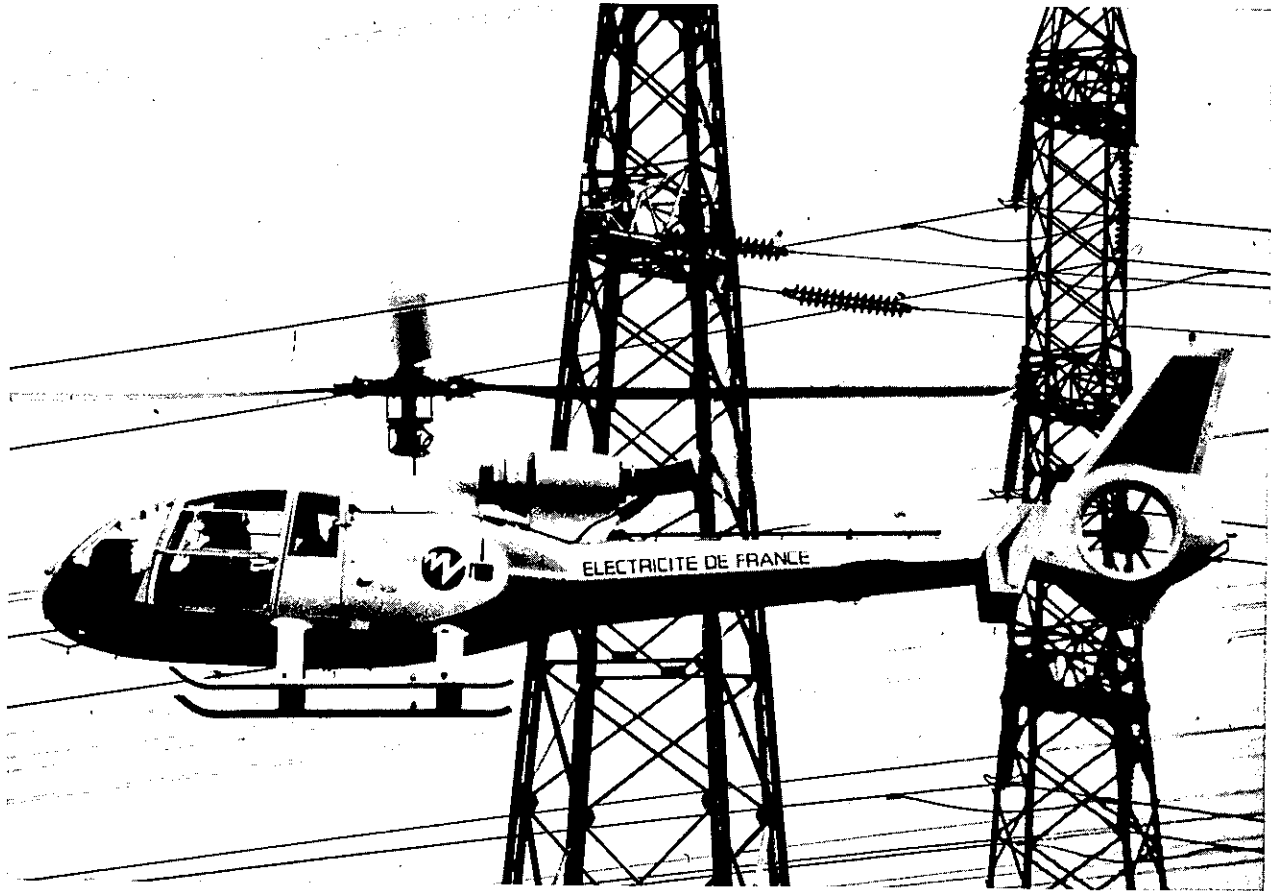
Die verlängerte Ausführung BO 105 CBS wird in Serie gebaut.



Am 1. Januar 1978 wurde die gesamte Hubschrauber-Fertigung einschließlich des Einflugbetriebes auf das MBB-Werk Donauwörth konzentriert. Beim Unternehmensbereich Drehflügler in Ottobrunn wurde das Kundendienst-Zentrum für Ersatzteilversorgung, Wartung, Inspektion und Instandsetzung weiter ausgebaut, Schulung und Einweisung wurden mit der Hinzunahme der IFR-(Blindflug-)Ausbildung erweitert, nachdem die BO 105 auch für den gewerblichen Instrumentenflug zugelassen wurde. Mehr als 1000 BO 105 wurden bis jetzt verkauft, über 600 Hubschrauber sind ausgeliefert.

Die schnelle »Gazelle« im Geschäftsreiseflugbetrieb

Die Aérospatiale »Gazelle« fand ihre Abnehmer hauptsächlich im militärischen bzw. Polizeibereich und wurde dementsprechend in der Gegenüberstellung mit den amerikanischen LOH- und den deut-



Aérospatiale »Gazelle«.

schen VBH/PAH-Projekten ausführlich beschrieben. Als zivile Ausführung war ab 1972 die Version SA 341 G mit der Turbine Astazou III A von 590 PS (440 kW) lieferbar. Als erster Hubschrauber der Welt erhielt die »Gazelle« die IFR-(Blindflug-)Zulassung mit

einem Piloten (single Pilot IFR Certification). Ab 1977 wurde die zivile Ausführung SA 342 J mit der stärkeren (870 PS/649 kW) Turboméca-XIV-Turbine gebaut, das maximale Abfluggewicht konnte dabei von 1800 auf 1900 kg heraufgesetzt werden.

Hersteller	Typ	Sitze	Triebwerk	PS	KW	Hauptrotor Blattzahl	Ø (m)	Leergewicht kg	max. Abfluggewicht kg	max. Reisegeschw. km/h	Reichweite km
Hughes	500 D	5	Allison	420	313	5	8,08	598	1360	258	531
Bell	„Jet Ranger III“	5	Allison	420	313	2	10,16	730	1451	216	608
Bell	„Long Ranger II“	7	Allison	500	373	2	11,28	978	1882	215	621
Aérospatiale	„Gazelle“	5	Turboméca	590	440	3	10,50	973	1900	264	670
Aérospatiale	AS 350	6	Turboméca	641	478	3	10,69	1065	1950	232	700
Aérospatiale	AS 350	6	Lycoming	616	459	3	10,69	1070	1950	230	760

Die AS 350: das »Eichhörnchen« mit dem »Starflex«-Rotor

1973 begann bei der Aérospatiale in Marignan ohne die bei neuen Hubschraubern üblichen Vorankündigungen der Prototypenbau der fünf- bis sechssitzigen AS 350, die, niedrig im Preis und wirtschaftlich in der Wartung, die Konkurrenz beleben sollte. Der Name »Écureuil« (deutsch »Eichhörnchen«, englisch »squirrel« und portugiesisch »esquilo«) wurde für den nordamerikanischen Markt in »A-Star« geändert. Die Triebwerksausstattung war von Anfang an alternativ, die »Écureuil« AS 350 B erhielt eine Turboméca-Ariel-Turbine von 642 PS (478 kW), die »A-Star« AS 350 C wurde mit der Lycoming LTS 101 von 616 PS (459 kW) ausgerüstet.

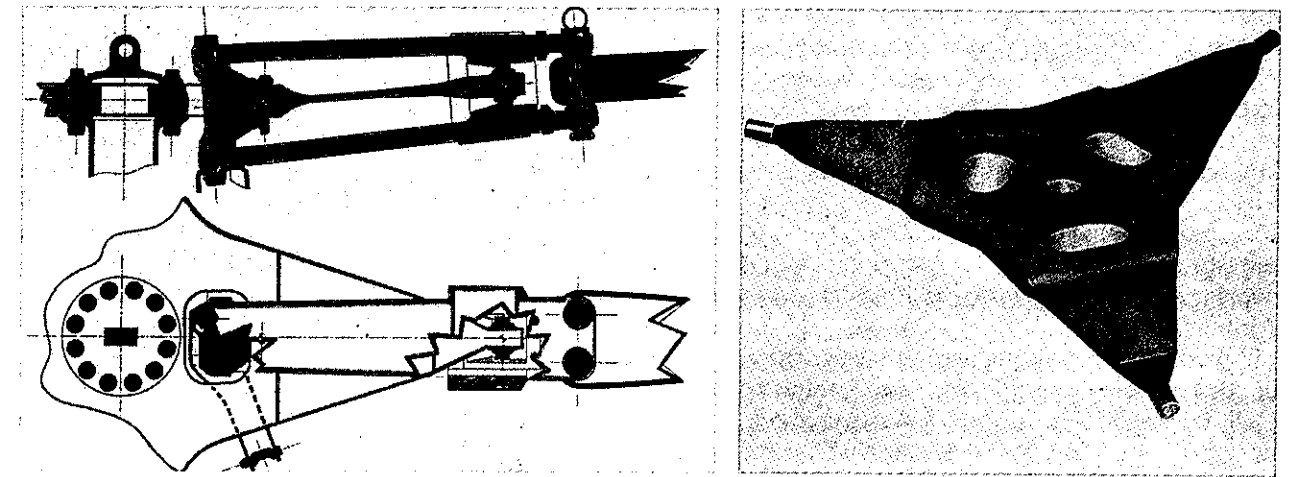
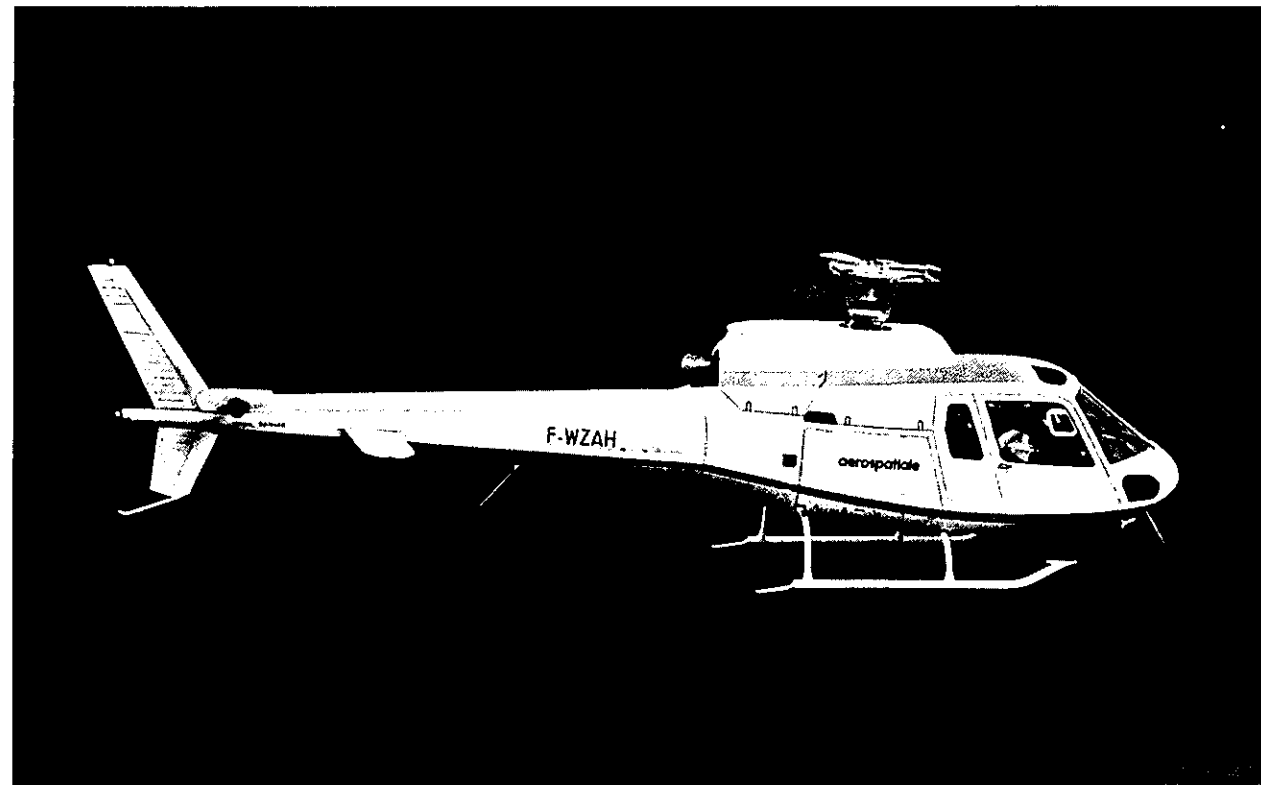
Anstelle des 13blättrigen »Fenestron« der »Gazelle« hat die AS 350 einen schlichten Zweiblatt-Heckrotor aufzuweisen, ihr herausragendes Merkmal ist jedoch der von der Aérospatiale entwickelte »Starflex«-Hauptrotor mit GfK-Rotorkopf und GfK-Rotorblät-

tern. Dieses System bietet eine Gewichtsersparnis um 45 % gegenüber dem Rotor der »Alouette« und eine mit 50 bis 60 % bezifferte Verringerung der Herstellungskosten. Die Gegenüberstellung der Anzahl der Einzelteile: 377 Teile bei der »Alouette«, 202 bei der »Gazelle« und nur 64 Einzelteile bei der »Écureuil«, veranschaulicht die Vereinfachung. Der Wartungsaufwand für den Dreiblattrotor mit einem Durchmesser von 10,69 m ist dabei minimal.

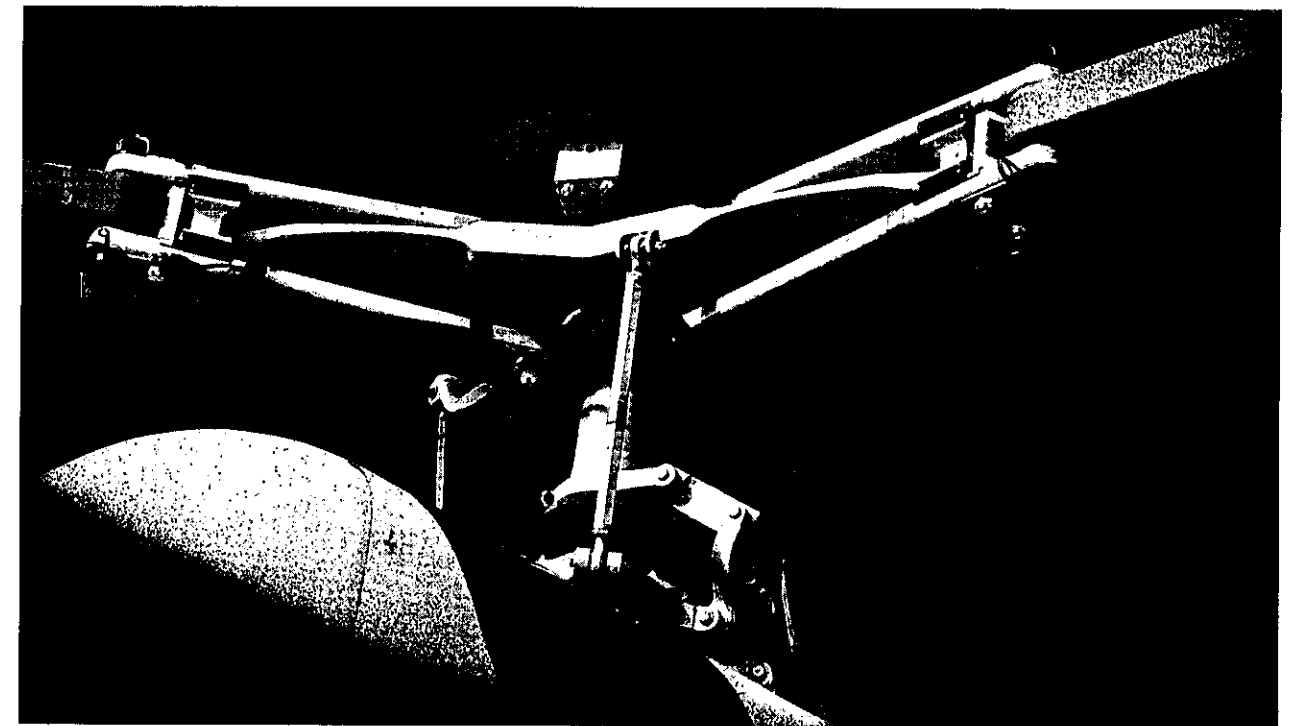
Das Leergewicht des Hubschraubers liegt bei 1065 kg, das maximale Abfluggewicht beträgt 1950 kg, er fliegt mit 232 km/h Reisegeschwindigkeit bei einer Reichweite von über 600 km.

Die erste AS 350 C mit der Lycoming-Turbine flog erstmals am 26. Juni 1974, die AS 350 B mit der Ariel-Turbine startete am 14. Februar 1975 zum Erstflug. Im November 1976 begann die Flugerprobung mit Vorserienmaschinen, die Musterzulassung in Frankreich erfolgte im November 1977. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits mehr als 150 Verkaufsabschlüsse gebucht.

Aérospatiale AS 350 »A-Star«.



Das Starflex-Rotorsystem.



Programmgemäß begannen die Auslieferungen der »Écureuil« mit den französischen Turbinen, eine Invasion der »A-Star« auf dem nordamerikanischen Kontinent wurde zunächst nur von technischen Schwierigkeiten mit der Avco-Lycoming-Turbine LTS 101 gebremst und außerdem durch die Nichtein-

haltung der Liefertermine seitens des Triebwerkherstellers aufgehalten. Bei der Aérospatiale Helicopter Corp. AHC in Grand Prairie, Texas, standen die »grünen« Hubschrauber ohne Turbinen auf Halde, sie konnten sich erst, nachdem die Lieferschwierigkeiten beendet waren, sehr zum Verdruss der bis dahin domi-

nierenden US-Firmen wie Heuschrecken ausbreiten. In Marignane läuft die Fertigung der »Écureuil I« mit der französischen Turboméca-Ariel-Turbine entsprechend der Nachfrage. Mehr als 800 Festaufträge konnten bis zum Jahresende 1981 notiert werden. Die Hubschrauber werden nunmehr auch in Brasilien in Lizenz gebaut. Das prompt auf alle Steuereingaben reagierende wartungsfreie »Starflex«-Rotorsystem hat sich kostengünstig in der Herstellung und gewichtssparend im Aufbau bewährt. Für die Typeneinweisung wird in Marignane erstmals in der Leichtgewichtsklasse ein computerisierter Heli-Trainer eingesetzt. Der Simulator wurde mit einem VFR- und IFR-instrumentierten Cockpit aufgebaut, er ermöglicht ein absolut sicheres Ausbildungsprogramm für alle Fluglagen und ein Navigationstraining bis zur ILS-Landung.

Aérospatiale AS 355 »Écureuil 2/Twin Star«

Größere Sicherheit im Flug über dicht bewohnten Gebieten und im Off-shore-Flugbetrieb bietet die Zwei-Turbinen-Version der »Écureuil«, die als AS 355 im September 1979 zum Erstflug startete und ab April 1981 in der Ausführung AS 355 E mit einem maximalen Abfluggewicht von 2100 kg lieferbar war.

Aérospatiale AS 355 »Twin Star«.



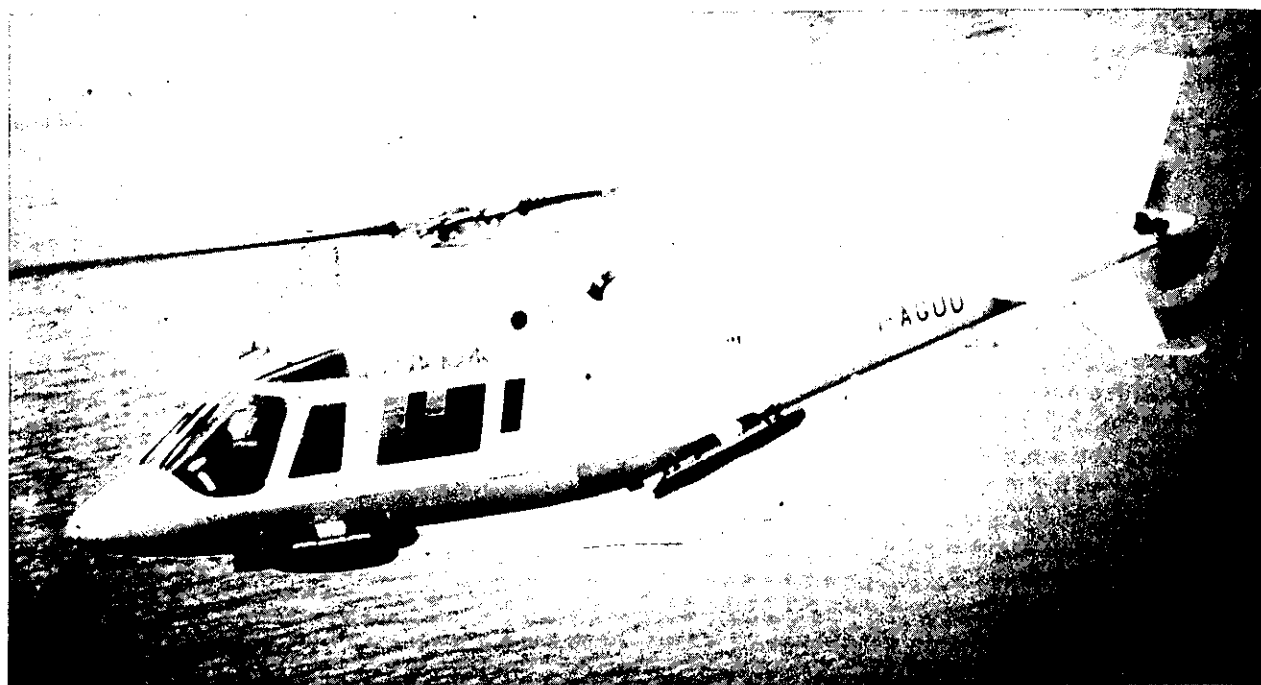
Die »Écureuil 2/Twin Star« ist mit zwei Allison-Turbinen 250 C 20 F von je 425 PS (317 kW) Startleistung ausgerüstet, einer Variante der weit verbreiteten Allison 250 C 20 B. Die verbesserte Ausführung AS 355 F mit Doppelhydraulik und einem maximalen Abfluggewicht von 2300 kg (mit Außenlasten sogar 2400 kg), seit April 1981 in Frankreich, seit Herbst 1981 auch in den USA, Großbritannien, Italien und in der Bundesrepublik für den VFR-Sichtflugbetrieb zugelassen, erhielt im Frühjahr 1982 die Blindflug-Zulassung. Beachtlich ist die Höchstgeschwindigkeit (VNe) mit 272 km/h, die mit modifizierten Hauptrotorblättern erreicht werden konnte. Mehr als 400 »Écureuil 2/Twin Star« wurden in kürzester Zeit geordert, in der Produktionsrate hatte die 2-Turbinen-Ausführung mit 23 Einheiten pro Monat den Ein-Turbinen-Hubschrauber AS 350 bald überholt. Messerschmitt-Bölkow-Blohm hatte die BO 105 als ersten Leichthubschrauber mit zwei Turbinen-Triebwerken, Doppelhydraulik und einem neuen Rotorsystem entwickelt und damit einen konkurrenzlosen Vorsprung erreicht. Das französische Staatsunternehmen verfolgte konsequent diesen Kurs. Die »Écureuil 2/Twin Star« mit modernstem Rotorsystem, neuen Fertigungsmethoden und vereinfachter Wartung verkörpert den unaufhaltsamen technischen Fortschritt.

Agusta A 109 »Hirundo«: die »schöne Schwalbe« aus Mailand

Mehr als 4500 Hubschrauber sind von der Costruzioni Aeronautiche Giovanni Agusta SpA in Lizenzfertigung gebaut worden, die A 109 »Hirundo« war der erste Hubschrauber, der von diesem Unternehmen selbst entwickelt und dann in größeren Stückzahlen geliefert wurde. Am 7. August 1971 startete der erste Prototyp A 109 zum Erstflug. Durch einen Unfall, der sich kurz danach bei der Flugerprobung ereignete, erfuhr das weitere Testprogramm eine erhebliche Verzögerung und konnte erst im Januar 1973 mit dem zweiten Prototyp wieder fortgesetzt werden. Der neue Hubschrauber erhielt im Juni 1975 in Italien und in den USA die Musterzulassung, Anfang Januar 1976 konnte in den Agusta-Werken in Cascina Costa die Serienfertigung anlaufen. Den italienischen Hubschrauberkonstrukteuren war mit der »Hirundo« in der Formgestaltung ein Meisterstück gelungen, das überall Aufsehen erregte, von innen und außen bot der 8sitzige Hubschrauber mit breiter Fensterfront einen ansprechenden Anblick. Der Einbau des Hauptgetriebes oberhalb der Kabine ergab einen größeren und für vielseitige Verwendungsmöglichkeiten nutzbaren Innenraum. In technischer Hinsicht waren bei der A 109 keine grundlegenden Neuerungen erkennbar. Der konventionelle Vierblatt-Hauptrotor (Rotor-durchmesser 11 m) ist mit Schlag- und Schwenkgelenken versehen, die in Stahlbauweise hergestellten Hauptrotorblätter besitzen ein asymmetrisches Profil. Zwei Allison-Turbinen 250-C 20 B mit je 420 PS (313 kW) Startleistung und 2 x 346 PS (258 kW) Dauerlei-

stung sind für ein maximales Abfluggewicht des Hubschraubers von 2600 kg nicht als übertriebene Motorisierung zu bezeichnen, Doppelhydraulik und ein doppelt ausgelegtes Stromversorgungssystem ergänzen die 2-Motoren-Sicherheit der A 109. Mit dem einziehbaren Fahrgestell erreicht der Hubschrauber eine Höchstgeschwindigkeit von 311 km/h und fliegt außerordentlich leise mit 266 km/h Reisegeschwindigkeit. Stabile Flugeigenschaften der »Hirundo« sind in der 1977 erteilten Single Pilot IFR Certification dokumentiert. Die Waffenerprobungen der militärischen Versionen mit TOW-Panzerabwehrlenkflugkörpern brachten zufriedenstellende Ergebnisse, navalisierte Ausführungen wurden für die italienische Marine gebaut, die Carabinieri und die Polizia Stradale erhielten die A 109 als Polizeihubschrauber. 250 A 109 waren als erstes Fertigungslos aufgelegt worden, in den USA hatte die Atlantic Aviation in Wilmington, Delaware, den Vertrieb übernommen. Trotz intensiver Werbekampagne waren die Verkaufsergebnisse zunächst noch nicht sehr befriedigend, mit 130 verkauften Hubschraubern bis zum Jahresende 1980 sogar äußerst bescheiden. Seit September 1981 liefert Agusta die verbesserte Ausführung A 109 Mk II mit verstärktem Hauptgetriebe, einem neuen Ölkühler, verbesserter (vibrationsarmer) Triebwerkhaltung und einem neuen, mit Comex-Core-Blättern ausgestatteten Heckrotor. Fünf Weltrekorde (Flughöhe, Steigleistung und Geschwindigkeit), die 1981 mit der A 109 Mk II aufgestellt wurden, veranlaßten andere Hubschrauberhersteller zu gleichartigen Unternehmungen. Das Renommee der A 109 wurde weiterhin von den britischen Luftfahrtbehörden gefördert, die dem Hub-

Hersteller	Typ	Sitze	Triebwerke 2x	PS	KW	Haupt- rotor Blatt- zahl	Ø (m)	Leer- gewicht kg	max. Abflugs- Gewicht kg	max. Reise- Geschw. km/h	Reich- weite km
Aérospatiale	SA 355	6	Allison	425	317	3	10,69	1230	2300	235	755
MBB	BO 105	5/6	Allison	420	313	4	9,80	1245	2400	245	656
Agusta	A 109	7	Allison	420	313	4	11,0	1418	2600	287	565
MBB	KK 117	8	Lycoming	650	485	4	11,0	1520	2800	264	545
Bell	222	10	Lycoming	675	503	2	12,12	2004	3560	265	523
Aérospatiale	SA 365	14	Turboméca	710	530	4	11,93	1945	3850	278	880
Sikorsky	S-76	14	Allison	650	485	4	13,41	2540	4536	269	748



Agusta A 109 »Hirundo«.

schrauber in der niedrigsten Lärmkategorie »A« die Erlaubnis für den Flugbetrieb zum Battersea Heliport an der Themse in London erteilten.

In den USA nahm die Costruzioni Aeronautiche Giovanni Agusta mit der 1981 erfolgten Gründung der Tochterfirma Agusta Aviation Corporation in Houston, Texas, nach dem Vorbild der europäischen Hubschrauberfirmen Aérospatiale und MBB die Vertriebsaktivitäten selbst in die Hand und errichtete am North Philadelphia Airport ein Kundendienst- und Wartungszentrum.

Als vergrößerte Version der A 109 wurde 1982 die Agusta A 110 mit zwei Allison-Turbinen 250-C 30 (650 PS/485 kW) angekündigt.

Das deutsch-japanische Gemeinschaftsprogramm BK 117

1975 wurde die Entwicklung einer 7sitzigen MBB BO 107 konform mit einer Kawasaki KH-7 in gleicher Größe angekündigt. MBB und Kawasaki beabsichtigten dabei auch eine Zusammenarbeit mit der Boeing Vertol Company in Philadelphia, die damals die Ver-

triebsrechte für die BO 105 in den USA besaß, während Kawasaki schon seit einigen Jahren den Boeing-Vertol-Tandem-Hubschrauber BV 107 in Japan in Lizenz fertigte. Das anfangs trinationale Vorhaben erhielt schließlich die Projektnummer BK 117, um eine Verwechslung mit der MBB BO 107 und Boeing Vertol BV 107 auszuschließen. Boeing Vertol war allerdings zu diesem Zeitpunkt mit dem UTTAS-Programm so weitgehend ausgelastet, daß die Übereinkunft für eine gemeinsame Entwicklung des neuen Hubschraubers nur noch von der Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH (MBB) und der Kawasaki Heavy Industries Ltd. (KHI) getroffen wurde. Der Kooperationsvertrag wurde am 25. Februar 1977 von Dr. Ludwig Bölkow (MBB) und Teruaki Yamada (KHI) in Ottobrunn unterzeichnet. Die auf etwa 100 Millionen DM geschätzten Entwicklungskosten wurden von beiden Firmen zu gleichen Teilen übernommen. MBB war dabei für die Entwicklung des Rotorsystems einschließlich des Heckauslegers und der Hydraulik zuständig, KHI übernahm diese Arbeiten für die Zelle und das Hauptgetriebe.

Die Aufteilung der Vertriebsgebiete ergab für MBB die Verkaufsrechte in Europa, Nord- und Südameri-

ka, Afrika, in Indonesien und auf den Philippinen, der japanische Partner ist für die restlichen asiatischen Gebiete sowie Australien und Neuseeland zuständig. Der gelenklose Rotor (System Bölkow), der sich bei der BO 105 so überzeugend bewährte, wird mit einem auf 11 m vergrößerten Durchmesser auch für die BK 117 verwendet. Mit weitestgehender Konformität möglichst vieler bereits bei der BO 105 verwendeter Einzelteile soll die Lagerhaltung in der Ersatzteilbevorratung rationalisiert werden. Die BK 117 ist mit zwei Avco-Lycoming-Turbinen LTS 101-650 B von je 650 PS (485 kW) Startleistung ausgerüstet, ihr höchstes Abfluggewicht liegt bei 2850 kg, die maximale Reisegeschwindigkeit beträgt 264 km/h. Auf der Jahrestagung 1979 der Helicopter Association of America wurde die BK 117 als naturgetreue

Attrappe (mock up) im Maßstab 1:1 erstmals der Fachwelt vorgestellt. Die von MBB bei dieser Gelegenheit angebotenen 30 Kaufoptionen mit einem Festpreis in Höhe von 920 000 Dollar und Liefertermin bis Mitte 1981 wurden mit 5000 Dollar Einlage sofort gebucht.

Termingerecht erfolgte am 13. Juni 1979 der Erstflug des Prototyps BK 117 P 2 in Ottobrunn, der Erstflug des Prototyps P 3 fand am 10. August 1979 in Gifu, Japan, statt.

Die Einzelteile der BK 117 werden gemäß der im Produktionsprogramm vorgesehenen Aufteilung entweder in den Werken der Kawasaki Heavy Industries Ltd. in Japan oder von der Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, Unternehmensbereich Drehflügler in

Erstflug der MBB-Kawasaki BK 117 in Ottobrunn.





Die erste japanische BK 117 über dem Fujiyama.

Deutschland gefertigt, die Triebwerke und Fremdbezugsteile werden von jeweiligen Herstellerfirmen an die Endmontagestraßen in Gifu oder Donauwörth geliefert. Als Mehrzweckhubschrauber wird die 8- bis 10sitzige BK 117 in Spezialausführungen für den Personen- oder Frachttransport, Off-shore-Flugbetrieb, Rettungseinsätze oder Polizeiaufgaben angeboten. Auch hierbei sind die Sonderausrüstungen zum größten Teil bereits bei der BO 105 praktisch erprobt worden. Flugvorführungen der BK-117-Prototypen anlässlich der Luftfahrtschau Hannover 1980, des Aéro-salons Paris 1981 und während der HAI-Jahrestagung in Las Vegas, USA, fanden größtes Interesse, mehr als 130 Festaufträge konnten bis dahin von KHI und MBB gebucht werden. Ein Blick auf den Terminkalender führt allerdings zu dem Eindruck, daß die Geduld der Kunden stark strapaziert wird.

Die Bell 222

Nach intensiven Marktstudien veröffentlichte Bell Helicopter Textron im April 1974 die ersten Pläne für den neuen, zivilen Leichthubschrauber Bell 222 für 5-6 Passagiere in der Luxus-Reise-, 7 Passagiere in der Standard- und 10 Passagiere in der Reisebus-Ausführung mit zwei Avco-Lycoming-Turbinen LTS 101. Die bis dahin von Bell in dieser Gewichtsklasse nicht für erforderlich gehaltene Sicherheit bei Ausfall eines Triebwerks wurde nunmehr stark betont. Fünf Prototypen wurden im September 1974 aufgelegt, das ursprünglich vorgesehene Abfluggewicht von 2950 kg für 1238 kg Nutzlast wurde auf 3265 kg erhöht und sollte zu einem späteren Zeitpunkt nochmals heraufgesetzt werden. Zur Verminderung des Widerstandes bei höheren Geschwindigkeiten und zur besseren Beweglichkeit des Hubschraubers am Boden erhielt die Bell 222 ein einziehbares Fahrwerk mit zwei Rädern in den Stummelflügeln und einem Bugrad. In den Flügeln, mit einer Spannweite von 3,44 m, ist außerdem auf jeder Seite ein Kraftstofftank mit 167 l Fassungsvermögen untergebracht, zwei 144-Liter-Behälter befinden sich im Rumpf hinter den Passagiersitzen. Außen an den Flügeln können aufblasbare Notschwimmer montiert werden.

Das am Heck oberhalb des Seitenleitwerks angeordnete T-Leitwerk wurde im Verlauf der Flugerprobung durch ein mit der zyklischen Blattverstellung synchronisiertes Höhenleitwerk mit Endscheiben ersetzt. Neuartig war die Anordnung des kollektiven Blattverstellhebels mit zwei Drehgriffen zur Leistungsregelung, die sich nach anfänglichen Zweifeln der Werkspiloten als sehr praktisch erwies.

Im Dezember 1979 erhielt der Hubschrauber die Musterzulassung durch die Luftfahrtbehörden in den USA, die erste Bell 222 aus der Serienfertigung wurde im Januar 1980 an die Petroleum Helicopters Inc. geliefert. Seit Mai 1980 ist die Bell 222 auch für den Blindflug mit einem Piloten zugelassen.

Das maximale Abfluggewicht war inzwischen auf 3560 kg erhöht worden und liegt damit um 760 kg über dem Gewicht der MBB-Kawasaki BK 117, die mit den gleichen Lycoming-Turbinen ausgerüstet ist. In der Nutzlastkapazität ist die Bell 222 der BK 117 lediglich um 50 kg überlegen, in den Leistungsdaten zeigt jedoch die mit einem Vierblatt-Rotor (11 m Durchmesser) ausgerüstete BK 117 gegenüber dem mit einem Zweiblatt-Hauptrotor (12,12 m Durchmes-



Bell 222.

ser) ausgerüsteten Bell-Hubschrauber überraschende Unterschiede in der Schwebeflughöhe im Bodeneffekt (BK 117: 4020 m, Bell 222: 3140 m) und in der Schwebeflughöhe ohne Bodeneffekt (BK 117: 3040 m, Bell 222: 1959 m).

Die auf der HAI-Jahrestagung 1982 in Las Vegas angekündigte neue Version Bell 222 B wird mit um zweimal 50 PS verstärkter Triebwerkleistung die Nutzlastkapazität um etwa 140 kg verbessern und mit dem um 90 cm im Durchmesser vergrößerten Hauptrotor sowie um etwa 15 cm vergrößerten Heckrotor die Schwebeflugleistungen beträchtlich anheben.

SA 360 »Dauphin«: mit einer Turbine im Hintertreffen

Das »Dauphin«-(Thronfolger-)Programm des französischen Staatsunternehmens Aérospatiale, das für die Bell 222 schließlich eine starke Konkurrenz darstellte, begann 1972 nicht so aussichtsreich, wie es sich nach vielen Verbesserungen entwickelte.

Als Nachfolgetyp der »Alouette III« designed, startete die erste SA 360 am 2. Juni 1972 mit einer Wellenturbine Turboméca Astazou XVI von 980 PS zum Erstflug. Der erste Prototyp besaß einen Vierblatt-Hauptrotor, für den die Rotorblätter der »Alouette III« verwendet wurden, sowie einen ummantelten Heckrotor (»Fenestron«) mit 0,9 m Durchmesser. Nach kurzer Erprobungszeit erfolgte die Umrüstung auf GfK-Rotorblätter und eine stärkere, 1050-PS-Turbine Astazou XVIII A.

Im Mai 1973 flog Roland Coffignot mit diesem Hubschrauber drei Geschwindigkeitsweltrekorde in der Gewichtsklasse 1750 bis 3000 kg.

Für die Serienausführung SA 360 C wurde im Dezember 1975 in Frankreich und im Mai 1976 in den USA die Musterzulassung erteilt, im März 1978 folgte die Blindflugzulassung (Single Pilot IFR Certification).

Nachdem die 2-Turbinen-Ausführung SA 365 »Dauphin 2« am 24. Januar 1975 zum erstenmal geflogen war, konnten sich nur wenige Kunden für die 10sitzige einmotorige SA 360 entscheiden. Eine für militärische Verwendung geplante SA 361 H mit der Turboméca-

-Astazou-Turbine XX B von 1400 PS und einem maximalen Abfluggewicht von 3400 kg wurde nur als Prototyp gebaut. Aus der Nachfrage hatte sich einwandfrei ergeben, daß die Forderung nach 2-Turbinen-Sicherheit bei einem Hubschrauber in dieser Größenordnung auf dem zivilen und auf dem militärischen Sektor nicht mehr zu umgehen war.

Zwei Turbinentriebwerke für die »Dauphin«

Mit zwei Turboméca-Ariel-Turbinen von je 650 PS (486 kW) erhielt die SA 365 C »Dauphin 2« 1978 die Musterzulassung in Frankreich und in den USA für ein maximales Abfluggewicht von 3400 kg. Sie unterschied sich von der einmotorigen SA 360 durch den »Starflex«-Hauptrotor (Rotordurchmesser 11,68 m), der bereits bei der »Écureuil« großes Aufsehen erregt hatte. Der Rumpfaufbau entsprach dem Grundtyp, so daß bereits in der Fertigungsstraße Umrüstmöglichkeiten auf die neue Ausführung bestanden. Weiterhin konnte die SA 365 C wahlweise mit einem Kufenlandegestell oder einem festen Radlandewerk bestellt werden. Der Auftragseingang war wiederum nicht überwältigend, es hatte sich herumgesprochen, daß

die Hubschrauberkonstrukteure in Marignane bereits mit der Entwicklung einer noch moderneren Dauphin beschäftigt waren.

Tatsächlich verkörperte die AS 365 N, die auf dem Aéroson Paris 1979 als Prototyp vorgestellt wurde, den technischen Fortschritt in einem Maße, daß eigentlich nur die Typennummer an die Grundentwicklung erinnerte. Die Blätter des »Starflex«-Hauptrotors der AS 365 N mit neuem Profil sind mit Holmen aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (KfK) aufgebaut und haben eine KfK-Außenbeschichtung bis zu den komplett aus KfK gefertigten Blattspitzen. Der Hauptrotor-Durchmesser wurde auf 11,93 m vergrößert.

Die Hauptrotornabe besteht ebenfalls aus kohlefaserverstärktem Kunststoff. Die aerodynamisch verbesserte Rumpfgestaltung verbirgt unter der Außenhaut weitgehende Verwendung von Glasfaser-Nomex-, Kevlar- und Rohazell-Werkstoffen und bietet gleichzeitig mehr Platz in der Kabine und im Kofferraum. Sechs seitliche und zwei rückwärtige Türen zum Frachtraum ermöglichen bequemes Ein- und Aussteigen, Be- und Entladung.

Das einziehbare Fahrgestell verhilft dem Hubschrauber zu einer mit Turbo-Prop-Flugzeugen vergleichba-

ren Reisegeschwindigkeit und dient mit dem um 360 Grad drehbaren Bugrad der optimalen Beweglichkeit auf den Landeplätzen. Mit zwei Turboméca-Ariel-Turbinen 1 C von je 710 PS (530 kW) erreicht die neue »Dauphin« bei einem maximalen Abfluggewicht von 3850 kg 4500 m Dienstgipfelhöhe.

Zur Demonstration der im Geschäfts-Reise-Verkehr gebotenen Möglichkeiten flog eine AS 365 N am 8. Februar 1980 mit sechs Personen vom Heliport Issy les Moulineux in Paris zum Battersea Heliport in London in einer Stunde und drei Minuten, gleichbedeutend mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 322 km/h, und zurück in einer Stunde und 12 Minuten. Zum Zeitpunkt der Musterzulassung der AS 365 N am 10. April 1981 konnte die Herstellerfirma bereits mehr als 100 Festaufträge notieren, abgesehen von einem Lizenzbauvertrag mit der Volksrepublik China über 50 Hubschrauber und dem Auftrag der U.S. Coast Guard über 90 Hubschrauber in der Version AS 366.

Es ist nicht verwunderlich, daß von den insgesamt 34 einmotorigen SA 360 C, die gebaut wurden, ein gutes Dutzend noch auf einen Käufer wartete und auch eine Anzahl der von der Endmontage gelieferten SA 365 C als Ladehüter zurückblieben.

Aus der »Dauphin« wird die »Dolphin«

Für die Ausschreibung der U.S. Coast Guard, die einen neuen Hubschrauber für den Einsatz vor den amerikanischen Küsten (SRR – Short Range Recovery) benötigte, hatte die Sikorsky Aircraft Division der United Technologies eine navalisierte Ausführung der S-76 angeboten, Bell Helicopter Textron offerierte die Bell 222 SRR und die Aérospatiale ging mit einer Marine-Ausführung der AS 365 »Dauphin 2« in den Wettbewerb. Sikorsky zog das Angebot wegen Arbeitsüberlastung zurück, die Entscheidung fiel am 14. Juni 1979 zugunsten des französischen Hubschraubers.

Obwohl der Präsident der Bell Helicopter Textron sofort beim Rechnungshof des US-Verkehrsministeriums (Transportation Department) Beschwerde einlegte, seine Firma hätte den Wettbewerb gegen die politische und wirtschaftliche Macht der französischen Regierung verloren, wurde der Widerspruch abgelehnt. Die Untersuchung ergab bei diesem 215-Millionen-Dollar-Projekt einen Bauanteil amerikani-

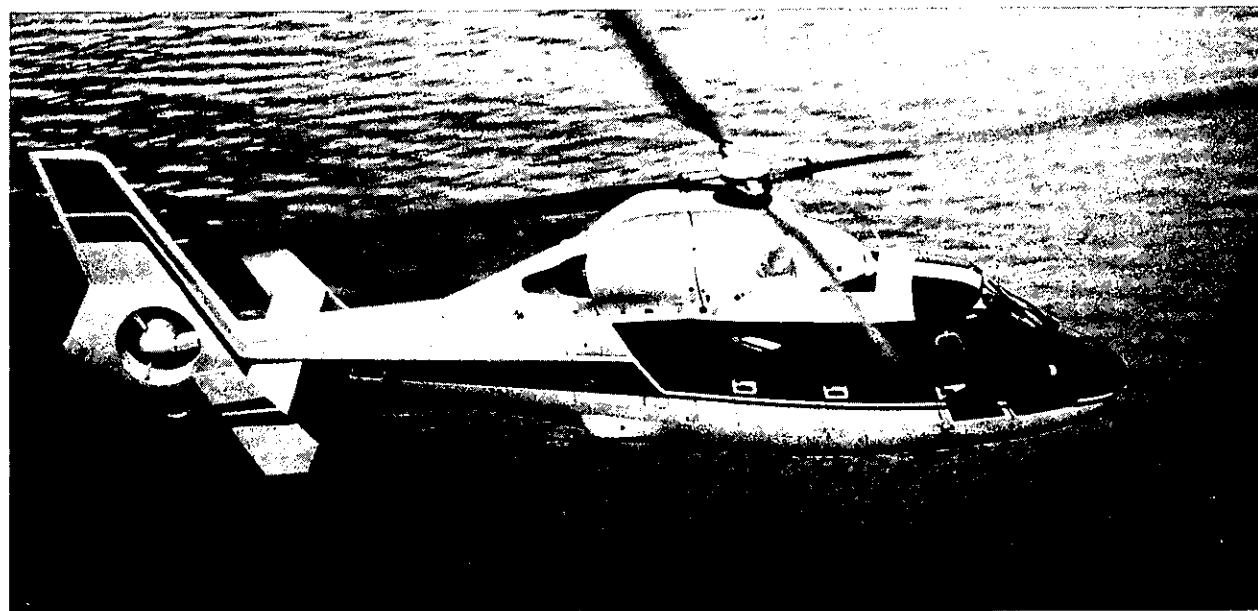
scher Firmen von mehr als 70 Prozent, da von der Aérospatiale lediglich die Zelle und das Rotorsystem beizustellen waren, die Endmontage der Hubschrauber war in Grand Prairie, Texas, vorgesehen, Avco Lycoming hatte die Turbinen (zwei LTS 101-750 A 1 mit je 680 PS/507 kW) zu liefern, die Aircraft Gear Corp. in Chicago war der Lieferant für die Hauptgetriebe, Avionik und die gesamte Elektrik waren von amerikanischen Herstellerfirmen zu liefern, ebenso die Innenausstattung und die Rettungswinden. Insgesamt 90 Rettungshubschrauber sind für das SRR-Programm vorgesehen, die Sonderausführung der AS 365 erhielt die Typenbezeichnung AS 366 und wird bei der U.S. Coast Guard als HH-65 A »Dolphin« geführt. Bei einem auf 3900 kg heraufgesetzten maximalen Abfluggewicht änderten die französischen Konstrukteure den Fenestron-Heckrotor mit Verringerung der Zahl der Rotorblätter von 14 auf 11 und Vergrößerung des Durchmessers von 0,9 auf 1,1 m, womit eine verbesserte Leistungsabgabe an den Hauptrotor erreicht werden konnte.

S-76 »Spirit«: der »Geist« aus Stratford in Konkurrenz mit Geschäftsreiseflugzeugen

1975 wurde von der Sikorsky-Aircraft-Gruppe des United-Technologies-Konzerns ein allwetterfluggtauglicher Mehrzweckhubschrauber angekündigt, der im Entfernungsbereich von ca. 200 km die bis dahin dominierenden Turbo-Prop-Reise- und -Geschäftsflugzeuge überflügeln würde. Mit 87 Festaufträgen bereits zum Zeitpunkt des Roll-out der Sikorsky S-76 »Spirit« im Januar 1977 waren die ab Juli 1978 aus der Serienfertigung zu liefernden Hubschrauber für volle 18 Monate verkauft, bevor der erste überhaupt geflogen war. Mit dem Erstflug der S-76 begann am 13. März 1977 die Flugerprobung, in deren Verlauf, wie üblich, einige technische Änderungen nicht zu vermeiden waren.

Der vom UTTAS-Programm in verkleinerter Ausführung übernommene Hauptrotor, ursprünglich mit 12,2 m Durchmesser geplant, wurde auf 13,4 m im Durchmesser vergrößert, die Neigung des Rotormastes wurde von 3 Grad auf 5 Grad nach vorwärts gesteigert, um eine bessere horizontale Fluglage zu erreichen. Mit einem höher angesetzten und verstärkten Ausleger ergab sich eine sichere Bodenfreiheit des Heckrotors (1,97 m). Am 20. November 1978 erhielt

Aérospatiale SA 365 »Dauphin 2«.





Sikorsky S-76 »Spirit«.

der Hubschrauber die Musterzulassung, im Februar 1979 wurde die erste Maschine aus der Serienfertigung geliefert.

Das Abfluggewicht der mit zwei Allison-Turbinen 250-C 30 von je 650 PS (485 kW) Startleistung ausgerüsteten S-76 war von 4400 auf 4536 kg erhöht worden, der Hubschrauber steht nunmehr in einer Luxus-Reiseversion mit zwei Mann Besatzung für sechs Passagiere, einer Transportversion mit Platz für 12 Passagiere oder einer Sanitätsversion mit Krankentragen und Platz für die medizinische Betreuung in der geräumigen Kabine zur Verfügung. Im Rumpfaufbau wurde mit einer Aluminiumwabenstruktur, Türen und Rahmen aus Kevlar und einer aus glasfaserverstärk-

tem Kunststoff bestehenden Rumpfspitze eine Gewichtseinsparung erreicht, automatische Türverschlüsse bilden eine Sicherheitseinrichtung gegen unsachgemäße Handhabung, das einziehbare Fahrgestell ermöglicht ein gutes Einparken auf den Landeplätzen und dient im Flugbetrieb der Erhöhung der Reisegeschwindigkeit sowie Kraftstoffeinsparung. Die am 8. Januar 1980 von einer S-76 mit 5 Personen an Bord geflogenen Rekordzeiten London-Paris in 1 Stunde 15 Minuten und Paris-London in 1 Stunde 11 Minuten wurden allerdings vier Wochen später von einer AS 350 »Dauphin 2« mit sechs Personen an Bord um insgesamt 18 Minuten für den Hin- und Rückflug in umgekehrter Richtung überboten.

Sowohl die Sikorsky S-76 »Spirit« wie auch die Aérospatiale AS 350 »Dauphin« haben jedoch mit diesen spektakulären Leistungen die Überlegenheit eines modernen Reisehubschraubers gegenüber Reiseflugzeugen in der direkten Verbindung zwischen den Großstädten über eine Entfernung von mehr als 300 Kilometern bewiesen.

Im April 1981 hatte die Sikorsky Aircraft Co. 444 S-76 fest verkauft und 163 Hubschrauber dieses Typs an die Kunden geliefert, 50 Prozent der Aufträge erstreckten sich auf die Off-shore-Ausführung für die Verbindung zu den Erdölplattformen vor den Küsten im Golf von Mexiko und in der Nordsee.

Bereits 1978 hatte Sikorsky zur Entlastung der in Bridgeport, Connecticut, laufenden S-76-Serienaufbereitung die endgültige Ausrüstung der Hubschrauber entsprechend den Kundenwünschen sowie die Farbblackierung nach West-Palm Beach in Florida verlegt und bei diesem Ausrüstungszentrum in Zusammenarbeit mit der American Airlines Training Academy auch das modernste Ausbildungszentrum für Piloten und Hubschrauber-Mechaniker eingerichtet. Die Typeneinweisung für zwei Piloten und zwei Mechaniker ist im Verkaufspreis für die S-76 inbegriffen.

Die Tatsache, daß Unfallsicherheit in den Zulassungsvorschriften für Fluggeräte nicht nur auf dem Papier steht, war in den Folgewirkungen mehrerer Unfälle erkennbar, die sich mit Sikorsky S-76 »Spirit« an verschiedenen Stellen ereigneten. Probleme mit den Spindeln für den Blattanschluß am Hauptrotor und mit der Rotorbremse verursachten den Konstrukteuren einiges Kopfzerbrechen. Der Einbau einer Stahlstange zur Entlastung der Spindel und der Wechsel des Lieferanten für die Teflon-Lager wurden als erste Maßnahmen beschlossen, bei sämtlichen bis dahin gelieferten S-76 wurden die Spindeln kostenlos ausgetauscht. Mit weiteren Änderungen erhielt die neue Ausführung S-76 Mk 2 die Musterzulassung, für die vom Herstellerwerk die Garantieleistung auf entweder 1000 Flugstunden oder eine 12-Monats-Frist ab Lieferung erweitert wurde.

Als »schnellster Serienhubschrauber der Welt« flog die »Spirit« Mk 2 im Januar 1982 innerhalb von fünf Tagen insgesamt zwölf Weltrekorde, darunter in der Hubschrauber-Gewichtsklasse bis 3 t Geschwindigkeits-Höhenrekorde auf 3000 m Höhe in 3,11 Minuten (bisheriger Rekord: Agusta A 109: 4,48 Minuten), auf 6000 m Höhe in 8,37 Minuten (A 109: 12,04

Minuten) sowie in der Klasse über 3 t Geschwindigkeitsrekorde über 100 km im geschlossenen Kreis mit 335,2 km/h (bisheriger Rekord Westland »Lynx«: 318,5 km/h) und über 500 km im geschlossenen Kreis mit 331 km/h (vorher: Bell UH-1 D: 277,1 km/h).

Allison-Turbinen für die PZL »Kania/Kitty Hawk«

Mit Rekordmeldungen dieser Art können die polnischen Hubschrauber-Hersteller nicht aufwarten, die in Zusammenarbeit mit der Detroit Diesel Division der General Motors eine Export-Version der in Swidnik gebauten Mi-2 als »Kania/Kitty Hawk« ankündigten. Auf der Luftfahrtschau Hannover 1980 wurde eine Attrappe dieses Hubschraubers vorgestellt, der im September 1981 die (polnische) Musterzulassung erhielt.

Er unterscheidet sich von der mit zwei Isotow-Turbinen von je 400 PS ausgerüsteten Mi-2 durch die Verwendung von zwei Allison-Turbinen 250-C 20 B mit je 420 PS (313 kW) Startleistung. Bemerkenswert sind auch die unterschiedlichen Gewichtsangaben in den Datenblättern mit 2350 kg Leergewicht und 3700 kg maximalem Abfluggewicht für die Mi-2 und 2140 kg bzw. 3550 kg für die »West«-Ausführung. Die in den Leistungsdaten für die »Kania/Kitty Hawk« angegebene Dienstgipfelhöhe von 4000 m dürfte bei den vorgesehenen Triebwerken kaum erreichbar sein, glaubwürdig ist jedoch die mit 210 km/h für westlichen Standard sehr niedrig liegende Reisegeschwindigkeit.

Für acht Passagiere besitzt die »Kania« eine sehr geräumige Kabine, deren Höhe vom Boden bis zur Decke mit 1,30 bis 1,50 m angegeben wird, die Kabinenhöhe der MBB BO 105 beträgt im Vergleich 1,25 m; 1,28 m werden für die Bell 206 »Long Ranger« und 1,35 m für die Aérospatiale »A-Star« und »Twin-Star« angegeben. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Gesamthöhe der mit einem nicht einziehbaren Fahrwerk ausgestatteten »Kania«: bis zur Spitze des Rotorkopfes 3,75 m – gegenüber der »A-Star« und »Twin-Star« (3,15 m), BO 105 (3,0 m) und Bell 206 (2,91 m). Offensichtlich ist diese höhere Vorderfront neben der aerodynamisch ungünstiger wirkenden Rumpfgestaltung für die niedrigere Reisegeschwindigkeit der »Kania« ausschlaggebend.



PZL-Swidnik stellte die neue, für den Export in westliche Länder mit zwei Allison Turbinen ausgerüstete Kania/Kitty Hawk in Hannover erstmals vor.

PZL-Swidnik W-3 »Sokol« (Falke)

Gemäß den Angaben des Herstellerwerkes begann 1978 die Entwicklung des größeren, für zwei Mann Besatzung und 12 Passagiere konzipierten Hubschraubers, der im November 1979 zum Erstflug startete. »Die« beziehungsweise entsprechend dem im Osten üblichen Sprachgebrauch der »Falke« ist mit zwei Turbinen PZL- 10 W von je 870 PS (649 kW) Startleistung ausgerüstet und, abgesehen von den Triebwerken, bei denen es sich um die Lizenzfertigung der sowjetischen Gluschenko-Turbinen handelt, eine Eigenentwicklung des polnischen Staatsunternehmens. Die »Sokol« besitzt einen Vierblatt-Hauptrotor mit 15,7 m Durchmesser und einen Dreiblatt-Heckrotor mit 3 m Durchmesser in herkömmlicher Bauweise. Überwältigend wirkte wiederum die Gesamthöhe (4,15 m) des Hubschraubers gegenüber 3,58 m beziehungsweise 3,50 m der S-76 »Spirit« und AS 365

»Dauphin«, weniger beeindruckend ist die in den Leistungsdaten angegebene Reisegeschwindigkeit der PZL-Swidnik W-3 »Sokol« mit 220 km/h.

Gates Learjet: Kommerzielle Bruchlandung

Es ist nicht anzunehmen, daß die Hubschrauber-Entwicklung bei Mil in der Sowjetunion oder bei PZL in Polen auf dem technologischen Stand blieb, der in der Hubschrauber-Serienfertigung in Erscheinung trat. Im Gegensatz zu anderen Ländern wurde hier jedoch die Erprobung neuer Werkstoffe oder die Entwicklung neuer Konstruktionen nicht bekanntgegeben. Aus den USA sind neben den modernsten Geschäftsreisehubschraubern, mit denen die großen und in der Branche etablierten Herstellerfirmen beachtliche Stückzahlen erreichten, auch sehr interessante Pro-

jekte bekannt, die nicht die Serienreife erlangten. So befaßte sich 1969 bei der Gates Learjet Corporation in Wichita, Kansas, eine Entwicklungsmannschaft mit der Konstruktion eines schnellen Zwei-Turbinen-Hubschraubers für acht Passagiere. Für Entfernungen unter 200 km war er als senkrechtstartende direkte Verbindung von den Dachlandeplätzen in den Städten zu den Zielorten vorgesehen, für größere Entfernungen sollte er als Zubringer zu den Flughäfen dienen. Die Rumpfgestaltung und Instrumentierung im Cockpit entsprach den gut eingeführten Learjet-Geschäfts-Reiseflugzeugen, von denen auch die Wellenturbinen Airesearch TSE-231 als Triebwerke für den Hubschrauber übernommen wurden.

Auf der Jahrestagung 1970 der HAA (Helicopter Association of America) wurde ein Modell des Gates Twinjet Helicopter mit Vierblatt-Hauptrotor in Originalgröße vorgestellt, die Gesellschaft konnte

prompt 20 Aufträge für den neuen Hubschrauber notieren. In den Learjet-Werken wurde parallel zur Flächenflugzeug-Montage eine Fertigungsstraße für die Hubschrauber-Fertigung eingerichtet. Im Juli 1971 sollte der erste Prototyp zum Erstflug starten, die Serienfertigung im Herbst 1972 anlaufen. Eine zur gleichen Zeit einsetzende Flaute im gesamten Flugzeuggeschäft bedeutete das Ende der bereits im fortgeschrittenen Stadium befindlichen Hubschrauberaktivitäten der Learjet Corporation, im übertragenen Sinne eine Autorotation mit Bruchlandung.

Piasecki 16 H: »Pfadfinder« in der Luft

Frank N. Piasecki hatte nach Übernahme seiner Tandemhubschrauber-Programme durch die Vertol Company verschiedene Forschungsaufträge für die

Piasecki »Pathfinder«.



NASA und die US-Luftwaffe sowie Marine übernommen. Sein »Pfadfinder«-Projekt ergab sich aus einem Auftrag zur Erforschung des Flugverhaltens von Verbundhubschraubern bei höheren Geschwindigkeiten.

Der erste Prototyp »Pathfinder I« PiAC (Piasecki Aircraft Corporation) 16 H-1 flog bereits 1962 mit einer 450-PS-Pratt-&-Whitney-Wellenturbine und wurde 1965 als 16 H-1 A mit einer 1250-PS-General-Electric-Turbine, neuem Getriebe, vergrößertem Dreiblatt-Hauptrotor (12,5 m Durchmesser) sowie neuem Mantelpropeller versehen.

Im Flugbetrieb als Hubschrauber bewies er eine gute Steuerfolgsamkeit mit Seitwärts- und Rückwärtsgeschwindigkeiten über 50 km/h und sichere Autorotationsfähigkeit. Im Vorwärtsflug, bei dem der Hauptrotor durch die Tragflächen entlastet wurde, übernahm die Mantelschraube am Heck den Vortrieb. 1966 erreichte der Verbundhubschrauber eine Höchstgeschwindigkeit von 362 km/h. Es folgte die Ausführung »Pathfinder II« mit einer 1500-PS-General-Electric-Turbine und das Projekt »Pathfinder III« mit zwei 750-PS-Pratt-&-Whitney-Turbinen sowie einem Vierblatt-Hauptrotor, das jedoch 1972 eingestellt wurde.

Deutschland: Turbinenhubschrauber mit Heißgasreaktionsantrieb von Dornier und Kaltluftantrieb von VFW-Fokker

Dornier hatte 1962 für die deutschen Heeresflieger einen zusammenlegbaren Ein-Mann-Hubschrauber Do 32 E mit Reaktionsantrieb entwickelt, der 1962 erstmals flog, und gab das Projekt auf, nachdem der Auftraggeber kein weiteres Interesse zeigte. Die geleisteten Vorarbeiten konnten 1967 beim Projekt Do 132 ausgewertet werden. Hier handelte es sich um einen fünfsitzigen Hubschrauber mit Heißgasreaktionsantrieb, der mit einer MAN-6022-Turbine erzeugt wurde. auch diese Mühe war vergebens, jedoch nicht umsonst, wenn man die mit ca. 9 Millionen DM bezifferten Entwicklungskosten betrachtet.

VFW-Fokker in Bremen hingegen hatte sich auf einen Kaltluft-Reaktionsantrieb festgelegt, der mit einer Allison-Turbine 250-C 18 über einen Radialverdichter erzeugt wurde. Die dreisitzige VFW-H-3 »Sprinter«, die 1970 mit einem Dreiblattrotor und zwei seitlich angeordneten Mantelschrauben für den Vortrieb erstmals flog, sollte mit den Hubschrauberprojekten ohne Mantelpropeller H-4, H-5 und H-7 Nachfolger erhalten, die jedoch nur als Attrappen gebaut wurden.

Leichthubschrauber mit Kolbentriebwerken

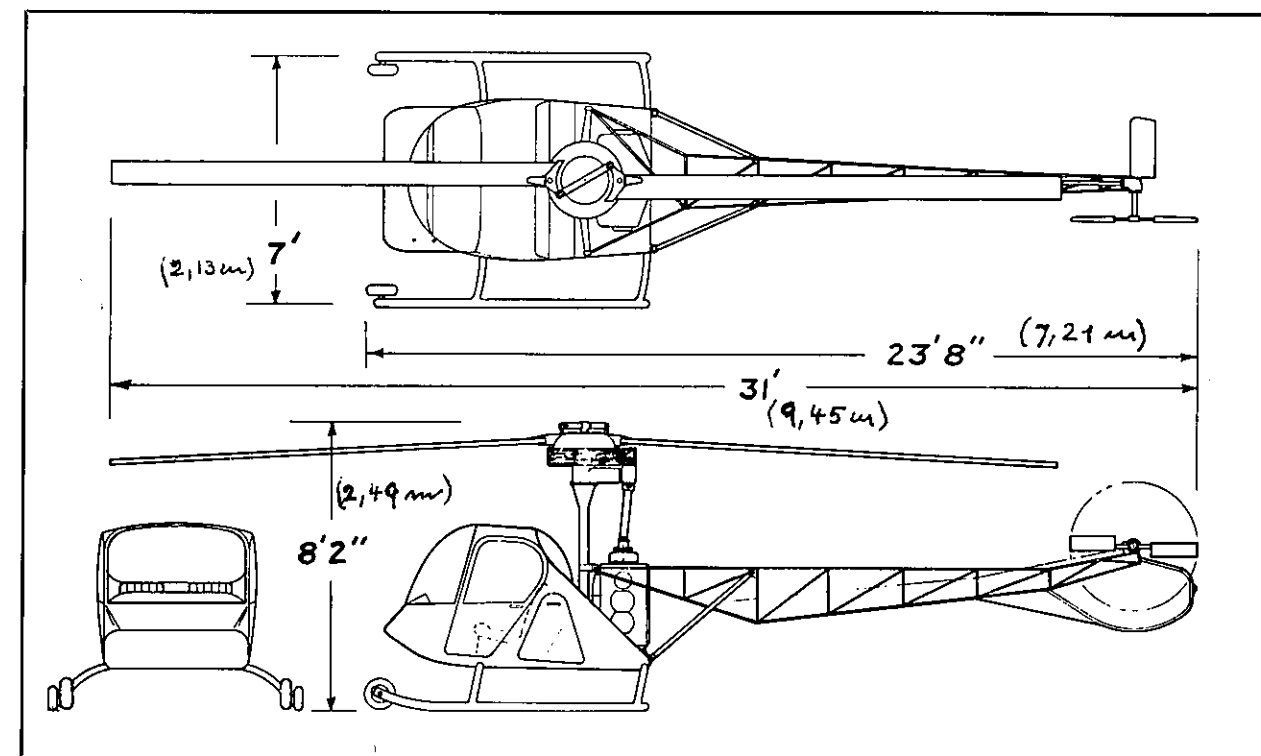
Scheutbows »Bee« und Hunts »Hunter«

Ein hoher Anschaffungspreis und umfangreicher Wartungsaufwand, komplizierte Betriebsvorschriften und beschränkte Verwendungsmöglichkeiten sind die Hindernisse, die dem privaten Betrieb eines zweiseitigen Hubschraubers im Wege stehen. Ebenso schwierig sind die Voraussetzungen für die Entwicklung, Musterzulassung und den Serienbau eines solchen Gerätes, die am Beispiel der Scheutow »Bee« deutlich werden.

Webb Scheutow, Präsident und Chefkonstrukteur der Scheutow Helicopter Corporation in Cleveland, Ohio/USA, entwickelte 1964 die Pläne für den zwei-

sitzigen Hubschrauber Scheutow Modell B »Chevy« mit einem gummigelagerten »Flexhub«-Hauptrotor und V-Riemen-Übersetzung anstelle eines Getriebes. Die Preisvorstellung für den mit einem 180-PS-Lycoming-Motor ausgerüsteten Hubschrauber mit einem Abfluggewicht von 662 kg bei einem Leergewicht von 395 kg lag damals bei umgerechnet 48 000 DM. 1966 konnte bei den ersten Probeflügen eine Spitzengeschwindigkeit von 137 km/h und eine Schwebefughöhe im Bodeneffekt von 10 800 Fuß (3292 m) erreicht werden. Für die Serienreife und Musterzulassung waren nunmehr derart umfangreiche Materialerprobungen und Dauerversuche erforderlich, daß Scheutow acht Jahre später kurz vor dem Ziel mit

Scheutow-Modell B.



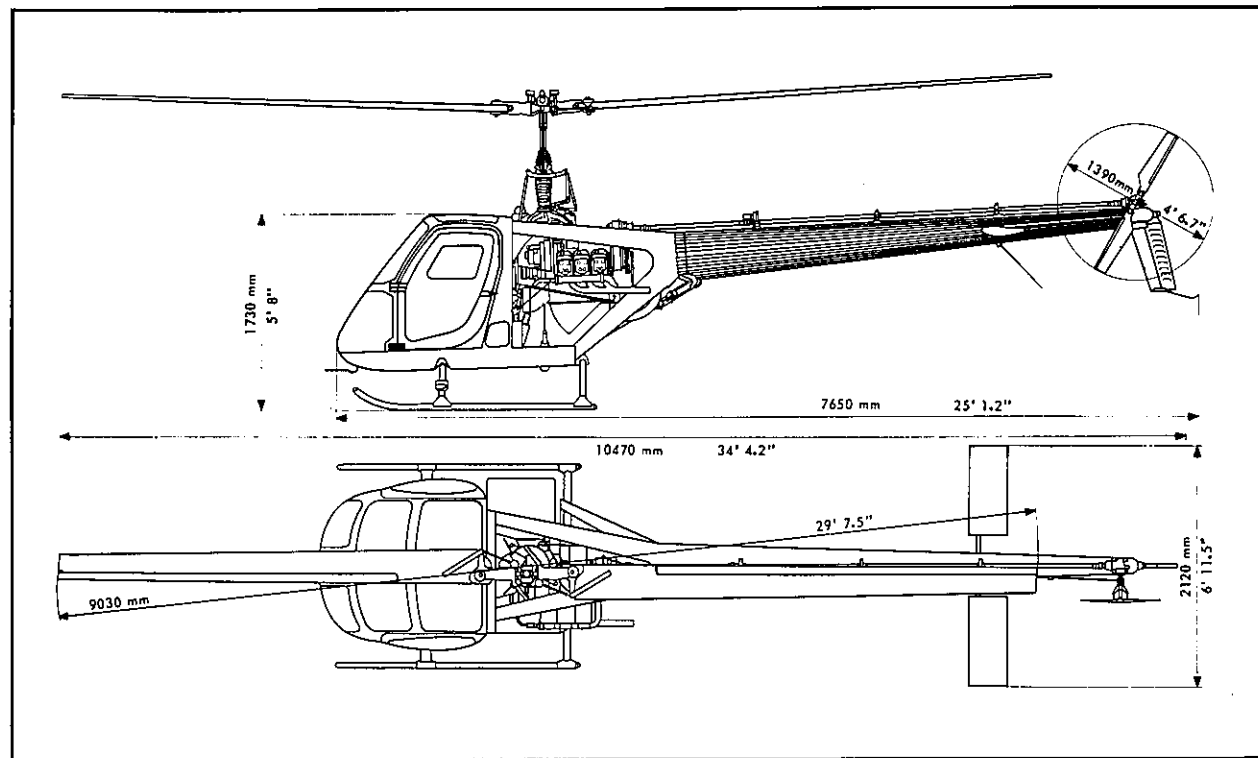
seinen finanziellen Mitteln am Ende war. Nur ein Multimillionär konnte ihm noch helfen, tatsächlich war es Bunker Hunt, der als Erbe eines texanischen Erdölimperiums, Besitzer von Baumwollplantagen und über 500 000 Hektar Weideland mit ca. 60 000 Rindern über die Mittel verfügte, die teure Entwicklung des »Billig«-Hubschraubers zum Abschluß zu bringen. Nach mehreren Anläufen erhielt das nunmehrige Modell Scheutzow »Bee« am 4. Mai 1976 die FAA-Zulassung. In der Praxis bedeutete dieser endlich erreichte Erfolg neue Kapitalinvestitionen für den Serienbau und den Aufbau eines Vertriebsapparates. Bunker Hunt nahm die Geschäfte des erfolgversprechenden Hubschrauberprojekts mit der Gründung der Hunt Helicopter Corporation selbst in die Hand. Webb Scheutzow fungierte im neuen Unternehmen, für das Hunt einen Stab von Fachleuten aus der Hubschrauberindustrie engagierte, als Berater. Aus der Scheutzow »Bee« wurde eine HS-180 »Hunter« mit vielen technischen Änderungen und Verbes-

serungen. Das maximale Abfluggewicht des Hubschraubers erhöhte sich dabei von 662 auf 781 kg, der Preis für den »Heli-Volkswagen« betrug nunmehr 80 000 DM. Leider hatte sich Hunt inzwischen mit gewagten Spekulationen auf dem Silbermarkt übernommen und sah sich gezwungen, das Hubschrauber-geschäft aufzugeben. Die 66 Mitarbeiter der Hunt Helicopter Corporation erhielten im September 1977 ihre sofortige Kündigung und ein letztes Wochengehalt als Überbrückungshilfe.

Zum Selbstbau für Freizeitpiloten: Rotorway »Scorpion«

Im Gegensatz zur Scheutzow »Bee« / HS 180 »Hunter«, für die die Hersteller Landwirtschaftsfliegerei, insbesondere die Überwachung der Viehbestände auf den riesigen Weideflächen als Nutzanwendung im Auge hatten, wurde der Mini-Helikopter von B. J.

Rotorway »Scorpion«.



Schramm in erster Linie für Hobby-Helikopter-Piloten entwickelt. Die Schramm Aircraft Company in San Gabriel, Calif./USA, baute 1966 als erstes die einsitzige »Javelin« mit einem 100-PS-Continental-Kolbenmotor, die mit offenem Cockpit keine Abnehmer fand.

Schramm faßte den Entschluß, seinen Hubschrauber als Bausatz anzubieten. T. G. Adams und Paul Wilson hatten in Kalifornien bereits bewiesen, daß es wage-mutige Amateure gibt, die kein Risiko scheuen, ihren Traum vom Fliegen mit einem selbstgebauten Hubschrauber zu verwirklichen. Der Adams-Wilson-Hob- bycopter hatte dabei nur einen 40-PS-Triumph-Mo- torrad-Motor von 650 ccm mit Kickstarter für ein Ab- fluggewicht von 252 kg aufzuweisen und flog mit ei- nem Zweiblattrotor mit 6,55 m Durchmesser.

In Anpassung an den Do-it-yourself-Trend gründete Schramm in Arizona die Firma Rotorway Inc. und fand einen Kundenkreis unter den Amateur-Hub- schrauber-Konstrukteuren, denen er die Pläne und nach Wahl Einzelteile oder den kompletten Bausatz für den zunächst einsitzigen Rotorway »Scorpion« anbot. Das Selbstbauprogramm baute er in den USA mit einer Grundschulung und Fernlehrgängen aus, bei denen die Schüler in mehreren Bauabschnitten den Hubschrauber zu Hause zusammenfügen konnten, um dann in getrennten Wochenkursen in Arizona eine fliegerische Einweisung zu erhalten.

Mit einem wassergekühlten 4-Zylinder-Evinrude- Außenbordmotor von 115 PS erreichte die »Scor- pion«, die mit einem Zweiblatt-Hauptrotor (5,96 m Durchmesser) und einem Zweiblatt-Heckrotor ausge- rüstet ist, eine Reisegeschwindigkeit von über 100 km/h. Einige hundert »Scorpion«-Piloten widmeten in den USA ihre Freizeit der Hobbyhubschrauberei, eine weitaus größere Zahl von Amateurkonstrukteu- ren bezog die Pläne von der Rotorway Inc. ohne Mo- toren oder Rotoren und schaffte es nicht, einen Hub- schrauber fertigzustellen.

Als zweisitzige Ausführung liefert die Gesellschaft nunmehr auch die Rotorway »Exec«, die in den USA nach Endabnahme durch einen Prüfer für den nicht- kommerziellen Flugbetrieb mit einem Passagier be- nutzt werden darf.

Die Firma Rotorflight in Kapstadt, Südafrika, über- nahm dieses Konzept mit streng reglementierten Pro- zeduren für die Bauabschnitte mit Zwischenüberprü- fungen und Endabnahme, von seiten der Luftfahrtbe- hörden sind in diesem Land bei Erfüllung aller techni-

schen Voraussetzungen der fliegerischen Betätigung außerhalb der Kontrollzonen keine Grenzen gesetzt.

In Bremen entwickelt Borgward den »Kolibri«

1955 gab es noch nicht die heute alltäglichen Ver- kehrslagemeldungen über »30 km Stau auf der Auto- bahn München-Salzburg«, »stehenden Verkehr auf dem Mittleren Ring in München«, »Umleitungen nach Aufräumarbeiten auf der Bundesstraße 101« und ähnliche verdrießliche Vorkommnisse.

Dr.-Ing. Carl Borgward dachte voraus und entwik- kelte damals seine Pläne für einen Reisehubschrau- ber, der schneller als ein Automobil unabhängig von dem zu erwartenden Gedränge auf den Straßen als wirtschaftliches und individuelles Verkehrsmittel weite Verbreitung finden mußte.

1956 erweiterte die Borgward Automobil- und Moto- ren-Werke in Bremen ihr Produktionsprogramm mit der Gründung einer Entwicklungs- und Fertigungs- Abteilung für Hubschrauber. Professor Henrich Focke übernahm die Leitung des Konstruktionsbüros, Borgward investierte alle verfügbaren Geldmittel in ein Projekt, dem jede weitere finanzielle Unterstüt- zung versagt blieb.

Als erstes wurde ein zweisitziger Prototyp des Borg- ward »Kolibri« gebaut, mit dem Flugkapitän Ewald Rohlf im Frühjahr 1958 zum Erstflug startete. Ein dreisitziger Kolibri V-2 mit geschlossener Kabine konnte noch im gleichen Jahr fertiggestellt werden. Im Winkel von 90 Grad auf Auslegern montierte 2- Blatt-Heckrotoren waren das besondere Merkmal der Borgward-Hubschrauber-Prototypen, die einen 3- Blatt-Hauptrotor mit 9,4 m Durchmesser aufzuweisen hatten und mit 260-PS-Lycoming-Motoren ausgerüs- tet waren.

Von Anfang an mußte Professor Focke den Ansichten von Borgward widersprechen, der für die Hubschrau- ber-Konstruktion Bauelemente aus der Automobil- Fertigung verwenden wollte. Prüfbestimmungen für die Abnahme durch das Luftfahrt-Bundesamt mußten in Anpassung an die in den USA praktizierten Vor- schriften ausgearbeitet werden, während die deut- schen Herstellerfirmen an der Lieferung luftfahrt- tauglicher Spezialteile in Sonderanfertigung in zu- nächst kleiner Stückzahl kein Interesse zeigten.



Borgward »Kolibri«.

Borgward hatte mehr als 4 Millionen DM für die Fertigungsvorbereitungen und den Prototypenbau ausgegeben, als sein Unternehmen 1961 infolge rückläufigen Automobil-Absatzes den Konkurs anmelden mußte, der auch der Hubschrauber-Entwicklung ein Ende setzte.

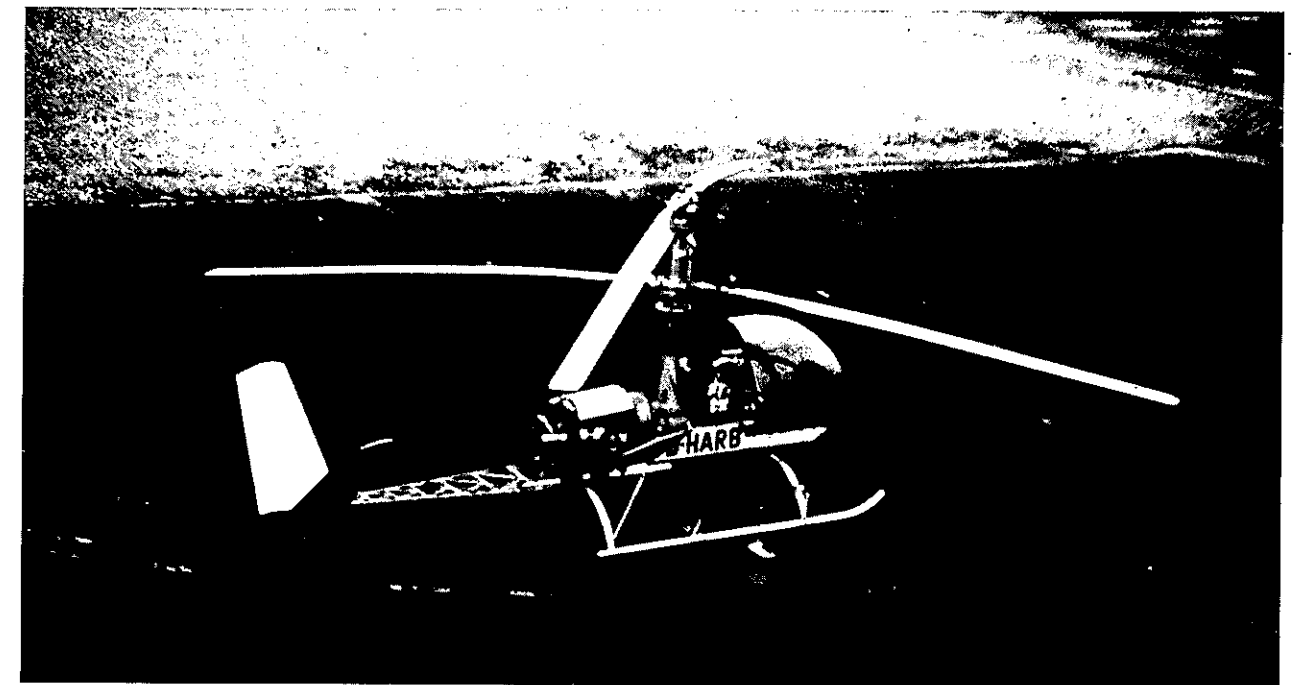
Wagner/HTM »Rotorcar« und »Skytrac«

Ingenieur Josef Wagner hatte während des Zweiten Weltkriegs als Konstrukteur bei der Messerschmitt AG gearbeitet, nach dem Verbot aller fliegerischen Aktivitäten gründete er in Friedrichshafen am Bodensee eine Werkzeugmaschinenfabrik, die er zu einem gewinnträchtigen Unternehmen ausbaute.

Sein Interesse an Flugzeugkonstruktionen veranlaßte ihn 1960, sich mit den Plänen für einen Leichthubschrauber zu befassen. Er entschied sich für das koaxiale Rotorsystem, das mit dem Verzicht auf den Heckrotor Vorteile versprach. Der erste einsitzige Hubschrauber der »Wagner Helicopter Technik« war mit einem selbstgebauten Dreizylinder-Zweitaktmotor von 72 PS ausgerüstet und erhielt von der Firma Hänle gefertigte Rotorblätter aus glasfaserverstärk-

tem Kunststoff. Nachdem mit der geringen Motorleistung keine praktischen Einsatzmöglichkeiten für einen Arbeitshubschrauber bestanden, wurde von der Entwicklungsmannschaft unter der Leitung von Dipl.-Ing. Alfred Vogt der zweisitzige Koaxialhubschrauber »Skytrac« gebaut, der mit einem 260-PS-Franklin-Motor 1965 erstmals flog und am 26. September 1969 als erster deutscher Hubschrauber nach dem Zweiten Weltkrieg die Musterzulassung vom Luftfahrt-Bundesamt erhielt.

10 Meter betrug der Durchmesser der koaxial angeordneten Rotorpaare, die Reisegeschwindigkeit des durchaus brauchbaren Hubschraubers mit einem Abfluggewicht von 1500 kg lag bei 140 km/h. Weitere Ausführungen wurden als »Rotorcar« mit geschlossener Kabine und 4-Rad-Fahrwerk gebaut. Die ersten Schwierigkeiten traten auf, als die Firma Franklin die Produktion der Flugmotoren einstellte und Wagner auf Lycoming-Motoren umrüsten mußte. Das inzwischen als »Helicopter Technik München« (HTM) umbenannte und nach Feldkirchen bei München verlegte Unternehmen konnte die Kosten für den Umbau und die Anlaufkosten für eine Serienfertigung nicht selbst tragen, und mußte 1972 den Konkurs anmelden.



Wagner-HTM »Skytrac«.

Aerotechnik Frankfurt: nur ein Prototyp

Sehr eigenwillig im Aufbau konstruierte Wolfgang Müller seinen ersten einsitzigen Hubschrauber WGM 21 mit vier Rotoren von je 2,6 m Durchmesser auf Auslegern. Als Triebwerk benutzte er einen 700-ccm-BMW-Motor. Wie beim Wagner-Helikopter war der Pilotensitz offen, das Gerät erhielt 1968 eine experimentelle Zulassung vom Luftfahrt-Bundesamt und flog tatsächlich mit Steuerhilfe durch Verstellung der rückwärtigen Rotorebenen. Eine zweisitzige Version WGM 22 wurde nur als Attrappe gebaut, für eine Serienfertigung ergaben sich keine Aussichten.

England: »Airmaster« ohne Erfolg

Konventionell mit Zweiblatt-Hauptrotor (7 m Durchmesser) und Zweiblatt-Heckrotor baute die Airmaster Helicopter Ltd. in Camberley, Surrey/England, einen zweisitzigen Leichthubschrauber mit Gitterrumpf, der mit einem 100-PS-Rolls-Royce-Motor bei einem Abfluggewicht von 544 kg ausreichend motorisiert war. Die Leistungsdaten mit 153 km/h

Höchstgeschwindigkeit, 3000 m Dienstgipfelhöhe und 370 km Reichweite entsprachen allen Forderungen, die in dieser Größenklasse gestellt werden konnten, dennoch fanden sich für den Hubschrauber, der im Februar 1972 erstmals flog, keine Finanzpartner zur Übernahme der Kosten für eine Serienfertigung.

Phillips »Phillicopter« in Australien

Der Versuch, mit bescheidenen Mitteln eine eigene Hubschrauberfertigung aufzubauen, mißlang auch in Australien. Etwas größer als die »Airmaster« konstruierte Mr. Phillips in New South Wales 1967 die zweisitzige »Phillicopter« Mk 1 mit einem 145-PS-Rolls-Royce-Continental-Motor für ein maximales Abfluggewicht von 748 kg.

1971 startete der erste Prototyp des ersten australischen Hubschraubers zum Erstflug, er unterschied sich von der »Airmaster« durch eine »Goldfisch-Aquarium«-Cockpit-Verglasung und einen größeren Durchmesser (7,77 m) des Hauptrotors. Der Gitterrumpf-Heckausleger entsprach dem Vergleichsmuster. Acht Bestellungen für die Mk-1 konnte

Phillips bereits während der Erprobungsphase notieren, die sich über mehrere Jahre erstreckte, so daß auch dieser Hubschrauber nach zehnjähriger Entwicklungsarbeit nicht mehr aktuell war.

Robinson halbiert die Kosten

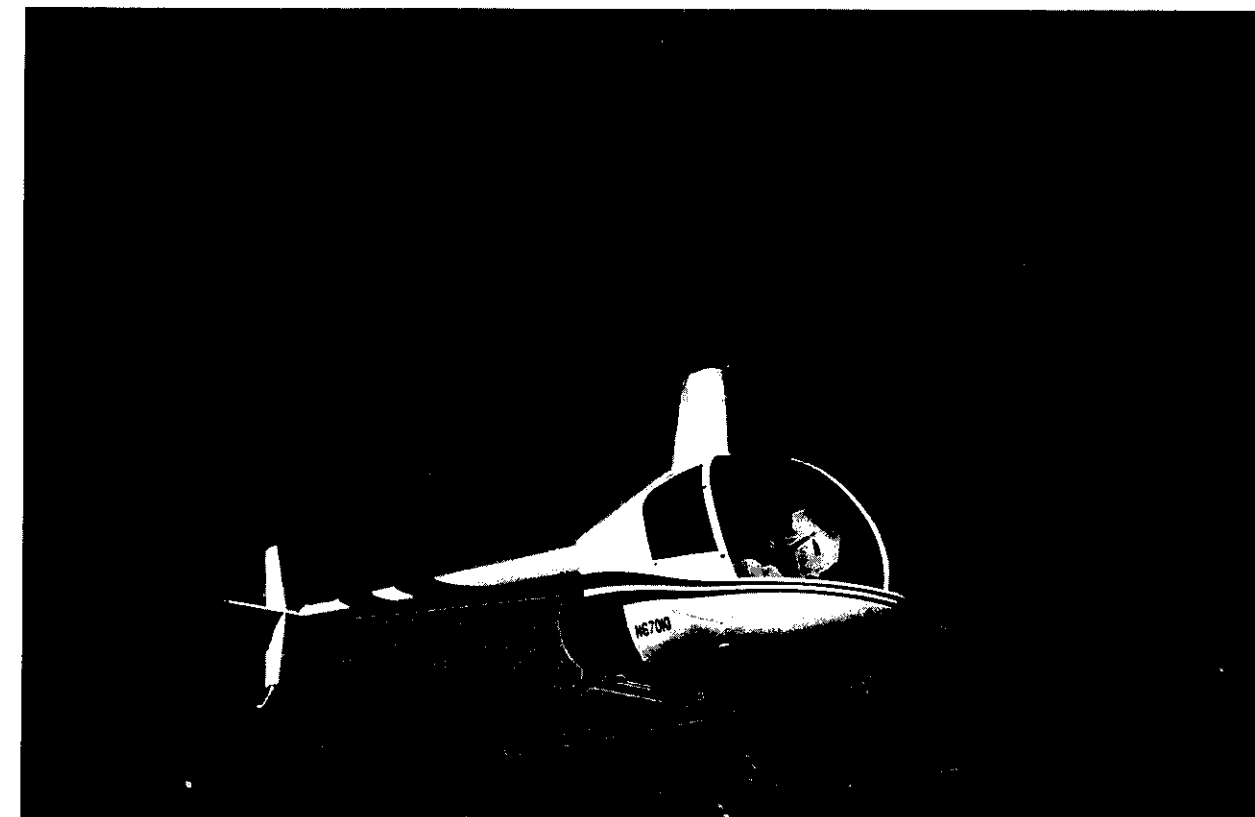
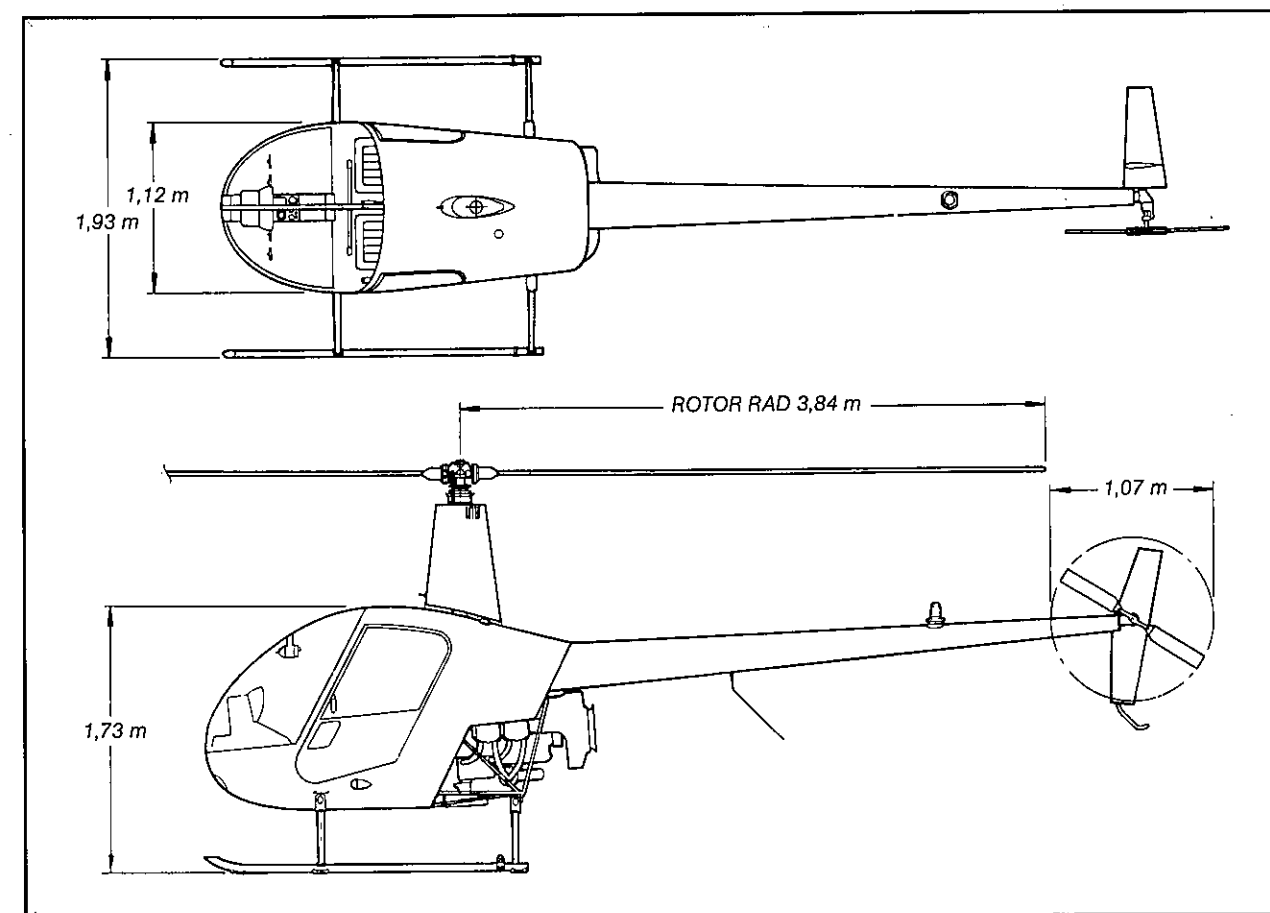
Die zweisitzige Robinson R 22 aus den USA hingegen blieb in ihrer Aktualität unschlagbar, 1981 wurde eine R-22 als 100. Hubschrauber aus der Serienfertigung an einen Kunden in Australien geliefert.

Als Grundlage für diese Erfolgsserie ist nicht allein die mit grenzenlosem Optimismus betriebene Werbung anzusehen, mit der die Robinson Helicopter Company in Torrance, Calif./USA den Hubschrauber propagierte. Franklin D. Robinson konnte 1973 bei der

Entwicklung der R 22 die Erfahrungen verwerten, die er mit 18jähriger Berufspraxis bei Bell Helicopter Textron, Kaman und Hughes gewonnen hatte. Sein Partner, C. K. LeFill, ist Besitzer eines Werkes, in dem Stahlrohre für Flugzeuge hergestellt werden, und somit Fachmann in bezug auf die Zuverlässigkeit und Sicherheit, die bei Präzisionsbauteilen für Flugzeuge und Hubschrauber vorausgesetzt werden.

Das Rumpfgestell der R 22 in geschweißter Stahlrohrbauweise zusammen mit dem vierbeinigen Landegestell ist dementsprechend stabil und bruchsticher, Hauptrotormast und Rotorpylon nehmen die bei Flugmanövern auftretenden Zug- und Biegebelastungen auf. Die Kraftübertragung vom Vierzylinder-Lycoming-Motor mit 115 PS (86 kW) an das Getriebe erfolgt über eine Keilriemenscheibe, in die auch ein Freilauf integriert ist. Nach dem Anlassen wird bei 60

Robinson R 22.



Robinson R 22.

Prozent der Triebwerkdrehzahl (ca. 1500 U/min) der Rotor eingekuppelt. Am Zweiblatt-Hauptrotor mit 7,67 m Durchmesser sind die Blätter gelenkig angeschlossen, eine Besonderheit bildet die Schlagbewegungsbegrenzung, die bei niedriger Rotordrehzahl das Ausweichen beziehungsweise Nach-unten-Schlagen der Blattspitzen verhindert und eine konstante lichte Höhe der Rotorebene von 2,40 m gewährleistet. Teflon-Lagerung der Wellen erspart Schmierstellen und vereinfacht den Wartungsaufwand. Außergewöhnlich ist vor allem der als Doppelsteuer T-förmig ausgebildete Knüppel für die kollektive Blattverstellung mit Gasdrehgriffen auf beiden Seiten.

Am 28. August 1975 fand der Erstflug des ersten Prototypen statt, im Frühjahr 1976 wurde ein zweiter Hubschrauber für die Flugerprobung eingesetzt, die am 16. März 1979 mit der Musterzulassung abgeschlossen wurde. Zu diesem Zeitpunkt lagen bei der

Robinson Helicopter Company 600 Festaufträge für die R 22 vor. Die erste Maschine aus der Serienfertigung wurde mit dem in der Leistung auf 150 PS (112 kW) verstärkten Lycoming-Motor 0-320-A2B geliefert. Eine Produktionsverzögerung entstand durch einen Unfall, der sich am 3. Mai 1980 ereignete. Unzureichende Verklebung der Hauptrotorblätter, die zu einer Ablösung der Schichten führte, wurde als Absturzursache festgestellt, außerdem war die Vorflugkontrolle vom Benutzer nicht mit der erforderlichen Sorgfalt durchgeführt worden.

Das Fertigungsverfahren wurde verbessert, bei den bis dahin gelieferten insgesamt 32 R 22 wurden die Blätter ausgetauscht.

Der Auftragsbestand war inzwischen auf 800 Bestellungen angestiegen, bei einer Fertigungsrate von einem Hubschrauber pro Arbeitstag, die auf 10 Maschinen pro Woche gesteigert wurde, war die Serienfertigung für die nächsten zwei Jahre fest verplant.

Leistungsverbesserungen ergaben sich durch die Verwendung des neuen Lycoming-Motors 0-320-B2C mit höherer Verdichtung, der, im Betrieb auf 124 PS gedrosselt, einen geringeren spezifischen Kraftstoffverbrauch aufwies. Die Ausführung R 22 HP (High Performance) blieb damit bei 178 km/m Reisegeschwindigkeit und 15,8 Liter Kraftstoffverbrauch pro 100 km, 4270 m Dienstgipfelhöhe und seit 1980 unverändertem Grundpreis in Höhe von 60 000 Dollar ein Bestseller, ideal für die Pilotenausbildung und den privaten Hubschrauberflugbetrieb.

Die vorgeschriebene TBO (Time Between Overhauls – Grundüberholzeit) der Hauptrotorblätter konnte von 1000 auf 2000 Betriebsstunden ausgedehnt werden. Bis ins Detail wurden von der Herstellerfirma die auftretenden Mängel und Reklamationen untersucht, hohe Verfügbarkeit und Nutzungsrate im Schulungsbetrieb förderte die weltweite Nachfrage nach diesem Hubschrauber, der 1982 mit einem 160-PS-Lycoming-Motor und verbesserter Instrumentierung 70 000 Dollar kostete.

Bruno Nagler: ein Hubschrauberpionier mit vielen Ideen

50 Jahre seines Lebens widmete Bruno Nagler mit einem nicht zu überbietenden Einfallsreichtum und hierzu in umgekehrten Verhältnis stehenden finanziellen Eigenmitteln der Entwicklung und Konstruktion von Hubschraubern. 1929 hatte er in Österreich mit seiner »Revoplane I« bei der damaligen Wirtschaftslage keine Chancen. 1930 kam er nach England. Mit Raoul Hafner als Partner kam er auch mit der »Revoplane II« nicht zum erhofften Erfolg. Er kehrte nach Wien zurück und erhielt nach dem »Anschluß« an das Großdeutsche Reich 1938 vom Reichsluftfahrtministerium eine Unterstützung für das 1-Mann-Tragschrauber-Projekt »Helicogyro«, an dem er zusammen mit Franz Rolz arbeitete. Anfangserfolge wurden durch den im Verlauf des Zweiten Weltkriegs nicht mehr vorhandenen Bedarf an einem derartigen Gerät illusorisch.

Nach dem Krieg versuchte Nagler in Brasilien seine Hubschrauber-Konstruktionsideen zu verwirklichen. Bei dem Stand der Technik in diesem Lande waren die Voraussetzungen hierfür nicht gegeben, er gründete nunmehr in den USA die Nagler Helicopter Company. 1955 waren dort die Absatzmöglichkeiten für

seine einsitzigen Koaxialhubschrauber NH 120 und NH 140 genauso bescheiden wie für alle anderen Grashüpfer, die in allen möglichen Varianten als Einzel-exemplare Eintagsfliegen blieben.

Als Erprobungsmuster für größere Ausführungen entwickelte Nagler 1965 die einsitzige »Honcho 100« und die zweisitzige »Honcho 200« mit »kaltem« Blattspitzenantrieb. Die Prototypen flogen mit einer Turbine für den Betrieb des Kompressors und zeigten brauchbare Flugeigenschaften. 1974 wurde das System von der hierfür gegründeten Phoenix Helicogyro Corporation mit der verbesserten Ausführung »Honcho 202« übernommen, die einen wassergekühlten Sechszylinder-Bootsmotor erhielt. Es war das letzte Projekt von Bruno Nagler, das nicht mehr zur Ausführung gelangte. Mit seinem Tode im Jahre 1979 verlor die Hubschrauberwelt einen sehr eigenwilligen Konstrukteur, der aufgrund der mit seinen Geräten erreichten Leistungen in Fachkreisen anerkannt war.

Wiedergeburt der Hiller UH-12

In der Klasse der dreisitzigen Kolbenhubschrauber hatte sich die Hiller-UH-12-Serie mit 2600 für zivile und militärische Verwendungen gelieferten Exemplaren verschiedener Varianten erfolgreich gezeigt. Stanley Hiller Jr. benötigte jedoch für die Entwicklung seines Turbinenhubschraubers im LOH-Programm und die zivile Version FH-1100 weitere Mittel, die ihm dann auch mit der Eingliederung seines Unternehmens als Fairchild Hiller Division in den Fairchild-Industrie-Konzern zur Verfügung standen. Allerdings bestimmte der Konzern nun auch die Geschäftspolitik.

Hiller selbst setzte sich 1965 von dem Unternehmen ab, das 1970 die Hubschrauberfertigung aufgab. Die Firma Heli-Parts in Portville, Calif., übernahm als Wartungsbetrieb die Betreuung und Ersatzteilversorgung für die vielen noch im Einsatz befindlichen UH-12 und die wenigen (insgesamt 250) gebauten FH-1100. 1972 erwarb das Wartungsunternehmen vom Fairchild-Konzern die Fertigungsrechte für die UH-12 und gründete für eine Neuauflage des Hubschraubers das Tochterunternehmen Hiller Aviation. Mit neuen Rotorblättern und einem 340-PS-(252,5-kW-)Lycoming-Motor wurde das maximale Abfluggewicht der UH-12 E auf 1270 kg erhöht. Die weitgehende Austauschbarkeit der Teile ergab eine wirt-

schaftliche Wartung, in Zusammenarbeit mit der So-loy Conversions Inc. wurde auch die Umrüstung auf Allison-Turbinen 250-C 20 eingeführt.

Von Oklahoma nach Wichita und zurück: der Weg der Brantly 305

N. O. Brantly hatte 1963 in Oklahoma nach der zweisitzigen B-2 die fünfsitzige, mit einem 305-PS-IVO-Kolbenmotor ausgerüstete Brantly 305 entwickelt. Der Erstflug dieser vergrößerten Ausführung mit einem Dreiblatt-Hauptrotor und Zweiblatt-Heckrotor fand im Januar 1964 statt, bereits im Juli 1965 erhielt der neue Hubschrauber die FAA-Zulassung. Die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Serienfertigung waren in dem Kleinbetrieb in Oklahoma nicht gegeben, dennoch wurden bis zur Übernahme der

Brantly Helicopter Corporation durch die Lear-Jet Industries in Wichita, Kansas ca. 30 Brantly 305 verkauft. Die weitere Nachfrage nach dem mit einem Kolbenmotor ausgerüsteten Hubschrauber war gering, er wurde schließlich in der Montagestraße der Flugzeugfirma durch den 2-Turbinen-Hubschrauber Gates Learjet abgelöst.

1970 erwarb Michael K. Hynes von der Learjet-Gesellschaft das Brantly-305-Projekt und brachte es mit allen Fertigungseinrichtungen zu der von ihm gegründeten Brantly-Hynes Helicopters Inc. nach Oklahoma zurück. Er war der Meinung, daß ein kleines Unternehmen mit geringem Verwaltungsaufwand durchaus wettbewerbsfähig sei. Offensichtlich findet jedoch die Brantly-Hynes 305 in unveränderter Ausführung mit ihrer den Turbinenhubschraubern unterlegenen Reisegeschwindigkeit von 177 km/h nur wenige Kaufinteressenten, so daß Hynes auch die zweisitzige Version B 2 noch einmal in kleiner Serie auflegte.

Brantly B 2.





Brantly 305.

Der Pilot sitzt links: die Hughes 300

Neben der Hiller UH-1 erreichte auch die dreisitzige Hughes 300 mit über 2500 verkauften Exemplaren eine Spitzenposition in der Leichtgewichtsklasse. Sie flog erstmals 1956 als Hughes 269 zweisitzig mit einem 170-PS-Lycoming-Motor und erhielt 1959 in der dreisitzigen Version Hughes 269 B die Musterzulassung. Ab 1961 wurde der Hubschrauber mit einem 180-PS-Motor in Serie gebaut, das maximale Abfluggewicht dieser Ausführung lag bei 757 kg, die Reise-

geschwindigkeit betrug 129 km/h. Die ersten Großaufträge wurden von der U.S. Army für die militärische Version TH 55 als Trainer und LOH erteilt. Für den zivilen Markt erhielt der Hubschrauber 1963 die Typenbezeichnung Hughes 300. Wegen der engen Raumverhältnisse im Cockpit wurde der Platz für den Piloten auf die linke Seite verlegt, er ist damit bei der Betätigung des kollektiven Blattverstellhebels durch den Passagier auf dem mittleren Sitz nicht behindert. Seit 1970 wird die Hughes 300 C mit einem 190-PS- (142-kW-)Lycoming-Motor in Serie gebaut. Der

Hersteller	Typ	Sitze	Triebwerk	PS	KW	Haupt- rotor zahl Blatt-	Ø (m)	Leergewicht kg	max. Abflugs- Gewicht kg	max. Reise- Geschw. km/h	Reichweite km
Robinson	R 22	2	Lycoming	150	112	2	7,67	361	590	174	386
Brantly	B 2	2	Lycoming	180	134	3	7,24	463	757	145	400
Hughes	300 C	3	Lycoming	190	142	3	8,18	476	930	145	370
Enstrom	F-28	3	Lycoming	205	153	3	9,75	680	1066	172	428
Enstrom	280	4	Lycoming	225	168	3	10,36	708	1179	177	488
Hiller	UH-12	3/4	Lycoming	340	253	2	10,80	798	1406	145	565

Durchmesser des Dreiblatt-Hauptrotors wurde von 7,62 auf 8,18 m vergrößert, das maximale Abfluggewicht erhöhte sich auf 930 kg, die Reisegeschwindigkeit konnte auf 145 km/h gesteigert werden.

Der Mehrzweckhubschrauber hat sich auf dem zivilen Sektor in der Agrarfliegerei, bei der Infrarot-Überwachung von Starkstromleitungen und bei der privaten Hubschrauberschulung bewährt, für die das Herstellerwerk ein Ausbildungsprogramm mit Handbüchern und audiovisuellen Lehrmitteln anbietet, das in mehr als 75 Flugschulen verwendet wird.

Breda Nardi übernahm die Lizenzfertigung der Hughes 300 in Italien. In den USA fliegt die Hughes 300 C »Sky Knight« mit Lautsprechern und Scheinwerfern als Polizeihubschrauber und wird bei den Fernsehanstalten als ENG-Plattform (Electronic News Gathering) zur direkten Übertragung von Fernsehaufnahmen eingesetzt. Trotz vieler weiterer Einsatzmöglichkeiten in der Fischerei, Forstwirtschaft, Landvermessung und Grenzüberwachung im Gebirge oder vor den Küsten waren die Verkaufszahlen seit dem Sommer 1981 rückläufig, so daß die Endmontage der Hughes 300 in Culver City vorübergehend gestoppt wurde.

Enstrom-Hubschrauber: Management und Mißmanagement

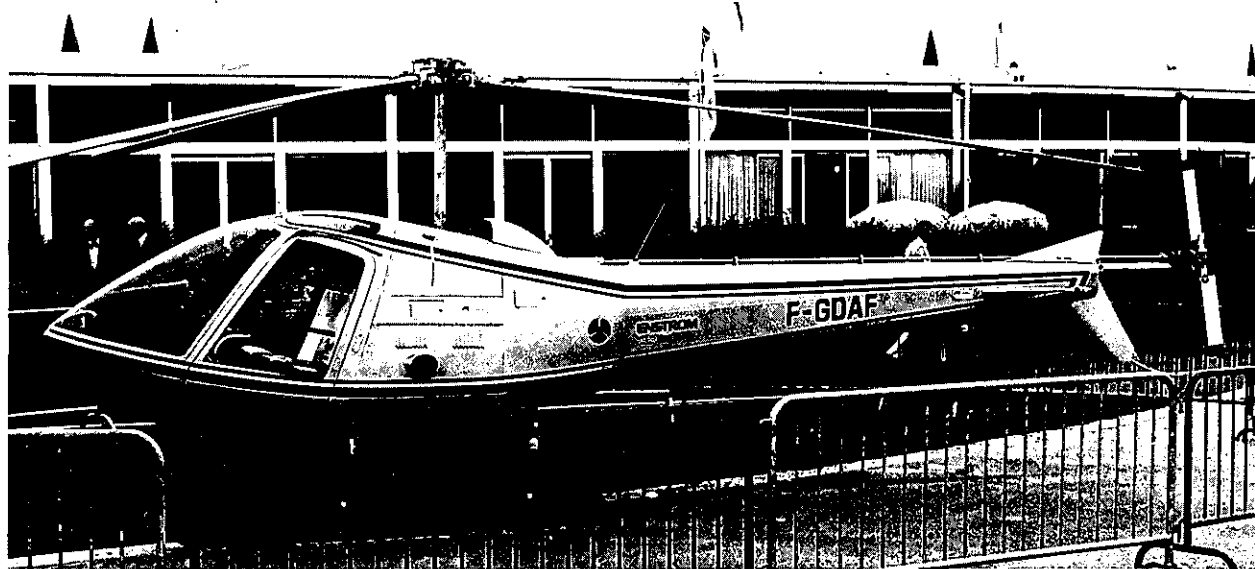
Rudolph J. Enstrom, der sich seit Jahren mit Hubschrauberentwicklungen befaßte, gründete 1959 in Menominee, Michigan/USA die R. J. Enstrom Helicopter Corporation mit Paul L. Shultz als Chefkonstrukteur. Im November 1960 begann die Flugerprobung des ersten Enstrom-Hubschraubers mit einem 180-PS-Lycoming-Motor, einem Dreiblatt-Hauptrotor (9,75 m Durchmesser) und einem Zweiblatt-Heckrotor. Die konstruktiven Besonderheiten dieses Prototyps traten bei allen Enstrom-Serien in Erscheinung. Es handelt sich hierbei um den keulenförmigen Rumpf in einer sehr attraktiven aerodynamisch ausgebildeten Form und einen verhältnismäßig hohen Rotormast, in dessen Inneren die Steuerungen für die kollektive und zyklische Blattverstellung verlaufen. Weiterhin ist der Riemenantrieb vom Motor zum Untersetzungsgetriebe für den Hauptrotor und der direkte Wellenantrieb für den Heckrotor zu erwähnen. 1965 begann nach der Musterzulassung die Serienfertigung der Enstrom F-28 mit einem 200-PS-Lycoming-Motor für ein maximales Abfluggewicht von



In der Hughes 300 sitzt der Pilot links.

907 kg (Leergewicht 590 kg) bei einer Reisegeschwindigkeit von 153 km/h. Bei drei nebeneinander angeordneten Sitzen befindet sich der Platz für den Piloten, wie bei der Hughes 300, auf der linken Seite. Mit gediegener Verkleidung ist der Lärmpegel in der Kabine sehr niedrig, die Lärmentwicklung nach außen ist bei der niedrigen Drehzahl des Hauptrotors (350 U/min) und der guten Dämpfung der Auspuffgeräusche umweltfreundlich.

In der Fachwelt erregte der Hubschrauber nicht geringes Aufsehen, leider entsprach der Verkaufserfolg nicht den Erwartungen. Die finanziellen Mittel des Firmengründers waren durch die Anlaufkosten erschöpft. Mit der Eingliederung des Unternehmens in die Pacific Airmotive Corporation wurde 1968 der Versuch unternommen, durch Kapitalzufluß die Fertigungseinrichtungen auszubauen und die Verkaufsaktivitäten zu verstärken. Zum gleichen Zeitpunkt wurde auch die leistungsstärkere Version F-28 mit einem Einspritzmotor aufgelegt. Bis Ende 1970 waren insgesamt 50 F-28 verkauft, mit den Schwierigkeiten



Enstrom F-28 C.

beim Serienanlauf der neuen Ausführung war das Unternehmen wiederum in eine ernsthafte Krise geraten. F. Lee Bailey, ein sehr berühmter und vermögender Rechtsanwalt, trat im Januar 1971 als Retter in der Not in Erscheinung. Als ehemaliger Marine-Pilot und Besitzer eines Hubschrauber-Pilotenscheins sowie einer Brantly B-2 hatte er einschlägige Erfahrungen aufzuweisen, außerdem war er Präsident der Brantly Helicopters, deren Aktienmajorität er besaß. Es ist nicht bekannt, welchen Preis er der Pacific Air-motive Corporation für die Übernahme der Enstrom Helicopters zahlte. Nachdem er jedoch von diesem Unternehmen behauptete, »es schwamm wie ein defektes U-Boot auf dem Grund in einem Meer von roten Zahlen«, darf man annehmen, daß sich dieser smarte Geschäftsmann bei der Transaktion nicht verausgabte. Er übernahm Paul L. Shultz als Technischen Direktor und brachte mit dem Aufbau einer schlagkräftigen Vertriebsorganisation den Laden in Schwung. Die neue Ausführung F-28 C mit einem 205-PS-(153-kW-)Turbolader erhielt in der Version 280 »Shark« einen aerodynamisch verfeinerten Rumpf und vor allem eine ansprechende Lackierung, mit der die elegante Linienführung noch unterstrichen wurde. Das maximale Abfluggewicht lag nunmehr bei 998 kg, Rotorsystem und weitere dynamischen Komponenten entsprachen unverändert dem Grundtyp.

Bis 1977 hatten die Enstrom-Händler in den USA, Großbritannien, Frankreich, Italien und in der Bundesrepublik über 500 Hubschrauber verkauft. Als viersitzige Ausführung wurde die 280 L »Hawk« mit einem 225-PS-(168-kW-)Lycoming-Turbolader, auf 10,36 m vergrößertem Hauptrotordurchmesser und 1179 kg Abfluggewicht angekündigt. Die Gründung einer Dachgesellschaft »Aircraft Management Associates« (AMA) im Sommer 1977, der die Enstrom Corporation nunmehr als Tochterfirma angehörte, war insofern verwunderlich, als beide Firmen zu fast 100 Prozent weiterhin F. Lee Bailey gehörten.

Eine weitere erstaunliche Aktion war im Sommer 1978 das Zugeständnis an die Mitarbeiter, in ihrer Freizeit zwei F-28 C »Shark« bauen zu dürfen, deren voller Verkaufserlös ihnen zugesagt wurde. Weniger erfreulich waren die von den amerikanischen Luftfahrtbehörden im Sommer 1978 beanstandeten Fehler im Heckrotor-System und die Reklamationen über mangelhafte Qualitätskontrollen in der Hubschrauberfertigung. Bailey erklärte hierzu, daß er gerade ein Buch über Flugsicherheit veröffentlicht habe. Gegenüber seinen Mitarbeitern vertrete er den Standpunkt, daß ein Rückgang in der Produktionsrate eher in Kauf zu nehmen sei als eine einzige nicht sorgfältig eingesetzte Niete am Hubschrauber.

Zum Jahresende 1978 übergab Bailey den Vorsitz in der Geschäftsführung der Enstrom Helicopter Corporation an Corwin Meyer, der bis dahin geschäftsführender Direktor der Dachorganisation AMA war. Das Geschäftsjahr 1979 begann mit der Freistellung von 180 der insgesamt 230 Arbeitnehmer im Fertigungsbetrieb, weil die Gesellschaft nicht mehr in der Lage war, die Arbeiter und die Zulieferanten zugleich zu bezahlen. Die in der Endmontage befindlichen ca. 23 Hubschrauber wurden bis zum Herbst 1979 fertiggestellt, dann schloß das Werk seine Tore und alle Mitarbeiter waren arbeitslos.

Auf dem Jahreskongreß der Helicopter Association of America im Januar 1980 gab die Enstrom Helicopter Corporation bekannt, daß sie 70 Neuaufträge für F-28 und F-280 notieren konnte. 90 Arbeiter wurden wieder eingestellt. In der Zwischenzeit hatte die holländische Bravo-Investment-Gesellschaft die Enstrom Helicopter Corporation mitsamt der Aircraft Management Associates (AMA) übernommen, das Produktionsprogramm sollte im verstärkten Umfang wieder anlaufen.

Ein neuer Enstrom-Entwurf: die Hillman 360

Doug Hillman hatte 1975 in den USA einen Eigenbau-Hubschrauber mit Wankelmotor konstruiert und daraus die Hillman »Hornet« mit einem 150-PS-Motor entwickelt. Bei den Flugtagen der amerikanischen

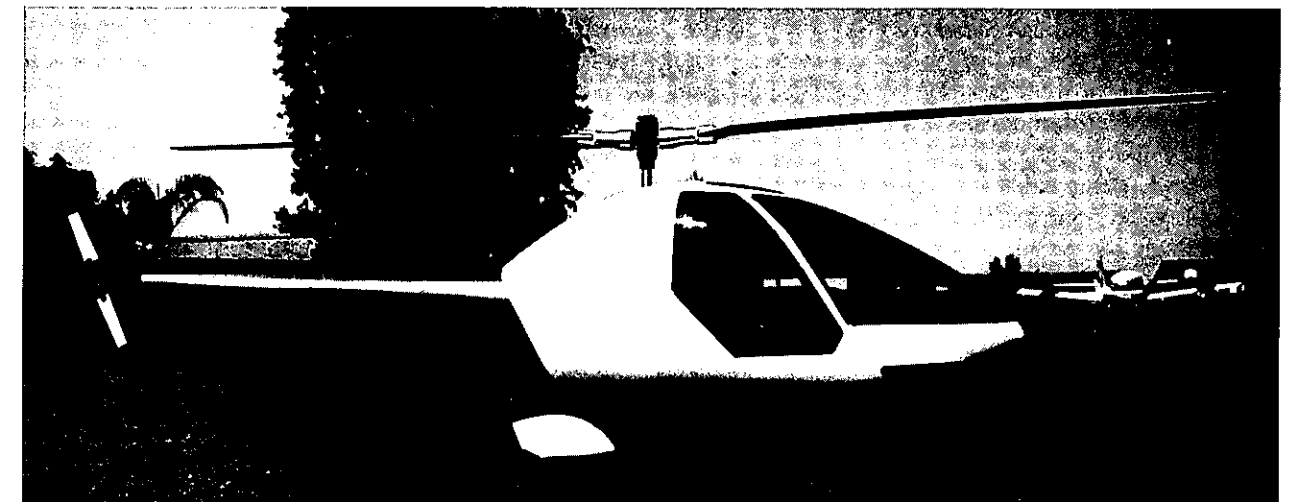
Gesellschaft für den Versuchsflugzeugbau (Experimental Aircraft Association), vergleichbar mit der Oskar Ursinus Vereinigung, erhielt er 1978 und 1979 die ersten Preise für die beste Hubschrauberkonstruktion und die damit gezeigten Flugvorführungen. Aus dem Prototyp entstand die zweisitzige Hillman »Hornet IIa« mit einem 205-PS-Lycoming-Motor, die als Bausatz und als komplett montiertes Fluggerät Abnehmer fand.

Für eine Weiterentwicklung gewann Hillman Rudolph J. Enstrom als Chefkonstrukteur. Das Ergebnis dieser Zusammenarbeit, die dreisitzige Hillman 360, flog erstmals im Oktober 1981 und soll eine Reisegeschwindigkeit von 185 km/h sowie eine Höchstgeschwindigkeit von 210 km/h erreichen. Der Zweiblatt-Hauptrotor (8,15 m Durchmesser) ist ebenso wie der Heckrotor (1,22 m) aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit einer Edelstahlvorderkante gefertigt, das Abfluggewicht des Hubschraubers liegt bei 988 kg.

Cierva LTH-1 und Silvercraft SH-4

Konstruktive Bewältigung technischer Probleme bedeutet keinesfalls einen sicheren Erfolg auf dem nur bedingt aufnahmefähigen Markt. Zum Abschluß der Betrachtungen sind drei im Grunde aussichtsreiche Projekte zu erwähnen, die noch einmal alle Startschwierigkeiten für eine gewinnbringende Serienfertigung aufzeigen.

Hillmann 360.



In Großbritannien sind die Namen von J. G. Weir und J. S. Shapiro ein Begriff für Pionierleistungen in der Hubschrauber-Entwicklung. Mit diesem Respekt ist der mit 2-Motoren-Sicherheit konstruierte fünfsitzige Koaxialhubschrauber Cierva LTH-1 zu betrachten. Seine Vorgeschichte begann 1960 mit dem Bau der zweiseitigen Prototypen »Grasshopper I« und »Grasshopper II«. Die erste »Grasshopper« flog im März 1962 mit zwei 65-PS-Walter-Minor-Motoren und offenem Cockpit, im November 1962 startete die »Grasshopper II« mit zwei 105-PS-Motoren gleichen Fabrikats und einer geschlossenen Kabine zum Erstflug.

Dipl.-Ing. Shapiro hatte für dieses Konzept zusammen mit F. G. Mitchell, dem Inhaber des gleichnamigen Ingenieurbüros, die Firma Rotorcraft Inc. gegründet. Nach dem Tode von Mitchell übernahm Air Comodore Weir mit der Gründung der Cierva Rotorcraft Ltd. als Nachfolgeunternehmen der seit 1926 bestehenden Cierva Autogiro Ltd. die Finanzierung des Vorhabens. Shapiro konnte als Chefkonstrukteur des neuen Unternehmens einen Prototyp bauen, der am 18. August 1969 erstmals flog. Ein zweiter Prototyp C. R. LTH-1 mit zwei Rolls-Royce-Continental-Motoren wurde auf der Farnborough Air Show 1970 der Öffentlichkeit vorgestellt. Der Durchmesser der gegenläufig drehenden Zweiblattrotoren betrug 9,75 m, mit knapp 1500 kg Abfluggewicht erreichte der Hubschrauber 193 km/h Reisegeschwindigkeit und 6100 m Dienstgipfelhöhe. Die Eigenmittel der Cierva Rotorcraft Ltd. reichten nur für die Flugerprobung, für die Musterzulassung und Serienfertigung war in England kein Geld aufzutreiben.

Die zwei- bis dreisitzige Silverkraft SH-4 wurde 1962 bei der SIAI-Marchetti SpA in Sesto Calense/Italien auf der Basis erprobter Systeme entwickelt, Fertigung und Vertrieb wurden der hierfür gegründeten Silvercraft SpA übertragen.

Nach dem Erstflug eines Prototyps im Mai 1965 wurden fünf Vorserienmaschinen gebaut, im September 1968 erhielt die SH-4 als erster italienischer Hubschrauber vom Registro-Aeronautica Italiano (RAI) die Betriebserlaubnis und kurz darauf auch die für den Export wichtige (amerikanische) FAA-Zulassung.

Zu den Besonderheiten der SH-4 zählten die holzverleimten Rotorblätter mit Außenhaut aus glasfaserverstärktem Kunststoff, der horizontal nicht im Schwerpunkt eingebaute 235-PS-Franklin-Motor und die variable Sitzanordnung im Cockpit – beim Flugbetrieb

mit drei Passagieren wird der Pilotensitz auf die linke Seite verlegt. Beim Zweiblatt-Hauptrotor mit 9,03 m Durchmesser sind die Blätter halbgelenkig angeschlossen, mit diesem System ergibt sich eine fast direkte Wirkung der Steuereingaben. Der Durchmesser des Heckrotors beträgt 1,04 m.

Die Reisegeschwindigkeit beläuft sich auf 130 bis 140 km/h, mit einem Einspritzmotor ist im Datenblatt für den Hubschrauber eine Dienstgipfelhöhe von 7500 m angegeben. Das maximale Abfluggewicht liegt bei 862 kg, das Leergewicht beträgt 510 kg. Für die Agrarfliegerei werden umfangreiche Sonderausrüstungen angeboten, darunter befindet sich auch ein Spezial-Transportanhänger, auf dem der Hubschrauber zu den Einsatzorten gebracht werden kann.

50 SH-4 wurden als erstes Fertigungslos gebaut und verkauft, nach der Eingliederung der SIAI Marchetti SpA in den Agusta-Konzern wurde zunächst keine neue Serie aufgelegt. Die Silvercraft SpA trat 1980 im Firmenverband Fiat Aviazioni mit einer neuen, zweiseitigen Ausführung SH-200 in Erscheinung, um zunächst die weiteren Marktchancen zu erkunden.

Argentinien: Cicaré SC. K. 1

Bei der 1972 gegründeten Gesellschaft zur Entwicklung und Konstruktion von Leichthubschraubern für militärische Verwendung und Landwirtschaftsfliegerei dienten die ersten Versuchsaufbauten CH-I, II und II als Erprobungsträger für die 1976 fertiggestellte Cicaré SC. K. 1.

Über 10 Keilriemen und ein Untersetzungsgetriebe wird bei diesem Hubschrauber ein Vierblatt-Hauptrotor mit 7,67 m Durchmesser betrieben, an den die aus glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigten Blätter ohne Schlag- und Schwenkgelenke angeschlossen sind. Der Zweiblatt-Heckrotor mit 1,10 m Durchmesser besitzt ebenfalls GfK-Blätter.

Die in der Erprobung mit diesem Rotorsystem und einem 200-PS-(149-kW-)Motor bei einem Abfluggewicht von 800 kg erreichten Flugleistungen (120 bis 160 km/h, 3900 m Gipfelhöhe) dürften in der weiteren Praxis noch eine Steigerung erfahren.

Für eine wirtschaftliche Serienfertigung ist jedoch die Unterstützung durch die argentinische Regierung mit militärischen Aufträgen erforderlich, da sich der Hubschrauber ausschließlich auf dem zivilen Sektor nicht behaupten könnte.

Kipprotoren, Kippflügler und andere Zukunftsprojekte

Die beachtlichen Geschwindigkeiten der modernen Hubschrauber werden von den Flächenflugzeugen immer noch überboten, ein enormer Kraftstoffverbrauch sowie eine größere Lärmentwicklung sind weiterhin als Nachteile der konventionellen Hubschraubertypen zu betrachten. Kipprotoren, die im Vorwärtsflug als Propeller wirksam werden, bieten sich als Lösung an, mit doppelter Reisegeschwindigkeit wirtschaftlich zu fliegen.

Der Weg zur Bell XV-15, mit der dieses Ziel in der Flugerprobung erreicht wurde, war mit großen Schwierigkeiten gepflastert. Seit mehr als 100 Jahren haben sich Erfinder mit derartigen Geräten befaßt. Im ersten Band der »Technik und Geschichte der Hubschrauber« wurden verschiedene Projekte bereits erwähnt:

1845 hat Cossus als erster einen Verwandlungshubschrauber mit einer Tragschraube und zwei Kipprotoren dargestellt,

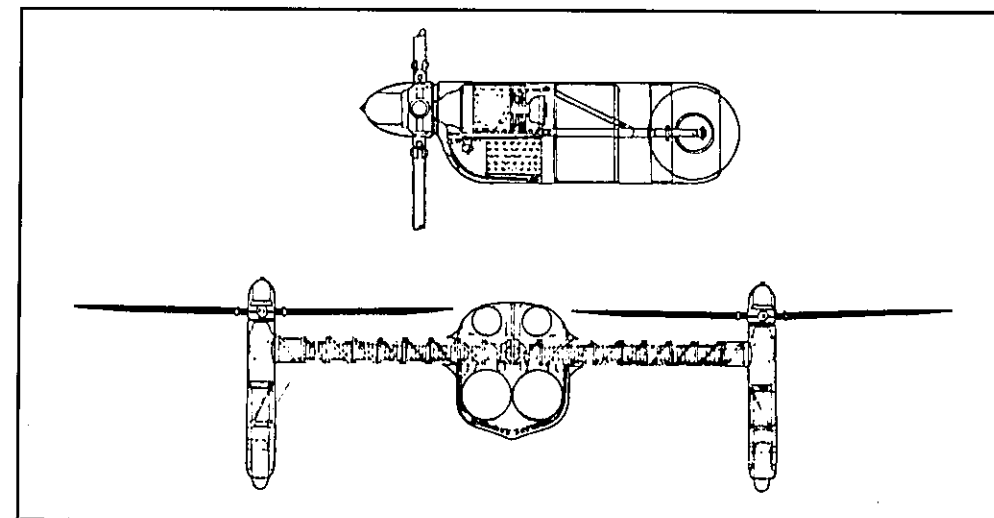
1861 erhielt Mortimer Nelson ein US-Patent für zwei kippbare Rotormaste mit je vier Rotorebenen, 1862 wurde Luther C. Crowell ein US-Patent für zwei neigbare Rotoren erteilt,

1896 erhielt Dr. Beenen in Dresden ein Deutsches Reichspatent für seine Konstruktion mit kippbarem Hauptrotor und zusätzlichem Heckrotor, 1921 stellte Otto Schmidt in Bergen/Vogtland ein Schraubenflugzeug vor, das mit kippbaren Rotoren bereits die Grundzüge der Bell XV-15 aufwies.

1937 entwickelte L. E. Baynes in England einen Verwandlungshubschrauber, der als Bomber und Aufklärer eingesetzt werden sollte. Die Pläne für dieses militärische Projekt wurden damals nicht veröffentlicht. Baynes »Heliplane« war mit zwei Kipprotoren in Gondeln an den Tragflächen für eine Spitzengeschwindigkeit von mehr als 500 km/h und eine Reichweite von über 1000 km ausgelegt

Die ersten Verwandlungshubschrauber mit Kipprotoren nach dem Zweiten Weltkrieg

In den USA begannen 1945 bei der Transcendental Aircraft Corporation die Entwicklungsarbeiten für einen Kipprotor-Verwandlungshubschrauber, mit dem neun Jahre später der Übergang vom Vertikal- zum



Baynes-Verwandlungshubschrauber »Heliplane«.

Horizontalflug (Transition) erstmals gelang. Das Transcendental-Modell 1 G (Abfluggewicht 744 kg) war als einsitziges experimentelles Fluggerät mit einem 160-PS-Lycoming-Motor zum Antrieb der beiden an den Flügelspitzen angeordneten Dreiblattrotoren von je 5,2 m Durchmesser ausgerüstet, das vertikale Aufkippen der Rotoren um 84 Grad erfolgte mit Elektromotoren.

Am 15. Juni 1954 startete die 1 G zum Erstflug, im Dezember 1954 fand die erste Transition statt. Bis zum Absturz in den Delaware-Fluß im Juli 1955, bei dem das Gerät zu Bruch ging, wurde die Transitionstechnik in mehr als 100 Testflügen erprobt.

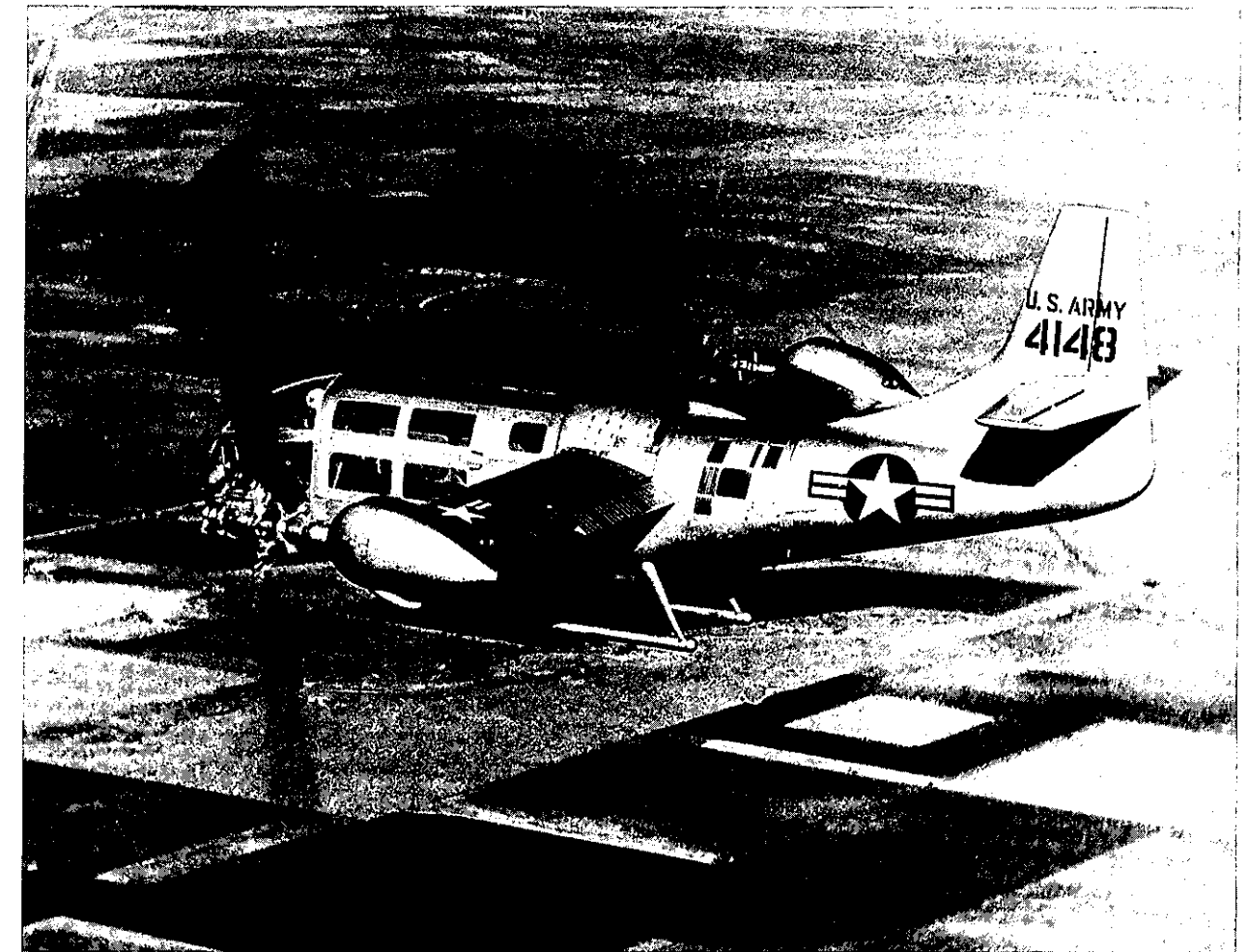
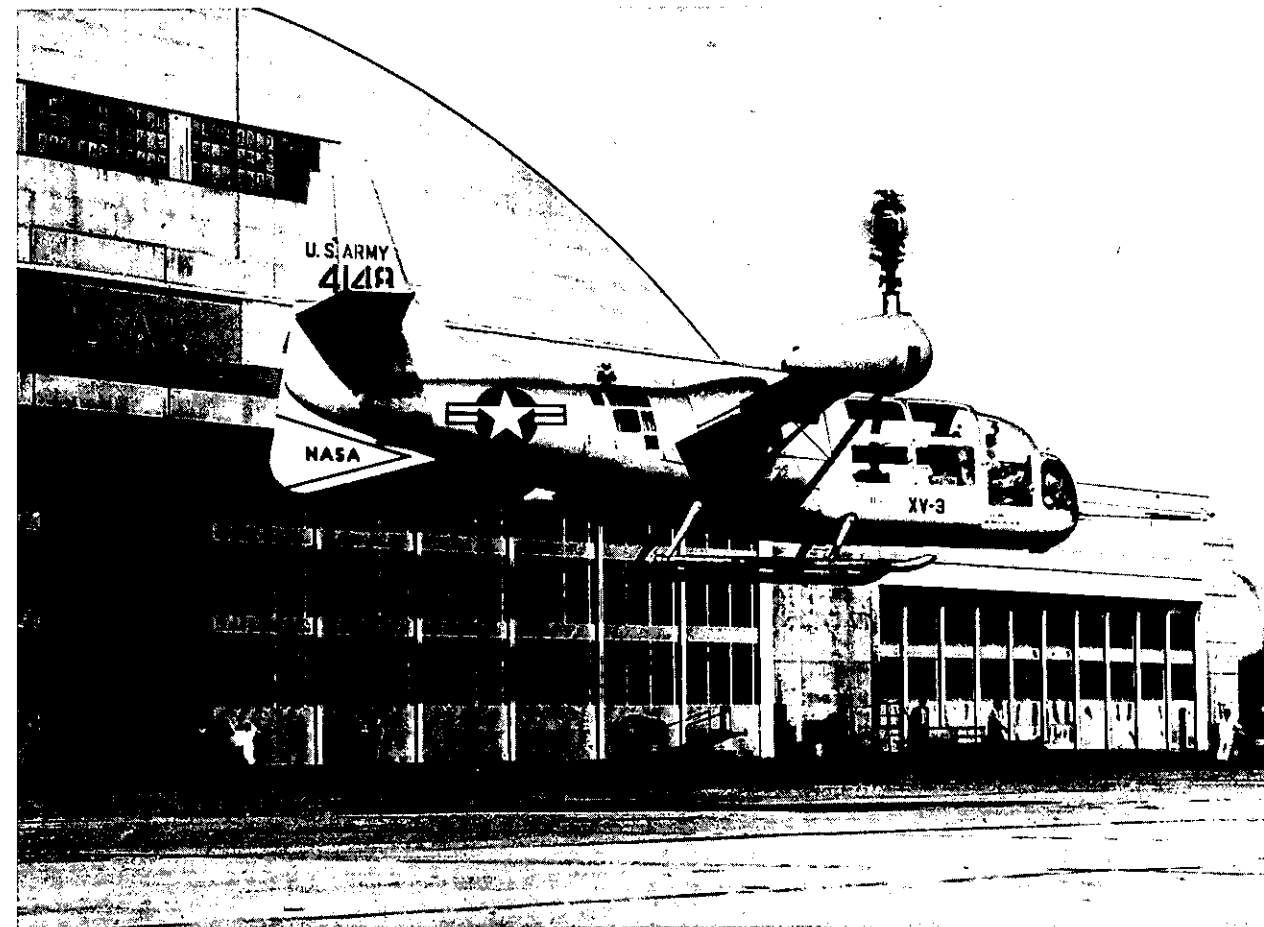
Der Nachfolgetyp, das Transcendental-Modell 2, war als Zweisitzer mit einem 250-PS-Lycoming-Motor ausgerüstet. Zu diesem Zeitpunkt hatte Bell Helicop-

ter Textron den Auftrag für das Kipprotor-Projekt XV-3 erhalten, so daß Transcendental die weiteren Arbeiten einstellte.

Das Bell-Modell 200 (XV-3)

Mit zwei Dreiblattrotoren mit Schlag- und Schwenkgelenken (Rotordurchmesser je 7 m) flog das Versuchsmuster Bell XV-3 erstmals am 23. August 1955. Die Leistung des 450-PS-Pratt-&-Whitney-Motors war für einen normalen Hubschrauber sehr ansehnlich, für einen Verwandlungshubschrauber insgesamt nicht zufriedenstellend. Für den Fall eines Triebwerksausfalls war die Möglichkeit zum Kippen der Rotoren und zum Übergang zur Autorotation sichergestellt.

Bell XV-3 im Senkrechtstart.



Bell XV-3 im Horizontalflug.

Die zunächst mit 15-Grad-Drehungen erprobten Übergänge vom Vertikal- zum Horizontalflug befriedigten nicht. Im Oktober 1956 wurde schließlich der erste Prototyp bei einer Bruchlandung zerstört.

Nach der Umstellung auf halbstarre Zweiblattrotoren mit je 10 m Durchmesser flog der nächste Prototyp Bell XV-3 am 18. Dezember 1958 die erste Transition mit 90-Grad-Verstellung der Rotorebenen und erreichte dabei knapp 200 km/h im Vorwärtsflug. Als Spitzenleistungen im Verlauf der bis 1962 fortgesetzten Flugerprobung sind 291 km/h Höchstgeschwindigkeit, 24 km/h im Seitwärts- und Rückwärtsflug sowie eine Gipfelhöhe von 3660 Metern zu erwähnen, die mit dem 2177 kg schweren Gerät erflogen wurden.

Flugzeugfirmen erproben Verwandlungshubschrauber mit Verstellpropeller-Rotoren

Die DOAK Aircraft Company in Torrance, Calif., entwickelte 1957 für die U.S. Army als Prototyp das DOAK-Modell 16 (Abfluggewicht zunächst 1180 kg) mit zwei kippbaren Mantelpropellern an den Enden der Tragflächen.

Im Februar 1958 begann die Flugerprobung des mit einer 840-PS-Lycoming-Turbine ausgerüsteten Gerätes auf dem Flugplatz von Torrance. Mit einer Ableitung der Auspuffströmung am Heck war die Steuerbarkeit im Vertikal- und Schwebeflug erleichtert, die

ersten Übergänge vom Schwebeflug zum Horizontalflug wurden auf der Edwards Air Force Base in Kalifornien geflogen.

Das DOAK-Modell 16 erreichte mit einem Abfluggewicht von nunmehr 1452 kg Geschwindigkeiten bis zu 370 km/h in knapp 2000 m Höhe und wurde von der Douglas Aircraft Company an die NASA zur weiteren Erprobung abgegeben.

In Eigeninitiative entwickelte die Curtiss-Wright Corporation in New Jersey den Kipprotor-Verwandlungshubschrauber Modell X-100, der im März 1960 als Einsitzer mit einer 825-PS-Lycoming-Wellenturbine zum Erstflug startete. Das Abfluggewicht betrug hierbei 1700 kg. Zwei Dreiblattrotoren mit je 3,05 m Durchmesser wirkten in einem 90-Grad-Kippbereich mit 1240 U/min beim Senkrecht- und 1120 U/min beim Vorwärtsflug. Auch bei diesem Gerät dienten verstellbare Austrittsdüsen als Steuerhilfe beim Vertikal- und Schwebeflug.

Für das anschließend ebenfalls auf eigene Kosten entwickelte Tandem-Verwandlungshubschraubermodell 200 mit vier kippbaren Rotoren (3,96 m Durchmesser) erhielt Curtiss-Wright 1962 von der U.S. Army den Auftrag zum Bau von zwei Prototypen mit der militärischen Bezeichnung X-19 A. Sechssitzig, mit einem maximalen Abfluggewicht von 6197 kg für den Senkrechtstart und 6690 kg beim Schrägstart, war die »Convertiplane« mit zwei Lycoming-Wellenturbinen T-55 von je 2200 PS Leistung ausgerüstet und sollte mit einer Höchstgeschwindigkeit von 740 km/h und 650 km/h Reisegeschwindigkeit fliegen.

Der erste Schwebeflug fand im Sommer 1964 statt, 1965 wurde das Projekt nach Absturz des Gerätes eingestellt.

Bell Aerospace Systems: ein Mantelpropeller-Verwandlungsflugzeug im Test

1962 erhielt die Bell Aerospace Systems Company vom US-Verteidigungsministerium den Auftrag zum Bau von zwei Mantelschrauben-Verwandlungsflugzeugen in einer mit dem Curtiss-Wright-Modell 200 vergleichbaren Ausführung. Vier General-Electric-Wellenturbinen T-58 mit je 1250 PS, paarweise vor dem Leitwerk montiert, lieferten den Antrieb für vier ummantelte Dreiblattpropeller mit je 2,12 m Durchmesser, die an beiden Rumpfsseiten und auf dem Leit-

werksträger (Spannweite 12 m) um 90 Grad kippbar angebracht waren. Die maximale Drehzahl der Propeller betrug 2590 U/min. Mit einer Anordnung der Triebwerkausgänge im Winkel von 65 Grad wurde von den Abgasen zusätzlicher Startschub geliefert. Das Abfluggewicht der X-22 A (Bell Modell D 2127) betrug etwa 6800 kg, im Cockpit befand sich der Platz für zwei Piloten (auf Schleudersitzen), in der Kabine hinter den beiden vorderen Mantelschrauben war Platz für sechs Passagiere oder 544 kg Nutzlast.

Der Erstflug des ersten Prototyps X-22 A fand im März 1966 statt. Im Verlauf der Flugerprobung wurden Senkrechtstarts und Transitionen vom Schwebeflug zum Horizontalflug mit Geschwindigkeiten bis zu 160 km/h durchgeführt, bei denen die Mantelschrauben in 20 Sekunden um 90 Grad gekippt wurden. Auch bei diesem Bell-Projekt wurde der erste Prototyp durch eine Bruchlandung zerstört. Die Unfalluntersuchung ergab, daß nach einem STOL-Start (Short Take-Off and Landing; Kurzstart und -landung) bei 30 Grad Kipplage der Mantelschrauben die Hydraulik-Warnanzeige einen Defekt aufzeigte und der Pilot nach komplettem Hydraulik-Ausfall eine Senkrecht-Landung eingeleitet hatte. Bei diesem Manöver war es nicht möglich gewesen, die Geschwindigkeit genügend herabzusetzen, das Flugzeug zerbrach beim Aufprall in zwei Teile.

Der Erstflug des zweiten Prototyps Bell X-22 A fand am 26. Januar 1967 mit einem Abfluggewicht von 8020 kg statt. Mit dieser Maschine wurden etwa 80 Flugstunden absolviert und dabei Horizontal-Geschwindigkeiten bis 370 km/h und eine maximale Schwebeflughöhe von 2445 m erreicht.

Mit der XV-15 hat Bell Helicopter Textron die Zukunft im Griff

1971 erprobte Bell Helicopter Textron im Windkanal der NASA wiederum einen kippbaren Dreiblattrotor mit 7,82 m Durchmesser und erhielt 1973 den Auftrag zum Bau von zwei Verwandlungshubschraubern mit diesen Kipprotoren. Im Oktober 1976 war die erste Bell 301 mit einem von Rockwell International gelieferten Rumpf und leicht nach vorn gepfeilten Tragflächen fertiggestellt und ging mit der militärischen Typenbezeichnung XV-15 in die Erprobung. Mit einem Leergewicht von 5897 kg und einem maximalen Abfluggewicht von 5897 kg für VTOL (Vertical Take-

Off and Landing – Senkrechtstart und -landung) und 6800 kg für STOL war sie mit zwei Lycoming-Turbinen LTC-1 von je 1550 PS bestückt und für eine Reisegeschwindigkeit von 562 km/h, eine Spitzengeschwindigkeit von 675 km/h, eine Dienstgipfelhöhe von 8840 m und eine Reichweite über 825 km berechnet.

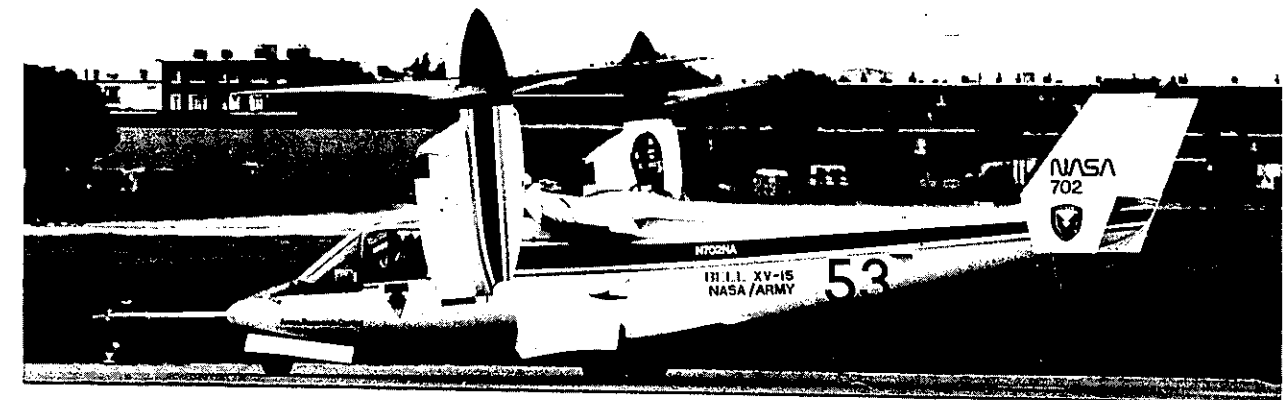
Sie startete am 3. Mai 1977 zum ersten Schwebeflug, die ersten Transitionserprobungen wurden mit einer Vorwärtsgeschwindigkeit von 75 km/h geflogen, im Seitwärtsflug wurde die XV-15 bis 40 km/h und im Rückwärtsflug bis 28 km/h getestet. Es folgten eingehende Untersuchungen der hierbei auftretenden Probleme im Windkanal der NASA.

Mit dem zweiten Prototyp wurden die ersten Schwebeflüge im Mai 1979 durchgeführt und im Juli 1979 die Rotorgondeln erstmals um 90 Grad gekippt. Diese Veränderung der Lage der Rotorebenen wird wie bei den ersten Erprobungen mit 75 km/h Vorwärtsgeschwindigkeit eingeleitet und führt zu einer rasanten Beschleunigung, umgekehrt (abwärts) beginnt die Konversion bei über 200 km/h. Der schnelle Wechsel der Rotorstellung dauert bei der XV-15 zwölf Sekun-

den, der langsame Wechsel (slow conversion) dauert eine Minute. In jeder Phase besteht hierbei die Möglichkeit, den Vorgang, falls erforderlich, abubrechen und in die vorausgegangene Flugbewegung zurückzukehren.

Die Steuereingaben erfolgen wie bei einem normalen Hubschrauber mit dem kollektiven und zyklischen Blattverstellhebel und den Seitenpedalen. Am Kollektiv befindet sich ein Umschaltknopf für den Hubschrauber-/Flugzeugbetrieb (helicopter airplane mode) und ein Schiebeknopf zur Regelung der Leistungseingaben. Eine Mastmomentanzeige und Winkelanzeige für die Lage der Rotorebenen gehören zur zusätzlichen Instrumentierung. Im Schwebeflug beträgt die Rotordrehzahl 600 U/min. Mit der Transition wird die Blattverstellung automatisch blockiert, die XV-15 wird dann mit Quer-, Seiten- und Höhenruder geflogen. Wichtig ist die Verbindungswelle zwischen beiden Triebwerken, die normalerweise unbelastet dreht und bei Ausfall eines Triebwerks die Aufrechterhaltung eines symmetrischen Rotorschubs gewährleistet. Die Autorotation ist mit der XV-15 unproblematisch.

Bell XV-15 in Le Bourget.



Am 17. Juni 1980 flog die XV-15 mit 554 km/h einen Geschwindigkeitsweltrekord, als nächstes Ziel soll die 600-km/h-Grenze erreicht werden. Beide XV-15-Prototypen dienen außerdem bei der NASA als Erprobungsträger für zukünftige militärische und zivile Verwendungen. Die bisher bei diesen Fluggeräten verwendeten Metallblätter sollen durch GfK-Rotorblätter ersetzt werden, um noch bessere Flugeigenschaften zu erreichen. Bisher wurde die XV-15 mit einer maximalen Kurvenlage (angle of bank) von 60 Grad erprobt.

Auf dem Aéroson Paris 1981 war der Verwandlungshubschrauber bei den täglichen Flugvorführungen die größte Attraktion, aufmerksam beobachtet



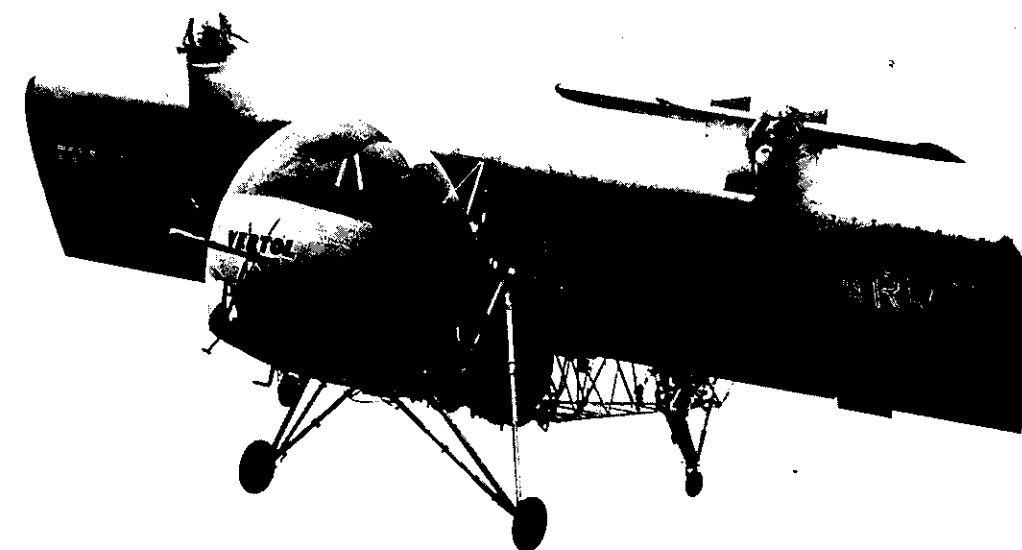
◀ Bell XV-15 im Vertikal und Horizontalflug.



von den Experten aus dem Ostblock, die sich ebenfalls mit derartigen Projekten befassen, und von der französischen Konkurrenz, die seit 1972 am Kipprotor-Projekt X-910 arbeitet. Der Vorschlag der Aérospatiale unterscheidet sich von dem Verwandlungshubschrauber der Bell Helicopter Textron durch die Anordnung der Triebwerke (zwei Turboméca-Ariel-Turbinen mit je 478 oder 565 kW) oberhalb des Rumpfes und den Antrieb der an den Tragflügelenden befindlichen Rotoren mit je 5 m Durchmesser über Wellen. Das Abfluggewicht dieses Gerätes soll 2560 kg betragen.

Bell Helicopter Textron befaßt sich bereits mit der Entwicklung eines Kipprotorhubschraubers mit einem Abfluggewicht von 16 t und einer Aufnahmefähigkeit von 30 Passagieren, für den bei doppelter Reisegeschwindigkeit ein um die Hälfte reduzierter Kraftstoffverbrauch gegenüber konventionellen Hubschraubern errechnet wurde. Das schwierigste Problem für dieses Zukunftsprojekt Bell D 326 sind die auf über 500 Millionen Dollar geschätzten Entwicklungskosten.

Militärische Versionen könnten nach weiterer Erprobung dem Konzept zum Durchbruch verhelfen, als nächste Stufe hat Bell auch einen Verwandlungshubschrauber mit 3 Turbinen (Bell 303) eingeplant, der bei Ausfall eines Triebwerks erhöhte Sicherheit im Flugbetrieb bieten soll.



Vertol-Modell 76.

Der erste Kippflügler flog bei Boeing Vertol

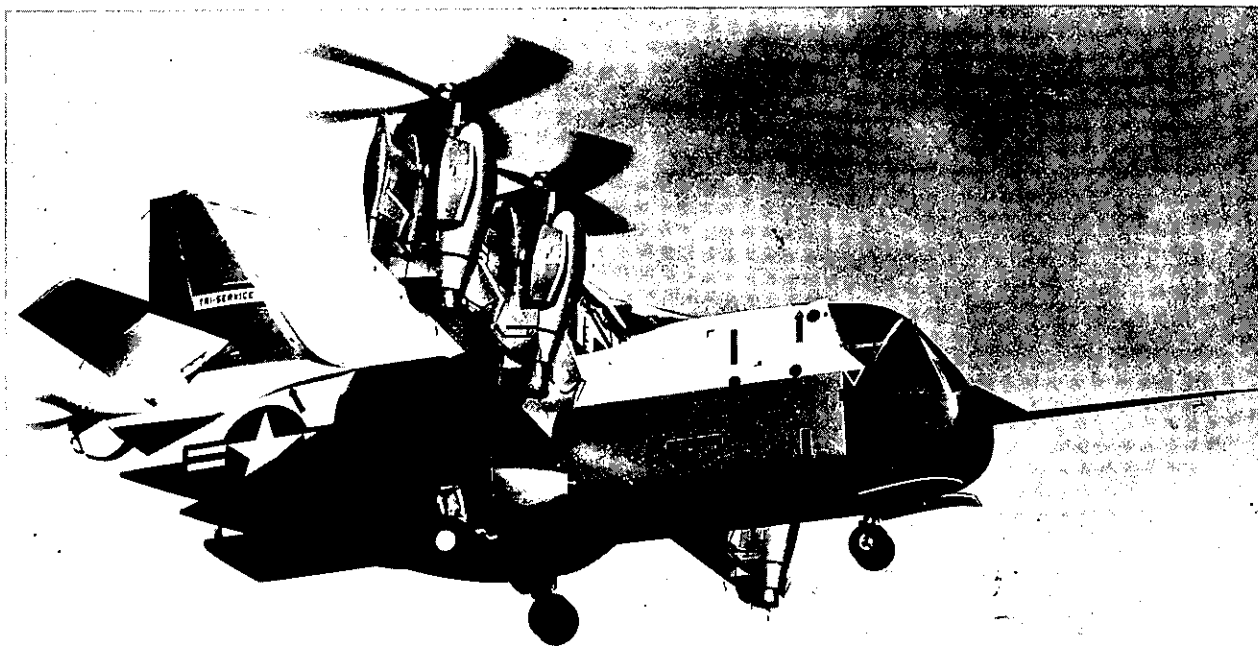
Len LaVassar, Vertol-Testpilot und später Leiter der Boeing-Vertol-Flugerprobung, demonstrierte als erster am 15. Juli 1958 mit dem Kippflügler-Modell Vertol 76 einen Hubschrauber-Senkrechtstart mit anschließendem Übergang zum Horizontalflug und landete dann mit wiederum um 90 Grad aufwärts gekippten Tragflächen.

Das einsitzige Modell Vertol 76 mit seinen an den Kippflügeln befindlichen Vierblattrotoren von 2,90 m Durchmesser war mit einer 825-PS-Lycoming-Wellenturbine ausgerüstet, sein Abfluggewicht lag bei 1440 kg. Ursprünglich für ein Versuchsprogramm der U.S. Army und Navy entwickelt, absolvierte dieser Kippflügler mit der Projekt-Nummer VZ-2 insgesamt

448 Flüge und wurde auch als Erprobungsgerät für die Piloteneinweisung bei den Kippflügler-Projekten von Chance-Vought-Hiller-Ryan- und Canadair verwendet.

Das Kippflügler-Gemeinschaftsprogramm XC-142 A

Die bisher größten Erfolge auf dem Kippflüglergebiet wurden Mitte der 60er Jahre mit der LTV (Ling-Temco-Vought-) XC 142 A (vorher Chance-Vought-Hiller-Ryan XC-142 A) erreicht, die mit vier General-Electric-Turpoprop-Triebwerken von je 2850 PS, vier Vierblattpropellern mit je 4,72 m Durchmesser und einem waagrecht angeordneten Dreiblatt-Heckrotor von 2,44 m Durchmesser ausgerüstet war.



LTV XC-142.

Von den Partnerfirmen in diesem Programm hatte Hiller seine Erfahrungen aus dem von 1957 bis 1962 betriebenen Tilt-Wing-Convertiplane-Projekt X-18 eingebracht. Am 24. November 1959 war der Hiller X-18 zu seinem Erstflug gestartet und flog 1960 mit einer Flügelverstellung bis zum 50-Grad-Winkel. Als Besonderheit wies dieser Kippflügler zwei nahezu in der Mitte der Tragflächen montierte gegenläufig drehende Dreiblatt-Koaxialrotoren mit je 4,9 m Durchmesser auf und war neben zwei 5850-PS-Turbo-Prop-Triebwerken von Allison mit einem Westinghouse J-34 »Turbo Jet« am Heckausleger für die Flugsteuerung in den Übergangsphasen ausgerüstet. Die Ryan Aeronautical Company in San Diego, Calif., hatte 1958/59 im Auftrag der U.S. Army die zweisitzige Ryan Model 92 »Vertiplane« gebaut, die mit zwei Dreiblatt-Propellern auf den Tragflächen und verstellbaren Ablenkflächen für den Luftstrom (slip stream flaps) versehen war. Die Rotoren/Propeller wurden mit einer 1000-PS-Lycoming-Wellenturbine betrieben, eine Auspuffstrahlenlenkung am Heck diente der Stabilisierung im Schwebeflug. Nach Erprobungen im NASA-Windkanal startete die Ryan »Verti-

plane« im Januar 1959 zum Erstflug, der Startvorgang umfaßte das Abheben mit 40 km/h nach 9 m Rollstrecke, das Gerät wurde im Schwebeflug und im Übergang zum Vorwärtsflug getestet. Nach 21 Flügen ist die »Vertiplane« im Februar 1959 infolge eines Versagens der Antriebssysteme der Propeller abgestürzt, der Pilot konnte sich mit dem Schleudersitz retten.

Für das Projekt XC-142 A wurde die Chance Vought Aircraft Corporation, die sich 1961 mit Ling Temco Electronics zusammengeschlossen hatte, von der U.S. Army als Hauptauftragnehmer eingesetzt. Hiller lieferte die Rotoren und das Getriebe, Ryan baute den rückwärtigen Rumpf, die Tragflächen und die Triebwerksgondeln, LTV war für den Bau der restlichen Teile des Rumpfs zuständig.

Die Vierblattrotoren drehten auf der linken Tragfläche im Uhrzeigersinn und entgegengesetzt hierzu auf der rechten Tragfläche. Der Kippbereich für die Flügel erstreckte sich auf 100 Grad.

Die Flugerprobung begann am 29. September 1964 mit einem Vertikalstart und ebenfalls senkrechter Landung, im Dezember 1964 wurden die ersten

Schwebeflüge durchgeführt, im Januar 1965 erfolgte aus dem Schwebeflug erstmals der Übergang zum Horizontalflug und zurück.

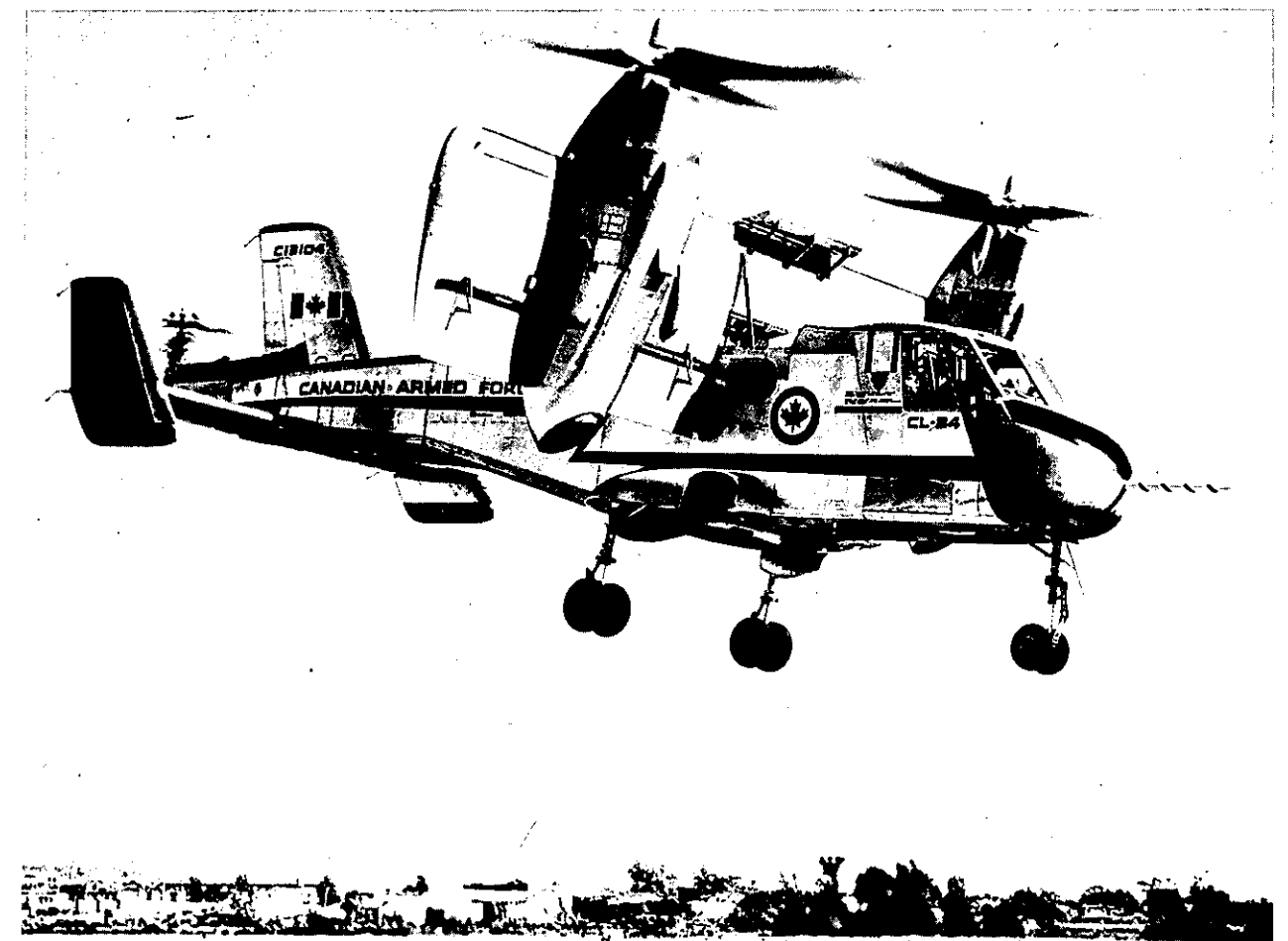
Mit einem Abfluggewicht von 17 000 kg VTOL (Vertikalstart) und 20 185 kg STOL (Schrägstart), einer Flügelspannweite von 20,57 m und 17,1 m Gesamtlänge war die XC 142 ein imponierendes Fluggerät, das auf dem Aéroson Paris 1967 neben dem Schwenkflügler F-111 das größte Aufsehen erregte. Insgesamt absolvierte der Kippflügler über 350 Flugstunden, erreichte 717 km/h im Vorwärts-, 46 km/h im Seitwärts- und 37 km/h im Rückwärtsflug sowie eine Flughöhe von maximal 7620 m. Für den wirtschaftlichen Reiseflug konnten nach Wahl die beiden inneren oder die beiden äußeren Triebwerke abgeschaltet werden.

CL-84 »Dynavert«.

Fünf Prototypen wurden gebaut, eine XC-142 ging am 11. Mai 1967 durch Absturz verloren, zwei weitere Maschinen wurden im gleichen Jahr durch Überschlag am Boden und durch Kollision mit einem Hallentor so stark beschädigt, daß sie nicht mehr repariert werden konnten.

Ein Kippflügler aus Kanada: die CL-84 »Dynavert«

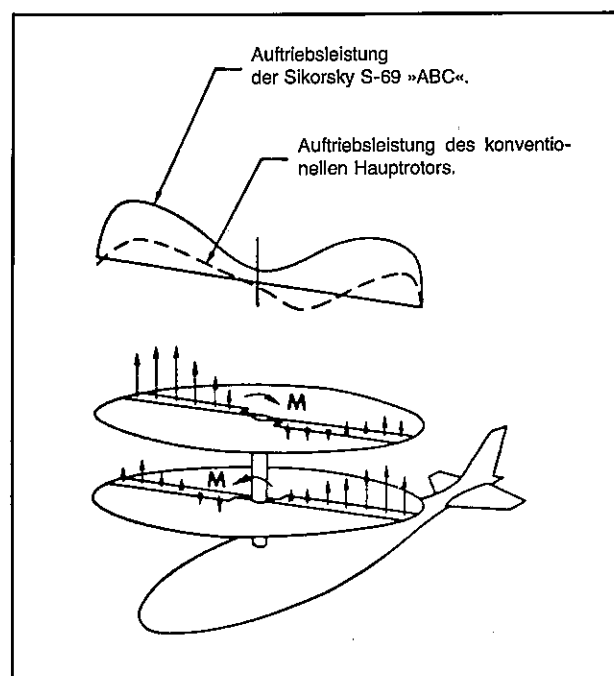
In Kanada wurde 1956 das Entwicklungsprojekt für einen Kippflügler mit zwei Rotoren in Arbeit genommen. Kanadische Piloten hatten die Möglichkeit, auch das Boeing-Vertol-Modell 76 zu testen. Unterstützt vom kanadischen Verteidigungsministerium, begann



die Canadair 1963 mit dem Bau von drei Prototypen des Kippflüglers CL-84 »Dynavert« mit zwei Lycoming-Turbo-Prop-Triebwerken von je 1400 PS, zwei Vierblattpropellern (Rotoren) von je 4,47 m Durchmesser und einem horizontal angeordneten Koaxial-Heckrotor mit zwei gegenläufig drehenden Vierblattrotoren von je 2,13 m Durchmesser. Die Tragflächen waren im Winkel von 2 bis 102 Grad kippbar, der Heckausleger wurde im Vorwärtsflug auf 45 Grad verstellt, wobei der Heckrotor stillgelegt war.

Das Abfluggewicht der CL-84 betrug maximal 5534 kg beim Senkrechtstart und 6678 kg beim Schrägstart. Nach dem Erstflug im Mai 1965 wurde im Januar 1966 der Übergang zum Horizontalflug erstmals praktisch erprobt. Bis zu einem Unfall im September 1967 hatte der erste Prototyp 145 Flugstunden absolviert, eine maximale Geschwindigkeit von 491 km/h erreicht und seine Manövrierfähigkeit und Steuerbarkeit in Rollen bewiesen. Weitere Versionen (CL-84-1 mit 2 x 1500 PS, CL-84-1 C mit 2 x 1800 PS und CL-84 1 D mit 2 x 1900 PS) wurden gebaut, das maximale Abfluggewicht konnte damit auf 6803 kg VTOL beziehungsweise 7620 kg STOL gesteigert werden.

Auftriebsleistungen mit einer sowie zwei entgegengesetzt drehenden Rotorebenen.



Die Eignung der CL-84 für Marine-Einsätze (ASW – Anti Submarine Warfare) wurde im U.S. Naval Air Test Center Patuxent River, Maryland, getestet. Eine größere Ausführung Canadian SCS CL-84 mit maximalem Abfluggewicht von 13 154 kg VTOL und 16 239 kg STOL sowie einer Höchstgeschwindigkeit von 695 km/h und einer Reichweite von 2595 km befand sich in der Entwicklung, als das Projekt 1965 eingestellt wurde.

Auf dem Reißbrett: Kippflügler BO 140 von MBB

Mit dem entwicklungsreifen Vorschlag des Kurz- und Senkrechtstartflugzeugs BO 140 ging das führende deutsche Luft- und Raumfahrtunternehmen Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH 1969 einen Schritt weiter in die Kippflügler-Zukunft. Die Projektdaten bezogen sich auf eine installierte Leistung von 4 x 11 400 PS bei einem Abfluggewicht von 51 t, einem Fassungsvermögen von 80 bis 100 Soldaten mit Ausrüstung und 685 km/h Reisegeschwindigkeit. Mit 800 kg Nutzlast sollte der Kippflügler 10 000 m Dienstgipfelhöhe erreichen.

Das Projekt wurde von der hierfür eingesetzten Sachverständigenkommission nicht akzeptiert, weil eine konkrete Forderung nach einem V/STOL-Transporter seitens des Bundesministeriums der Verteidigung nicht mehr bestand und man annehmen konnte, daß zivile Luftfahrtgesellschaften, zum Beispiel die Luftansa, rotorbetriebene Luftfahrzeuge als »nicht fail safe« grundsätzlich ablehnen würden.

Sikorsky S-69: das ABC-Konzept

Mit den auf einer Ebene Auftrieb erzeugenden Hauptrotorblättern entstehen bei höheren Geschwindigkeiten durch die jeweils rücklaufenden Blätter ungünstige Strömungsverhältnisse, die nach den Überlegungen der Sikorsky-Aircraft-Entwicklungsmannschaft mit einem ABC-(Advancing Blade Concept/Vorlaufendes Rotorblatt-)Konzept zu eliminieren sind.

Starr angeschlossene gegenläufig drehende Koaxialrotoren gewährleisteten hierbei eine gleichmäßige Auftriebsverteilung durch die vorlaufenden Blätter. Ein Heckrotor als Stabilisator ist nicht erforderlich.



Sikorsky S-69 »ABC-Konzept«.

Im Gegensatz zu den Koaxialhubschraubern Kamow Ka-25 und Ka-26, die für jede Rotorebene eine Taumelscheibe aufweisen, besitzt das Koaxialrotorsystem der S-69 eine gemeinsame Taumelscheibe für beide Rotorebenen.

Für die Durchführung des Vorhabens erhielt das Unternehmen 1972 vom Forschungsamt der US-Heeresflieger (U.S. Army Air Mobility Research and Development Laboratory in Fort Eustis, Virginia) den Auftrag zur Entwicklung und Erprobung eines Versuchshubschraubers.

Das Erprobungsprogramm erstreckt sich auf die Untersuchung des Flugverhaltens in der Ausführung als reiner Hubschrauber mit einer Pratt & Whitney-Turbo-Twin-Wellenturbine von 1825 PS/1360 kW (Phase I) und in der Ausführung als Verbundhubschrauber mit zwei zusätzlichen Pratt & Whitney-Strahltriebwerken von je 13,35 kN Schubleistung am Rumpf (Phase II).

Die Flugerprobung in der Testphase I begann am 26. Juli 1973 und wurde im August 1973 durch einen Unfall unterbrochen. Aus dem Untersuchungsergebnis

war zu entnehmen, daß der Kippbereich der Taumelscheibe wegen der nicht vorhandenen zyklischen Blattverstellmöglichkeit erweitert werden mußte. Im Juli 1975 flog der Versuchsträger als reiner Hubschrauber wiederum mit der bei gelenklosen Rotorsystemen zu erwartenden ausgezeichneten Steuerfolgbarkeit.

Der Prototyp wurde nunmehr mit den zusätzlichen Schubtriebwerken ausgerüstet, das Abfluggewicht erhöhte sich hierbei von 4082 auf 5035 kg. Änderungen am Rotorsystem waren nicht erforderlich, der Rotordurchmesser betrug 11,97 m bei 30 cm Abstand der Rotorebenen untereinander. Die mit Titanholmen und Nomex-Wabengerippe aufgebauten Blätter besaßen eine Außenhaut aus glasfaserverstärktem Kunststoff und waren mit dem von der Sikorsky Aircraft entwickelten BIM-Kontrollsystem (Blade Inspection Method) mit sofortiger Anzeige möglicherweise auftretender Bruchstellen ausgestattet.

In Geländefolgeflügen und Kurvenlagen bis 90 Grad wurde die Manövrierfähigkeit getestet, im Hochgeschwindigkeitsflug erreichten 1977 die Testpiloten Byron Graham und Ronald Holasek 296 km/h auf ebener Bahn, 360 km/h im Bahnneigungsflug mit Lastvielfachen bis 2 g sowie 74 km/h im Seitwärts- und 56 km/h im Rückwärtsflug.

Die ohne Heckrotor sehr geringe Lärmentwicklung war bemerkenswert. 1979 lagen die mit dem ABC-Versuchsträger erfliegenen Höchstleistungen bei 444 km/h auf ebener Bahn und 555 km/h bei 7-Grad-Abwärtsneigung. Als maximale Flughöhe wurden 7777 m registriert. Bei der NASA wird das Rotorsystem weiterhin im Windkanal erprobt.

RSRA-Sikorsky S-72

Im Auftrag der U.S. Army und NASA begann 1974 das Forschungsprogramm RSRA (Rotor Systems Research Aircraft) zur Erprobung zukünftiger Rotor- und Antriebssysteme für Hubschrauber.

Die Untersuchungen erstrecken sich hierbei neben den Windkanaltests vor allem auf Erprobungen unter realen Bedingungen. Zwei Versuchsträger S-72 wurden bei der Sikorsky Aircraft in Auftrag gegeben, von denen der erste im Juni 1976 fertiggestellt war und im Oktober 1976 in der Version als reiner Hubschrauber mit Tragflächen erstmals flog. Der Heckausleger ent-

sprach mit einem T-Leitwerk bereits den für die Flugzeugkonfiguration aerodynamischen Erfordernissen. Die Erprobung begann mit einem Fünfblatt-Hauptrotor (18,90 m Durchmesser) der Sikorsky S-61 und einem Fünfblatt-Heckrotor (3,25 m Durchmesser) sowie zwei General-Electric-Wellenturbinen T-58 von je 1400 PS (1044 kW) Startleistung bei einem Abfluggewicht von 8346 kg.

Als Rettungssystem für die Besatzung besitzt der Versuchsträger Schleudersitze im Cockpit und eine pyrotechnische Abtrennvorrichtung der Hauptrotorblätter. Ein Fly-by-wire-Steuersystem sowie ein rechnergestütztes Flugkontrollsystem und spezielle Meßvorrichtungen der während des Fluges auftretenden Belastungen wurden bereits beim Prototyp verwendet, dessen Erprobung nach 25 Flügen im Februar 1977 abgeschlossen war.

Als Verbundhubschrauber startete der nächste Versuchsträger am 10. April 1978 mit zwei zusätzlichen Turbofan-Triebwerken TF-34 von General Electric (je 41,26 kN Schub) zum Erstflug. Sein Abfluggewicht beträgt 11 900 kg, die Tragflächen mit 13,75 m Spannweite sind im Anstellwinkel verstellbar. Als Hubschrauber wird die S-72 im Schwebeflug und in Manövern bis 300 km/h erprobt, in der Verbundhubschrauber-Version soll der Versuchsträger Geschwindigkeiten bis 555 km/h erreichen.

X-Wing: Konzept mit knappem Budget

Die Lockheed Corporation erarbeitete für die amerikanische Wehrtechnik-Forschungsbehörde DARPA (Defense Advanced Research Project Agency) das Konzept eines Flugzeugs, das mit einem gelenklosen Vierblattrotor starten soll, der nach dem Übergang in den Vorwärtsflug bei 320 km/h abgebremst wird und dann als Starrflügler wirkt, um Geschwindigkeiten bis 700 km/h zu erreichen.

Die Rotorblätter sind nicht verstellbar und erzeugen den Auftrieb durch den Coanda-Effekt mit Schlitzdüsen an den Hinterkanten. Der Luftstrom läßt sich hierbei so modulieren, daß dieselbe Wirkung wie bei einer zyklischen Blattverstellung erreicht wird. Bei dem rücklaufenden Blatt wird der Auftriebsverlust durch einen weiteren Schlitz ausgeglichen, der sich an der Vorderkante befindet und in dieser Stellung, in Flugrichtung gesehen, nach rückwärts wirkt.

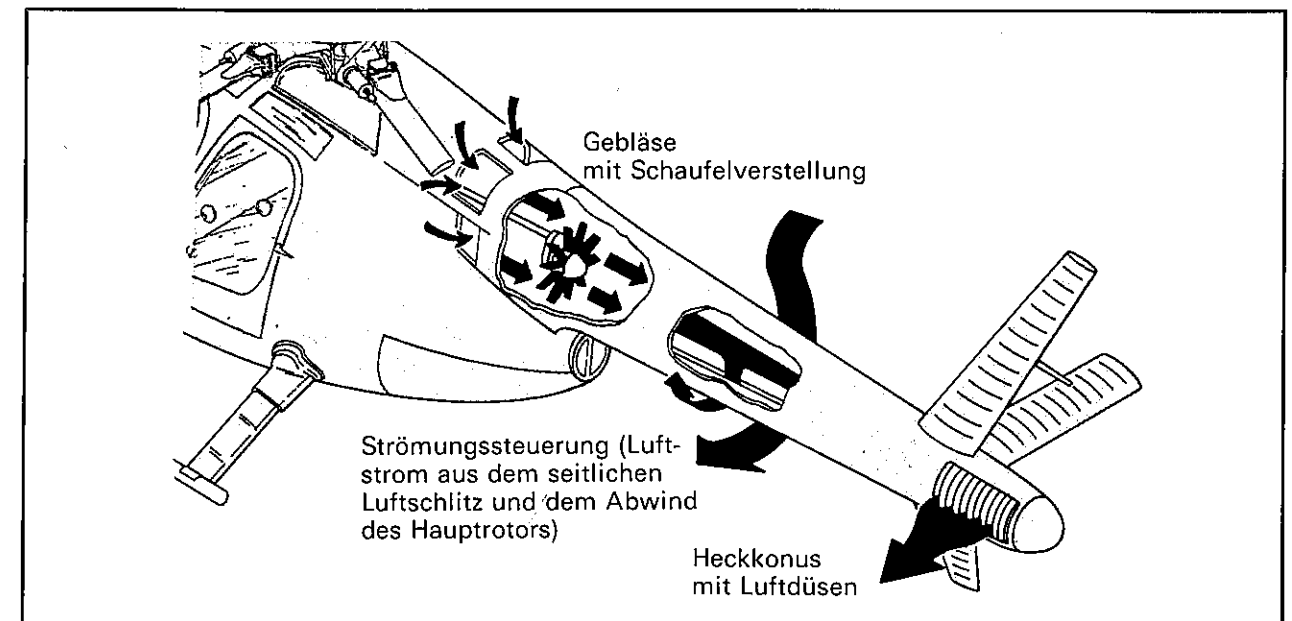
Bisher ist das System nur mit einem 1:2-Modell im Windkanal getestet worden. Lockheed will den Bau eines Versuchstyps mit einer Allison-Turbine nicht mit eigenen Mitteln finanzieren und bemüht sich um eine weitere Förderung durch die Forschungsbehörden, eventuell in Zusammenarbeit mit der Sikorsky Aircraft Division.

Hughes NOTAR (No Tail Rotor)

Das Problem des Drehmomentausgleichs, so alt wie der Hubschrauber selbst, wurde mit allen Möglichkeiten immer wieder untersucht. Die Nutzung der Auspuffströmung, 1944 bei der von J. G. Weir und C. G. Pullin in Großbritannien entwickelten W-9, 1945 bei der von Stanley Hiller Jr. in den USA entwickelten J-5, 1950 bei der SNCAN »Norelfe« von Jean Cantinneau in Frankreich und in Spanien kreiert, fand 1981 bei der Hughes NOTAR eine innovative Variante.

Als Erprobungsträger für das Projekt, an dem die Entwicklungsmannschaft der Hughes Helicopters Inc. 15 Monate arbeitete, diente eine Hughes OH-6 mit verstärktem Heckausleger, in dem ein Mantelpropeller den verdichteten Luftstrom durch einen Schlitz an der rechten Unterseite ausbläst.

Hughes »NOTAR« Strömungswirkungen.



Piaseckis »Helistat« mit vier Piloten

Frank N. Piasecki kam auf die (bereits 1920 von Oemichen praktizierte) Idee, die Auftriebsleistung der Rotoren für den Transport von Schwerlasten mit einem Luftschiff-Aufbau zu erhöhen.

Für diese Zeppelin-Drehflügler-Kombination dachte er zunächst an vier Sikorsky-S-58-Hubschrauber, die aus Restbeständen der Armee günstig zu beschaffen wären. Die Hubschrauber könnten auf dem Gestell zusammenmontiert allein eingesetzt werden, zusammen mit dem Luftschiff würden sie 140 t Tragkraft bringen.

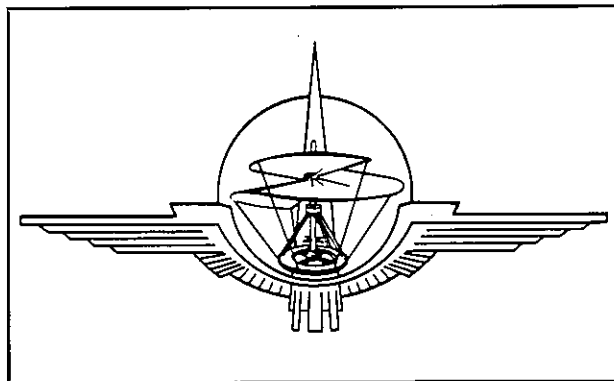
Während ein Hubschrauberpilot für die Steuerung des »Master-Helicopter« und je ein weiterer Pilot für die Überwachung der anderen drei S-58 zuständig ist, würden ein Lademeister und sein Gehilfe vom Luftschiff aus das Aufnehmen und Absetzen der Fracht überwachen.

Das Hubschrauber-Museum Bückeburg

Aus der Betrachtung der Zukunftsprojekte ergibt sich, daß fast alles schon einmal dagewesen ist. Während die Entwicklungsabteilungen der Herstellerwerke verständlicherweise hinter verschlossenen Türen und Hallentoren arbeiten, gibt es neben dem Smithsonian Institute in Washington D.C. und dem Deutschen Museum München in Bückeburg im Weserbergland eine Informationsmöglichkeit über alle historischen und modernen Hubschrauberaktivitäten. Die Anregungen für ein im zweijährigen Turnus stattfindendes Hubschrauberforum kamen von den Heeresfliegern, genauer gesagt von der Heeresfliegerwaffenschule auf dem Flugplatz Achum bei Bückeburg. Mit immer umfangreicher gestalteten Programmen gewann diese Veranstaltung an Bedeutung, Bückeburg wurde zu einem Treffpunkt der Hubschrauberwelt. Weitere Resonanz bei Hubschrauberenthusiasten führte zur Gründung des Vereins »Hubschrauber-Zentrum e. V.« am 17. September 1970 in Bückeburg, der Weg zum Hubschraubermuseum war vorgezeichnet.

Als Initiator verband Hauptfeldwebel Werner Noltemeyer hierbei dienstliche Obliegenheiten mit privater Passion. Er sammelte mit Leidenschaft alle Unterlagen über Hubschrauber und hatte mit Oberst Kuno

Emblem des Hubschrauber-Zentrums e.V.

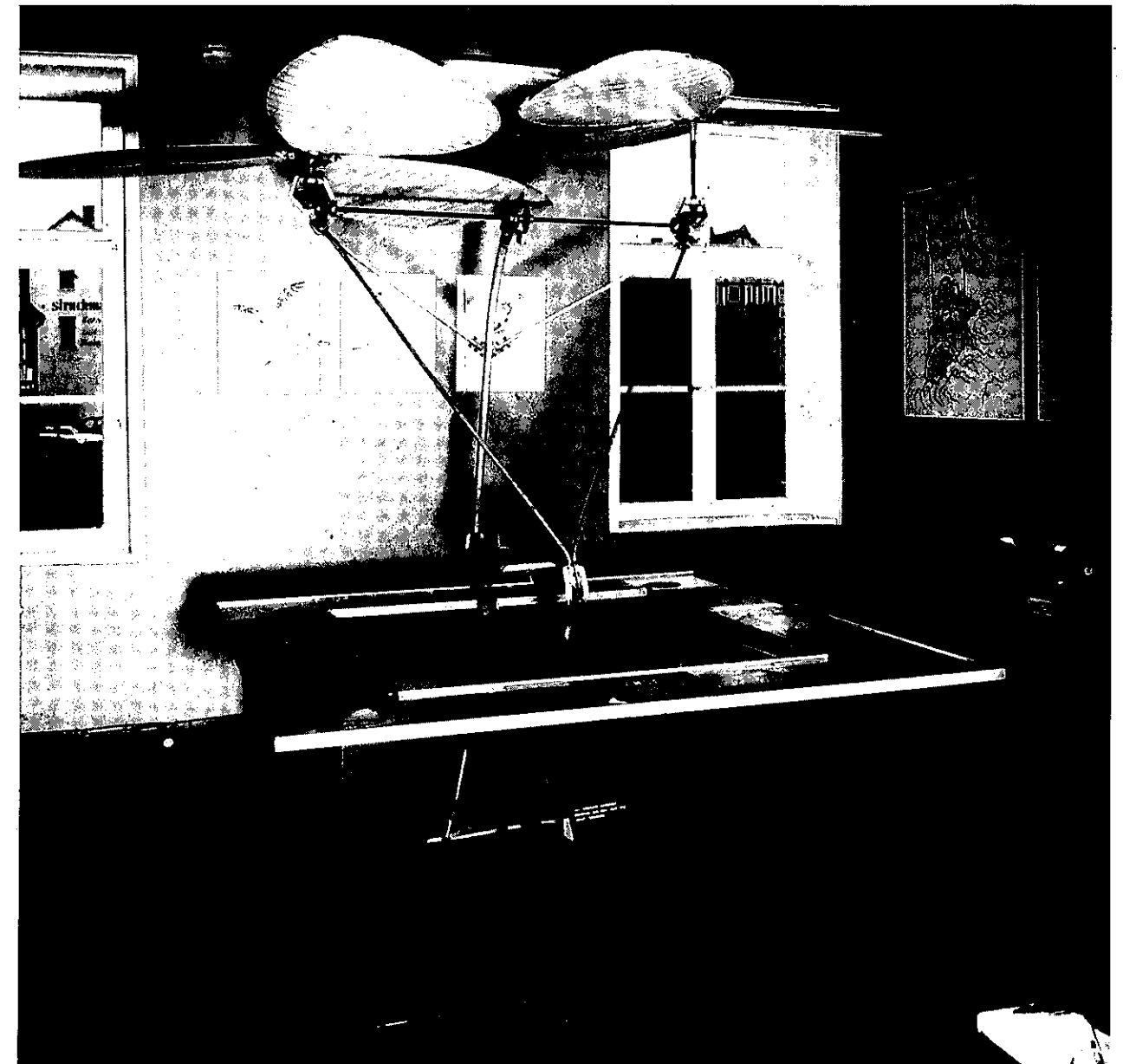


Ebeling, dem ersten Kommandeuer der Heeresfliegerwaffenschule, einen Vorgesetzten, der seinen Ambitionen für die Lehrmittelsammlung der Schule weiten Raum gab und ebenfalls der Meinung war, daß man der Öffentlichkeit einiges davon zeigen könnte. Der Rat der Stadt Bückeburg erkannte die Chance für die ehemalige Fürstenresidenz im Weserbergland und faßte am 26. Januar 1971 den Beschluß, den früheren Burgmannshof dem geplanten Hubschraubermuseum als Domizil zur Verfügung zu stellen.

Als Burglehen der Grafen von Schaumburg wurde der Burgmannshof 1463 erstmals in den Urkunden erwähnt. Seine Geschichte reicht damit zurück bis in die Lebenszeiten von Leonardo da Vinci, dessen Spiralen-Hubschrauber-Modell aus dem Jahre 1483 zum Symbol des Hubschrauberzentrums und Hubschraubermuseums wurde. Zweimal abgebrannt und wieder neu erbaut, diente das ehemalige Burgmannshof-Gebäude zeitweise als Altersheim, und es war nicht ganz einfach, das alte Haus bei Erhaltung seiner historischen Fassade in ein Museum mit entsprechenden Innenräumen umzubauen.

Soldaten der Heeresfliegertruppe, Bürger der Stadt Bückeburg und Mitarbeiter des Technischen Hilfswerks schafften es. Hauptfeldwebel Noltemeyer übernahm als Hubschrauberexperte die fachkundige Zusammenstellung der Exponate und als Künstler die Bemalung der Wände.

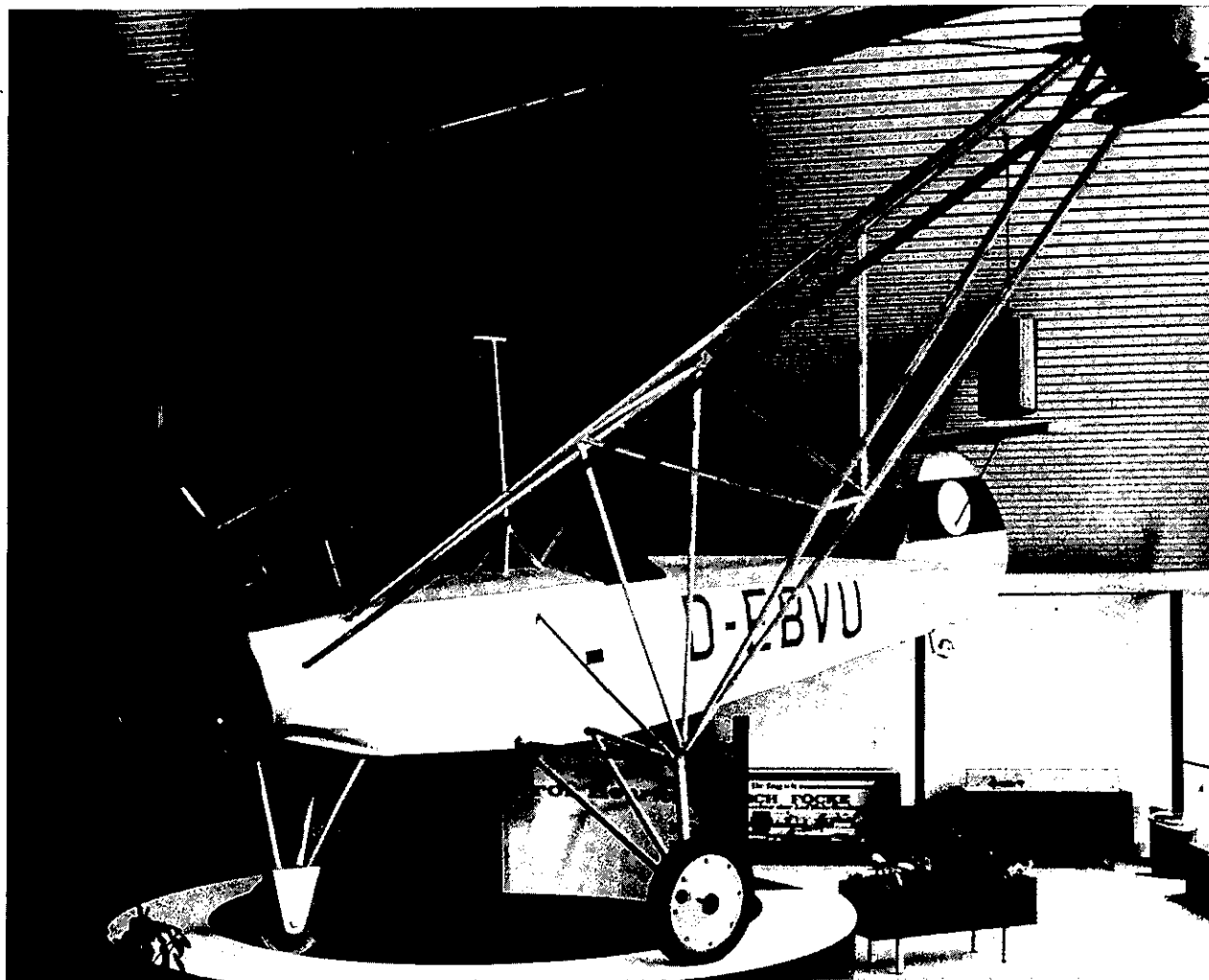
Am 9. Juni 1971 fand die feierliche Eröffnung durch Professor Henrich Focke statt. Der General der Heeresfliegertruppe, Brigadegeneral Hans E. Drebing, hob in seiner Eröffnungsansprache die Bedeutung des Museums als Gedenkstätte der Flugpioniere aus aller Welt und gleichzeitig Wiege der Heeresflieger hervor. Die mit in mühevoller Kleinarbeit restaurierten Neuerwerbungen kontinuierlich erweiterte Sammlung umfaßte zunächst 700 Quadratmeter Ausstellungsfläche im Gebäude und 2000 Quadratmeter im Freigelande. Modelle, Konstruktionszeichnungen, Berichte und Fotos von Seltenheitswert aus der Zeit, in der den Erfindern für die Auftriebsleistungen der Rotoren nur



Rickman 1908, ein fahrrad-Hubschrauber aus den USA. Er blieb am Boden und ist im Hubschraubermuseum zu besichtigen.

Muskelkraft, Federwerke oder Dampfmaschinen zur Verfügung standen, veranschaulichen dem Besucher die Ideen und Pläne, die damals noch nicht realisiert werden konnten. Die ersten Hubschrauber von Cornu und Bréguet, die 1907 mit einem Piloten, jedoch noch nicht steuerbar, vom Boden abhoben, sind als Modelle

in den Ausstellungsräumen zu besichtigen. Der erste in der Praxis verwendbare Hubschrauber von Professor Focke ist im naturgetreuen Nachbau ausgestellt. Als Anschauungsstücke für die Einführung in die Technik befinden sich in den Ausstellungsräumen komplette Getriebe und Rotorköpfe bekannter Hub-



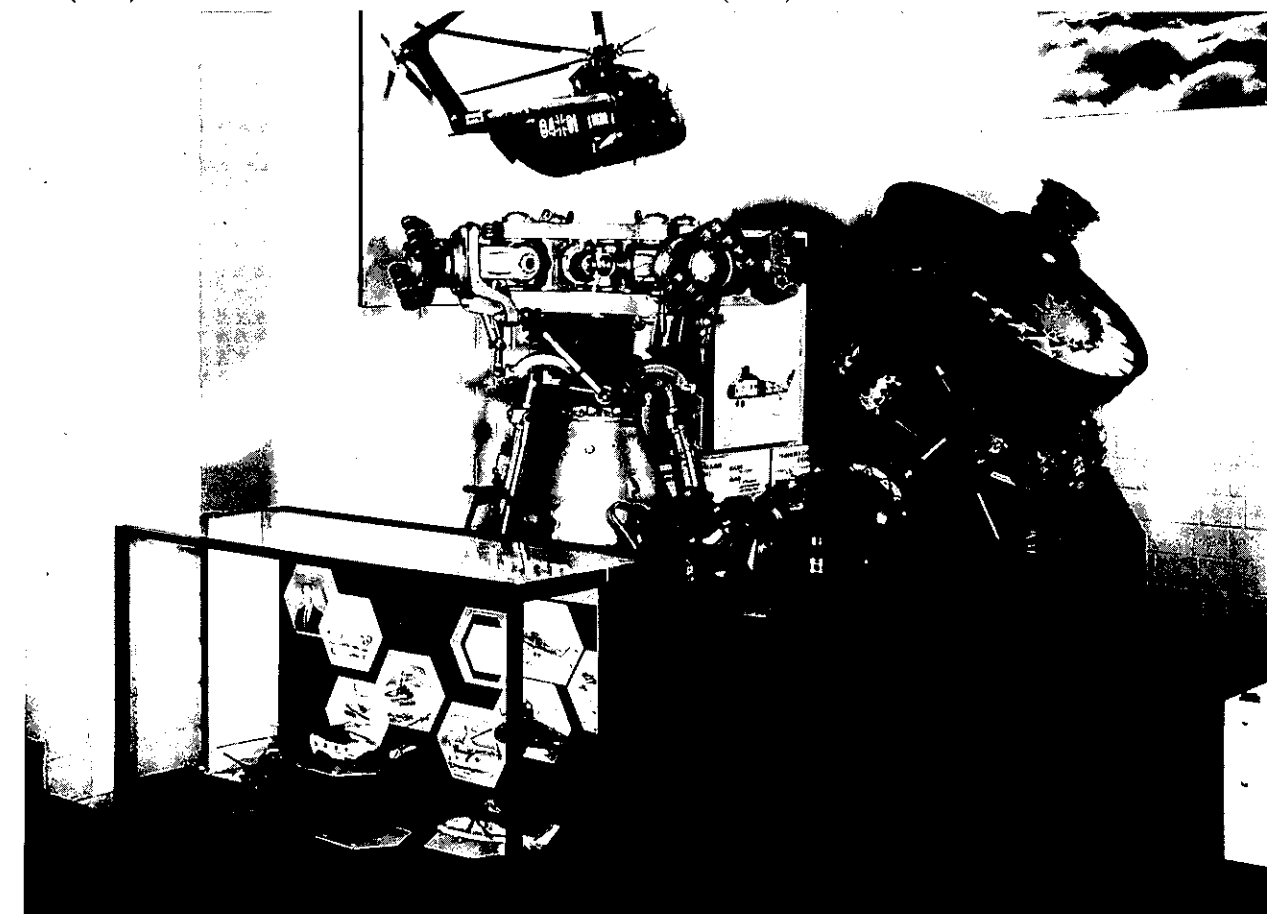
Focke Fw 61-Modell im Maßstab 1:1.

schrauber wie z. B. der »Alouette II« und der Sikorsky S-58 sowie der komplette Antrieb und die Steuerung der Vertol H-21 »Banane«. Neuzugänge sind die von den britischen Heeresfliegern gestiftete Sa-Ro »Skeeter« und das vom Air and Space Museum in Washington D.C., als Leihgabe zur Verfügung gestellte letzte und einzig noch vorhandene Exemplar des Einmann-Hubschraubers NR-54 von Nagler-Rolz aus dem Jahre 1944. Kolbenmotoren und Turbinen-Triebwerke, teilweise als Schnittmodelle, erhielten einen eigenen Ausstellungsraum. Für die im Freigelände ausgestellten wertvollen Geräte, unter anderem eine SO 1221 »Djinn«, eine

Merckle SM 67, eine Bölkow BO 102 »Heli-Trainer« und der Prototyp BO 105 V-3, eine Bell 47, eine Kaman »Huskie« und eine Boeing Vertol H-21, ergaben sich bald ernsthafte Gefahren durch Witterungseinflüsse, die auch durch Abdeckungen nicht vermieden werden konnten. Der Platzmangel im Museum selbst veranlaßte die Vorstandschaft des Hubschrauberzentrums, alle Anstrengungen auf einen dringend erforderlichen Erweiterungsbau zu richten. Zusätzliche Grundflächen wurden von der Stadt Bückeburg zur Verfügung gestellt, am 9. Mai 1978 erfolgte die Grundsteinlegung für eine neue Ausstellungshalle, die am 6. Mai 1980 feierlich eröffnet wurde.



▲ Das Hubschraubermuseum mit den neuen Ausstellungshallen (1980). Sternmotor, Hauptgetriebe und Rotorkopf der Sikorsky S-58 (H-34). ▼



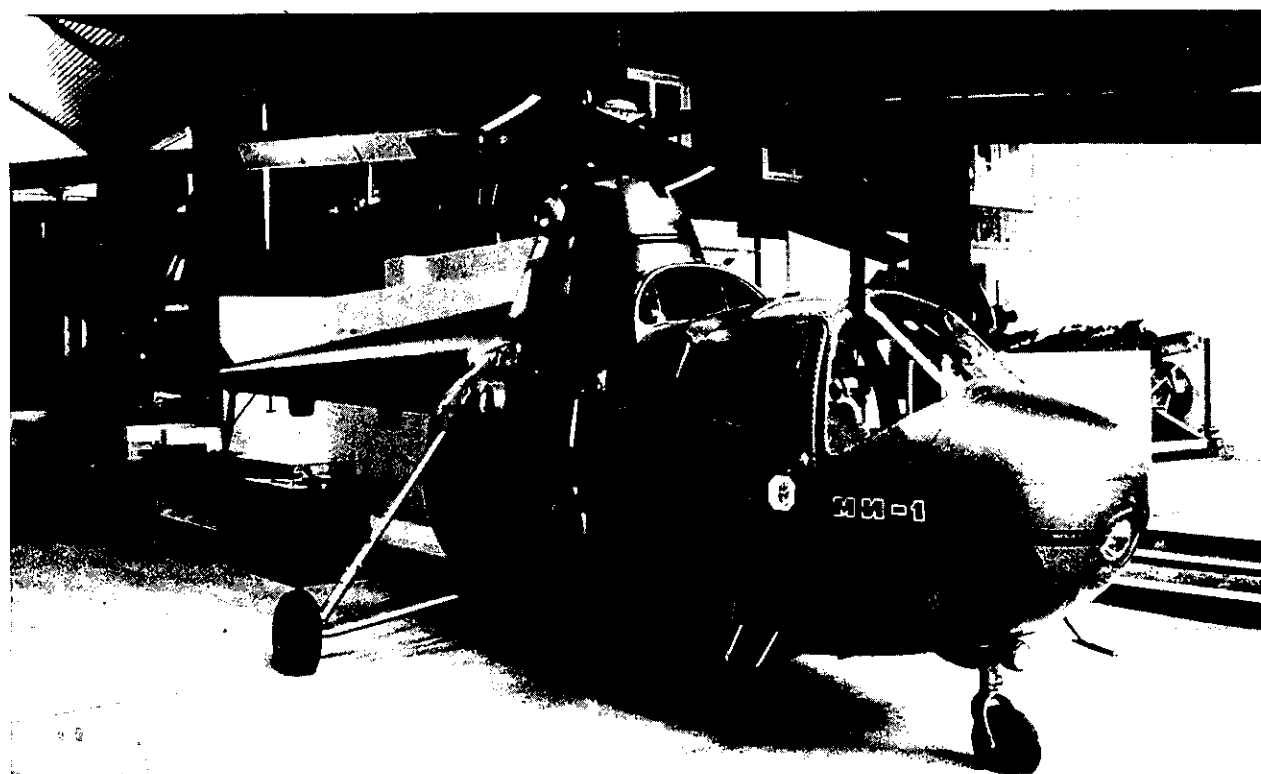


Kurator Werner Noltemeyer, bereits mehr als ausgelastet mit dem freiwillig übernommenen Auftrag der weiteren Gestaltung und der Führung des Museums, kann damit seine Schätze endlich unter Dach und Fach präsentieren. Hierbei ist zu erwähnen, daß die Sammlung nicht nur aus den Exponaten und Darstellungen besteht, sondern auch ein historisches Archiv umfaßt, dem viele Fakten und die Mehrzahl der Abbildungen und Fotos in diesem Buch entstammen.

Eine Besichtigung des Hubschraubermuseums in Bückeburg ist eine Begegnung mit der Geschichte der Drehflügler und bietet eine Fülle unvergeßlicher Informationen und Eindrücke.

◀ Kurator Werner Noltemeyer.

Die UdSSR stiftete dem Hubschraubermuseum eine Mil Mi-1 in hervorragendem Zustand. ▼



Hubschrauber – Weltrekorde

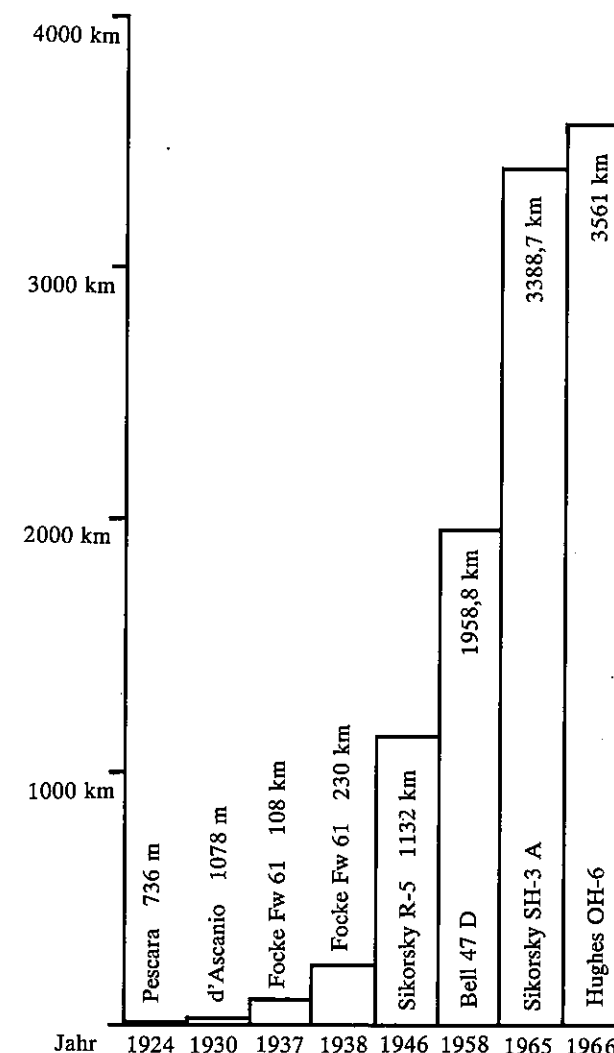
Streckenrekorde

Etienne Oemichen flog am 14. April 1924 in Frankreich den ersten von der FAI – Federation Aéronautique Internationale – anerkannten Hubschrauber-Weltrekord über eine Entfernung von 354,3 m und überbot drei Tage darauf diese Leistung mit einer 525-m-Strecke. Hierbei ist zu bemerken, daß sein Helicopter Nr. 2 mit Propellern für den Vorwärtsflug ausgerüstet war und somit als Verbund-Hubschrauber zu betrachten ist. Das Ereignis wurde deshalb in die Tabelle der Hubschrauber-Weltrekorde nicht aufgenommen. Die Zusammenstellung beginnt mit dem FAI-Weltrekord von Raoul Pescara in Frankreich am 18. April 1924 über die 736-m-Flugstrecke und wird fortgesetzt mit dem Weltrekordflug von Major Nello Marinelli, der am 13. Oktober 1930 in Italien mit dem von Corradino d'Ascanio konstruierten Koaxialhubschrauber 1078 m weit flog.

Zehn Mal so weit (108,9 km) flog Hanna Reitsch am 25. Oktober 1937 mit der Focke Fw-61, Karl Bode überbot diese Leistung am 20. Juni 1938 mit 230,3 km.

Die Weltrekordfliegerei erfuhr durch den Krieg eine Unterbrechung, aber am 22. Mai 1946 flogen Major F. T. Casman und Major W. E. Zins mit einer Sikorsky R-5 A einen neuen FAI-Weltrekord über 1132 km. Sie wurden sechs Jahre später von E. J. Smith (Bell 47 D) mit dem am 17. September 1952 protokollierten Rekordflug über 1958,2 km übertroffen.

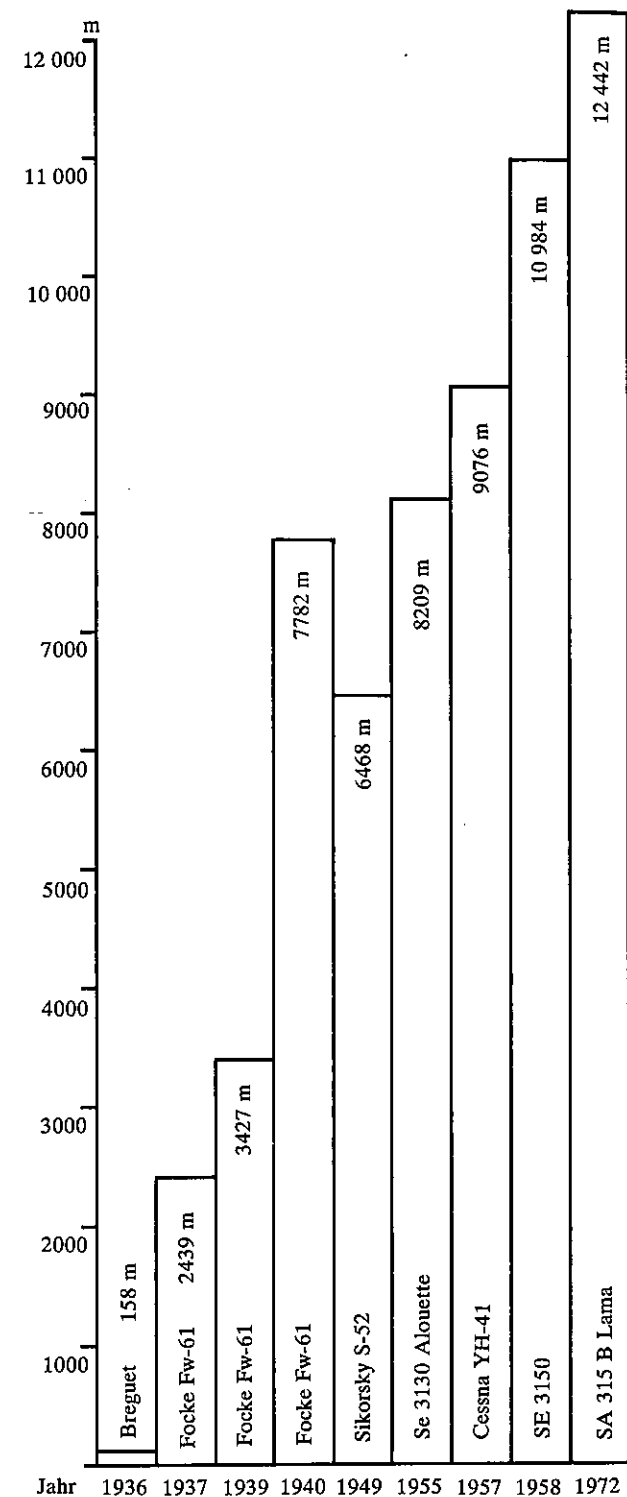
Commander J. R. Williford schraubte die Rekordmarke mit einer Sikorsky SH-3 A am 6./7. März 1965 auf 3388 km und R. G. Ferry ist seit dem 7. April 1966 Hubschrauber-Langstrecken-Weltmeister mit 3561 km, erflogen mit einer Hughes OH-6 A.



Höhenrekorde

Der erste von der FAI protokollierte Hubschrauber-Höhenweltrekord wurde am 24. November 1936 von Maurice Claisse in Frankreich mit dem Bréguet Koaxialhubschrauber »Gyroplane« aufgestellt. Er erreichte 158 m Flughöhe, dann setzten die aus Deutschland kommenden Rekordmeldungen neue Maßstäbe. Mit der Focke Fw-61 flog Ewald Rohlf's am 25. Juni 1937 2339 m hoch, Karl Bode erreichte am 29. Januar 1939 3427 m und im Oktober 1940 eine damals nur in den Auswertungen der Flugerprobungsergebnisse protokollierte Gipfelhöhe von 7782 m.

In den FAI-Unterlagen wird der nächste Höhenweltrekord mit 6468 m geführt, den Capt. H. D. Gaddis am 21. Mai 1949 mit einer Sikorsky S-52 flog. Jean Boulet/Frankreich steigerte diese Höhenleistung mit einer SE 3130 »Alouette 2« am 6. Mai 1955 auf 8209 m, auf 9076 m stieg Capt. James Bowman in den USA am 28. Dezember 1957 mit dem Cessna Prototyp YH-41. Mit 10 984 m holte Jean Boulet am 13. Juni 1958 den Rekord nach Frankreich zurück. Es folgte eine Reihe von weiteren Höhenweltrekorden und Weltrekorden im Steigflug mit und ohne Zuladung in verschiedenen hierfür neu eingeteilten Hubschrauber-Gewichtsklassen. Hierzu gehört unter anderem der Rekordflug von Hunt, Church und Maxwell mit einer Sikorsky CH-54 B »Sky Crane« im Jahre 1972 auf 11 200 m Höhe. Im gleichen Jahr startete Jean Boulet mit einer SA 315 »Lama« zum Höhenweltrekord, den er seitdem mit 12 442 m innehat.



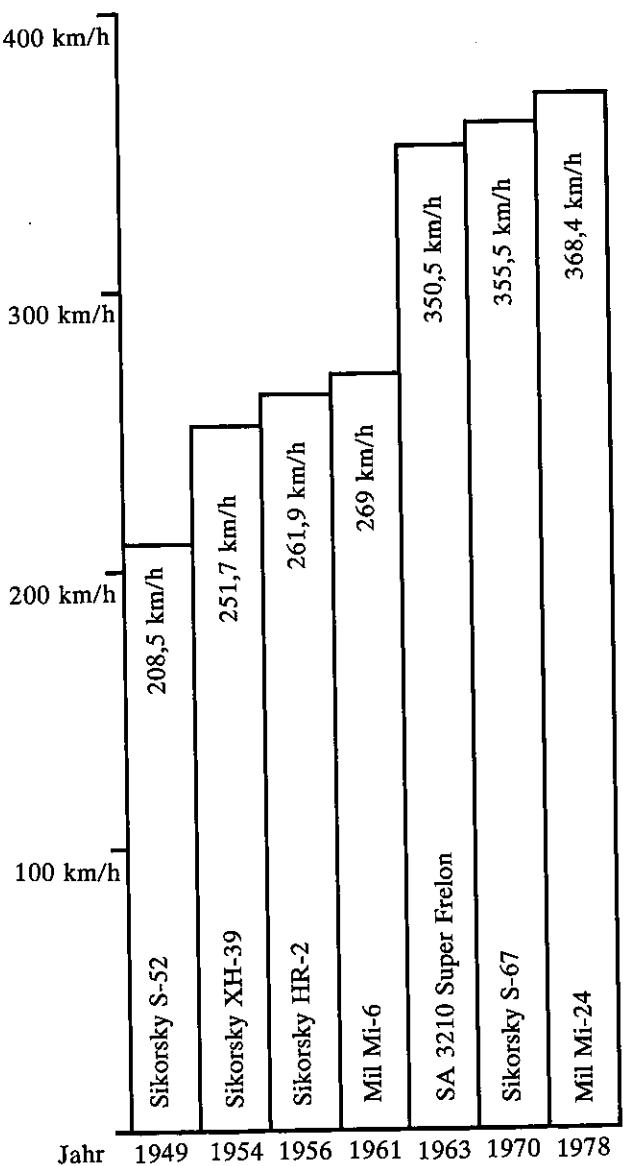
Geschwindigkeitsrekorde

Hubschrauber-Geschwindigkeits-Weltrekorde haben seit dem ersten Überschreiten der 200 km/h-Grenze von Harald E. Thompson mit einer Sikorsky S-52 am 27. April 1949 (208,5 km/h) ebenfalls eine kontinuierliche Steigerung erfahren.

Auf diesem Gebiet gibt es nunmehr Differenzierungen in 15/25 km Rundstrecken, 100 km auf ebener Bahn usw. und Unterteilungen in verschiedene Gewichtsklassen der Gruppe E 1 im Protokoll der FAI. In der Tabelle sind nur die Spitzenleistungen erfasst, hierzu gehören der Rekordflug von O. B. I. Wester (Sikorsky XH-39) mit 251,7 km/h, am 26. August 1954, Major R. L. Anderson und Robert S. Decker (Sikorsky HR-2 S) mit 261,91 km/h am 11. November 1956 und N. Leshin und B. Zamskow (Mil Mi-6) im Jahre 1961 mit 269 km/h.

Jean Boulet und Roland Coffignot erreichten am 23. Juli 1963 mit einer SA 3210 Super Frelon 350,5 km/h, Kurt Cannon flog am 19. Dezember 1970 mit der Sikorsky S-67 »Blackhawk« 355,5 km/h. Der derzeitige Weltrekord, von Gorguen, Kara und Petyan mit einer Mil Mi-24 am 21. September 1978 aufgestellt, liegt bei 368,4 km/h.

Es handelt sich hierbei um reine Hubschrauber-Geschwindigkeits-Weltrekorde, die von der FAI anerkannt sind. Mit Verbundhubschraubern wurden ebenfalls Spitzenleistungen erreicht, beginnend mit 307,22 km/h, geflogen von R. Gellatly in Großbritannien mit einer Fairey »Rotodyne« am 5. Januar 1959, 356,3 km/h mit einer Kamow Ka 22 »Vintokril« (1961) und 506 km/h mit einem Bell 533 Compound Helicopter (1969).



Anhang

Umrechnungsfaktor

Die Leistungsangaben beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf die jeweiligen Startleistungen (Höchstleistungen) in PS.
1 PS = 0,7355 kW (1 kW = 1,3596 PS)

Aerodynamische Grundbegriffe

Drehflügler (Rotorcraft)
Hubschrauber (Helicopter)
Die Drehflügel (Rotoren) werden von einem oder mehreren Motoren angetrieben.

Tragschrauber (Autogiro)
Die Drehflügel (Rotoren) werden vom Fahrtwind in Umdrehung gebracht, mit dem Motor wird nur der Propeller für den Vortrieb betrieben.

Flugschrauber (Gyroplane)
Der Motor treibt Propeller und Rotoren an.
Kombinationsflugschrauber (Compoundhelicopter)
Mit zusätzlichen Tragflächen für den Reiseflug.

Verwandlungshubschrauber (Convertiplane)
Mit Kipprotoren oder Kippflügeln, an denen die Rotoren angebracht sind für den senkrechten Start (Rotorebene waagrecht), für den Übergang zum Horizontalflug (Rotorebene senkrecht) und für die Landung (Rotorebene waagrecht).

Hubschrauber-Rotoranordnungen für den Drehmomentausgleich
Haupt- und Heckrotor. Tandemrotoren, entgegengesetzt drehend. Koaxialrotoren, entgegengesetzt drehend. Ineinanderkämpfende Rotoren mit V-Stellung der Rotorachsen. Nebeneinander auf Auslegern angeordnete Rotoren. Blattspitzenantrieb ohne Reaktionsmoment.

Bodeneffekt
Der Bodeneffekt wird im Schwebeflug wirksam, wenn der Abstand des Rotors vom Boden kleiner ist als der Rotordurchmesser.

Bedienungselemente
Der kollektive *Blattverstellhebel* wird betätigt, um den Gesamtschub zu verändern, und ermöglicht gleichzeitig den Vertikalflug (aufwärts oder abwärts). Am Blattverstellhebel befindet sich hierfür ein Gasdrehgriff, bei modernen Hubschraubern erfolgt die Drehzahlregulierung automatisch.
Der *Steuerknüppel* (cyclic stick) wird für Vorwärts-Rückwärts-Seitwärts-Flugmanöver betätigt. Bei fast allen Hubschraubern wird die periodische Änderung des Anstellwinkels der Rotorblätter mit Hilfe einer Taumelscheibe erzeugt. Die *Seitenpedale* dienen zur Steuerung um die Hochachse und zusätzlich zum Drehmomentausgleich zur Stabilisierung im Schwebeflug.

Rotorsysteme
Schlaggelenke dienen beim Vorwärtsflug zum Ausgleich des unterschiedlichen Auftriebes, der sich beim vorwärtsdrehenden (vorlaufenden) Rotorblatt durch die Addition der Fluggeschwindigkeit und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Blattes mit einer Schlagbewegung nach oben und beim rücklaufenden Blatt mit einer Schlagbewegung nach unten auswirkt.
Schwenkgelenke wirken in der Drehebene und dienen dem Ausgleich der durch die Schlagbewegung auftretenden Coriolis-Kräfte.
Bei *halbstarren* Rotorsystemen sind die (2-Blatt-)Rotoren starr an einen Ring angeschlossen, der mit der Rotorwelle halbkardanisch verbunden ist. (Beispiele: Bell, Hiller).
Gelenklose Blattanschlüsse wurden mit elastischen Stahllamellen (Beispiel: Hughes 500) oder Verwendung neuer Werkstoffe (Beispiel: Glasfaserverstärkter Kunststoff -GFK- bei der MBB BO 105) entwickelt.

Abkürzungen

AAFS	Advanced Aerial Fire Support-System
AAH	Advanced Attack Helicopter
ABC	Advancing Blade Concept (Sikorsky)
ADF	Automatic Direction Finder
AH	Attack Helicopter
AHIP	US Army Helicopter Improvement Program
ALAT	Aviation Légère de l'Armée de Terre (Frankreich)
APU	Auxiliary Power Unit
ASW	Anti Submarine Warfare

BAH	British Airways Helicopters
BGS	Bundesgrenzschutz
BIM	Blade Inspection Method (Sikorsky)
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BV	Boeing-Vertol (Company)
ENG	Electronic News Gathering
ECM	Electronic Counter Measures
FAA	Federal Aviation Authorities (USA)
Fh	Fairchild-Hiller (Company)
FLIR	Forward Looking Infra Red (System)
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
HAA	Helicopter Association of America
HGH	Hochgeschwindigkeits-Hubschrauber
HLH	Heavy Lift Helicopter
HOT	Haut Subsonique Optiquement teleguidé tiré d'un Tube (Euromissile)
HTM	Helicopter Technik München (Wagner)
IFR	Instrument Flight Regulations
ILS	Instrument Landing System
KFK	Kohlefaserverstärkter Kunststoff
KHI	Kawasaki Heavy Industries (Japan)
LAMPS	Light Airborne Multi Purpose System
LOH	Light Observation helicopter
MBB	Messerschmitt Bölkow Blohm GmbH.
NOTAR	No Tail Rotor (Hughes)
OPHELIA	Optique Plate-Forme Hélicoptère Allemande (MBB)
PADC	Philippine Aerospace Development Corporation
PAH	Panzerabwehr-Hubschrauber
PNVS	Pilots Night Vision System
RAI	Registro Aeronautica Italiano
RCAF	Royal Canadian Air Force
RNAF	Royal Netherlands Air Force
RSRA	Rotor System Research Aircraft (Sikorsky)
SAR	Search and Rescue
SAS	Stability Augmentation System
SRR	Short Range Recovery
STOL	Short Take Off and Landing
TAD	Target Acquisition and Designation System
TAT	Tactical Armament Turret
TBO	Time between Overhauls
TOW	Tube launched, Optically tracked, Wire guided (Hughes)
UTTAS	Utility Tactical Transport Airborne System
UH	Utility Helicopter
VBH	Verbindungs- und Beobachtungshubschrauber
VFR	Visual Flight Regulations
VNe	Velocity never exceed
VOR	Very high frequency Omnidirectional Radio Range
VTOL	Vertical Take off and Landing
ZTL	Zukunftstechnik Luft (Programm)

Herstellerverzeichnis

Firma	Land	Typ	Seite
Adams – Wilson	USA	Modell 101 Hobbycopter	113
Aérospatiale	Frankreich	SO 1120 Ariel	9
		SE 3130 Alouette II	9, 54, 56
		SE 3131 Gouverneur	9
		SA 315 Lama	11
		SA 3160 Alouette III	11
		SA 321 Super Frelon	21
		SA 330 Puma	50, 73, 74
		AS 331 Super Puma	74
		SA 341 Gazelle	50, 51, 52, 56, 94, 95
		AS 350 Écureuil/A-Star	96, 97
		AS 355 Écureuil/Twin Star	98
		SA 360 Dauphin	103, 104
		SA 365 Dauphin II	104, 105
		SA 366 Dolphin	105
Aerotechnik Frankfurt	Deutschland	WGM 21	115
Agusta	Italien	A 101 G	21
		A 109 Hirundo	99, 100
		A 129 Mangusta	71, 72, 73
Airmaster Helicopters	Großbritannien	HZ B.1	115
Bell Helicopter Textron	USA	XH-40/HU-1	13, 14
		Bell 301 / XV-3	126
		Bell X-22	128
		Bell XV-15	128, 129, 130
		Bell 47	42
		47 B Agrar	42
		47 J Ranger / OH-13, TH 13	42, 59
		Bell 206 Jet Ranger	45, 80
		OH-4, OH-58 Kiowa	44, 52
		Jet Ranger II	80, 81
		206 L Long Ranger	45, 80, 82
		Bell 204 UH-1 A, B, C	13, 14
		Bell 205 UH-1 D, H, Iroquois	14, 15, 15, 59
		Bell 209 AH Huey Cobra	19, 59, 60, 61, 69, 73
		Bell 212 UH-1 N	13, 16, 19
		Bell 214, 214 ST	13, 15, 16
		Bell 222 Twin	102, 103
		Bell 249	61
		Bell 406 AHIP-Scout	49
		Bell 412	16, 19
Boeing Vertol	USA	Modell 107 (CH-46)	29
		Modell 114	30

Firma	Land	Typ	Seite
Boeing Vertol	USA	(CH-47 Chinook)	30, 32
		Modell 347	31
		Modell 234	32, 33
Bölkow	Deutsch-	BO 102 Heli-Trainer	40, 41
Entwicklungen	land	BO 103	41
		BO 140	134
Borgward	Deutsch-	Kolibri	113
land			
Brantly	USA	B-2	119
Helicopters			
Brantly-Hynes	USA	Modell 305	119
Canadair	Kanada	CL-84 »Dynavert«	133, 134
Cicare Aero-	Argen-		
nautica	tinien	SC.K. 1	124
Cierva	Großbri-		
Rotorcraft	tannien	LTH-1 »Grasshopper«	123, 124
Curtiss-Wright	USA	Modell X 100, 200	
		(X-19 A)	128
Del Mar			
Engineering	USA	Whirlymite	41
DOAK	USA	Modell 16	127, 128
Dornier	Deutsch-	Do 32 E	110
	land	Do 132	110
Enstrom	USA	F-28	121, 122
		F-280 Shark	123
Gates Lear Jet	USA	Twin Jet	108, 109
Hiller	USA	UH-12	41, 42, 118
		FH-1100 Pegasus	42, 44, 84
Hillman	USA	Hornet, Hillman 360	124
Hughes	USA	Hughes 269 TH-55	42
Helicopters		Hughes 300,	120
		300 C/Sky Knight	121
		Hughes 369 OH-6 Cayuse	
		42, 43, 44, 49, 52, 83	
		Hughes 500, 500 C, 500 D	83
		Hughes 500 M,	45
		500 MD Defender	45, 46, 58
		AH-64 Apache	64, 65, 66
		Hughes NOTAR	137
HTM	Deutsch-		
Helicopter	land		
Technik (Wagner)		Sky-Trac	114
Hunt			
Helicopter Corp.	USA	HS 180 Hunter	112
Kaman	USA	K 225 Huskie	9
Aerospace		UH-2 Sea Sprite	19, 20
Kawasaki/MBB	Japan		
	Deutsch-		
	land	BK 117	100, 101, 102
Lockheed		XH-51	62
Aircraft Corp.	USA	AH-56 Cheyenne	61, 62, 63

Firma	Land	Typ	Seite
LTV Ling			
Temco Vought	USA	XC-142 A	131, 132
Merckle	Deutsch-		
	land	SM 67 11	
MBB	Deutsch-	BO 105 A, B, C 9, 51-54, 84-94	
	land	HGH	91, 92
		BO 106	93
		BO 105 M VBH, PAH-1	54-58
		BK 117	100, 101, 102
Nagler Aircraft			
Corp.	USA	Honcho 100, 200	118
Phillips VTOL	Aus-		
	tralien	Phillicopter Mk 1	115
Phoenix			
Helicogyro	USA	Honcho 202 (Nagler)	118
Piasecki	USA	Helistat	137
Aircraft		Pathfinder	109, 110
Robinson	USA	R 22	116, 117, 118
Helicopter Co.			
Rotorcraft Ltd.	Großbri-	Grasshoppers	
	tannien	(siehe Cierva)	123, 124
Rotorway	USA	Scorpion	112
		Exec	113
Scheutzwow	USA	Bee	111, 112
Helicopter		Chevy	111
Schramm	USA	Javelin	112, 113
Sikorsky/	USA	S-52 (H-18)	9, 20
United		S-55 (H-19)	20, 21
Technologies		S-56 (H-37)	20
		S-58 (H-34)	20
		S-58 T	20
		S-59 XH-39	9
		S-61 Sea King	21, 23
		S-62 HH-52	20
		S-64 (CH-54) Sky Crane	24, 25
		S-65 HH-53 Sea Stallion	27, 29
		CH-53	27
		CH-53 E Super Stallion	27
		S-67 Blackhawk	63, 64
		S-69 (ABC-Konzept)	134, 135
		S-70 UH-60 (UTTAS)	76-79
		S-72 (RSRA)	136
		S-76 Spirit	105, 106, 107
Silvercraft	Italien	SH-4, SH 200	124
SpA/Siai Marchetti			
Transcendental	USA	Modell 1 G, Modell 2	125, 126
Vertol	USA	Vertol 76	131
VFW Fokker	Deutsch-		
	land	VFW H-3 Sprinter	110

Firma	Land	Typ	Seite
Westland	Großbri-	Westminster	21
Helicopters	tannien	Wasp, Scout	12, 13
		Whirlwind	21
		Wessex	21
		Sea King	23
		WG 13 Lynx	50, 69, 70, 75
		WG 30	74, 75
Ostblock			
PZL Swidnik	Polen	Mi-2 Bazant	35, 36, 107
		W 3 Sokol	107, 108

Firma	Land	Typ	Seite
Kamow	UdSSR	Ka-25, Ka-25 K	38
		Ka-26, Ka-126	38, 39
Mil		Mi-1	56
		Mi-2	35
		Mi-633, 34	
		Mi-8	36
		Mi-10 (Kran)	34
		Mi-12	33, 34, 35
		Mi-14	36, 37
		Mi-17	36
		Mi-24 (Hind)	67, 68, 69
		Mi-26	37, 38

Typennamenverzeichnis

Name	Hersteller/Typ	Land	Jahr
Abbeille	NC 2001	Frankreich	1946
Aereo Veliero	Sarti	Italien	1828
Aeromobile	Tatarinow	Rußland	1907
Airgeep	Piasecki	USA	1957
Air House	Cierva	Großbritannien	1948
Albatros	Jules Verne	Frankreich	1885
Alouette	Sud-Aviation	Frankreich	1948
Apache	Hughes AH-64	USA	1981
Ariel	SNCASO SO 1100	Frankreich	1949
Army Mule	Vertol H-25	USA	1953
A-Star/	Aérospatiale		
Écureuil	AS 350	Frankreich	1977
Autogiro	Cierva	Spanien	1919
Autovol	Bertelli	Italien	1909
Bachstelze	Focke Fa 330	Deutschland	1939
Bazant	PZL Mi-2	Polen	1966
Bee	Scheutzwow	USA	1960
Beija Flor	Professor Focke	Brasilien	1956
Belvedere	Bristol	Großbritannien	1950
Bi-Bastan	Lizenzbau der S-58	Frankreich	1957
Big Lifter	Bell 214	USA	1974
Buck Private	American		
	Helicopter Inc.	USA	1951
Blackhawk	Sikorsky S-67	USA	1970
Blackhawk	Sikorsky UTTAS	USA	1977
Cayuse	Hughes OH-6	USA	1963
Cheetah	Lizenzbau der Lama	Indien	1972
Chevy	Scheutzwow	USA	1967
Cheyenne	Lockheed AH-56	USA	1956

Name	Hersteller/Typ	Land	Jahr
Chickasaw	Sikorsky S-55	USA	1949
Chinook	Boeing Vertol		
	CH-47	USA	1960
Choctaw	Sikorsky S-58	USA	1955
Cloudduster	De Lackner	USA	1946
Commuter	Hiller UH-4	USA	1962
Convertiplane	McDonnell XV-1	USA	1954
Convertocraft	Nagler	USA	1954
Dauphin	Aérospatiale	Frankreich	1975
Defender	Hughes 500 M	USA	1974
Djin	SO 1221	Frankreich	1953
Drache	Focke Fa 223	Deutschland	1939
Dragonfly	Lizenzbau der S-51	Großbritannien	1947
Écureuil	Aérospatiale	Frankreich	1976
Egg-Beater	Kellett-Kaman	USA	1943
El Tomcat	Continental Copters	USA	1966
Elicogiro	Isacco	Italien	1930
Executaire	BV-BO 105	USA	1975
Farfadet	SO 1310	Frankreich	1953
Fliegende			
Banane	Piasecki	USA	1945
Fliegendes			
Fahrrad	Cornu	Frankreich	1907
Fliegendes			
Motorrad	Kamow Ka-8	UdSSR	1948
Flivver			
of the Future	Capital C-1	USA	1952
Frelon	Sud-Aviation	Frankreich	1959

Name	Hersteller/Typ	Land	Jahr	Name	Hersteller/Typ	Land	Jahr	Name	Hersteller/Typ	Land	Jahr	Name	Hersteller/Typ	Land	Jahr
Gazelle	Aérospatiale	Frankreich	1967	Hoppicopter				Pelikan	Sikorsky S-61	USA	1968	Sioux	Bell 47	USA	1953
Gouverneur	Sud-Aviation	Frankreich	1957	Strap-On	Pentecost	USA	1947	Phillicopter	Phillips	Australien	1979	Skeeter	Saunders-Roe	Großbritannien	1948
Grasshopper	Rotorcraft Ltd.	Großbritannien	1962	Hornet	Hiller HJ-2	USA	1950	Ptérophore	Paucton	Frankreich	1768	Sky Crane	Sikorsky S-64	USA	1962
Gyrocopter	Berliner	USA	1913	Hornet	Hillman 360	USA	1981	Puma	Aérospatiale	Frankreich	1968	Skyhook	Cessna	USA	1955
Gyrodyne	Fairey	Großbritannien	1947	Horse	NATO-Code für			Quadrотор	Convertawings	USA	1956	Sky-Trac	Wagner	Deutschland	1968
Gyroliner	Gyrodyne	USA	1949		Jak-24	UdSSR	1953					Spirit	Sikorsky S-76	USA	1976
Gyroparachute	Posters	Großbritannien	1913	Hound	NATO-Code für							Sprinter	VFW H-3	Deutschland	1969
Gyroplane	Bréguet	Frankreich	1907		Mil Mi-4	UdSSR	1952	Ranger	Bell 47	USA	1947	Squirrel			
Gyropter	Davidson	Großbritannien	1910	Hoverfly	Sikorsky S-49	Großbritannien	1942	Rasensprenger	Phillips	Großbritannien	1842	(Écureuil)	Aérospatiale	Frankreich	1974
Gyroptère	Monin	Frankreich	1909	Huey Cobra	Bell AH-1	USA	1965	Raven	Hiller UH-12	USA	1956	Sycamore	Bristol	Großbritannien	1947
				Huey Plus	Bell 214	USA	1971	Remicopter	Gaucher	Frankreich	1957	Synchropter	Kellet	USA	1943
				Humming Bird	General Chu	China	1945	Rescuer	Piasecki	USA	1945	Super Frelon	Aérospatiale	Frankreich	1959
				Hummy Bird	Professor Focke	Brasilien	1957	Retriever	Piasecki	USA	1949				
Halo	NATO-Code für			Hunter	Hunt-Scheutzow	USA	1976	Revoplane	Nagler	Österreich	1930	Tetrapod	Ayers	Großbritannien	1913
	Mil Mi-26	UdSSR	1977	Huskie	Kaman	USA	1958	Rotabuggy	Hafner	Großbritannien	1942	Tomahawk	Kaman UH-2	USA	1961
Hare	NATO-Code für							Rotachute	Hafner	Großbritannien	1942	Top Sergeant	American		
	Mil Mi-1	UdSSR	1950					Rotatank	Hafner	Großbritannien	1942		Helicopters	USA	1949
Harke	NATO-Code für			Iroquois	Bell UH-1	USA	1955	Rotodyne	Fairey	Großbritannien	1954	Totempfahl-			
	Mil Mi-10	UdSSR	1960					Rotorcycle	Gyrodyne	USA	1956	Rotorpylon	Pescara	Frankreich	1924
Harpe	NATO-Code für			Javelin	Schramm	USA	1966					Trooper	Bell 47 G	USA	1960
	Kamow Ka-20	UdSSR	1962	Jet-Gyrodyne	Fairey	Großbritannien	1950	Scorpion	Rotorway	USA	1969	Ultra Dyne	Fairey	Großbritannien	1950
Hat	NATO-Code für			Jet Jeep	American			Scout	Westland	Großbritannien	1959	Ultra Light	Fairey	Großbritannien	1955
	Kamow Ka-10	UdSSR	1949		Helicopters	USA	1952	Seabat	Sikorsky S-58	USA	1955				
Haze	NATO-Code für			Jet Ranger	Bell 206	USA	1956	Sea Cobra	Bell 209	USA	1970	Voyageur	Boeing Vertol		
	Mil Mi-17	UdSSR	1974	Jolly Green	Sikorsky S-61	USA	1963	Sea King	Sikorsky S-61	USA	1957		CH-46	Kanada	1959
Hebe-Luft-	Ganswindt	Deutschland	1901	Giant				Sea King	Westland	Großbritannien	1965				
schraubenflug-								Sea Knight	Boeing Vertol			Wasp	Westland	Großbritannien	1963
zeug				Kiebitz	Dornier	Deutschland	1971		CH-46	USA	1958	Wessex	Westland	Großbritannien	1957
Helicion	Perrin	Frankreich	1920	Kolibri	Flettner	Deutschland	1937	Sea Ranger	Bell TH-57	USA	1970	Westminister	Westland	Großbritannien	1960
Helicogyro	Nagler	Österreich	1934	Kolibri	Borgward	Deutschland	1958	Sea Rota	Cierva	Großbritannien	1940	Whirlwind	Lizenzbau der		
Helicoplane	Comte Decazes	Frankreich	1913	Kolibrie	NHI-H-3	Niederlande	1959	Sea Sprite	Kaman	USA	1957		Sikorsky S-55	Großbritannien	1952
Helidyne	Gyrodyne	USA	1951					Sea Stallion	Sikorsky S-65	USA	1967	Whirlymite	Del Mar	USA	1960
Heliglider	Nagler	USA	1952	Labrador	Boeing Vertol			Seneca	Cessna	USA	1957	Widgeon	Westland	Großbritannien	1953
Heliolfly	Baumgartl	Deutschland	1940		CH-46	Kanada	1959	Shark	Enstrom F-28	USA	1975	Wintokryl	Kamow Ka-22	UdSSR	1960
Heli-Trainer	Bölkow BO 102	Deutschland	1960	Lama	Aerospatiale	Frankreich	1971	Shawnee	Vertol H-21	USA	1956	Work Horse	Vertol H-21	USA	1952
Helicopteron	Leonardo da Vinci	Italien	1500	Libellula	Manzolini	Italien	1953								
Hen	NATO-Code für			Little Henry	McDonnell XH-20	USA	1947								
	Kamow Ka-15	UdSSR	1956	Long Ranger	Bell 206 L	USA	1975								
Hind	NATO-Code für			Lynx	Westland WG 30	Großbritannien	1971								
	Mil Mi-24	UdSSR	1970												
Hip	NATO-Code für			Mangusta	Agusta 129	Italien	1979								
	Mil Mi-8	UdSSR	1960	Moraves	Sikorsky	USA	1955								
Hirundo	Agusta A 109	Italien	1972	Moskwitsch	Mil Mi-1	UdSSR	1960								
Hog	NATO-Code für														
	Kamow Ka-18	UdSSR	1957	Norelfe	SNCASE N 1750	Frankreich	1955								
Honcho	Nagler	USA	1975	Norelic	SNCASE 3110	Frankreich	1947								
Hoodlum	NATO-Code für														
	Kamow Ka-26	UdSSR	1965	Omega	ZAGI	UdSSR	1940								
Hook	NATO-Code für			Omega	Snycer	USA	1953								
	Mil Mi-6	UdSSR	1957	Osage	Hughes TH-55	USA	1964								
Hoplite	NATO-Code für														
	Mil Mi-2	UdSSR	1963	Pathfinder	Piasecki	USA	1962								
				Pegasus	Hiller FH-1000	USA	1981								

Personenregister

Adams, T. G. 113	Hafner, Raoul 118	Piasecki, Frank N. 21, 109, 137
Agusta, Giovanni, Comte 99	Hiller, Jr., Stanley 118, 132, 137	Pfleiderer, Kurt 11
Anselm, Franz 13	Hillman, Doug 123	Pullin, C. G. 137
Arnold, K. 11	Hoffmann, Siegfried 40	
	Hofmann, Ludwig 40	Robinson, Franklin D. 116
Bailay, F. Lee 122	Hunt, Bunker 112	Rohlf, Ewald 113
Baynes, L. E. 125	Hynes, Michael K. 119	Rolz, Franz 118
Beenen, B. R. 125		Romet, R. 56
Bölkow, Ludwig 100	Dr. Just 11	
Borgward, Carl 113		Scheutzw, Webb 111, 112
Boulet, Jean 9	Kaman, Charles 9	Schmidt, Otto 125
Bourges, Yvon 69	Kapreian, Rafail 33	Schramm, B. J. 112, 113
Brantly, N. O. 119	Kollmann, Wolfgang 55, 56	Shapiro, J. S. 124
Bréguet, Louis 139	Kolotschenko, Wasilij 34	Shultz, Paul 122
		Sikorsky, Igor 9
Cantineau, Jean 137	LaVassar, Len 131	Smirnow, Wladimir 56
Coffignot, Roland 103	Leber, Georg 69	Sommer, Willi 92
Cornu, Paul 139	Lechin, L. 33	
Cossus 129	LeFill, C. K. 116	Teleki, Adam 91
Crowell, Luther C. 125		Tischenko, Marat 37
	Merckle, Karl Erwin 11, 12	Thomas, A. 56
Drebing, Hans E. 138	Meyer, Corwyn 123	
	Mil, Michail Leontjewitsch 33	Vogt, Alfred 114
Ebeling, Kurt 138	Mitchell, F. G. 124	
von Engelhardt, Wilfried 85	Müller, Wolfgang 118	Wagner, Josef 114
Enstrom, Rudolph J. 121, 123		Weiland, Emil 11
	Nagler, Bruno 118	Weir, J. G. 124, 137
Focke, Henrich 11, 34, 35, 113, 138	Nelson, Mortimer 125	Wilson, Paul 113
	Noltemeyer, Werner 138, 142	
Glöckl, Hans 92		Yamada, Teruaki 100
Graham, Byron 27	Oemichen, Étienne	Zimmermann, Karl 55, 56
Guay, Robert 27		

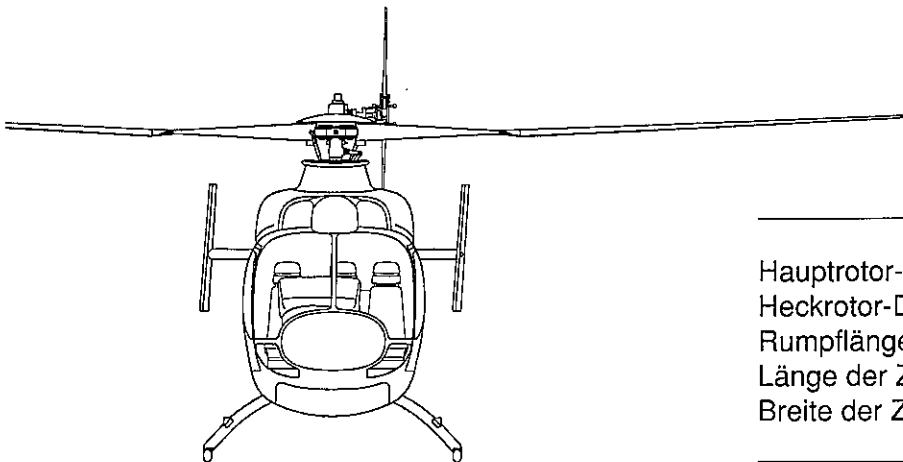
Nachtrag: Hubschrauber
für die 90er Jahre

Bewegung auf dem zivilen Markt	EH 101
der Turbinen-Hubschrauber MBB BO 108 . . . 154	für Großbritannien und Italien 161
Leicht-Hubschrauber mit Kolbenmotoren	Der Koaxial-Hubschrauber
Robinson L 22, Hughes 300, Mil Mi-34 155	Kamow Ka-32 162
PAH-2, HAC und HAP 156	Bell 301 XV-15-/Boeing V 22-Kipprotor-Flugzeuge 163
Die Kampfhubschrauber AH 64, Mil-Mi 24 und Mil-Mi 28 158	Das Kipprotor-Projekt EUROFAR 163
NH 90 – Der NATO-Hubschrauber der 90er Jahre 160	Rettungshubschrauber in Deutschland 164

Bewegung auf dem zivilen Markt der Turbinen-Hubschrauber

Der Triebwerkhersteller Allison vertritt die Ansicht, daß sich die Prognosen für die 90er Jahre geändert haben. Er erwartet, daß bald mehr zivile als militärische Hubschrauber abgesetzt werden. Eine klare Abgrenzung der privaten Reise/Geschäftshubschrauber gegenüber den Polizei- und Rettungshubschraubern ist dabei nicht möglich, Stückzahlen möchte ich also in dieser Betrachtung nicht einsetzen. Bei der französischen Aerospatiale haben die Gazelle, Ecureil (A-Star und Twin-Star) sowie Dauphin einen gewissen Kundenkreis gefunden, ebenso wie bei Agusta die Hirundo und die in Italien in Lizenz gebauten Jet-Ranger. Es ist zu erwähnen, daß die Rumpfaufbauten für die Jet-Ranger und Long-Ranger seit geraumer Zeit nicht mehr von Bell Helicopter Textron in Fort Worth/USA, sondern von der Beech Aircraft in Canada gefertigt werden. Die McDonnell Douglas Corporation (MDC) übernahm die Hughes Helicopters, die ihren Sitz in Culver City/Kalifornien hatte. In Mesal/Kalifornien wird die Hughes-500-Serie von MDC fortgesetzt. Der Hubschrauber »ohne Heckrotor«, in Band 2 auf Seite 137 angekündigt, wurde von der McDonnell Douglas Corpora-

Hauptabmessungen BO 108



Hauptrotor-Durchmesser	10,2 m
Heckrotor-Durchmesser	1,9 m
Rumpflänge mit Heckausleger	9,4 m
Länge der Zelle	5,6 m
Breite der Zelle	1,5 m

tion ebenfalls übernommen. Mit der Typenbezeichnung MDX ist der »NOTAR« in einer 8-10sitzigen Ausführung mit Gebläse anstelle des Heckrotors nach weiteren technischen Verbesserungen im März 1990 präsentiert worden. Gesellschafter und Aufsichtsrat der Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH beschlossen am 17. November 1989 die Übernahme der Führung von MBB durch die Daimler-Benz AG. Die MBB-Gesellschafter stimmten dabei einer Kapitalerhöhung um 258 Mio. DM auf 858 Mio. DM zum Ausgabebetrag von 993,3 Mio. DM zu. Die neuen Anteile wurden ausschließlich von der Deutschen Aerospace AG (DASA), einem verbundenen Unternehmen der Daimler-Benz AG, übernommen. Zur DASA gehören die Dornier GmbH, Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, MTU und die Telefunken Systemtechnik GmbH.

MBB (Deutsche Aerospace) BO 108

Der Experimentalhubschrauber BO 108 absolvierte bereits 85 Flugstunden mit sehr guten Ergebnissen und wurde auf der Deutschen Luftfahrtschau ILA 1990 vorgestellt. Für die Flugerprobung wurde er zunächst mit zwei Triebwerken des Typs Allison 250 C20-R ausgerüstet. Der Triebwerksraum ist jedoch



MBB BO 108, zweimotoriger Experimentalhubschrauber.

so bemessen, daß auch andere Triebwerke installiert werden können, zum Beispiel vom Typ Turbomeca TM 319 oder Pratt & Whitney PW 205B/1. Beim völlig gelenk- und lagerlosen FVW-Hauptrotor der BO 108 sind Rotornabe und Mast aus einem Stück geschmiedet, aerodynamisch und im Profil optimierte Rotorblätter aus Faserverbundwerkstoff sind daran befestigt. Beim Zweiblatt Heckrotor sind die bisherigen Nadellager durch wartungsfreie Blasto-merlager ersetzt. Die Zellenstruktur für die 8- bis 10sitzige BO 108 wurde mit einem hohen Anteil von Kevlar-/Kohlenstofffaser-Sandwich-Komponenten entwickelt.

Leichthubschrauber mit Kolbenmotoren

Robinson R 22

Die Robinson Helicopter Company in Torrance, California/USA lieferte am 30. März 1989 den 1000. R 22 und hat damit auf dem rein zivilen Sektor einen festen Platz gefunden. Private Hubschrauberschulen können in ihrer Kalkulation niedrige Flugstundenpreise einsetzen, in den USA wird er mit entsprechender Ausrüstung bereits als Polizeihubschrauber verwendet. Mit Sicherheit wird die neu viersitzige Ausführung Robinson R 22 Beta weiteres Interesse finden

Hughes 300

Die McDonnell-Douglas Corporation verkaufte die gesamte Produktion der Hughes 300-Serie an die Schweizer Aircraft Corporation Elmira in New York/USA. Die Grundausrüstung dieses Hubschraubers, die Hughes 269 A, war 1965 für eine Ausschreibung der US-Armee als LOH und Trainer entwickelt worden und wurde in den folgenden Jahren auch in ziviler Ausführung in großen Stückzahlen gebaut. Nach rückläufigen Verkaufsziffern wurde 1981 bei den Hughes Helicopters in Culver City die Endmontage gestoppt. Mit der neuen Ausführung Hughes 300 QT »The quiet One« (»der Leise«), mit der eine Lärmverminderung um 75% erreicht wurde, erwartet die Schweizer Aircraft Corporation wieder steigende Umsätze.

Die Fertigungslizenz der McDonnell-Douglas Corporation für die Hughes 300 bei Breda Nardi in Italien bleibt bestehen.

Mil Mi-34

In der Sowjetunion wird der Mehrzweck-Hubschrauber Mil Mi-34 gebaut, der auf dem Aero-Salon in Paris 1987 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Der Prototyp ist mit einem 325-PS-9-Zylinder-Motor ausgerüstet und hat einen 4-Blatt-GfK-Rotor mit 10 m Durchmesser aufzuweisen. Der Durchmesser des Heckrotors beträgt 1,48 m. 1250 kg beträgt das maximale Abfluggewicht dieses viersitzigen Hubschraubers

PAH-2, HAC und HAP

Panzerabwehr-Hubschrauber 2
Hélicoptère Anti Char –
Hubschrauber gegen Panzer
Hélicoptère d'Appui – Begleithubschrauber

Im Oktober 1979 begann die für einen Zeitraum von 18 Monaten beschlossene Definitionsphase, in der die technische Auslegung des gemeinsamen zukünftigen

Panzerabwehr-Hubschraubers verabschiedet werden sollte. Das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB) war als ausführende Behörde vorgesehen. MBB wurde als Generalunternehmer eingesetzt, als Mitauftragnehmer fungierte die Firma SNIAS.

Grundsätzlich mußte in der Definitionsphase zuerst die Sitzplatzanordnung im Hubschrauber festgelegt werden. Bei dem Ziel- und Nachtsicht-System (Target Designation System/Pilot Nightvision-System TADS/PNVS) für das deutsche Heer mußte der Schütze vorn sitzen und der Pilot etwas erhöht hinten. Das französische Heer wünschte das in Frankreich entwickelte Nachtsichtgerät mit einem Rotormastvisier, was die umgekehrte Platzanordnung erforderte.

Das Regierungsabkommen zur Entwicklung des Panzerabwehr-Hubschraubers wurde anlässlich des deutsch-französischen Gipfeltreffens am 28. und 29. Mai 1984 von den Verteidigungsministern der Bundesrepublik Deutschland, Dr. Manfred Wörner, und der Republik Frankreich, Charles Hernu, unterzeichnet.

Nach diesem Abkommen sollte der gemeinsame Basis-Hubschrauber in den Versionen HAP, PAH-2 und HAC 3G über ein Cockpit verfügen, in dem je nach der Ausführung der Pilot oder der Schütze vorn bzw. hinten sitzt. Der HAP sollte eine 30-mm-Kanone und Luft/Luft-Flugkörper, der PAH-2 acht Panzerabwehrlenk Waffen HOT sowie eine Selbstverteidigungsbewaffnung und später Panzerabwehrraketen der dritten Generation PARS-3 erhalten, mit denen auch der HAC 3G ausgerüstet werden sollte.

Zwei gemeinsam von der deutschen Firma MTU und der französischen Firma Turbomeca entwickelte Triebwerke mit je 900 kW waren für eine Auslegungsmasse von 5000 kg vorgesehen.

Doch erst mit der endgültigen Einigung der Verteidigungsminister über die Fortführung des Programms am 13. November 1987 im Rahmen der 50. deutsch-französischen Konsultationen erfolgte der echte Startschuß des Programms. Folgender Kompromiß wurde vereinbart:

- Das Visiersystem wird als europäisches Missionspaket mit einem Mastvisier gemeinsam entwickelt,
- es wird ein Basis-Hubschrauber für zwei Versionen (PAH 2/HAC und HAP) entwickelt,
- Rolls-Royce wird an der Entwicklung des Triebwerkes beteiligt.



EUROCOPTER »Tiger«, deutsch-französischer Panzerabwehrhubschrauber.

Die Eurocopter GmbH, eine Tochterfirma von MBB und Aérospatiale, unterzeichnete am 30. November 1989 beim BWB den Entwicklungs-Hauptvertrag für den inzwischen auf den Namen »Tiger« getauften Hubschrauber. Auf 2237 Millionen DM belaufen sich die Gesamt-Entwicklungskosten, die Flyaway-Kosten des Hubschraubers (ohne Munition) betragen 20 Millionen DM für den PAH-2, 19 Millionen DM für den HAC und 16 Millionen DM für den HAP. 212 PAH, 140 HAC und 75 HAP stehen auf der Bedarfsliste.

Das technische Konzept der beiden Panzerabwehr- und des Begleitschutz-Hubschraubers umfaßt eine umfangreiche Standard-Avionik, ein Doppler-Inertial-Navigationssystem sowie Schutz- und Verteidigungssysteme, die über einen Mil-Std. 1553B-Datenbus gesteuert werden.

Der gelenklose 4-Blatt-Hauptrotor in Faserelastomerbauweise hat einen Durchmesser von 13 m. Der Rotorkopf besteht aus zwei sternförmigen Platten aus Faserverbundwerkstoff, die über ein Zwischenstück aus Titan verschraubt sind. Die Rotorblätter

mit neuen Profilen werden aus Faserverbundwerkstoff gefertigt, ebenso wie die des vorgeschlagenen 3-Blatt-Heckrotors. Auch bei der Zelle wird die Faserverbundbauweise konsequent angewandt. Angetrieben wird der Hubschrauber von zwei MTR-390-Triebwerken mit je 950 kW Leistung.

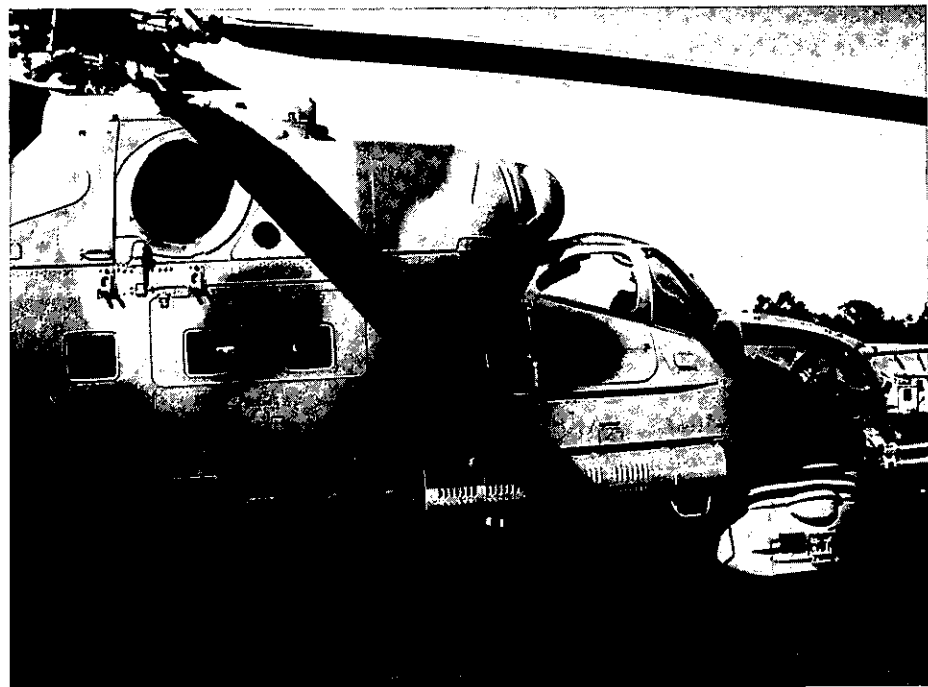
Die Visionik des PAH-2/HAC besteht aus einem Multi-Sensor-Mastvisier für den Schützen, Helmvisier und -Display für Piloten und Schützen sowie einem Piloten-Nachtsichtsystem. Die Waffenanlage für diese Mission umfaßt Waffenträger für 2 × 4 Panzerabwehrraketen des »Fire-and-Forget«-Typs PARS 3 oder 2 × 4 HOT und Luft/Luft-Raketenträger für 2 × 2 Mistral oder Stinger.

Die Tag/Nacht-Visionik des HAP besteht aus einem Dachvisier für den Schützen, Head-Up-Display für den Piloten sowie Helmvisier für Schützen und Piloten. Die Bewaffnung hierfür umfaßt eine bugmontierte 30-mm-Kanone mit 450 Schuß, Luft/Luft-Raketenträger für 2 × 2 Mistral oder Raketenträger für 2 × 22 ungelenkte Raketen.

Die Kampfhubschrauber Apache AH 64, Mi-24 Hind und Mi-28 Havoc

McDonnell Douglas übernahm die Fertigung der Kampfhubschrauber AH-64 »Apache« die nunmehr in Mesal/Kalifornien gebaut werden. 593 »Apache« waren ursprünglich eingeplant, auf insgesamt 1000 Stück bis zum Jahre 1995 wurden die Planzahlen erhöht. Eine Gegenüberstellung der technischen Daten in grober Form bedeutet keineswegs eine Bewertung der Kampfkraft dieser Waffensysteme:

Typ	in Serie seit	Einsatzgewicht	Spitzen-geschwindig-keit	Triebwerke
AH-64	1982	8 to	378 km/h	2 × 1700 shp
Mi-24	bekannt seit 1973	10 to	340 km/h	2 × 1650 shp
Mi-28	bekannt seit 1989	11,4 to	305 km/h	2 × 2200 shp



Mit den Plätzen für einen acht Mann starken Kampftrupp im Laderaum ist die Mil Mi-24 Hind ohne Übertreibung als volumenös zu bezeichnen.

Mi-28 – NATO-Designation »Havoc«

Der russische Konstrukteur Marat N. Tishtenko entwickelte einen Kampfhubschrauber, den man ohne Übertreibung als fliegenden Panzer bezeichnen kann: Die Besatzung ist hinter Panzerglas geschützt, das Cockpit mit integrierter Sandwich-Panzerung ist ebenfalls beschußsicher, selbstdichtende Kraftstoff-tanks sind eingebaut. Die Mi-28 besitzt einen Titanrotorkopf mit Elastomerlagern. Der Durchmesser des 5-Blatt-Hauptro-tors beträgt 17,2 m, 3,84 m beträgt der Durchmesser des 4-Blatt-Heckrotors. 16 AT6-Spiralraketen mit ei-ner Reichweite bis zu 7 km oder 40 80-mm-Raketen und eine 30-mm-Kanone mit 300 Schuß gehören zur Standard-Bewaffnung, Radar-Steuerung der Lenk-waffen und Laser-Entfernungsmesser sind für den Schützen und den Piloten vorhanden.



Haupt- und Heckrotor der Mil Mi-28 Havoc.

NH 90 – Der NATO-Hubschrauber der 90er Jahre

Im Vier-Länder-Programm ist es den Leitfirmen – Aérospatiale (Frankreich), MBB (Bundesrepublik Deutschland), Gruppo Agusta (Italien) und Fokker (Niederlande) – gelungen, ein für alle beteiligten Bedarfsträger optimales Waffensystem zu definieren. Ausgehend von einem NH-90-Grundmuster (Basic Helicopter) werden durch Hinzufügung der unterschiedlichen missionsspezifischen Ausrüstungen zwei Standardvarianten abgeleitet: der TTH (Tactical Transport Helicopter) und der NFH (NATO Frigate Helicopter). Sie sind für den Einsatz bei allen beteiligten Streitkräften (Luftwaffe, Heer und Marine) der betreffenden Länder bestimmt.



NH 90, ein Gemeinschaftsprojekt von vier europäischen Firmen aus vier Nationen.

Der erwartete Gesamtbedarf der vier europäischen Nationen beläuft sich auf rund 800 Hubschrauber, Marktanalysen lassen ein Exportpotential von weiteren 600 Hubschraubern erwarten.

Der NH 90 wird mit zwei Triebwerken ausgerüstet, in Erwägung gezogen wurden das europäische RTM 322 oder das amerikanische GE/CT 7.

Zu den technischen Hauptmerkmalen des NH 90 gehört ein Vierblatt-Hauptrotor mit Elastomerlagern und Faserverbundwerkstoffblättern, ein Vierblatt-Faserverbundwerkstoff-Heckrotor und ein einziehbares Dreipunkt-Landewerk mit hoher Energieaufnahme-Kapazität. Ein hoher Anteil an Faserverbundwerkstoffen wird in der Zellenstruktur verwendet. Das Cockpit ist für Farb-Mehrzwecksichtgeräte, modernste Flugsteuerungselemente (Side-Arm-Control) und fortschrittlichste Avionik ausgelegt. Ein System-Layout mit doppeltem Digital-Bus-System (Mil-Std 1553B-Architektur) erlaubt große Flexibili-



EH 101 beim Erstflug in England.

tät in der Missionsausrüstung. Ferner sind Fly-by-Wire-Steuerung und ein Schwingungs-Isolationssystem vorgesehen.

Die Marine-Version NFH bietet volle Autonomie in Anti-U-Boot-Einsätzen und wird speziell für Allwetter- und bordgestützte Operationen bei hohem Seeang ausgelegt. Die Nutzlastkapazität entspricht den Anforderungen der beteiligten Länder im Hinblick auf die verschiedenen Ausrüstungspakete. Der NFH kann von einer Drei-Mann-Besatzung betrieben werden und wird für eine Höchstgeschwindigkeit von 140 Knoten, eine Reisegeschwindigkeit von 120 Knoten und eine Flugdauer von etwa vier Stunden ausgelegt. Die TTH-Version für Heer und Luftwaffe wird für defensive Waffenausrüstung, Sitzplatzkapazität für bis zu 20 Personen plus Besatzung bzw. eine Nutzlastkapazität von 2000 kg ausgelegt. Der Transport leichter taktischer Fahrzeuge im über eine Laderampe zugänglichen Frachtraum ist möglich. Der TTH wird für eine Höchstgeschwindigkeit von 160 Knoten, eine Reisegeschwindigkeit von 140 Knoten und eine Flugdauer von etwa 2,5 Stunden ausgelegt. Das NH 90-Programm stellt für die europäische Industrie eine erstklassige Gelegenheit zur Zusammenarbeit bei der nächsten Generation von Marine- und Transporthubschraubern dar und erfüllt gleichzeitig die NATO-Forderung zur Standardisierung innerhalb des Bündnisses.

EH 101 für Großbritannien und Italien

30 Jahre nach der SA 3210 Super Frelon der Sud Aviation/Aérospatiale aus Frankreich und Agusta AZ 101 G aus Italien wird wiederum ein Großhubschrauber in der 12-14-to-Gewichtsklasse mit drei Turbinen-Triebwerken gebaut: Die EH 101.

Agusta SpA, Mailand und Westland Helicopters Ltd., Yeovil sind die Partnerfirmen der 1980 für dieses Projekt gegründeten EH Industries Limited in London.

Der Prototyp EH 101-PP1 startete am 9. Oktober 1987 in Yeovil/England zu seinem Erstflug, Prototyp PP2 flog erstmals am 26. November 1987 in Cascina Costa/Italien. Für die zivile Musterzulassung wurde der Prototyp PP3 gebaut, der am 30. September 1987 erstmals flog. Die weiteren im Bau befindlichen Prototypen sind vorgesehen für die Erprobung der Marine-Erfordernisse (PP4), die Royal Navy und die italienische Marine (PP5 und PP6), die Entwicklung einer Ausführung mit Heck-Laderampe (PP7) und für Vorführprogramme (PP8).

Als technische Daten wurden genannt: ein 5-Blatt-Hauptrotor mit 18,59 m Durchmesser, ein 4-Blatt-Heckrotor (4,01 m Durchmesser), drei GE T700-GE-

401-Wellenturbinen mit max. 1682 shp Startleistung, die über ein Hauptgetriebe laufen, das Abfluggewicht wird bei 13 to bis 14 to liegen.

Der Koaxial-Hubschrauber Kamow Ka-32

Die von Nikolai I. Kamow und seiner Mannschaft mit Chefingenieur Vladimir Barshevskij konstruierten Hubschrauber nahmen mit ihren koaxial übereinander gegenläufig drehenden Hauptrotoren – ohne Heckrotoren – jahrzehntelang eine Sonderstellung ein. Kamow starb 1973 im Alter von 71 Jahren. Seine Koaxial-Hubschrauber haben sich mit ausge-

zeichneter Steuerfolgsamkeit bei Schiffsdecklandungen auch auf grober See bewährt. Beachtlich ist die Leistungssteigerung, mit der diese Hubschrauber von der 7½- nunmehr zur 12½-to-Klasse aufgerückt sind. Nach der Ka-27, die 1974 erstmals flog und als Bordhubschrauber der Kiew-Klasse bekannt war, bis zur Ka-28 mit zwei 2170-shp-Wellenturbinen und 230–240 km/h Spitzengeschwindigkeit reicht die Typenreihe jetzt bis zur Ka-32 mit 2 × 2225 shp sowie 250 km/h Spitze und zur Ka-32 S, die speziell für Eisbrecher-Begleit-Einsätze gebaut wird. Er verfügt über zwei 3-Blatt-Rotoren mit je 15,9 m übereinander und zwei Isotow-Wellenturbinen mit je 22250 shp. Das normale Abfluggewicht der Ka-32 liegt bei 11 to, mit Außenlasten am Haken beträgt es 12,6 to, die normale Reichweite erstreckt sich auf rund 800 km bzw. Flugzeiten bis zu 4 Stunden und 30 Minuten.



Kamow Ka-32.

Bell XV-15-/Boeing V 22-Kipp- rotor-Flugzeuge

Das Kipp rotor-Projekt XV-15 der Bell Helicopter Textron (beschrieben in Band 1 auf den Seiten 128–130) ist nicht zu einer Serienreife gelangt, fortgeführt wird das in Zusammenarbeit mit Boeing-Vertol in Arbeit genommene Projekt Bell-Boeing V-22 »Osprey«.

Am 19. März 1989 startete der Verwandlungshubschrauber bei Boeing zu seinem Erstflug, die weit über den bisherigen technischen Daten dieses Erprobungsträgers liegenden Daten lauten: 2 Rotoren mit je 11,58 m Durchmesser, 14,9 m Abstand zwischen den Rotorachsen, Gesamtbreite mit drehenden Rotoren 25,78 m.

Leergewicht (ohne Kraftstoff): 14,63 kg.

Normales Fluggewicht: VTOL

(Senkrechtflug) 21 425 kg,

STO (Kurzstart) 24 947 kg.

Maximale Reisegeschwindigkeit als Hubschrauber 185 km/h, als Flugzeug im Horizontalflug 509 km/h mit zwei Mann Besatzung in bruchsfester Zelle.

Im April 1990 wurden mit dem Erprobungsträger vier (inoffizielle) Weltrekorde geflogen:

Steigleistung:

4 Min 24,36 Sek. auf 3000 m Flughöhe und

8 Min. 89,96 Sek. auf 6000 m Flughöhe;

maximal erreichte Flughöhe 6888 m;

maximal erreichte Flughöhe im Horizontalflug mit Zuladung 6872 m.

Bis zum April 1990 wurden mit der Bell-Boeing V 22 600 Flugstunden absolviert.

Der Erprobungsträger ist mit zwei Allison-T 406-AD-400-Wellenturbinen mit 2 × 6150 shp Startleistung und 2 × 4392 shp Dauerleistung ausgerüstet.

Die US-Streitkräfte melden einen Bedarf an 552 Verwandlungshubschraubern MV-22 A für das US Marine Corps für 24 Soldaten mit Ausrüstung, 50 HV-22 A für die US Navy für SAR-Transporte unter Kampfbedingungen, 50 CV-22 A für die US Air Force für spezielle Einsatztruppen und bis zu 300. SV-22 A für die US Navy zur U-Boot-Bekämpfung (ASW).

Das Kipp rotor-Projekt EUROFAR

Agusta/Italien, CASA/Spanien, Aérospatiale/Frankreich, MBB/Deutschland, Fokker/Niederlande und Westland/Großbritannien vereinbarten 1986 eine Studienphase für das Kipp rotor-Projekt EUROFAR-European Advanced Rotorcraft. Die Vorstellungen für diesen Verwandlungshubschrauber sind mit einem Abfluggewicht von 13 to, der Aufnahme-fähigkeit für 30 Passagiere und der Ausrüstung mit zwei Turbinen-Triebwerken von je 4000 shp umrissen.



Bell/Boeing V 22-»Osprey«-Kipp rotor-Flugzeug.

Rettungshubschrauber in Deutschland

Zum Jahresende 1989 war das Gebiet der Bundesrepublik mit 36 Rettungshubschrauber-Stationen flächenmäßig zu 90 Prozent abgedeckt. Die von der ADAC-Luftrettung GmbH erstellte Einsatzbilanz für 1989 registrierte in diesem Jahr insgesamt 38 639 Rettungseinsätze, 18 798 durchgeführt vom Bundesamt für den Katastrophenschutz/Bundesgrenzschutz, 8904 von der ADAC-Luftrettung GmbH, 6197 von der Bundeswehr/SAR, 4740 von der Deutschen Rettungsflugwacht. Im einzelnen registrierte die Statistik für die verschiedenen Einsatzarten:

Primärtransporte	9 593
Primärtransporte ohne Transport des Patienten im RTH	15 929
Sekundärtransporte	5 733

Acht der am meisten in Anspruch genommenen RTH-Stationen sollen hier – ohne Einstufung ihres Ranges – die regional doch sehr verschiedenen Einsatzforderungen widerspiegeln. Der Idealismus, den die Piloten, Ärzte, Rettungssanitäter und das Fernmeldepersonal bewiesen haben, verdient besondere Anerkennung.

RTH-Station	Ins-gesamt	Primär-Transporte	Sekundär-Transporte	Ver-sorgte Patienten	Fehl-Einsätze
ADAC München	2081	733	313	1678	431
BGS Hannover	1820	333	49	1254	603
BW Hamburg	1547	174	130	1347	244
BGS Ludwigsh.	1405	420	122	1088	335
ADAC Berlin	1278	40	4	1007	273
DRF Göttingen	1270	156	176	1169	145
BGS Kempten	1206	446	236	1027	191
BGS Traunstein	1132	461	185	976	174

Auszüge aus den Einsatzberichten 1989 der Stationen:
Christoph 1, München:
Mit insgesamt 2081 Luftrettungseinsätzen wurde eine absolute Kapazitätsgrenze für Mensch und Maschine erreicht. Für das Jahr 1990 ist in den einsatzstarken Sommermonaten 1990 eine Entlastung mit einem Zweithubschrauber geplant.

Dr. med. E. Stolpe, Städt. Krankenhaus München-Harlaching.
Der leistungsfähigste und modernste Rettungshubschrauber MBB BK-117 wurde hier eingesetzt. In den USA behauptet die BK-117 bei den zweimotorigen Rettungshubschraubern einen Marktanteil von 38 Prozent, gefolgt von der BO 105 mit 24 Prozent.

Christoph 4, Hannover
Die in den letzten Jahren in Hannover geübte Zurückhaltung bei den Sekundäreinsätzen wurde auch 1989 beibehalten. Der Anstieg der Fehleinsätze von 28,4 Prozent auf 33,1 Prozent resultiert zum Teil auf der zahlenmäßig deutlichen Vermehrung der bodengebundenen arztbesetzten Rettungsmittel. Bei gesteigerter Einsatzquote mußten wir zunehmend feststellen, daß Parallelanforderungen nicht mehr abgedeckt werden konnten. Bei weiterer Steigerung der Einsatzzahlen (z. B. bei Überschreiten der 2000-Grenze) muß ärztlicherseits dringend die Forderung nach einem zweiten Rettungshubschrauber erhoben werden.
Dr. med. C.-J. Kant, Medizinische Hochschule Hannover

Christoph 5, Ludwigshafen
Es ist häufig vorgekommen, daß bei entsprechender Notfallmeldung an die Rettungsleitstelle durch die Leitstelle eine Doppelalarmierung erfolgte. In Situationen, in denen der bodengebundene herantransportierte Notarzt zuerst an der Notfallstelle eintraf, wurde der im Anflug befindliche Rettungshubschrauber auf Veranlassung des Notarztes über die Rettungsleitstelle häufig zurückbeordert.
Ganz unerfreulich fanden wir Situationen, in denen der Patient doch noch am späten Abend wegen der Schwere der Verletzung bodengebunden in unsere Behandlung zur operativen Versorgung kam.
Dr. med. B. Vock, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Ludwigshafen.

Christoph 31, Berlin
Die Bedingungen für Reparaturen und Inspektionen sind für Christoph 31 relativ ungünstig, da ein Reservehubschrauber im Gegensatz zu den bundesdeutschen RTH-Stationen nicht zur Verfügung steht (aufgrund des Berlin-Abkommens müssen in Berlin [West] betriebene Hubschrauber in alliierterem Besitz sein). Knapp 90 Prozent aller Alarmierungen erfolgen auf dem Boden der primären Notrufmeldung von Augenzeugen bzw. Ersthelfern mit dem entsprechend hohen Fehlalarmierungsrisiko.
Dr. med. H.-R. Arntz, Klinikum der Freien Universität Berlin.



BK 117-Rettungshubschrauber beim ADAC.

Christoph 44, Göttingen
Drei von vier Einsätzen des Göttinger RTH sind Primäreinsätze. Das verdeutlicht seine Bedeutung als Teil der notärztlichen Versorgung in dem Bereich, zu dem auch große ländliche Gebiete gehören. Die Einrichtung grenzüberschreitender Kommunikationsmittel ist für den sinnvollen RTH-Einsatz notwendig und bereits in Angriff genommen.
Dr. med. C. Busse, Dr. med. K.-H. Mücke, Universitätsklinik Göttingen.

Christoph 17, Kempten
Erwähnenswert aus der Statistik ist wohl der starke Anstieg der Gletschirmunfälle mit z. T. schweren Verletzungen sowie die Tatsache, daß Christoph 17 an drei Tagen zu drei Lawineneinsätzen angefordert wurde (davon ein Nachteinsatz). Der Prozentsatz der Bergrettungseinsätze ist mit durchschnittlich 15 Prozent (Winter 17 Prozent) gleichgeblieben.
Dr. med. D. Wörner, Stadt Krankenhaus Kempten

Christoph 14, Traunstein
Die neue Hangar-Anlage konnte im letzten Jahr zu unserer Zufriedenheit fertiggestellt werden. Positive Erfahrungen wurden mit zwei Handfunksprechgeräten FuG 13a (4-Meterband) gemacht. Im Bereich grenzüberschreitender Einsätze gab es keinerlei Schwierigkeiten.
Dr. med. F. Huber, Chefarzt der Chirurgischen Abteilung Stadt Krankenhaus Traunstein.

In der DDR wurden bislang keine vergleichbaren Rettungshubschrauber eingesetzt. Für Such- und Rettungsdienste flog bei der Nationalen Volksarmee die sowjetische Mil Mi-17 im Such- und Rettungsdienst (SAR), die 1989 auch als »Fliegende Ambulanz« vorgestellt wurde, sie ist in Band 2 auf den Seiten 36/37 beschrieben. Mit einem 5-Blatt-Hauptrotor von 21,29 m Durchmesser und zwei Turbinen-Triebwerken mit je 1900 PS liegt das Abfluggewicht der Mi-17 bei 13 to und benötigt für den



Mil Mi-17 als fliegende Ambulance.

Flugbetrieb Start- und Landeplätze von der Größe eines Fußballfeldes. Im Frühjahr 1990 wurde im Rahmen einer deutsch-deutschen Kooperation von dem in Nürnberg beheimateten »Flight Ambulance Service International« zur Leipziger Messe eine MBB BK 117 gestellt. Die Agrarflug-Abtei-

lung der Interflug übernahm die flugtechnische Betreuung des Hubschraubers, die SMH (»Schnelle Medizinische Hilfe«) der Stadt Leipzig war für die Organisation dieses Luftrettungsdienstes zuständig. 100 km soll der Einsatzradius des Rettungshubschraubers betragen, der auf den Namen »Christoph Leipzig« getauft wurde.

Luftfahrtbücher für Kenner und Liebhaber

Peter Meyer

Luftschiiffe

Die Geschichte der deutschen Zeppeline
172 Seiten und 4 Farbtafeln, 175 Fotos, 5 Farbproduktio-
nen, 9 Karten und Skizzen. Bildbandformat. Geb.
ISBN 3-8033-0302-8

»... eine lückenlose Biographie aller Luftschiiffe ... bietet
einen lebendigen Rückblick auf Jahrzehnte erfolgreicher
deutscher Luftschiiffahrtsgeschichte.« Südwest-Presse
»... erhält das Buch den Rang eines zuverlässigen Nach-
schlagewerkes, dessen Besonderheit in der Vielfalt seines
dokumentarischen Bildmaterials liegt.«
Das Historisch-Politische Buch

Heinz J. Nowarra

Focke-Wulf Fw 200 Condor

Die Geschichte des ersten modernen Langstrecken-
flugzeuges der Welt
155 Seiten, 181 Fotos, 88 Zeichnungen und Skizzen,
Bildbandformat. Geb. ISBN 3-7637-5855-9

Gesamtdarstellung eines der faszinierendsten Flugzeuge
in der Luftfahrtgeschichte, des Wegbereiters des Transatlan-
tikfluges.

»... der Fw 200 und den mit ihr verbundenen Ingenieuren,
Technikern und Besatzungen wurde ein würdiges, doku-
mentarisches Denkmal gesetzt.«
Zeitschrift für Flugwissenschaften
und Weltraumforschung

Heinz J. Nowarra

Die deutsche Luftrüstung 1933-1945

4 Bände, insges. 986 Seiten, 749 Fotos, 1106 Zeichnungen
und Skizzen. Bildbandformat. Geb. Vorzugspreis bei Be-
stellung des Gesamtwerkes. ISBN 3-7637-5464-4 (Ge-
samtwerk)

Band 1
Flugzeugtypen AEG - Dornier
ISBN 3-7637-5465-2

Band 2
Flugzeugtypen Erla - Heinkel
ISBN 3-7637-5466-0

Band 3
Flugzeugtypen Henschel - Messerschmitt
ISBN 3-7637-5467-9

Band 4
Flugzeugtypen MiAG - Zeppelin, Flugkörper, Flugmotoren,
Bordwaffen, Abwurfaffen, Funkgeräte, sonstiges Luftwaf-
fengerät, Flakartillerie
ISBN 3-7637-5468-7

Die umfassende Dokumentation aller militärischen Flug-
zeugtypen, Raketen, Flugmotoren usw., die in Deutschland
zwischen 1933 und 1945 gebaut oder geplant wurden.

»... eine faszinierende Dokumentation ...« Die Welt
»Wo man den Band auch aufschlägt, ist er interessant,
informativ und voller oft unbekannter Angaben und Abbil-
dungen.« Wehrtechnik

Flugzeuge von A bis Z

3 Bände, insges. 1296 Seiten, 5085 Farb- und Schwarz-
weißabbildungen (Fotos, Zeichnungen und Skizzen). Bild-
bandgroßformat. Geb. Vorzugspreis bei Bestellung des
Gesamtwerkes. ISBN 3-7637-5903-4 (Gesamtwerk)

Band 1
Aamsa Quail - Consolidated P2Y
ISBN 3-7637-5904-2

Band 2
Consolidated PBV - Koolhoven FK55
ISBN 3-7637-5905-0

Band 3
Koolhoven FK56 - Zmaj
ISBN 3-7637-5906-9

Die außergewöhnliche Enzyklopädie aller Zivil- und Militär-
flugzeuge und Hubschrauber der Welt von den Anfängen
bis heute.

»Für Luftfahrt- und Flugzeugfreunde ein absolutes Muß ...
unerschöpfliche Fundgrube.« Münchner Merkur

»Dieses außergewöhnliche Nachschlagewerk ...«
Luft- und Raumfahrt

Rolf Besser

Technik und Geschichte der Hubschrauber

Von Leonardo da Vinci bis zur Gegenwart

Band 1
144 Seiten, 85 Fotos, 51 Zeichnungen und Skizzen.
Bildbandformat. Geb. ISBN 3-7637-5408-3

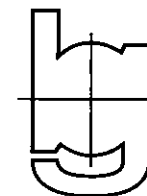
Band 2
152 Seiten, 137 Fotos, 22 Zeichnungen und Skizzen.
Bildbandformat. Geb. ISBN 3-7637-5409-1

Die spannende Geschichte der internationalen Hubschrau-
berentwicklung von den ersten Ideen da Vincis bis zu den
modernen Entwicklungen unserer Tage.

»... lesenswert von Anfang bis zum Ende.«
Deutsche Presse-Agentur
»... eine anschauliche und technisch fundierte Geschichte
der faszinierenden Entwicklung des Hubschraubers.«
aerokurier

Diese Titel sind nur eine Auswahl aus unserem interessan-
ten Buchprogramm. Fordern Sie bitte unverbindlich Infor-
mationen zu den Themenbereichen »Geschichte/Politik/
Wehrwesen«, »Luftfahrt« und »Marine« an.

Unsere Bücher sind über jede gute Buchhandlung zu
beziehen



Klassiker der Lüfte

Berühmte Oldtimer 1913-1935

255 Seiten, 247 Farb- und 155 Schwarzweißfotos, zahl-
reiche Zeichnungen. Bildbandgroßformat. Geb.
ISBN 3-7637-5902-6

Eine faszinierende Parade 30 berühmter Flugzeuge, die
Luftfahrtgeschichte geschrieben haben.

»Der großartige Bildband ... kenntnis- und anekdoten-
reicher Streifzug durch einen wichtigen Abschnitt der
Historie.« Welt am Sonntag

»... wird nicht nur Luftfahrt-Fans begeistern ...« Luftfahrt

Stanley Stewart

Flugkatastrophen, die die Welt bewegten

254 Seiten, 47 Fotos, 38 Zeichnungen und Skizzen. Geb.
ISBN 3-7637-5859-3

Aufsehenerregende Luftfahrtkatastrophen und ihre Ur-
sachen.

»... lohnendes, sehr sachkundiges Buch, das viel Wissen
über die Entwicklung der Luftsicherheit und die im Laufe der
Zeit immer aufwendigeren Unfalluntersuchungen vermittelt
... zu empfehlen.« Einkaufszentrale für
öffentliche Bibliotheken

Werner Schiwipps

Der Mensch fliegt

Lilienthals Flugversuche in historischen Aufnahmen

238 Seiten, 244 Abbildungen (Fotos und Zeichnungen).
Bildbandformat. Leinen. ISBN 3-7637-5838-0

Die vollständige Bilddokumentation über die Flugexperi-
mente Otto Lilienthals.

»Außer durch den dokumentarischen Charakter bestechen
diese Bilder aus der Frühzeit der Momentphotographie
durch hervorragende Qualität und reportagehafte Dynamik
... in Wort und Bild liefert es so viel an Information, daß es
sich hervorragend dazu eignet, Lilienthals Werk intensiv und
unmittelbar anhand belegter Quellen kennenzulernen und
dadurch einen fast persönlichen Gesamteindruck von
diesem genialen Menschen zu gewinnen.«
Spektrum der Wissenschaft

Günther W. Gellermann

Moskau ruft Heeresgruppe Mitte ...

Was nicht im Wehrmachtsbericht stand:
Die Einsätze des geheimen Kampfgeschwaders 200 im
Zweiten Weltkrieg

326 Seiten, 78 Fotos, 61 Dokumente. Geb.
ISBN 3-7637-5851-8

Die Geschichte des interessantesten Sondereinsatzes der
Luftwaffe: Kommandounternehmen, Absetzen von Agen-
ten, »Selbstopfermännern«, Einsätze mit alliierten Beute-
maschinen.

»... sauber recherchiert und ohne luftige Spekulation-
en ...« Das Historisch-Politische Buch

Bernard & Graefe Verlag · Karl-Mand-Straße 2 · D-5400 Koblenz



Mil Mi-17 als fliegende Ambulance.

Flugbetrieb Start- und Landeplätze von der Größe eines Fußballfeldes.

Im Frühjahr 1990 wurde im Rahmen einer deutsch-deutschen Kooperation von dem in Nürnberg beheimateten »Flight Ambulance Service International« zur Leipziger Messe eine MBB BK 117 gestellt. Die Agrarflug-Abtei-

lung der Interflug übernahm die flugtechnische Betreuung des Hubschraubers, die SMH (»Schnelle Medizinische Hilfe«) der Stadt Leipzig war für die Organisation dieses Luftrettungsdienstes zuständig. 100 km soll der Einsatzradius des Rettungshubschraubers betragen, der auf den Namen »Christoph Leipzig« getauft wurde.

Luftfahrtbücher für Kenner und Liebhaber

Peter Meyer

Luftschniffe

Die Geschichte der deutschen Zeppeline
172 Seiten und 4 Farblafeln, 175 Fotos, 5 Farbreproduktio-
nen, 9 Karten und Skizzen. Bildbandformat. Geb.
ISBN 3-8033-0302-8

»... eine lückenlose Biographie aller Luftschniffe ... bietet
einen lebendigen Rückblick auf Jahrzehnte erfolgreicher
deutscher Luftschniffahrtsgeschichte.« Südwest-Presse
»... erhält das Buch den Rang eines zuverlässigen Nach-
schlagewerkes, dessen Besonderheit in der Vielfalt seines
dokumentarischen Bildmaterials liegt.«
Das Historisch-Politische Buch

Heinz J. Nowarra

Focke-Wulf Fw 200 Condor

Die Geschichte des ersten modernen Langstrecken-
flugzeuges der Welt
155 Seiten, 181 Fotos, 88 Zeichnungen und Skizzen,
Bildbandformat. Geb. ISBN 3-7637-5855-9

Gesamtdarstellung eines der faszinierendsten Flugzeuge
in der Luftfahrtgeschichte, des Wegbereiters des Transatlan-
tikfluges.

»... der Fw 200 und den mit ihr verbundenen Ingenieuren,
Technikern und Besatzungen wurde ein würdiges, doku-
mentarisches Denkmal gesetzt.«
Zeitschrift für Flugwissenschaften
und Weltraumforschung

Heinz J. Nowarra

Die deutsche Luftrüstung 1933-1945

4 Bände, insges. 986 Seiten, 749 Fotos, 1106 Zeichnungen
und Skizzen. Bildbandformat. Geb. Vorzugspreis bei Be-
stellung des Gesamtwerkes. ISBN 3-7637-5464-4 (Ge-
samtwerk)

Band 1
Flugzeugtypen AEG - Dornier
ISBN 3-7637-5465-2

Band 2
Flugzeugtypen Erla - Heinkel
ISBN 3-7637-5466-0

Band 3
Flugzeugtypen Henschel - Messerschmitt
ISBN 3-7637-5467-9

Band 4
Flugzeugtypen MiAG - Zeppelin, Flugkörper, Flugmotoren,
Bordwaffen, Abwurfwaffen, Funkgeräte, sonstiges Luftwaf-
fengerät, Flakartillerie
ISBN 3-7637-5468-7

Die umfassende Dokumentation aller militärischen Flug-
zeugtypen, Raketen, Flugmotoren usw., die in Deutschland
zwischen 1933 und 1945 gebaut oder geplant wurden.

»... eine faszinierende Dokumentation ...« Die Welt
»Wo man den Band auch aufschlägt, ist er interessant,
informativ und voller oft unbekannter Angaben und Abbil-
dungen.« Wehrtechnik

Flugzeuge von A bis Z

3 Bände, insges. 1296 Seiten, 5085 Farb- und Schwarz-
weißabbildungen (Fotos, Zeichnungen und Skizzen). Bild-
bandgroßformat. Geb. Vorzugspreis bei Bestellung des
Gesamtwerkes. ISBN 3-7637-5903-4 (Gesamtwerk)

Band 1
Aamsa Quail - Consolidated P2Y.
ISBN 3-7637-5904-2

Band 2
Consolidated PBV - Koolhoven FK55
ISBN 3-7637-5905-0

Band 3
Koolhoven FK56 - Zmaj
ISBN 3-7637-5906-9

Die außergewöhnliche Enzyklopädie aller Zivil- und Militär-
flugzeuge und Hubschrauber der Welt von den Anfängen
bis heute.

»Für Luftfahrt- und Flugzeugfans ein absolutes Muß ...
unerschöpfliche Fundgrube.« Münchner Merkur

»Dieses außergewöhnliche Nachschlagewerk ...«
Luft- und Raumfahrt

Rolf Besser

Technik und Geschichte der Hubschrauber

Von Leonardo da Vinci bis zur Gegenwart

Band 1
144 Seiten, 85 Fotos, 51 Zeichnungen und Skizzen.
Bildbandformat. Geb. ISBN 3-7637-5408-3

Band 2
152 Seiten, 137 Fotos, 22 Zeichnungen und Skizzen.
Bildbandformat. Geb. ISBN 3-7637-5409-1

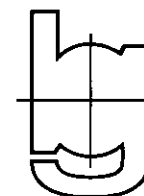
Die spannende Geschichte der internationalen Hubschrau-
berentwicklung von den ersten Ideen da Vincis bis zu den
modernen Entwicklungen unserer Tage.

»... lesenswert von Anfang bis zum Ende.«
Deutsche Presse-Agentur

»... eine anschauliche und technisch fundierte Geschichte
der faszinierenden Entwicklung des Hubschraubers.«
aerokurier

Diese Titel sind nur eine Auswahl aus unserem interessan-
ten Buchprogramm. Fordern Sie bitte unverbindlich Infor-
mationen zu den Themenbereichen »Geschichte/Politik/
Wehrwesen«, »Luftfahrt« und »Marine« an.

Unsere Bücher sind über jede gute Buchhandlung zu
beziehen



Klassiker der Lüfte

Berühmte Oldtimer 1913-1935

255 Seiten, 247 Farb- und 155 Schwarzweißfotos, zahl-
reiche Zeichnungen. Bildbandgroßformat. Geb.
ISBN 3-7637-5902-6

Eine faszinierende Parade 30 berühmter Flugzeuge, die
Luftfahrtgeschichte geschrieben haben.

»Der großartige Bildband ... kenntnis- und anekdoten-
reicher Streifzug durch einen wichtigen Abschnitt der
Historie.« Welt am Sonntag

»... wird nicht nur Luftfahrt-Fans begeistern ...« Luftfahrt

Stanley Stewart

Flugkatastrophen, die die Welt bewegten

254 Seiten, 47 Fotos, 38 Zeichnungen und Skizzen. Geb.
ISBN 3-7637-5859-3

Aufsehenerregende Luftfahrtkatastrophen und ihre Ur-
sachen.

»... lohnendes, sehr sachkundiges Buch, das viel Wissen
über die Entwicklung der Luftsicherheit und die im Laufe der
Zeit immer aufwendigeren Unfalluntersuchungen vermittelt
... zu empfehlen.« Einkaufszentrale für
öffentliche Bibliotheken

Werner Schripps

Der Mensch fliegt

Lilienthals Flugversuche in historischen Aufnahmen

238 Seiten, 244 Abbildungen (Fotos und Zeichnungen).
Bildbandformat. Leinen. ISBN 3-7637-5838-0

Die vollständige Bilddokumentation über die Flugexperi-
mente Otto Lilienthals.

»Außer durch den dokumentarischen Charakter bestechen
diese Bilder aus der Frühzeit der Momentphotographie
durch hervorragende Qualität und reportagehafte Dynamik
... in Wort und Bild liefert es so viel an Information, daß es
sich hervorragend dazu eignet, Lilienthals Werk intensiv und
unmittelbar anhand belegter Quellen kennenzulernen und
dadurch einen fast persönlichen Gesamteindruck von
diesem genialen Menschen zu gewinnen.«
Spektrum der Wissenschaft

Günther W. Gellermann

Moskau ruft Heeresgruppe Mitte ...

Was nicht im Wehrmachtsbericht stand:
Die Einsätze des geheimen Kampfgeschwaders 200 im
Zweiten Weltkrieg

326 Seiten, 78 Fotos, 61 Dokumente. Geb.
ISBN 3-7637-5851-8

Die Geschichte des interessantesten Sonderverbandes der
Luftwaffe: Kommandounternehmen, Absetzen von Agen-
ten, »Selbstopfermänner«, Einsätze mit alliierten Beute-
maschinen.

»... sauber recherchiert und ohne luftige Spekulation-
en ...« Das Historisch-Politische Buch

Bernard & Graefe Verlag · Karl-Mand-Straße 2 · D-5400 Koblenz

