DIE TECHNISCHE ENTWICKLUNG DER VON DEN DEUTSCHEN LUFTSTREITKRÄFTEN IM 1. WELTKRIEG 1914 - 1918 EINGESETZTEN FLUGZEUGE

U. Roßbach, Lanzenhaarer Straße 3, 82041 Oberhaching, Deutschland

Zusammenfassung

In diesem Jahr jährt sich zum 100. Mal der Ausbruch des 1. Weltkriegs 1914. Aus luftfahrthistorischer Sicht ging dieser Krieg dadurch in die Geschichte ein, dass in ihm erstmals Flugzeuge in großem Stil als Waffe eingesetzt wurden. Auch dadurch machte in den etwas mehr als vier Jahren, die der Krieg dauerte, die Luftfahrttechnik eine rasante Entwicklung durch. Aus den fragilen Gebilden der Anfangszeit waren bei Kriegsende durchaus ernst zu nehmende Waffen geworden.

Diese technische Entwicklung, in Wechselwirkung mit den militärischen Anforderungen, wird hier dargestellt und am Beispiel der in Deutschland entwickelten und eingesetzten Flugzeuge veranschaulicht. Besonders deutlich wird diese Entwicklung, wenn man sich ausgewählte Parameter z.B. der Flugleistungen vor Augen hält. Ergänzt werden die Betrachtungen durch vertiefende Erläuterungen der Fortschritte in den Bereichen Flugmotoren, Aerodynamik und Bauweisen.

1. EINLEITUNG

Zu Beginn des Ersten Weltkriegs 1914, nur etwa elf Jahre nach dem ersten Motorflug der Gebrüder Wright und sechs Jahre nachdem der Motorflug in Deutschland Fahrt aufgenommen hatte, waren die Flugapparate noch äußerst fragil. Am Ende waren daraus durchaus ernst zu nehmende Waffen geworden.

Dies ist natürlich primär dem militärischen Einsatz geschuldet. Aus dem Druck der Kriegsereignisse resultierte die Notwendigkeit, stets besser zu sein als die Gegenseite. So machte die Luftfahrttechnik generell, bei allen am Krieg beteiligten Streitkräften, einen großen Sprung in dieser Zeit.

Diese technische Entwicklung wird hier am Beispiel der von den deutschen Fliegertruppen eingesetzten Flugzeuge veranschaulicht. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf den Landflugzeugen. Die Flugzeuge der Seeflieger werden allenfalls gestreift.

2. AUFGABENSTELLUNGEN DER FLIEGERTRUPPE

Die technische Entwicklung der Luftfahrt in den frühen Jahren kam nicht von ungefähr. Schon sehr früh hatte das Militär das Flugzeug entdeckt und erkannt, dass es für die Kriegsführung durchaus von Nutzen sein konnte. Dies traf vor allen Dingen auf Europa zu, wo sich Deutschland und der "Erbfeind" Frankreich in den spannungsgeladenen Jahren zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein regelrechtes Wettrüsten lieferten. Jede neue Waffe, jeder technische Vorteil gegenüber dem Anderen war hochwillkommen [1].

Die ersten Aufgaben, die das Militär dem Flugzeug zudachte, waren die Übermittlung von Nachrichten und der Transport von (einzelnen) Personen - was man heute als Verbindungsaufgaben bezeichnet. Als wichtiger wurden die Beobachtungs- und Aufklärungsaufgaben angesehen sowie die Zielzuweisung und das Einschießen der Artillerie. Für diese beiden Aufgaben waren vorher schon Ballone zum Einsatz gekommen. Das Flugzeug versprach gegenüber diesen eine noch größere Flexibilität und Reichweite.

Ebenfalls noch vor dem Ersten Weltkrieg wurden die ersten Gedankenspiele angestellt, um das Flugzeug tatsächlich als Waffe einzusetzen. Dabei ging es einerseits um Angriffe von der Luft aus auf Truppen und Einrichtungen am Boden, andererseits auch um den Kampf Flugzeug gegen Flugzeug. Im Laufe des Stellungskriegs an der Westfront kamen dann auch Aufgaben zur Versorgung abgeschnittener Truppenteile aus der Luft durch Abwurf von Proviant, Munition, etc. auf die Flugzeuge zu [2].

Schnell war aber auch klar, dass ein Flugzeug nur solche Aufgaben übernehmen konnte, für die es genügend Tragkraft hatte, um die zu deren Durchführung benötigte Ausrüstung (z.B. Bewaffnung, Funkanlage, Panzerung o.ä.) samt Besatzung und Kraftstoff in die Luft zu heben und dann auch noch ausreichende Flugleistungen zu bieten. Jedes Kilogramm an Ausrüstung senkt die Gipfelhöhe, Höchstgeschwindigkeit, Reichweite und auch die Wendigkeit. Aus den ersten Kriegstagen ist überliefert, dass die Besatzungen der bayerischen Feldfliegerabteilung (bFFA) 1 sich zum Schutz gegen Bodenfeuer Stahlplatten unter die Sitze ihrer Otto-Doppeldecker schrauben ließen. Danach schafften es die Maschinen nicht einmal mehr über die Gipfel der Vogesen [3]. Im Mai 1916 wollte der spätere Flugzeugfabrikant Richard Dietrich beweisen, dass ein Einsitzerflieger gleichzeitig steuern und funken könne. Dazu wurde am Armee-Flugpark 6a eine FT-Anlage in eine Pfalz E.IV eingebaut. Nach verdächtig langer Startstrecke schmierte er gleich in der ersten Kurve aus noch niedriger Höhe ab [4]. Aufgrund der Schräglage war die verbleibende vertikale Komponente des Auftriebs nicht mehr ausreichend, das überladene Flugzeug in der Luft zu halten.

Soll dem Flugzeug eine neue Aufgabe übertragen werden, die neuer oder zusätzlicher Ausrüstung bedarf,

so muss deren Gewicht im Rahmen bleiben. Ist dies nicht möglich, so wird ein anderes Flugzeug benötigt, dessen Leistungen von Hause aus schon höher und dann nach Einbau der Ausrüstung immer noch zufriedenstellend sind. Neben der generell immer gewünschten Verbesserung der Flugleistungen, auch bei gleichbleibender Ausrüstung, ist diese Notwendigkeit einer der wesentlichen Treiber in der Entwicklung der Luftfahrt.

3. MILITÄRISCHE AUSRÜSTUNG

Entsprechend war eine dedizierte militärische Ausrüstung des Flugzeugs anfangs nicht vorhanden. Für die Suche nach gegnerischen Truppenansammlungen und Stellungen als der klassischen Aufklärungstätigkeit führte der Beobachter ein Fernglas und einen Notizblock mit, auf dem er das Gesehene in Schrift- oder Skizzenform festhielt. Die so gewonnenen Aufklärungsergebnisse wurden später durch Fotografien ergänzt. Die ersten Kameras musste der Beobachter noch selbst über die Bordwand halten. Mit zunehmender Flughöhe wurden die Brennweiten der Kameras größer, und sie wurden starr im Beobachterraum montiert, durch eine Luke im Boden blickend. Mit der Einführung von Reihenbildgeräten, die nach Auslösung automatisch mehrere Bilder nacheinander schießen, wurde die Arbeitsbelastung des Beobachters gesenkt. Spät im Ersten Weltkrieg konnten sich die Aufklärer den alliierten Jagdflugzeugen oft nur noch durch eine Flughöhe um 8000 m entziehen. Die dünne Luft in dieser Höhe machte es notwendig, die Besatzung mit Atemsauerstoff aus Flaschen zu versorgen [1].

BILD 1. DFW C.V als Artillerieflugzeug. Unter dem Rumpf ist das sogenannte "Antennen-Ei" zu sehen, ein Gewicht am Ende der Antenne, um diese im ausgefahrenen Zustand in die Vertikale zu bringen. Der Generator für die FT-Anlage befindet sich an der Fahrwerksstrebe steuerbord vorne. Außen am Rumpf unterhalb des Beobachters ist eine Signalpistole angebracht als Rückfalloption bei Ausfall der FT-Anlage.

Auch für das Beobachten und Einschießen der Artillerie kam man anfangs ohne große Ausrüstung aus, indem der Flugzeugführer bei den eigenen Stellungen landete, so dass der Beobachter mündlich Meldung machen konnte. Schneller war das Abwerfen auf Papier geschriebener Meldungen in einer Metallhülse ("Meldekapsel"). Auch die ersten technischen Hilfsmittel zur Echtzeit-Kommunikation in Form von Blinkzeichen oder Leuchtpistolen hatten noch ein niedriges Eigengewicht. Nach der Entwicklung leistungsfähiger aber dennoch leichter Anlagen zur Funkentelegrafie (FT) konnte die Effizienz des Einschießens noch weiter gesteigert werden. Zum Einsatz kamen die FT-Anlagen mit ausfahrbaren Schleppantennen ab etwa Anfang 1915 zunächst in Pfalz Parasol Eindeckern sowie Eindeckern von Fokker, da diese zu der Zeit über eine beträchtliche Steigleistung und Tragfähigkeit verfügten [5]. In den Flugzeugen wurden dennoch überwiegend nur Sendeanlagen eingebaut, die zur damaligen Zeit alleine schon etwa 30 kg auf die Waage brachten. Dazu kamen noch etwa 15 kg für den Stromgenerator [6], plus die Antenne. Anlagen zur Zwei-Wege-Kommunikation (Sender/Empfänger) waren daher eher die Ausnahme [2].

Die ersten Waffen zur Bekämpfung von Zielen am Boden vom Flugzeug aus waren sogenannte Fliegerpfeile, etwa bleistiftgroße spitze Stahlstifte mit Stabilisierungsflossen, die aus genügend großer Höhe abgeworfen einen direkt getroffenen Soldaten schwer verwunden oder töten konnten, sowie gewöhnliche Handgranaten, die vom Beobachter im Cockpit mitgeführt und einfach über die Bordwand aus dem Flugzeug fallen gelassen wurden. Auch die ersten leichten Bomben (wenige kg schwer) wurden noch so gehandhabt. Mit größer werdenden Bomben wurde diese Methode unpraktisch, und es wurden Halterungen außen an den Rumpfseiten eingeführt, in denen die Bomben senkrecht mitgeführt wurden. Die noch größeren Bomben wurden zur Verminderung des Luftwiderstands aerodynamisch ausgeformt und von den Großflugzeugen in waagerechter Position in Halterungen unter dem Rumpf oder den Tragflächen transportiert [7].

War es bei den anfänglichen kleinen Bomben noch einigermaßen praktikabel, sie im Tiefflug nach Gefühl und Erfahrung "über den Daumen gepeilt" zu zielen, so machten die großen Bomben eine Zielvorrichtung erforderlich. Da bei gleicher Zuladung von den großen Bomben nur eine geringere Stückzahl mitgeführt werden konnte, waren Fehlwürfe möglichst zu vermeiden. Aus einem ähnlichen Grund wurde von den Großflugzeugen auch die mögliche Zuladung üblicherweise nicht in Form einer großen Bombe, sondern bevorzugt in Form mehrerer kleinerer Bomben mitgeführt. Auch die immer größer werdenden Flughöhen, aus denen die Bomben abgeworfen wurden, um das Risiko durch die Bodenabwehr zu verringern, verlangten nach einem Hilfsmittel zum Zielen. Die Firma Zeiss hatte schon vor dem Krieg ein Zielfernrohr für den Einsatz in Luftschiffen entwickelt, die ursprünglich als strategische Bomber gedacht waren. Dieses konnte in Abhängigkeit der Flughöhe und der Geschwindigkeit über Grund eingerichtet werden. Angepasst an deren größere Geschwindigkeiten, wurde es ab 1916 auch in Flugzeugen verwendet. Von der Firma Görz stammte eine spezielle Ausführung für den Einsatz bei Nacht [7].

Außer mit Abwurfwaffen konnten Bodenziele auch durch Beschuss mit Bord-MG bekämpft werden. Anfang 1915 wurden doppelsitzige Flugzeuge eingeführt mit einem schwenkbaren Maschinengewehr an der Position des Beobachters. Um ein größeres Schussfeld zu haben, wechselte der Beobachter vom vorderen Cockpit, in dem er bis dahin residierte, in das hintere. In der militärischen Nomenklatur wurden diese Flugzeuge als C-Typen bezeichnet. Sie trugen auf deutscher Seite bis zum Schluss die Hauptlast des Luftkrieges. Ab Ende 1915

erhielten die C-Flugzeuge, als Anleihe aus den Jagdflugzeugen, auch ein starr eingebautes, durch den Propellerkreis nach vorne feuerndes MG. Die letzten C-Typen hatten sogar zwei starre Maschinengewehre [2].

In dem Maße, in dem das Flugzeug Aufklärungs- oder Kampfaufgaben für die eigenen Truppen übernahm, kam wenig überraschend der Wunsch auf, die Flugzeuge des Gegners an der Ausführung der gleichen Aufgaben zu hindern. Von Kriegsbeginn an wurden Flugzeuge von feindlichen Bodentruppen unter Feuer genommen, auch bedingt durch die noch niedrigen Flughöhen. Angriffe auf Flugzeuge durch Flugzeuge führten erstmals die Franzosen noch im Jahr 1914 durch. Im Versuch, sich gegen solche Angriffe zu verteidigen, kamen zunächst in Eigenregie der Besatzungen alle möglichen Handfeuerwaffen, von der Leuchtpistole bis zum Karabiner, zum Einsatz. Effektivere Abwehr war dann durch das schwenkbare Beobachter-MG der bereits erwähnten C-Flugzeuge möglich. Zum Einsatz kam eine gewichtsreduzierte Version des altbewährten Maxim-MG als LMG 14 (luftgekühltes Maschinengewehr, Einführungsjahr 1914), nach der Herstellerfirma auch oft einfach nur "Parabellum" genannt. Diese ca. 11 kg (ohne Munition) schwere Waffe hatte bis zum Kriegsende in fast allen mehrsitzigen deutschen Flugzeugen ihren Platz [7]. 1917 wurde sie noch einmal überarbeitet und dann als LMG 14/17 geführt.

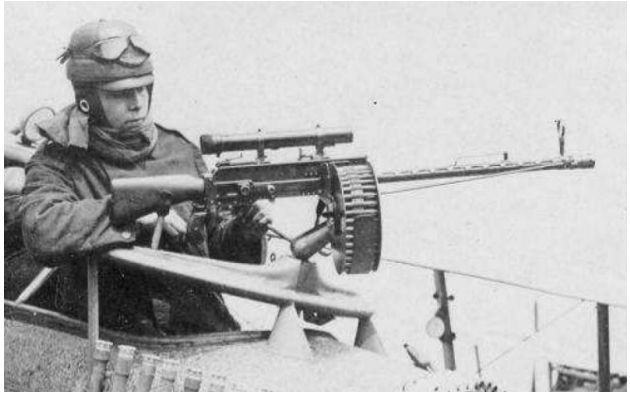

BILD 2. Fliegerschütze eines Schlachtfliegers mit seinem LMG 14/17 "Parabellum", hier in der Ausführung mit Zielfernrohr.

Gegen die von den Franzosen bevorzugten Flugzeuge mit Druckpropeller, die dem Flugzeugführer nur eine eingeschränkte Sicht nach hinten boten, hatten die C-Flugzeuge bereits ein ansehnliches Offensivpotenzial. Aber bereits im Sommer 1915 erschienen die ersten dedizierten Jagdflugzeuge an der Front. Diese zeichneten sich durch ein unmittelbar vor dem Piloten über der Motorhaube starr montiertes MG aus, das einfaches Zielen ermöglichte, indem das komplette Trägerflugzeug auf das Ziel ausgerichtet wurde. Der Schlüssel dazu war die Synchronisation der Schussfolge des MG mit der Drehzahl des davor liegenden Propellers, so dass die Geschosse diesen passieren konnten, ohne ihn zu beschädigen. Die Entwicklung eines entsprechenden Mechanismus wurde bereits vor dem Krieg bei LVG begonnen. Im Frühjahr 1915 wurde er bei Fokker zur Serienreife gebracht. Als Waffe wurde das LMG 08 (ab 1916 LMG 08/15) verwendet, das speziell für den Einsatz im Flugzeug um die Wasserkühlung des Laufs erleichtert wurde. An seine Stelle trat ein Mantel aus perforiertem Blech, der in Zusammenarbeit mit dem Propellerwind für eine ausreichende Kühlung sorgte. Die ebenfalls nach ihrer Herstellerfirma oft als "Spandau-MG" bezeichnete Waffe wog ca. 16 kg [8]. Als Trägerflugzeug fungierte eine einsitzige Version des leichten Fokker-Eindeckers, der sich durch hohe Steigleistung und Tragkraft ausgezeichnet hatte [7], [2], [1]. Spätere Jagdflugzeuge wurden mit zwei Spandau-MG bewaffnet. Bei der E.IV hatte Fokker anfangs sogar mit drei MG experimentiert, jedoch in dieser Konfiguration keine zuverlässige Synchronisation mehr erreicht. Auch wegen des zusätzlichen Gewichts und der Kopflastigkeit wurde diese Variante selbst von versierten Jagdfliegern abgelehnt [9].

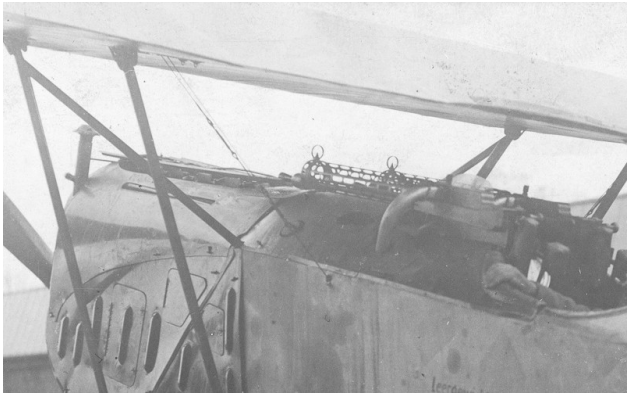

BILD 3. LMG 08/15 in einer Fokker D.VII.

4. EINGESETZTE FLUGZEUGTYPEN

Im folgenden soll ein kurzer Überblick über die von der Königlich-Bayerischen Fliegertruppe eingesetzten Flugzeugmuster gegeben werden. Die Liste orientiert sich im wesentlichen an den in [2], [10], [5] und [11] genannten Typen, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Kurzbeschreibungen der genannten Flugzeugtypen entstammen zum Teil auch [12], [13].

Zu den ersten Flugzeugen im militärischen Einsatz gehörten einige von Euler gebaute Doppeldecker. Bei der aus Holz und Stoff gebauten Konstruktion handelte es sich um die Weiterentwicklung eines von Voisin in Frankreich entworfenen Doppeldeckers mit Druckpropeller. Auch die ersten Albatros-Flugzeuge hatten den gleichen französischen Urahn. Diese Typen hatten bei Kriegsbeginn aber schon wieder Seltenheitswert.

Gleiches gilt für die Entwürfe des Fabrikanten Gustav Otto aus München. Auch diese fußten ursprünglich auf dem Voisin-Doppeldecker, wurden von Otto im Laufe der Zeit aber ständig weiterentwickelt. Bei einigen Wettflügen vor dem Krieg erbrachten sie gute Leistungen und wurden deshalb von der Königlich-Bayerischen Fliegertruppe in für die damalige Zeit großen Stückzahlen beschafft. Bei Kriegsbeginn standen aber nur noch wenige im Einsatz, die zudem den neueren Entwürfen deutlich unterlegen waren und bald ausgemustert wurden.

Otto fertigte daneben auch die von LVG entworfenen Doppeldecker in Lizenz. Die LVG B.II und ihre Nachfolger dienten zunächst als unbewaffnetes Beobachtungsflugzeug und dann noch sehr lange als Schulflugzeug.

Sehr weit verbreitet waren die von dem Österreicher Igo Etrich entwickelten "Tauben" in Form der Lizenzbauten und Weiterentwicklungen von Rumpler und anderen. Sie stellten bei Kriegsausbruch etwa die Hälfte aller deutschen Militärflugzeuge [14]. Als Aufklärer und Bomber zunächst häufig verwendet, wurde ihre hohe Eigenstabilität und damit geringe Manövrierbarkeit jedoch schnell zum Nachteil.

Kurz nach Kriegsbeginn stießen die ersten Pfalz Parasol Eindecker zur Fliegertruppe. Auch bei diesen handelte es sich ursprünglich um Lizenzbauten eines französischen Ausgangsmusters, der Morane Saulnier Type L. Der oben liegende Baldachin-Flügel ermöglichte dem Beobachter eine hervorragende Sicht. Außerdem zeichneten sie sich durch hervorragende Steigleistungen aus und gehörten deshalb zu den ersten Flugzeugen, die mit einer FT-Anlage für das Einschießen der Artillerie ausgestattet werden konnten. Auch die bFFA 9 setzte während ihres Einsatzes in den Südtiroler Alpen voll auf dieses Muster.

Ebenfalls in großen Stückzahlen kamen die Albatros B-Typen (B.I und B.II) als Aufklärer und später als Schulflugzeug zum Einsatz. Von Ernst Heinkel entworfen, gehörten sie zu den ersten Flugzeugen in Gemischtbauweise (Flügel Holz mit Stoffbespannung, Rumpf Holz mit Sperrholzbeplankung, Leitwerk Stahlrohr mit Stoffbespannung) und erwiesen sich als recht robust.

Basierend auf diesen erfolgreichen Konstruktionen entwickelte Albatros die Serie seiner C-Typen, die ebenfalls weit verbreitet waren. Vor allem die frühen Typen (C.I, C.II, C.III), aber auch die C.VII waren zu ihrer Zeit bei vielen Fliegerabteilungen anzutreffen.

Den Weg, aus einem erfolgreichen B-Typ eine Reihe von C-Typen abzuleiten, beschritt auch LVG. Von diesen waren vor allem die C.II, C.V und C.VI im Bestand der Fliegertruppe zu finden.

Ebenfalls sehr erfolgreich waren die C-Modelle von Rumpler. Die 1915 eingeführte C.I war noch bis Kriegsende bei vielen Fliegerabteilungen an der Front anzutreffen. Der Aufklärer C.VII vermochte sich aufgrund seiner extremen Gipfelhöhe den Abfangversuchen durch Jagdflugzeuge der Entente zu entziehen.

Noch ganz in der Tradition der Otto-Doppeldecker stand dagegen die Ago C.I mit Druckpropeller. Sie kam 1915 in geringer Stückzahl als Aufklärer zur Front, war aber bald veraltet und wurde dann nur noch als Schulflugzeug eingesetzt.

Erfolgreicher war dagegen wieder die AEG C.IV. Auch sie profitierte in Sachen Robustheit von ihrer Gemischtbauweise und kam u.a. bei der Operation Pascha in Palästina zum Einsatz. Die davor angesetzten besonders peniblen Bauprüfungen bestand sie mit Glanz und Gloria.

Im Einsatz bewährte sich auch die LFG Roland C.II. Ihr besonders strömungsgünstig geformter Rumpf verlieh der Maschine nicht nur eine hohe Höchstgeschwindigkeit, sondern auch den Spitznamen "Walfisch". Außerdem zeichnete sie sich durch hervorragende Sichtverhältnisse für die Besatzung aus.

Die DFW C.V stießen in der ersten Jahreshälfte 1917 zum Bestand und sollten bis Kriegsende im Einsatz bleiben. Letztlich war dieser Typ das meist gebaute C-Flugzeug überhaupt.

Flugzeuge des Typs Halberstadt C.V liefen ab Sommer 1918 zu und fanden vor allem als Fernaufklärer Verwendung. Auch sie glänzten durch eine gute Höhenleistung.

Als Sonderform der C-Typen wurden 1917 die CL-Flugzeuge eingeführt. Ihre Aufgabe war zunächst der Begleitschutz für die größeren und schwerfälligeren C-Flugzeuge. Daneben sollten sie unmittelbar in den Grabenkrieg eingreifen, indem sie im Tiefflug feindliche Infanterie mit MGs und leichten Abwurfwaffen bekämpften. Kompakt und leicht gebaut, boten sie durch kleine Silhouette und große Wendigkeit der dabei zu erwartenden starken feindlichen Abwehr ein schweres Ziel. Die meist geflogenen Vertreter dieser Gattung waren die Halberstadt CL.II und die Hannover CL.II/CL.III/CL.IIIa. Für einen Zweisitzer waren diese Flugzeuge außergewöhnlich klein. So mancher alliierte Jagdflieger hielt sie deshalb für einen Einsitzer und machte dann beim gewohnten Angriff von hinten unliebsame Bekanntschaft mit dem MG des "Fliegerschützen", wie das zweite Besatzungsmitglied bei diesen Typen hieß. Markenzeichen der Hannover-Typen war das Höhenleitwerk in Doppeldecker-Ausführung mit kurzer Spannweite, das dem Schützen ein sehr großes freies Schussfeld ließ.

Einen anderen Weg beschritt man bei den J-Flugzeugen. Auch sie waren für den Grabenkrieg im Tiefflug konstruiert. Ihre Überlebensfähigkeit zogen sie allerdings aus einer robusten Konstruktion und der Panzerung aller wichtigen Teile wie Triebwerk und Besatzungsraum. Damit waren sie zwar schwerfällig, aber auch sehr effektiv. Aus dieser Kategorie fanden überwiegend die AEG J.I/J.II, Albatros J.I und Junkers J.I (militärische Bezeichnung; nicht zu verwechseln mit der Werksbezeichnung J 1 für das Jagdflugzeug Junkers E.I) Verwendung. Letztere war komplett aus Metall hergestellt, was die Panzerung noch zusätzlich verstärkte.

Ihre ersten dedizierten Jagdflugzeuge, damals noch "Kampfeinsitzer" genannt, erhielten die Fliegertruppen im Sommer 1915 in Form von Fokker E.I Eindeckern. Obwohl nur in geringen Stückzahlen gebaut, beherrschten sie und ihre Nachfolger bis hin zur E.IV für den Rest des Jahres den Himmel über der Westfront. Dazu stießen eine Reihe grundsätzlich ähnlicher Eindecker der Pfalz Flugzeugwerke, E.I bis E.V. Leistungsmäßig den Fokker-Flugzeugen etwa ebenbürtig, blieben sie im öffentlichen Bewusstsein stets in deren Schatten.

Abgelöst wurden die Fokker-Einsitzer, die mittlerweile der neuesten Generation vor allem britischer Jagdflugzeuge nicht mehr gewachsen waren, im Frühjahr 1916 durch die neuen Albatros-Jagddoppeldecker D.I und D.II. Deren Nachfolger, die D.III und vor allem die D.V, waren dann 1917 das Maß aller Dinge und standen teilweise noch bis Kriegsende im Dienst. Die Bauweise mit gewickelten Sperrholzstreifen verhalf ihrem Rumpf zu einer strömungsgünstigen Form und hoher Robustheit. Demgegenüber neigte allerdings der schmale einholmige Unterflügel zu Verwindung und Bruch bei hohen Lastvielfachen.

Auch Fokker legte 1916 mit einer Reihe neuer Jagddoppeldecker nach, die allerdings hinter den Erwartungen zurück blieben. Erst die im Frühjahr 1918 erschienene D.VII war wieder ein großer Wurf und gilt vielen als das beste Jagdflugzeug des Ersten Weltkriegs überhaupt. Insbesondere in der Version mit BMW-Motor erbrachte sie hervorragende Steig- und Höhenleistungen.

Dazwischen erschien 1917 der Dreidecker Dr.I, der durch Manfred v. Richthofen Berühmtheit erlangte. Wendig und mit hoher Steigleistung, galt der Typ aber auch als nicht einfach zu fliegen. Er konnte eigentlich nur in der Hand erfahrener Piloten sein Potenzial voll entfalten.

Wenig bekannt, da auch nicht besonders erfolgreich, waren die D-Flugzeuge von LFG Roland. Die D.II (ab 1916) und auch die D.VI (ab Anfang 1918) kamen folgerichtig nur in geringen Stückzahlen zum Einsatz. Wie bei der C.II und auch den Albatros-Jagdflugzeugen war der Rumpf aus gewickelten Sperrholzstreifen aufgebaut.

In ähnlicher Bauform wie die D-Flugzeuge von Albatros und LFG brachte Pfalz 1917 die D.III heraus. Die verbesserte D.IIIa blieb bis Kriegsende im Einsatz, obwohl zu dem Zeitpunkt schon längst veraltet. Kurz vor Kriegsende erschien noch die D.XII, die in vielen Belangen der Fokker D.VII kaum nachstand.

D-Flugzeuge von Siemens-Schuckert wurden allesamt durch Umlaufmotoren von Siemens-Halske angetrieben. Mit insgesamt eher mäßigen Flugleistungen bewährten sie sich nicht im Fronteinsatz. Allein ihre Steigleistungen waren hervorragend, und so kamen sie überwiegend als Abfangjäger in der Heimatverteidigung zum Einsatz.

In den Bombenstaffeln fanden sich zunächst auch die genannten C-Typen von Rumpler, LVG und DFW wieder, dazu Aviatik C.I und Albatros C.XII.

Ab etwa Herbst 1916 kamen die zweimotorigen "Großflugzeuge" der G-Reihe auf. Am erfolgreichsten waren die Gotha G.IV, die 700 kg Bomben über eine Entfernung von 800 km ins Ziel tragen konnte, und die Friedrichshafen G.III, mit 1000 kg über 600 km. Damit waren Bombenangriffe auf das französische Hinterland oder bis nach England möglich. Insbesondere die Gotha-Bomber konnten sich dabei mit ihrer Gipfelhöhe von über 6000 m noch lange der Jagdabwehr entziehen. Weit verbreitet waren auch noch die etwas kleineren AEG-Typen G.II, G.III und G.IV.

Noch größer waren die R-(Riesen-)Flugzeuge mit drei oder mehr Motoren. Von denen kam allerdings nur die Zeppelin-Staaken R.VI ab Ende 1917 in nennenswerter Stückzahl zum Einsatz.

5. ENTWICKLUNG DER FLUGLEISTUNGEN

Schneller, höher, weiter. Das olympische Motto galt sehr lange auch im Kampfflugzeugbau, insbesondere zu Beginn der Entwicklung. Größere Höchstgeschwindigkeit, Gipfelhöhe oder Reichweite konnte einem zu taktischen Vorteilen verhelfen. Mit höherer Geschwindigkeit kann man den Gegner besser stellen, sich von ihm absetzen oder einfach nur ein schlechteres Ziel bieten. Ähnliches gilt für die Gipfelhöhe. Mit größerer Reichweite kann man von Flugplätzen aus agieren, die weiter entfernt von der Front liegen und damit weniger gefährdet sind, oder man kann an der Front länger patrouillieren oder tiefer im feindlichen Hinterland aufklären und zuschlagen. Dementsprechend spielte in der Entwicklung der Kampfflugzeuge die Verbesserung dieser Leistungsparameter eine große Rolle. Aber auch andere Parameter waren wichtig, wie etwa höhere Nutzlast oder größere Wendigkeit.

Die folgenden Diagramme geben einen kurzen Überblick darüber, wie sich die wichtigsten Leistungsdaten bei einigen typischen deutschen Flugzeugen des Ersten Weltkriegs entwickelt haben. Die Flugzeugtypen sind dabei nach dem Jahr des Erstflugs geordnet, so dass sich eine grobe chronologische Entwicklung ableiten lässt. Die Leistungswerte selbst stammen vorwiegend aus [2] und [13].

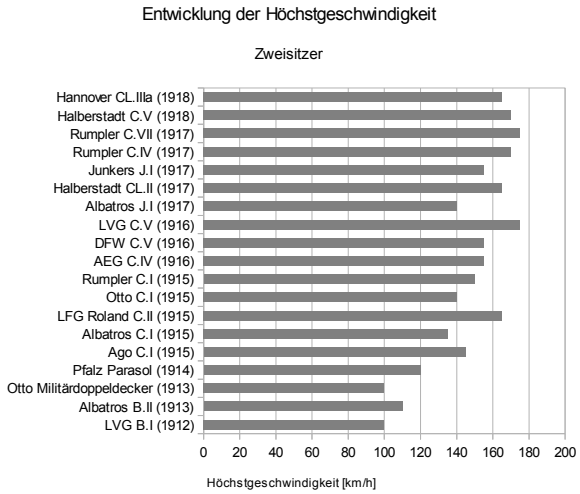

BILD 4. Höchstgeschwindigkeit von zweisitzigen Flugzeugen.

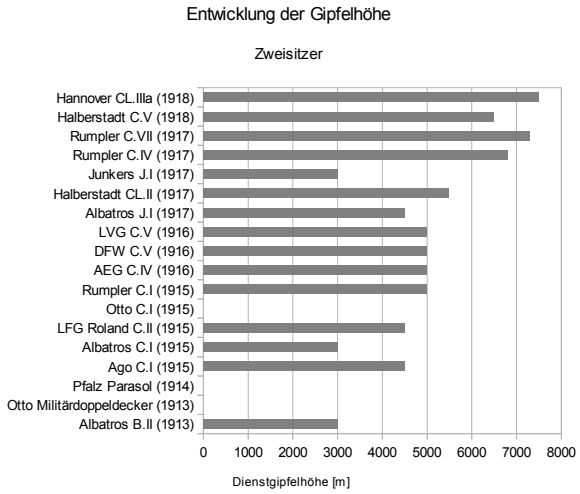

BILD 5. Gipfelhöhe von zweisitzigen Flugzeugen.

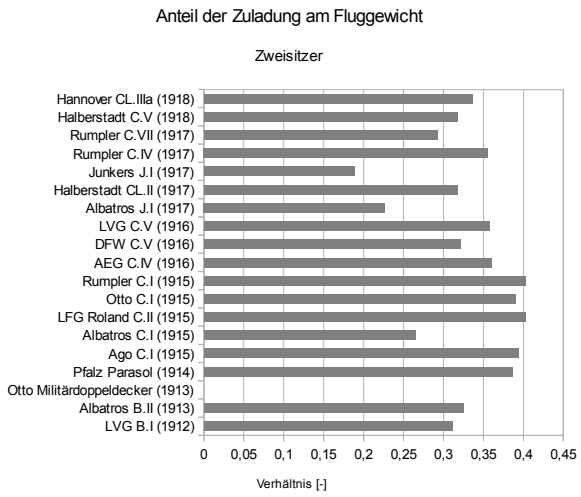

BILD 6. Anteil der Zuladung am Fluggewicht von zweisitzigen Flugzeugen: (Fluggewicht - Leergewicht) / Fluggewicht.

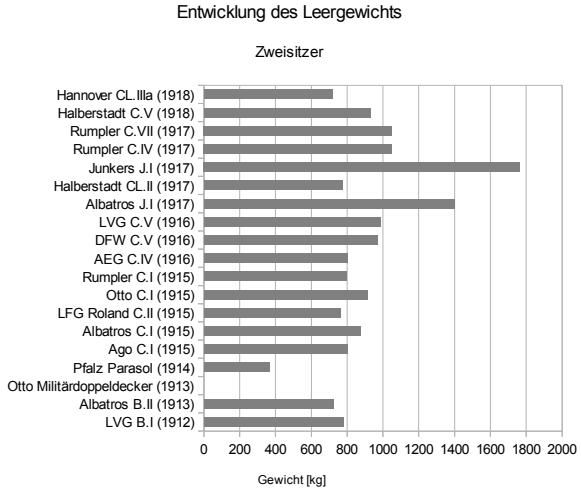

BILD 7. Leergewicht von zweisitzigen Flugzeugen.

Die Höchstgeschwindigkeit der zweisitzigen Aufklärer und Kampfflugzeuge steigerte sich im Zeitraum 1912 bis 1918 von etwa 100 km/h auf 170 km/h. Die Gipfelhöhe stieg von 3000 m auf etwa 7000 m. In dieser Höhe konnten sich die Aufklärer Rumpler C.VII den französischen und britischen Jagdflugzeugen entziehen. Sogar die legendäre Sopwith Camel schaffte es nur mit Mühe in diese Höhe, konnte dann dort oben aber kaum noch manövrieren [1]. Etwas zurück in der Gipfelhöhe blieben die schwer gepanzerten J-Flugzeuge. Aber für deren Einsatzspektrum war eine große Gipfelhöhe auch nicht von Bedeutung.

Ein leicht anderes Bild ergibt sich bei der Zuladung. Der Anteil der Zuladung am Fluggewicht stieg bis zur Mitte des Ersten Weltkriegs von 0,3 auf 0,4. Bis zu 40% des Fluggewichts entfielen also auf Besatzung, Kraftstoff und militärische Nutzlast. Da sich das Gewicht einer zweiköpfigen Besatzung in der Zeit nicht geändert hat, konnten die Flugzeuge relativ zu ihrem eigenen Gewicht immer mehr Nutzlast und/oder Kraftstoff tragen. Nach 1915 allerdings fiel dieser Wert wieder. Die militärische Zuladung hatte sich bei 2 - 3 MGs sowie etwa 100 kg an Abwurfwaffen bzw. dem Äquivalent an Ausrüstung eingependelt. Die Steigerung anderer Parameter wie etwa der Geschwindigkeit oder Gipfelhöhe führte wieder zu höherem Leergewicht z.B. in Form stärkerer aber auch schwererer Motoren. Der verhältnismäßig niedrige Wert für die Zuladung bei den J-Flugzeugen ist eindeutig der schweren Panzerung geschuldet. Die CL-Flugzeuge hatten dagegen ein relativ niedriges Leergewicht.

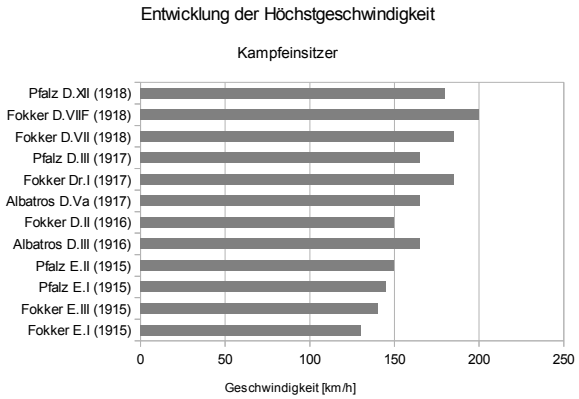

BILD 8. Höchstgeschwindigkeit von einsitzigen Flugzeugen.

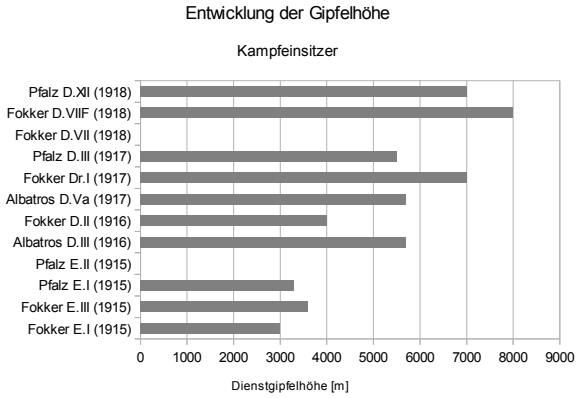

BILD 9. Gipfelhöhe von einsitzigen Flugzeugen.

Eine Steigerung der Höchstgeschwindigkeit und der Gipfelhöhe lässt sich auch bei den Kampfeinsitzern im Zeitraum 1915 bis 1918 beobachten. Während letztere sich ungefähr in der selben Größenordnung wie bei den Zweisitzern bewegte (von 3000 m auf 8000 m im Fall der Fokker D.VII mit BMW-Motor), lag die Geschwindigkeit der Einsitzer stets etwa 30 km/h über der der zeitgenössischen Zweisitzer. Konkret war hier eine Steigerung von ca. 130 km/h bis auf 200 km/h zu verzeichnen.

6. EINIGE TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN IM DETAIL

Die Fortschritte in den Leistungen der einzelnen Flugzeugtypen wurden möglich durch fortwährende Entwicklung und Verbesserung in vielen Gebieten des Flugzeugbaus. Herausragend genannt seien hier die Flugmotoren, die Aerodynamik und der Zellenbau. Auf diese Bereiche soll im folgenden näher eingegangen werden.

6.1. Flugmotoren

Im Ersten Weltkrieg wurden an deutschen Flugzeugen hauptsächlich zwei verschiedene Bauarten von Flugmotoren eingesetzt, die Reihen- und die Umlaufmotoren. Alternative Bauarten kamen vor Kriegsende nur noch in wenigen Exemplaren zur Truppe.

Unabhängig von der Bauform war in den militärischen Beschaffungsrichtlinien, wie auch bei den Kaiserpreiswettbewerben für Flugmotoren, die maximale Leistung anfangs auf 125 PS (90 kW) begrenzt [15]. Lediglich die Marineflieger erlaubten Motoren bis 200 PS (150 kW) aufgrund der höheren Leistungsanforderungen beim Start von Wasserflugzeugen. Der Fokus lag eindeutig auf der Zuverlässigkeit der Motoren. Höher gezüchtete, stärkere Motoren galten als störanfällig. Man hatte lieber einen etwas schwächeren Motor, der stets zuverlässig seinen Dienst tat, als einen stärkeren, der im entscheidenden Moment versagte. Unter dem Druck der Kriegsereignisse und ständig wachsender Leistungsforderungen begann schließlich die Entwicklung stärkerer Flugmotoren. Dies geschah aber insgesamt zu spät, um den Vorsprung insbesondere der französischen Motorenbauer bis Kriegsende noch aufholen zu können.

Am weitesten verbreitet waren die Reihenmotoren mit sechs Zylindern. Sie hatten schon vor dem Krieg die im Lauf unruhigeren Motoren mit vier Zylindern abgelöst. Der Vorteil des Reihenmotors war seine geringe Stirnfläche, die aerodynamisch weniger Widerstand bot. Dem gegenüber stand die Notwendigkeit der Wasserkühlung, da die hinten liegenden Zylinder durch die vorderen vom zur Kühlung geeigneten Luftstrom abgeschattet wurden.

Reihenmotoren mit mehr als sechs Zylindern setzten sich nicht durch. Die längere Kurbelwelle dieser Motoren neigte zu Schwingungen bis hin zu Brüchen. Aus einem ähnlichen Grund wurde die Drehzahl auch nicht über etwa 1400 min^{-1} erhöht, obwohl dies mehr Leistung gebracht hätte. Dennoch konnte im Lauf der Entwicklung bis 1918 die Startleistung von anfangs etwa 100 PS (75 kW) auf bis zu 300 PS (220 kW) gesteigert werden. Ab 1917 wurden auch spezielle Höhenmotoren gebaut, die durch Überbemessung oder durch Erhöhung des Kompressionsverhältnisses (Überverdichtung) in größeren Flughöhen mehr Leistung abgaben als die normalen Motoren. Zur Schonung des Motors durften sie allerdings in niedrigeren Höhen nicht mit Volllast betrieben werden. Die daraus resultierende kompliziertere Motorbedienung war einer der Gründe für die späte Einführung solcher Motoren [15]. Ein mittels Gebläse aufgeladener Höhenmotor von Daimler kam gegen Kriegsende noch in die Flugerprobung, ging aber nicht mehr in Serie.

Die andere weit verbreitete Bauform waren die Umlaufmotoren, ursprünglich in Lizenz der französischen Firma Gnôme gebaut. Dabei ist der Propeller am Kurbelgehäuse angeflanscht, das sich um die fest mit dem Flugzeug verbundene Kurbelwelle dreht. Die Zylinder werden durch den Luftstrom gekühlt, und zusammen mit der kurzen Welle und Kurbelgehäuse verhilft das dem Motor zu einem sehr niedrigen Gewicht. Die ersten deutschen Umlaufmotoren boten eine Leistung von etwa 80 PS (60 kW). Diese wurde später, u.a. durch Verdoppelung der Zylinderanzahl in doppelreihiger Anordnung, gesteigert auf bis zu 200 PS (150 kW). Eine weitere Leistungssteigerung war aufgrund einsetzender Probleme mit Kühlung und Schmierung nicht mehr möglich. Bauartbedingt muss der Motor mit einem Gemisch aus Kraft- und Schmierstoff betrieben werden. Dazu sind Schmieröle erforderlich, die sich nicht im Kraftstoff lösen. Dies ließ sich anfangs nur mit Rizinusöl erreichen, das aber in Deutschland importiert werden musste und daher nicht in genügender Menge zur Verfügung stand. Geeignete Mineralöle, ähnlich der heutigen Zweitakteröle, wurden erst im Verlaufe des Krieges entwickelt [15].

Motoren in anderen Bauformen, z.B. V- und W-Anordnung, wurden ebenfalls im Verlauf des Kriegs entwickelt. Verglichen mit den Reihenmotoren konnte so die Anzahl der Zylinder und/oder die Drehzahl gesteigert werden. Beides erlaubte eine Erhöhung der abgegebenen Leistung ohne die Gefahr von Kurbelwellenschwingungen. In großen Stückzahlen zum Einsatz kamen solche Motoren aber nicht mehr.

Die Entwicklung ist in den folgenden Diagrammen graphisch dargestellt. Motoren in Reihenbauweise sind in Schwarz wiedergegeben, Umlaufmotoren in Hellgrau, und andere Bauformen in Mittelgrau. Die angegebenen Leistungen stammen wieder aus [15].

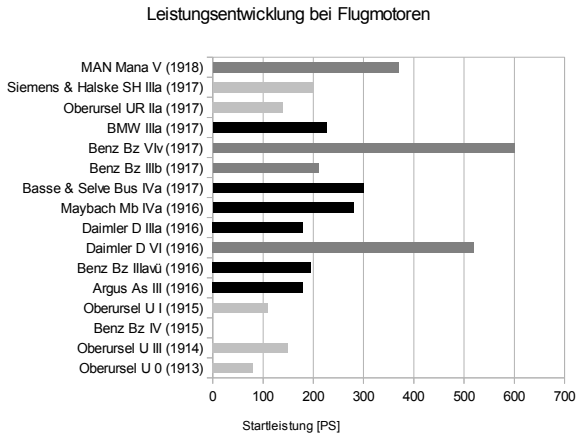

BILD 10. Startleistung ausgewählter Flugmotoren.

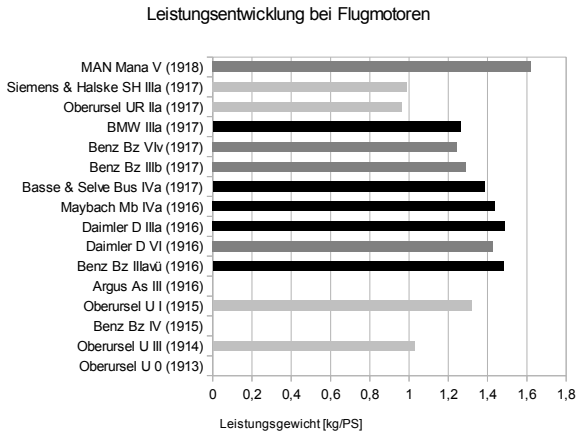

BILD 11. Leistungsgewicht ausgewählter Flugmotoren.

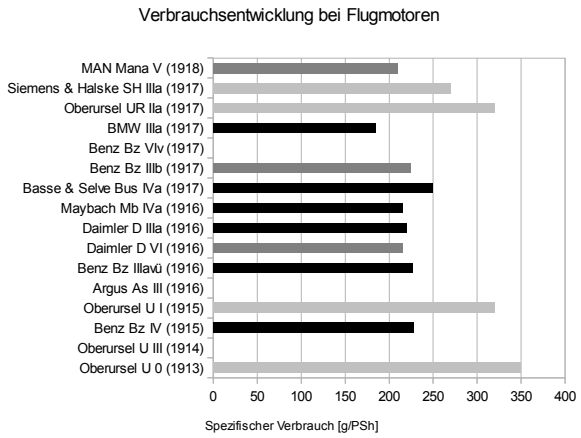

BILD 12. Spezifischer Verbrauch ausgewählter Flugmotoren.

Die kontinuierlich gesteigerte Leistung sowohl bei den Reihen- als auch den Umlaufmotoren ist deutlich zu sehen, ebenso die sehr viel höheren Leistungen der V- und W-Motoren gegenüber den herkömmlichen Bauformen. Diese boten auch gegenüber den Reihenmotoren ein verbessertes Leistungsgewicht, jedoch immer noch ein deutlich höheres als die Umlaufmotoren. Diese wiederum schnitten dafür beim spezifischen Verbrauch wesentlich schlechter ab.

6.2. Aerodynamik

Bei der aerodynamischen Entwicklung lassen sich verschiedene Leitlinien feststellen. Grundsätzlich galt es natürlich, den Luftwiderstand des Flugzeugs zu minimieren. Darüber hinaus sollte aber auch genügend Auftrieb zur Verfügung stehen, und das Flugzeug sollte über angenehme oder zumindest annehmbare Flugeigenschaften verfügen.

Schon früh setzte sich die Erkenntnis durch, dass die zumeist auf französischen Entwürfen beruhenden Konstruktionen mit Druckpropeller und Leitwerksträgern deutlich schlechtere Flugleistungen bieten als solche mit Zugpropeller vorne am einteiligen Rumpf. Erstere bieten einen erhöhten Luftwiderstand aufgrund der größeren Stirnfläche sowie der benetzten Oberfläche durch die Leitwerksträger. Von den nur noch in geringen Stückzahlen eingesetzten Otto- und Ago-Doppeldeckern einmal abgesehen, waren deshalb im deutschen Arsenal des Ersten Weltkriegs keine solchen Konstruktionen mehr zu finden. Aufgrund dieser Entscheidung in Deutschland hielten vor allem die Franzosen teils noch lange an ihren Druckpropeller-Flugzeugen fest - aus ihrer Sicht brachte dies ein relativ eindeutiges Freund-Feind-Entscheidungskriterium für die Flugabwehr [1]. Es führte aber auch dazu, dass die französischen Flugzeuge in puncto Flugleistungen lange den deutschen hinterher hinkten.

Ebenfalls eine sehr frühe Maßnahme zur Verminderung des Luftwiderstands war die aerodynamische Profilierung von Flügel- und Fahrwerksstreben. Die anfangs verwendeten einfachen Rundprofile (entweder aus Holz oder Stahlrohr) wurden schon bald durch stromlinienförmig oder zumindest elliptisch geformte Profile ersetzt. In der Praxis wurde dazu oft eine runde "Seele" aus Hartholz oder Stahl hinten und teilweise auch vorne mit passend geformten Leisten aus Weichholz verkleidet. Zur besseren Befestigung an Flügel oder Rumpf waren die Enden nicht verkleidet. Vor allem bei Baldachinstreben kamen teilweise auch elliptisch gewalzte Stahlrohre zum Einsatz [13].

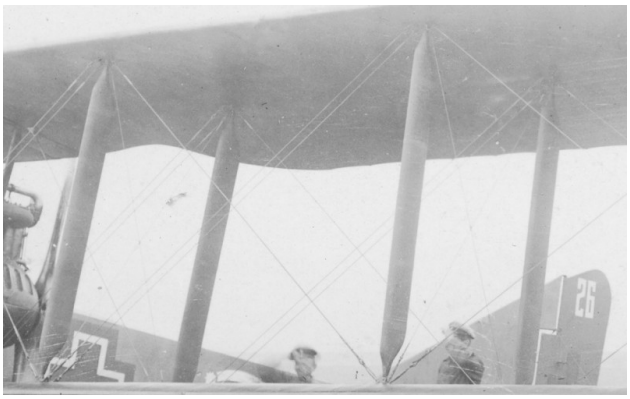

BILD 13. Tragflächenstreben der Friedrichshafen G.III. Die dünnen Enden sind die eigentliche Strebe, die in der Mitte lediglich aerodynamisch verkleidet ist.

Viel getüftelt wurde zum Finden der optimalen Kühlerposition bei den Flugzeugen mit Reihenmotoren. Der Kühler soll zwar möglichst keinen Luftwiderstand verursachen, muss aber auch gut durchströmt sein, um seine Aufgabe zu erfüllen. Es fanden sich zunächst Anordnungen als Block über dem Motor oder seitlich am Rumpf ("Ohrenkühler"). Beides war von einer Widerstandsoptimierung noch weit entfernt. Vor allem Flugzeuge von LVG, Albatros und Aviatik erhielten oft einen Kühler bestehend aus mehreren flachen Elementen an den Rumpfseiten, ähnlich Heizkörpern. Einer gewissen Anzahl an Grundelementen konnte man relativ einfach weitere hinzufügen oder wieder entfernen und so die benötigte Kühlleistung an die Jahreszeit anpassen. Aber auch diese Kühler boten nicht unbedingt einen geringen Luftwiderstand. In der zweiten Hälfte des Kriegs setzte sich der bündig im Oberflügel eingelassene Kühler durch. Aufgrund des zur Auftriebserzeugung an der Flügelunterseite herrschenden Überdrucks und des Unterdrucks an der Oberseite wurde der Kühler senkrecht durchströmt. Eine weitere vertikale Strömungskomponente kam durch den Propellerdrall, wenn der Kühler leicht nach einer Seite versetzt eingebaut wurde. Bei Kriegsende war der Kühler dann häufig direkt vor dem Motor zu finden, dessen Stirnfläche als widerstandsgebendes Element ja sowieso vorhanden war. Auf diese Weise entfielen auch Widerstand und Gewicht der langen Kühlwasserleitungen.

Auch der Rumpf an sich bot viel Potenzial für aerodynamische Optimierung. Hier taten sich vor allem Albatros, Pfalz und LFG hervor, die durch die von ihnen bevorzugte Bauweise mit gewickelten Sperrholzstreifen widerstandsoptimierte gerundete Rümpfe herstellen konnten. Teilweise spendierten sie den Propellern noch bündig mit dem Rumpf gestrakte Spinner, die zusätzlich die Umströmung des Rumpfbugs verbesserten.

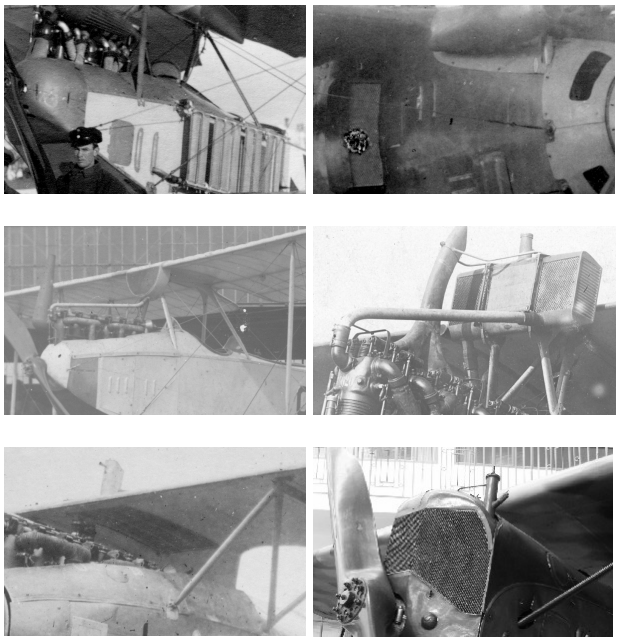

BILD 14. Kühleranordnungen, von links oben nach rechts unten: Seitlicher Elementkühler bei Albatros B.I (1913), seitlicher "Ohrenkühler" an Roland C.II (1915), Kühler unter der oberen Tragfläche bei Rumpler C.I (1915), Kühler vor der oberen Tragfläche bei DFW C.V (1916), in der oberen Tragfläche eingelassener Kühler bei Albatros D.III (1917), Stirnkühler bei Fokker D.VII (1918).

Fokker dagegen hatte die unzähligen Spanndrähte an den seinerzeit üblichen Tragflächenkonstruktionen als Quelle signifikanten Luftwiderstands ausgemacht. Folglich setzte er darauf, durch entsprechend verstärkte Tragflächenholme diese Drähte überflüssig zu machen. Bei seinen Entwürfen ab 1917 (z.B. Dr.I, D.VII) finden sich deshalb keine Spanndrähte an den Tragflächen mehr.

Die konsequente Weiterentwicklung dieses Weges findet sich dann bei Junkers (der anfangs mit Fokker zusammen gearbeitet hatte) und Dornier, die bei ihren freitragenden Doppeldeckern auch keine äußeren Tragflächenstreben mehr benötigten. Insbesondere Junkers widmete sich dann auch verstärkt dem freitragenden Eindecker.

Die zweite große Aufgabe der Flugzeugaerodynamik ist die Bereitstellung des benötigten Auftriebs. Dazu spielt neben den Abmessungen des Flügels die geschickte Auswahl des Tragflächenprofils die herausragende Rolle. Insbesondere auf diesem Gebiet lag ein Schwerpunkt der frühen Luftfahrtforschung in Deutschland, vor allem an der Modellversuchsanstalt für Aerodynamik (MVA) in Göttingen. Hier wurden ab 1916 reihenweise Flügelprofile im Windkanal vermessen und ihre Eigenschaften dokumentiert [16]. Damit konnten Flugzeuge mit den für ihren Einsatzzweck passenden Tragflächenprofilen ausgestattet werden. Dünne, wenig gewölbte Profile sind ideal für hohe Geschwindigkeiten wie z.B. bei Jagdflugzeugen. Dickere, stärker gewölbte Profile weisen zwar mehr Widerstand auf, erzeugen aber auch mehr Auftrieb. Sie werden daher in Flugzeugen eingesetzt, die mehr Last zu tragen haben, oder von denen eine große Gipfelhöhe gefordert wird.

Mit größer werdenden Geschwindigkeiten und Gewichten der Flugzeuge wurden auch die vom Flugzeugführer aufzubringenden Kräfte zur Bewegung der Steuerflächen immer größer. Abhilfe brachte hier der Hornausgleich der Ruder, wie er ab etwa 1916 zunehmend eingeführt wurde. Hierbei unterstützen die vor der Drehachse liegenden Teilflächen außen am Ruder die Auslenkung desselben. Dadurch werden entweder gleiche Ruderauslenkungen bei geringerer Kraftanstrengung des Piloten möglich, oder bei gleicher Kraft höhere Auslenkungen und so eine höhere Wendigkeit, z.B. in Form von geringeren Kurvenradien im Luftkampf.

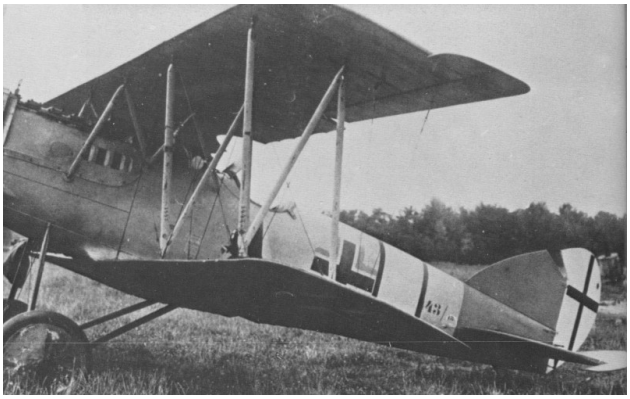

BILD 15. Pfalz D.XII mit Hornausgleich an Seiten-, Höhen- und Querrudern.

6.3. Bauweisen

Grundvoraussetzung für das Fliegen mit Geräten schwerer als Luft ist, dass der von den Tragflächen erzeugbare Auftrieb größer ist als das Gewicht des Flugzeugs. Neben der aerodynamischen Optimierung ist daher auch eine leichte Bauweise unabdingbar. Gleichzeitig muss die Struktur des Flugzeuges aber auch fest genug sein, um den herrschenden Belastungen stand zu halten, insbesondere auch bei Luftkampfmanövern, in denen Lastvielfache von mehreren g auftreten können. Auch auf dem Gebiet der Bauweisen blieb daher die Entwicklung in der Anfangszeit der Luftfahrt nicht stehen. Begleitet wurde die Entwicklung von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Berlin-Adlershof, wo ausgiebige Belastungs- und Bruchversuche durchgeführt wurden, um die Festigkeiten verschiedener Konstruktionen zu ermitteln [16].

Die ersten Flugzeuge bestanden aus Holzleisten, die mit Leinwand bespannt wurden. Lediglich im Motorbereich wurde Sperrholz oder Blech zur Beplankung verwendet. Bald schon aber hielt das Stahlrohr Einzug im Flugzeugbau. Vor allem Fokker setzte in der Rumpfkonstruktion auf Fachwerkstrukturen aus geschweißten Rohren. Diese waren bei niedrigem Gewicht einfach und schnell herzustellen und somit für den Serienbau bestens geeignet.

Flügel wurden weiterhin aus Holz gebaut, wobei aber der ursprüngliche einfache rechteckige Querschnitt von Holmen und Rippen abgelöst wurde durch I-Profile mit Ober- und Untergurten. Diese trumpften bei gleicher Biegesteifigkeit mit weniger Materialeinsatz und damit Gewicht auf.

Hersteller wie Albatros, Pfalz und LFG setzten bei ihren Rümpfen weiterhin auf hölzerne Längsgurte, die durch Spanten in Form gehalten und mit Sperrholz umwickelt wurden. Solcherart aufgebaute Rümpfe waren zwar schwerer, aber auch robuster. Vor allem aber konnte man so aerodynamisch günstigere Formen herstellen [2].

Junkers setzte dagegen schon früh auf die Ganzmetall-Bauweise, in der Spanten und Längsgurte (im Rumpf) sowie Holme und Rippen (Flügel) aus Stahl mit Blech beplankt waren. Die ersten dieser "Blechesel" waren noch recht schwer. Erst mit der Verwendung von Duraluminium und dem für Junkers lange typischen Wellblech (mit quasi integrierten Längsgurten) wurden 1917 bei der J.I akzeptable Gewichte und Flugleistungen erzielt [12].

Auch Dornier verwendete zunächst eine Metallbauweise mit beplanktem Rumpf, aber noch stoffbespannten Tragflächen und Leitwerk. 1917 konstruierte er für seine CL.I erstmals einen Rumpf in Schalenbauweise. Diese Bauweise kam 1918 auch bei der D.I für die Tragflächen zum Einsatz [17].

7. SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Die Frühzeit der Luftfahrt war von einer rasanten technischen Entwicklung geprägt. Insbesondere während des Ersten Weltkriegs wurden unter dem Druck der militärischen Erfordernisse in schneller Reihenfolge viele neue Flugzeugtypen mit immer besseren Leistungen eingeführt.

Als rohstoffarmes Land, und infolge der britischen Seeblockade, konnte Deutschland in Sachen Industrieproduktion nicht mit den Alliierten mithalten. Bei der Ausstattung der Streitkräfte sah man sich daher gezwungen, womöglich fehlende Quantität durch überlegene Qualität auszugleichen. Dies galt insbesondere für die "Hightech" Waffengattung Luftfahrt. Durch die Findigkeit der Ingenieure und intensive luftfahrtrelevante Forschung wurde dies weitgehend erreicht. Die von der deutschen Fliegertruppe eingesetzten Flugzeuge waren technisch denjenigen der Entente in vielen Belangen überlegen.

Dies gilt zumindest für die Flugzeugzellen. Auf Seiten der Flugmotoren hatte man lange auf das Primat der Zuverlässigkeit gesetzt und die Motorleistung begrenzt. Die Entwicklung von Triebwerken mit höherer Leistung lief während des Kriegs an. Dennoch konnten die Motoren im Fronteinsatz nicht mehr die Leistungen der entsprechenden französischen oder britischen Kraftpakete erreichen.

Dass deutsche Flugzeuge trotz der teilweise deutlich geringeren Motorisierung in ihren Leistungen mit den alliierten mithalten bzw. sie sogar übertreffen konnten, belegt erst recht ihren technologischen Vorsprung.

8. QUELLENVERZEICHNIS

[1] Morrow, John H., jr.: The Great War in the Air, Military Aviation from 1909 to 1921, Smithsonian Books, Washington, 1993

[2] Kroschel, G.; Stützer, H.: Die deutschen Militärflugzeuge 1910 - 1918, Verlag E. S. Mittler & Sohn, Herford, 1994

[3] Zeidelhack, Max (Hrsg.): Bayerische Flieger im Weltkrieg, Verlag der Inspektion des bayerischen Luftfahrwesens, München, 1919

[4] Dietrich, Richard: Im Flug über ein halbes Jahrhundert, Verlag C. Bertelsmann, Gütersloh, 1942

[5] Pletschacher, Peter: Die Königlich Bayerischen Fliegertruppen 1912 - 1919, Aviatik-Verlag, Planegg, 1992

[6] Israel, Ulrich: Als der Marine Flügel wuchsen, in: Flieger Revue X Nr. 44, 2013, S. 10 - 53

[7] Batchelor, John et al.: Air Power - A Modern Illustrated Military History, Exeter Books, New York, 1979

[8] Schliephake, Hanfried: Flugzeugbewaffnung; Die Bordwaffen der Luftwaffe von den Anfängen bis zur Gegenwart, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 1977

[9] van Wyngarden, Greg: Early German Aces of World War 1; Osprey Aircraft of the Aces Bd. 73, Osprey Publishing, Oxford, 2006

[10] Mückler, Jörg: Deutsche Flugzeuge im Ersten Weltkrieg, Moorbuch Verlag, Stuttgart, 2013

[11] Potempa, Harald, Die Königlich-Bayerische Fliegertruppe, 1914-1918, Dissertation, München o.J.

[12] Griehl, Manfred: Junkers Flugzeuge seit 1915, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2010

[13] Aero Das illustrierte Sammelwerk der Luftfahrt, Hamburg 1983 - 1989, diverse Hefte

[14] Guttman, Jon: Die Taube - das erste Serienflugzeug, in: Flieger Revue X Nr. 48, 2014, S. 10 - 29

[15] v. Gersdorff, Kyrill; Schubert, Helmut; Ebert, Stefan: Flugmotoren und Strahltriebwerke; Die deutsche Luftfahrt Bd. 2, Bernard & Graefe Verlag, Bonn, 2007

[16] Trauptmann, Jochen: Ein Jahrhundert im Flug; Eine filmische Dokumentation über die 100jährige Tradition der Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland; (DVD) Bonn, 2007

[17] N.N.: Dornier - A Brief History Of The Dornier Company; Dornier GmbH, Friedrichshafen, 1983

Bildnachweis: Bild 1 - 3, 13: Sammlung Zankl; Bild 14: Sammlung Schubert (2x), Sammlung Zankl (3x), Sammlung Roßbach (1x); Bild 15: Sammlung Pletschacher.