Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 92 (1974)
Heft: 45

Artikel: Schweizerische Strahlflugzeuge und Strahltriebwerke
Autor: Bridel, Georges / M.K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-72506

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

92. Jahrgang Heft 45 SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG 5. November 1974

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Schweizerische Strahlflugzeuge und Strahltriebwerke

Von **Georges Bridel**, Luzern und Zürich

Hierzu Tafel 3 DK 629.13:621.438.2

Vor einigen Monaten reichte uns ein junger Ingenieur ein Manuskript ein. Es umfasste eine riesige Menge Papier, obwohl es – zu unserer Verzweiflung – ausserordentlich eng und dicht beschrieben war. Das darin behandelte Thema betraf hochmoderne Technik, eine Technik, die, so man sich mit deren Einzelheiten befasst, faszinieren kann. Doch war sie 20 bis 30 Jahre alt und somit längst überholt, vergangen und sicher beinahe vergessen. Dann – in Voraussicht eines regnerischen Wochenendes – nahm der Verfasser dieser Zeilen die Arbeit nach Hause, um vorsichtshalber und in Ruhe einen Blick hineinzuwerfen (danach könnte eine Veröffentlichung mit gutem Gewissen abgelehnt werden).

Die Lektüre nahm, wie erwartet, mehrere Stunden in Anspruch. Mit jeder gelesenen Seite kam eine Rückweisung weniger in Frage. Beim letzten Kapitel stand fest: Das, wass Ing. Bridel in fleissiger, langjähriger Arbeit gesucht, zusammengetragen und verarbeitet hatte, muss *bekanntgemacht werden.*

Denn wir sind sicher, dass nur ein verschwindend kleiner Teil der Öffentlichkeit darüber informiert ist, was unsere Ingenieure und Techniker auf den im Titel genannten Gebieten geleistet haben. Mit Ausdauer und Fleiss, und vor allem mit Mut und Glauben an die entwickelten Gedanken, brachten sie Konstruktionen zustande, die teilweise erst viel später von anderen verwirklicht wurden – und dann erst noch als Fortschritt galten. Mit ihren Studien und Versuchen über Nebenverbrennung, durchströmte Flügel, Zweikreis- und Zweiwellentriebwerken, mit Krügerklappen und Flächenregel eilten sie ihrer Zeit voraus. Leider war es ihnen jedoch nie gegönnt, die Objekte ihrer Anstrengungen – teilweise Beispiele wahrer Ingenieurkunst – in die Produktion zu bringen. Doch die Dokumente, die stummen Zeugen ihrer Gedanken und Anstrengungen, waren grösstenteils noch vorhanden, so dass jetzt, wo diese nicht mehr der Geheimhaltung unterliegen, die damaligen Arbeiten gebührend gewürdigt werden können.

So werden dem Leser Entwicklungen vorgestellt, von denen er nicht viel mehr als Namen und Bezeichnungen wie N-20, Arbalète, Aiguillon, P-16 usw. kennt. Namen, über die sich seinerzeit die Gemüter erregten, über die sehr viel, aber oft mit sehr wenig Sachlichkeit diskutiert wurde. Andere Entwicklungen (N-10, P-25, L-10, P-16 C/f) mögen jedoch weitgehend unbekannt geblieben sein, da sie überhaupt nie über das Stadium der Projektstudie, des Entwurfs, gelangt sind.

Diese damals bei uns mit viel Schwung und viel Hoffnung vorangetriebene Flugzeugindustrie, zusammen mit den – eher anerkannten und auch bekannteren – Pionierleistungen unserer Technik auf dem Gebiete der Gasturbinen, stellen einen wichtigen Teil der schweizerischen Technikgeschichte dar.

In dieser Ausgabe beginnen wir mit der Veröffentlichung der Arbeit von Ing. Bridel. Sie wird in mehreren Teilbeiträgen erscheinen; später wird sie auch als Sonderdruck erhältlich sein.

M.K.

1. Teil: Vorbemerkungen

Einleitung

Kaum eine technische Entwicklung hat in der Schweiz in den Nachkriegsjahren so viele Schlagzeilen gemacht und die Gemüter so sehr erregt, wie die Entwicklung eigener Strahlflugzeuge. Es ist erstaunlich, wie dieser längst vergangenen Geschichte heute noch lebhaftes Interesse entgegengebracht wird. Doch sind die in der Öffentlichkeit bekannten Gegebenheiten nur Ausschnitte einer sehr verwobenen Entwicklungsgeschichte, die wenigstens in ihrem technischen Ablauf mit der vorliegenden Schrift dargestellt werden soll. Auf die Nennung politischer Hintergründe wurde bewusst verzichtet, soweit deren Angabe zur Erläuterung der damals vorgebrachten technischen Vorbehalte und Kritiken nicht unbedingt notwendig war.

Diese Arbeit soll in erster Linie zeigen, wie die Entwicklung eigener Strahlflugzeuge mit grosser Fachkenntnis durchgeführt wurde, und dass die Entwicklungsgruppen einen Vergleich mit dem Ausland keineswegs zu scheuen brauchten. Wer sich an die damaligen Auseinandersetzungen erinnert, mag feststellen, dass die Diskussion in der Öffentlichkeit dieser Sorgfalt wohl weitgehend ermangelte.

Damit stellt sich die Frage nach den Gründen des Scheiterns der Projekte. Wie in den meisten Fällen kann man nicht einen einzigen Grund angeben; vielmehr war es ein Zusammenwirken verschiedener, zum Teil sehr unglücklicher Umstände, welche endlich die Vorhaben zu Fall brachten[1]).

Wesentlich ist jedoch die Feststellung, dass die Entwicklungen jeweils vor ihrer eigentlichen Erprobung abgebrochen wurden, in einer Phase also, in der naturgemäss die grössten Schwierigkeiten auftreten und die meisten kritischen Fragen gestellt werden. Leider fehlte damals an entscheidender Stelle der Wille und das Durchhaltevermögen, die Projekte im entscheidenden Moment auch gegen widrige Umstände weiter zu verfolgen und wenigstens die Tauglichkeit einer Entwicklung abzuklären, auch wenn die Zusammenarbeit mit einzelnen Firmen oft nicht einfach war.

Das Misslingen der Entwicklungen N-20 und P-16 hatte einen nachhaltigen, meist negativen Einfluss auf die nachfolgenden Beschaffungen und Vorhaben für neue Kampfflugzeuge der Flugwaffe.

Der vorliegende Bericht erhebt nicht Anspruch auf Vollständigkeit; die wichtigsten Projekte und Daten sind jedoch aufgeführt.

[1]) Zwar sind bei allen genannten Entwicklungen die vorgesehenen Termine überschritten und die finanzielle Aufwendungen unterschätzt worden, wie dies allgemein bei technisch anspruchsvollen Vorhaben wie Flugzeugentwicklungen beobachtet werden kann.

Voraussetzungen für die Eigenentwicklung

Nicht selten ist die Meinung zu hören, dass die Entwicklung und Fabrikation eines eigenen Strahlflugzeuges für ein Land wie die Schweiz untragbar hohe Kosten verursacht hätte. Diese Feststellung kann nicht unwidersprochen bleiben; am besten wird dies sichtbar, wenn man sich vergegenwärtigt, wie viel Entwicklungsarbeit an den Flugzeugen N-20 und P-16 mit verhältnismässig bescheidenen Mitteln geleistet worden ist. Ein Zusammenlegen der Kapazitäten hätte vermutlich, und zwar in erster Linie aus politischen und finanziellen Gründen, zum Erfolg geführt.

Tatsache ist, dass damals die Bedingungen für die Entwicklung eigener Strahlflugzeuge besonders günstig waren. In wissenschaftlicher Hinsicht errangen die Institute an der Eidg. Technischen Hochschule Weltruf, allen voran das Institut für Aerodynamik mit Prof. *J. Ackeret,* wo auch der erste in geschlossenem Kreislauf arbeitende Überschallwindkanal gebaut worden ist [1].

Industriell gesehen besassen die Flugzeugfabriken leistungsfähige Fertigungslinien und auch die Forschungseinrichtungen im F+W, Emmen, wurden zielstrebig ausgebaut [2]. Die Entwicklung eigener Strahlflugzeuge war damals vorerst eine Antriebsfrage. Die Verwendung des Gasturbinen-Prozesses zur Schuberzeugung stand im Vordergrund. *Gerade auf dem Gebiet der Turbomaschinen war aber die schweizerische Maschinenindustrie an vorderster Front tätig!*

Einer Orientierung aus Emmen betreffend das Projekt N-20 vom Januar 1947 sind die nachfolgenden Sätze entnommen, die zeigen, dass die Lage schon damals durchaus richtig eingeschätzt worden ist: «...Wenn zudem alle Kräfte aus Wissenschaft und Praxis in positiver Zusammenarbeit auf ein gemeinsames Ziel koordiniert werden könnten, so dürfte damit die Basis für eine erfolgreiche Beschreitung neuer Entwicklungslinien gegeben sein. Solche Entwicklungslinien liegen in der heutigen Konstellation der Flugzeugtechnik in vielleicht nie wiederkehrendem Ausmass offen, und in ihrer rechtzeitigen Ausnutzung liegt unseres Erachtens die volle Verantwortung für das zukünftige Bestehen einer schweizerischen Eigenentwicklung von Flugzeugen».

Wenn heute oft nach einer Wiederaufnahme derartiger Entwicklungen gefragt wird, so muss man feststellen, dass hierfür die Voraussetzungen in finanzieller Hinsicht fehlen und ausserdem eine vor zwanzig oder dreissig Jahren erarbeitete Lösung kaum übernommen werden kann. Jedoch ist die Entwicklung von Komponenten sowie von Verbesserungen an Flugzeugen durchaus sinnvoll und hat in einigen Fällen bereits zum Erfolg geführt.

Bemerkungen zu den Projekten

Für die Übersicht über die Entwicklungsgänge ist eine graphische Darstellung unumgänglich. In Bild 1 (Falttafel) ist der Ablauf der Projekte dargestellt.

Zur Entwicklung der Strahltriebwerke muss beigefügt werden, dass entsprechende Anfragen und Vorschläge bereits zu Beginn des Krieges von Prof. Ackeret den verschiedenen Firmen vorgetragen wurden. In verschiedenen Patentschriften sind die damals entstandenen Ideen aufgezeichnet.

Die Entwicklung von Strahlflugzeugen wurde meistens vom Eidg. Flugzeugwerk in Emmen angeregt; dieses reichte die entsprechenden Vorschläge ein. Später wurden die Vorschläge in ein allgemeines Entwicklungsprogramm der KMF aufgenommen und Projektaufträge auch an Altenrhein vergeben.

Den verschiedenen Vorprojekten sind bezüglich der geleisteten Arbeit im Vergleich zu den durchgeführten Entwicklungen N-20 und P-16 in dieser Schrift ziemlich viel Platz eingeräumt worden. Es ist wesentlich, zu wissen, dass verschiedene Typen (N-10/11, frühe Linie P-25, P-13, P-16C, L-10) nicht über das Stadium der Projektuntersuchung hinaus gelangt sind und deshalb in ihrer Bedeutung hier eher überbewertet scheinen. Eine Entwicklung durchzuführen ist technisch und wissenschaftlich erheblich aufwendiger, als die Durchführung von Projektstudien. Die Beschreibung der verschiedenen Vorprojekte wurde aber dennoch als unerlässlich erachtet, weil wesentliche Ideen und Komponenten der späteren Flugzeuge N-20 und P-16 dabei erstmals vorgeschlagen worden sind und dadurch das Verständnis der Entwicklungsgeschichte, besonders für den Fall des P-16, gefördert wird.

Die dabei aufgezeigten Ideen bildeten die Grundlage für die späteren eigentlichen Projekte und Weiterentwicklungen. Dabei sollen aber die Entwicklungsarbeiten am N-20 und P-16 keineswegs abgewertet werden; sie bilden die wichtigsten und entscheidenden Werke der Entwicklungsgeschichte schweizerischer Strahlflugzeuge. In gleicher Weise gilt dies auch für die Triebwerke Swiss Mamba aus Emmen und D-45 von Sulzer im Verhältnis zu den weiteren Untersuchungen der Firmen Sulzer und Escher-Wyss.

Bemerkungen zu den Leistungsangaben

Aus den vorangehenden Bemerkungen lässt sich folgern, dass auch den Leistungsangaben unterschiedliches Gewicht beigemessen werden muss. Naturgemäss waren die Leistungsrechnungen der Vorprojekte durchwegs sehr optimistisch, da die Antriebsleistungen und die Gewichte vorerst noch nicht so realistisch abgeschätzt werden konnten. So wäre es unzulässig, die berechneten Leistungen des N-11 oder des frühen P-25 mit den erflogenen Leistungen des P-16 zu vergleichen.

Die berechneten Leistungswerte der N-20-Familie hingegen dürfen mit den effektiven Flugleistungen durchaus verglichen werden, da in diesem Fall die Triebwerkleistungen und Zellengewichte durchwegs bekannt waren. In diesem Stadium, also kurz vor Beginn der Flugerprobung des N-20.10, ist es aufgrund der mit Vorsicht eingesetzten Grundwerte (C_A, C_W, sfc)[2]) oft zutreffend, dass die tatsächlichen Flugleistungen eher noch höher gelegen hätten, als die im voraus berechneten. Dies gilt insbesondere auch für die Flugzeuge N-20.20 und AR-7, für die das Zellengewicht von den vorangehenden Prototypen her ungefähr bekannt war und die Triebwerksangaben auf den gemessenen Daten der Lieferfirmen beruhten. Eine Stellung zwischen Vorprojekt und Ausführung nimmt der 1948 von Dornier vorgeschlagene P-25.20 ein. Dass sich die Gewichte der Prototypen im Laufe der Entwicklungszeit teilweise drastisch erhöht haben war für diese Zeit nicht aussergewöhnlich.

Bezeichnung der Projekte

Eidg. Flugzeugwerk Emmen (F+W):

Die Projekte und Entwicklungen des Flugzeugwerkes in Emmen wurden durchwegs mit N bezeichnet. Die Numerierung erfolgte entsprechend der zeitlichen Staffelung der Projekte. Beim N-20 wurde zusätzlich nach den verwendeten Triebwerken unterteilt:

- N-20.10: Vier Triebwerke SM-01
- N-20.15: Vier Triebwerke SM-05
- N-20.20: Zwei Triebwerke Sapphire.

Die Studien über ein Leichtkampfflugzeug wurden mit L bezeichnet (L-10). Die in Emmen weiterentwickelten Mamba-Triebwerke erhielten die Bezeichnung Swiss-Mamba (SM-01 usw.).

Dornier bzw. Flug- und Fahrzeugwerke AG Altenrhein (FFA):

Nahezu alle Projekte aus Altenrhein waren mit P gekennzeichnet. Sodann wurde als erste Ziffer die Anzahl Triebwerke des entsprechenden Projektes angegeben; die zweite Ziffer sowie eine allfällige weitere Unterteilung wurde zur zeitlichen Staffelung verwendet. Beispiele:

- P-25.20, zweimotoriges Projekt 5, Variante 20
- P-16.04, einmotoriges Projekt 6, Variante 04.

[2]) C_A = Auftriebswert, C_W = Wiederstandsbeiwert, sfc = Specific Fuel Consumption, spezifischer Brennstoffverbrauch (kg/kp h).

Bei späteren Projekten wurde von dieser Regel abgewichen (P-16 Mk III; AR-7 usw.).

Strahltriebwerke

Die Entwicklungslinie für Strahltriebwerke bei der Firma Sulzer war folgendermassen gekennzeichnet:

- D-45: Düsen- bzw. Strahltriebwerk, einfacher Strom, Durchmesser in der Brennkammerebene 450 mm
- DZ-45: Zweistromtriebwerk, Durchmesser 450 mm
- DK-45: Kreuzstromtriebwerk (vollständig getrennter Haupt- und Nebenstrom).

Die Zahl bezog sich jeweils auf den Durchmesser in der Brennkammerebene.

Bei Escher-Wyss wurde lediglich die Abkürzung EW verwendet, ohne irgendwelche Nummerierung.

Grundlagen für die Entwicklung

Anlässlich der Besprechung neuer Flugzeugprojekte zwischen der Abteilung für Flugwesen und Fliegerabwehr, der Kriegstechnischen Abteilung, dem Eidg. Flugzeugwerk und Dornier AG vom September 1946 wurde nachgewiesen, dass die zukünftige Eignung der damaligen Projekte vor allem abhängig war von den Richtlinien, nach welchen die Entwürfe konzipiert worden waren. Es wurde deshalb beschlossen, zur Schaffung der Grundlagen eine gemischte Kommission aus Vertretern der Truppe, der Behörde und der Industrie zu bilden. Ein Ausschuss bestehend aus den Herren Hitz (Flugwaffe) und Branger (F+W Emmen) bearbeitete anschliessend das Pflichtenheft zu Handen der Gesamtkommission. Folgende Punkte sind im damaligen Pflichtenheft enthalten:

- Stützpunkte (Topographie)
- Pisten und Rollwege (Reifendrücke)
- Profile der Unterkunft
- Atmosphärische Grenzbedingungen
- Aktionsradien
- Bewaffnung (Grundbewaffnung, Wechselsatz)
- Panzerung des Pilotenraums
- Sicht aus dem Pilotenraum
- Hochfrequenzanlagen, Konditionierung, Hilfsgeräte
- Flugleistungen
- Flugeigenschaften.

Einige Angaben mögen das Pflichtenheft näher beleuchten:

- Bei den Flugleistungen wurde grösster Wert gelegt auf höchstmögliche kritische Machzahl, dann auf sehr gute Horizontalgeschwindigkeit (grösser als Mach 0,9), gute Steiggeschwindigkeit (Steigzeit von 1000 m ü.M. auf 10000 m ü.M. in 2 Minuten) und genügend hohe oberste Kampfhöhe (15000 m ü.M).
- Die Start- und Landerollstrecken wurden mit Bruchteilen der damals üblichen, 900 m langen Pisten des Zentralraumes angegeben (Startrollstrecke 200 m, Landerollstrecke 250 m, als wünschbare Werte!).
- Die Flugeigenschaften sollten vor allem ausgesprochene Wendigkeit in Bodennähe ergeben
- Grundbewaffnung: Zwei Kanonen von 20 mm. Wechselbewaffnung: Weitere vier Kanonen von 20 mm oder von 34 mm oder bis zu 800 kg Bomben für die Nahzone, 400 kg für die Fernzone.

Aus heutiger Sicht wurde das damalige Pflichtenheft mit zum Teil aussergewöhnlichen Forderungen aufgestellt. Daraus erklärt sich auch der grosse Ideenreichtum, der in den verschiedenen Entwürfen steckt, besonders auch um die extrem kurzen Start- und Landerollstrecken zu ermöglichen. Sehr hohes Schub-Gewichtsverhältnis sowie im allgemeinen niedrige Flächenbelastungen waren deshalb allen Projekten gemein.

Später wurden die Forderungen des ursprünglichen Pflichtenheft teilweise herabgesetzt aus Gründen, die an anderer Stelle angegeben sind.

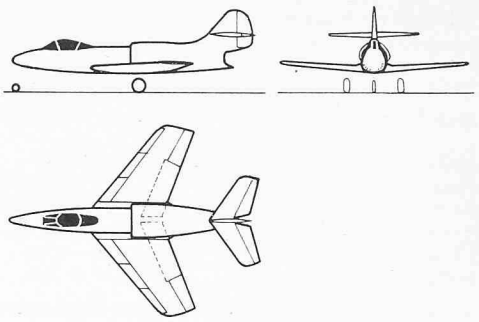


Bild 2. Vorprojekte März 1946: N-10 (Triebwerk Rolls-Royce Nene) bzw. N-11 (Triebwerk Escher Wyss). Massstab 1:400

Technische Neuheiten in den damaligen Entwicklungen

Eine kurze Aufstellung möge dies zeigen:

- Erstmalige Verwirklichung eines flugfähigen Zweistromtriebwerkes mit vollständig getrennten Strömen (SM-01)
- Kaltstrom- oder Nebenverbrennung (N-20.10)
- Ausfahrbare Stützflügel (N-20.10)
- Wechselsatz (N-20.10)
- Absprengbare Pilotenkabine (N-20.10)
- Strahlumlenkung zur Auftriebserzeugung und Bremsung (N-20.10)
- Krügerklappen (P-16)
- Absenkbare, mitlaufende Querruder an Strahlflugzeugen (P-16).

2. Teil: Eidg. Flugzeugwerk Emmen

Die Projektvorschläge N-10 und N-11

Der Vorschlag des Eidg. Flugzeugwerkes vom März 1945 betreffend die Entwicklung von ein- und mehrdüsigen Flugzeugen wurde vorerst in eigener Regie weitergeführt. Unter der Leitung von Ing. Greinacher entstanden die Vorschläge N-10 und N-11, für deren Antrieb ein klassisches Radialtriebwerk vom Typ Rolls-Royce «Nene» 1/1200 bzw. ein Zweistromtriebwerk Escher-Wyss EW-Koaxial 3000/4500 vorgesehen war (Bilder 2 und 3).

Der grundsätzliche Unterschied im Konzept N-10/N-11 war eine klare, stufenweise Abgrenzung von Entwicklung und Zeitbedarf zwischen dem einfacheren und rascher zu verwirklichenden N-10 und dem für später vorgesehenen N-11. Die Vorschläge N-10 und N-11 zeigten schon früh eine optimale Auslegung von Flügelpfeilung und Seitenverhältnis von 35° bzw. 3,1 (Abkippsicherheit). Die Flügelnasenklappen waren als Provisorium für die ersten Flugversuche vorgesehen, wobei die äusseren Klappen selbsttätig funktionierten, während die inneren mechanisch mit den Landeklappen gekoppelt waren. Die Landeklappe konnte entweder als Fowler- oder als ge-

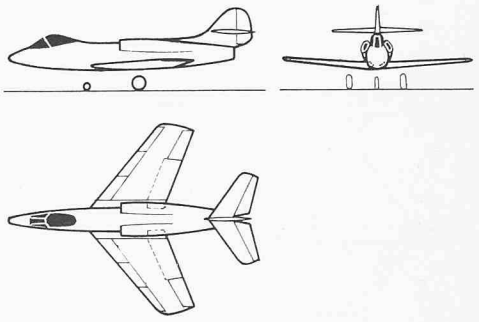


Bild 3. Vorprojekt N-10 vom Juli 1946 (Triebwerk Rolls-Royce Nene). Massstab 1:400

Tabelle 1. Angaben über die Flugzeuge N-10 und N-11

		N-10	N-11
Max. Steiggeschwindigkeit	m/s	40 (30)[1]	70
mit Zusatzverbrennung			133 (113)
Max. Horizontalgeschwindigkeit	km/h	1020	1120 mit ZV
Startrollstrecke	m	398 (560)	150 mit ZV
Startmasse	kg	5560 (6400)	5700 (6530)
Spannweite	m	10	10
Länge	m	13,4	13
Höhe	m	3,9	3,9

Anmerkung: Die Leistungsangaben gelten für Meereshöhe, ausgerüstet als Kanonenjäger mit 4 bis 6 Kanonen von 20 mm

[1]) Die Werte in Klammern gelten nach Berücksichtigung der Anforderungen vom 25. Juli 1946.

wöhnliche Spreizklappe ausgebildet werden. Eigentümlich war auch die Anordnung der Lufteintrittsöffnungen, wobei diejenige des N-10 erst in jüngster Zeit wieder angewendet wird.

Die Entwicklungsarbeiten am N-10 und N-11 in Emmen beschränkten sich auf Vorstudien und grundlegende Leistungsrechnungen sowie auf Windkanalversuche. Welche Leistungswerte man dabei zu erreichen hoffte, zeigt Tabelle 1. Dieses beachtliche Leistungsspektrum sollte dank dem fortschrittlichen Antrieb (Zusatzverbrennung bzw. Kaltstrahlumlenkung) erzielt werden.

Am 17. August 1946 wurden gemäss einer Besprechung der KMF vom 8. August die Vorschläge von Emmen den damaligen Dornier-Werken zur Verwirklichung übergeben. Diese führten später zur Entwicklungsreihe P-12/13/14/15 und schlussendlich zum Projekt P-16 der Flug- und Fahrzeugwerke Altenrhein, den vormaligen Dornier-Werken. Die Entwicklungsreihe der FFA ist an anderer Stelle eingehend dargestellt.

Im Sinne der beabsichtigten Arbeitsteilung beschäftigte sich das Eidg. Flugzeugwerk in Emmen ab August 1946 für lange Zeit nur noch mit mehrstrahligen Kampfflugzeugprojekten.

Das legendäre Mehrzweckflugzeug N-20

In der Geschichte schweizerischer Strahlflugzeuge nimmt der N-20 eine besondere Stellung ein. Der Entwurf zeugt vom aussergewöhnlichen Ideenreichtum der damals mit bescheidenen finanziellen Mitteln arbeitenden Ingenieure des staatlichen Flugzeugwerkes.

Obwohl der Entwurf des N-20 zum Teil auf die Zeit vor der Erarbeitung der Anforderungen der Grundlagenkommission zurückgeht, überdeckt sich dessen Pflichtenheft weitgehend mit dem der genannten Kommission.

Die Konstrukteure des N-20 waren auch bestrebt, mit diesem Entwurf die Flugleistungen der in Entwicklung stehenden ausländischen Strahlflugzeuge wesentlich zu übertreffen. Unter diesem Gesichtspunkt muss die Entwicklung des Mehrzweckflugzeuges N-20 gesehen werden, welche von den Ingenieuren *Branger* (Konstruktion), *Hausammann* (Aerodynamik) und Dr. *Spillmann* (Triebwerke) geleitet worden ist. Das Konzept des N-20 entstand 1945 aus zwei Vorschlägen: Der Vorschlag Hausammann war durch die Verwendung eines rechteckigen, vollständig durchströmten Flügels sehr geringer Spannweite sowie eines normalen Leitwerkes gekennzeichnet (Bild 4). Der Vorschlag Branger sah eine schwanzlose mit stark gepfeilten Flügeln und Tandemfahrwerk versehene Konstruktion vor.

Die beiden Entwürfe wurden alsdann vereinigt und führten Anfang 1946 zur gepfeilten Konstruktion mit durchströmtem Flügel und zwei Haupttriebwerken, die mit einem Teil der Verdichterluft je vier weitere, über die gesamte Flügelhälfte verteilte Gebläse antrieben (Bild 5). Eine ähnliche, jedoch mit mechanischer Leistungsübertragung arbeitende Konstruktion wurde von Hausammann im September 1945 als Patent eingereicht und Ende 1946 eingetragen. Mitte 1946 wurde das Höhenleitwerk an die Tragflügelenden verlegt, womit die äussere Form des N-20 endgültig bereinigt war. Ende 1946 wurde aus konstruktiven Gründen auf die verhältnismässig aufwendige Antriebsanlage zugunsten von je zwei in der Flügelmitte eingebaute koaxiale Zweistromtriebwerke verzichtet (vgl. Antriebsfrage und Sulzer-Strahltriebwerke).

Die Auslegung des N-20 wurde in dieser Form im November 1946 der KMF vorgeschlagen. Obwohl im Jahre 1947 das Projekt so weit fortgeschritten war, dass ein Prototyp hätte gebaut werden können, wurde der Entscheid der KMF noch hinausgeschoben; zur selben Zeit wurde nämlich von den Dornier-Werken der zweimotorige Mehrzweckjäger P-25 vorgeschlagen, der aber gegenüber dem N-20 noch im Rückstand lag. Die KMF wollte aber wenn möglich zwei verschiedene Projekte zur Auswahl haben, um über eine breitere Grundlage verfügen zu können; sie verweigerte vorerst die Bewilligung zum Bau des Prototyps, bis der P-25 denselben Entwicklungsstand erreicht haben würde, wobei Emmen zur Entwicklung des P-25 beigezogen wurde.

Diese Verzögerung zeigte aber nachteilige Folgen, namentlich in bezug auf das Abwandern des Personals. Um über die ungewohnte Gestaltung des N-20 bezüglich Leitwerk, Pfeilung und geringer Streckung des Flügels genauere Angaben zu erhalten und um die Bedenken der Behörden zu verringern, wurde vom F+W der Bau eines Gleiters im Grössenverhältnis 0,6:1 zum geplanten N-20 vorgeschlagen (Bild 6). Der Auftrag der KTA dazu wurde dann im April 1947 erteilt.

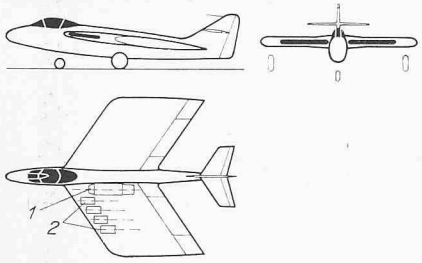


Bild 4. Vorprojekt N-20 (1946)
1 Zwei Haupttriebwerke 2 Acht Nebentriebwerke

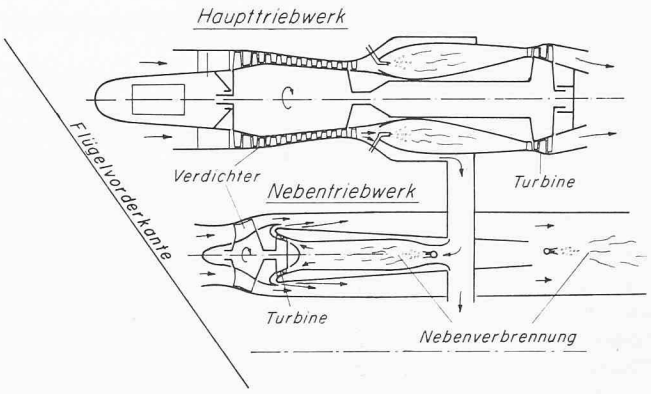


Bild 5. Die Antriebsausführung A für das Vorprojekt N-20 von 1946 wurde von Sulzer ausgearbeitet. Wesentlichstes Element war die Aufteilung der Gasströme

Tabelle 2. Angaben über den Gleiter N-20.1

Abmessungen:
Spannweite 7,56 m; Länge 7,53 m; Höhe 2,3 m; Spurweite des Fahrwerkes 4,14 m; Flügelfläche 19,1 m²

Gewichte:
Fluggewichte bei den Gleitversuchen 1400 bis 1580 kg; Flächenbelastung 74 bis 83 kp/m²

Erflogene Werte (auf Meereshöhe bezogen):
Minimalgeschwindigkeit 125 km/h; höchste erreichte Geschwindigkeit 507 km/h; beste Gleitzahl 15,1

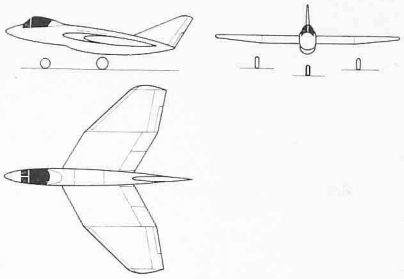


Bild 6. Gleiter N-20. Das Grössenverhältnis zum geplanten N-20 betrug 0,6:1. Massstab 1:300

Der Gleiter N-20.1

Das Grössenverhältnis zur Grossausführung wurde im wesentlichen durch folgende, gegensätzliche Faktoren diktiert:

- einerseits musste die Grösse mit Rücksicht auf das durch das Schleppflugzeug zu ziehende Gewicht beschränkt werden
- anderseits musste der Rumpf möglichst wenig geändert werden (bei noch annehmbarer Kabinengrösse), weil die Rumpfgestaltung bei Nurflügelflugzeugen einen grossen Einfluss auf Stabilität und Steuerbarkeit ausübt.

Als günstiger Kompromiss wurde schliesslich das lineare Grössenverhältnis 0,6:1 gewählt. Vereinfachungen und Änderungen bezüglich Kabine, Wechselwanne, Triebwerköffnungen und -wülste waren indessen nicht zu umgehen. Im übrigen betrug die Reynoldszahl des Gleiters rund die Hälfte der Grossausführung, so dass Massstabseinflüsse weitgehend ausgeschaltet waren.

Der Gleiter N-20.1 (Bilder 7 und 8) war folgendermassen aufgebaut (die technischen Daten sind in Tabelle 2 zusammengefasst):

- *Zelle* vollständig in Holzbauweise mit Sperrholzbeplankung und Stoffüberzug versehen
- *Tragwerk* mit zwei Holmen, Nasenklappen und zweiteiligen Trimmklappen
- *Rumpf:* Holzschale mit Längsholmen und Spanten, Längskiel für Bauchlandungen, Leichtmetallkonstruktion im Bereich der Feststoffrakete am Rumpfheck, Beobachtersitz in Rumpfmitte
- *Fahrwerk:* Bugrad von Vampire, Hauptfahrwerk von Me-109, elektromechanisch einziehbar
- *Steuerung:* Nur zwei aussenliegende Höhenquerruder (sog. Hauptruder) sowie Seitenruder, Querruder-Giermomentausgleich
- *Raketenanlage* als Sicherung bei Trudel- und Abkippversuchen sowie für Hochgeschwindigkeits-Stechflüge: Feststoffrakete Jato 12 von 450 kp Schub während 12 s.

Die Konstruktion des Gleiters wurde sehr rasch vorangetrieben, wobei auch auswärtige Hilfskräfte herangezogen werden konnten. Im Januar 1948 war er im Rohbau fertiggestellt und wurde anschliessend im grossen Windkanal untersucht. Am 17. April führte der Einflieger Laederach den erfolgreichen Erstflug im Schlepp einer C-3604 durch.

Die darauffolgende Erprobung gliederte sich in drei Etappen, nämlich

- allgemeine Beurteilung der Flugeigenschaften
- eigentliche Messflüge (mit und ohne Rumpfklappe)
- Hochgeschwindigkeitsversuche (bis 700 km/h).

Das wichtigste Ergebnis der Gleiterversuche war der praktische Nachweis der Flugfähigkeit und Steuerbarkeit des N-20. Im besonderen erwies sich das Abkippverhalten im Langsamflug als über Erwarten ungefährlich. Der Pilot wurde durch das Rütteln des Flugzeuges gut vorgewarnt, so dass für die Grossausführung auf Nasenklappen verzichtet werden konnte. Etwas Mühe bereitete den Piloten anfänglich die bei Pfeilflügel-Flugzeugen üblichen Schiebe-Rollmomente, die noch durch die ungünstige V-Stellung (3°) der Aussenflügel verstärkt wurden. Diese V-Stellung wurde später bei der Arbalète und beim Prototyp aufgegeben. Die Angewöhnung wurde noch erschwert durch Schwergängigkeit der Querruder, die über konstruktiv einfache Seilzüge bewegt wurden.

Trotzdem wurde der Gleiter von den Piloten als sehr angenehm zu fliegen beurteilt. Anlässlich des 69. Fluges am 1. Juli 1949 wurde der Gleiter bei einer missglückten Landung zerstört. Die Ursachen lagen in den infolge Bauarbeiten für Flugversuche zu engen Verhältnissen auf dem Flugplatz Emmen.

Der Jet-Gleiter N-20.2 «Arbalète»

Nach dem Gleiterunfall stellte sich die Frage nach einem Neubau. Die KMF befürwortete eine weitere Flugerprobung des neuartigen N-20. Um aber den grössten Nachteil des Gleiters, nämlich seine Motorlosigkeit, zu beheben, schlug das F+W einen Jet-Gleiter vor, der mit vier damals neu erschienenen Kleintriebwerken auszurüsten wäre. Das Flugzeug (Bil-

Bild 7. Gleiter N-20. Lande- und Trimmklappen abgesenkt, Jato-Rakete am Heck sichtbar

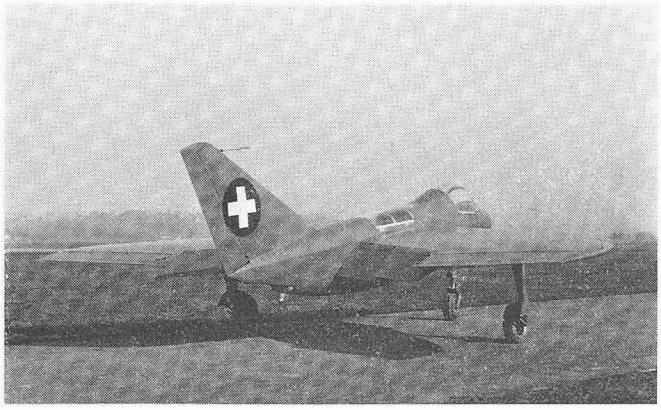
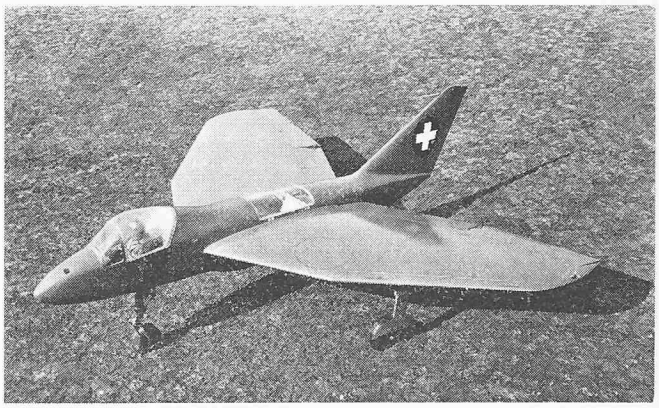


Bild 8. Gleiter N-20 mit Beobachtersitz. Der Tragflügel war noch mit Spalt- und Nasenklappen versehen



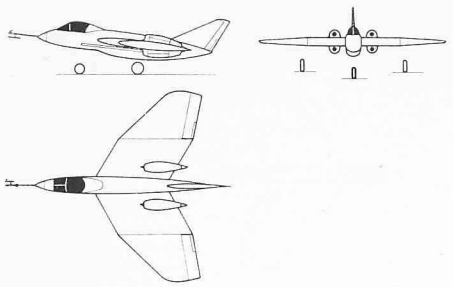


Bild 9. Der Jet-Gleiter N-20.2 «Arbalète» mit vier Kleintriebwerken. Massstab 1:300

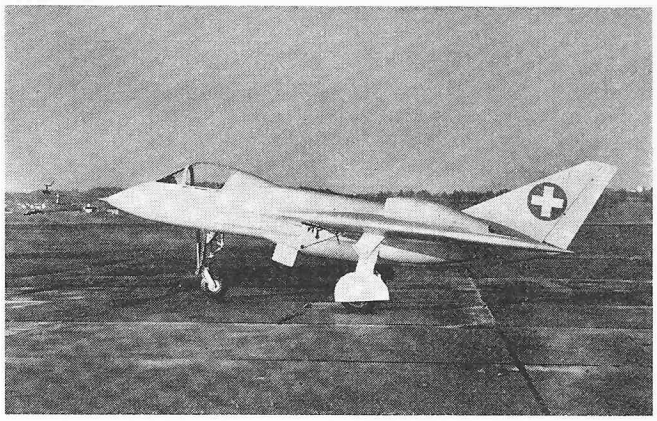


Bild 11 (rechts). Bemerkenswert ist der starke Anstellwinkel der Arbalète am Boden

der 9 bis 12) wurde alsdann bekannt unter dem Namen «Arbalète» und sollte folgende Aufgaben erfüllen können:

- Erprobung von Flugeigenschaften, Steuerbarkeit und Wendigkeit bis 700 km/h
- Einführen der Piloten in Hinsicht auf die Erprobung des Prototyps N-20.10.

Der Aufbau der Arbalète entsprach in grossen Zügen dem des Gleiters, wobei einige wesentliche Nachteile des letzteren behoben worden sind, nämlich:

- Einbau von vier Triebwerken samt Treibstofftank, Verzicht auf den Beobachtersitz
- Ersetzen der Seilsteuerung durch eine Stangensteuerung, was zu einer beträchtlichen Verminderung der Steuerkräfte führte
- Verzicht auf die Nasen- und Trimmklappen, die sich für Deltaflugzeuge als nicht sehr nützlich erwiesen
- Änderung der Führerhaubenkontur.

Mit einem entsprechend abgeänderten Modell wurden im Windkanal der Einfluss der Triebwerkgondeln untersucht, doch konnten nur geringe Abweichungen gegenüber dem Gleiter festgestellt werden.

Ende Oktober 1950 konnte mit dem Bau, übrigens ähnlich dezentralisiert wie beim Gleiter, begonnen werden. Der Einbau der Triebwerke bot keine besonderen Schwierigkeiten, auch war der Betrieb der vier Düsentriebwerke Turboméca Piméné unerwartet einfach. Bodenversuche wurden bereits im Herbst 1951 durchgeführt und anschliessend folgten 10 Starthüpfer auf der damals recht kurzen Piste von Emmen. Am 16. November 1951 startete die Arbalète zum 16 min dauernden, erfolgreichen Erstflug, gesteuert vom Einflieger Mathez. Bereits nach einer Gesamtflugzeit von 10 h konnte die Reglage des Flugzeuges beendet werden, so dass von den Piloten keine Beanstandungen mehr erfolgten.

Die Beurteilung durch die Piloten war günstiger als erwartet. Hervorgehoben wurde die grosse Wendigkeit, die rasche und genaue Wirksamkeit der Steuerung bei kleinen und gut abgestimmten Steuerkräften. Die Arbalète wurde in den Flugeigenschaften als sehr ähnlich zum berühmten Akrobatikflugzeug Bücker Jungmeister beurteilt, bei allerdings weit höheren Flugleistungen.

Schon nach kurzer Zeit konnten mühelos Kunstflug und engste Kurven im gesamten Geschwindigkeitsbereich und im Tiefflug durchgeführt werden. Bei der Landung wurde des öftern die Möglichkeit vorgeführt, das Flugzeug präzise und mit grossem Anstellwinkel rollen zu lassen, um es durch den aerodynamischen Widerstand weitgehend abzubremsen. Die erflogenen Leistungen waren durchweg besser als die aufgrund von Windkanalmessungen im voraus berechneten (siehe Tabelle 3).

Infolge des endgültigen Abbruches der Entwicklung des N-20 Ende 1953 konnte eine vollständige Erprobung der Arbalète nicht durchgeführt werden. *(Forsetzung folgt)*

Tabelle 3. Angaben über den Jet-Gleiter N-20.2 Arbalète

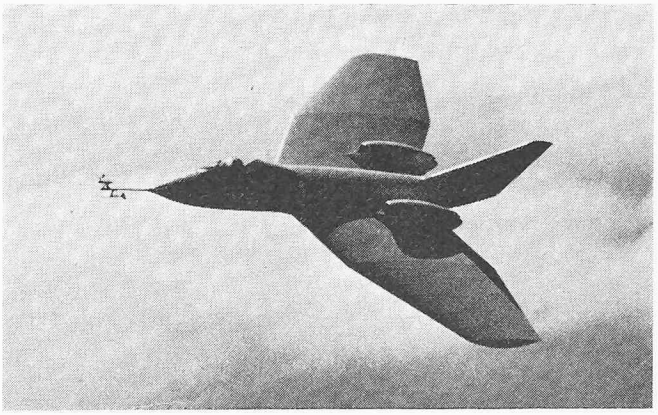
Abmessungen:
Spannweite 7,56 m; Länge 7,53 m; Höhe 2,3 m; Flügelfläche 19,44 m²

Triebwerke:
Vier Turboméca Piméné von je 100 kp Standschub; Treibstoffinhalt 240 l; Abfluggewicht 1800 kg; Flächenbelastung 92 kp/m²; Schub- zu Gewichtsverhältnis 0,22

Erflogene Werte:
Startrollstrecke 800 m; Steiggeschwindigkeit 9 m/s auf 500 m ü. M.; Dienstgipfelhöhe 8000 m bei 1 m/s Steigen; max. Horizontalgeschwindigkeit 570 km/h auf 4000 m ü. M.; höchste erreichte Stechgeschwindigkeit 720 km/h; Abkippgeschwindigkeit 140 km/h; Reichweite 250 km (Flugdauer 40 min)

Bild 10. N-20.2 «Arbalète» auf dem Flugplatz in Emmen. Die Rumpfspitze ist mit verschiedenen aerodynamischen Messgeräten ausgerüstet

Bild 12. Die Arbalète im Flug über dem Mittelland



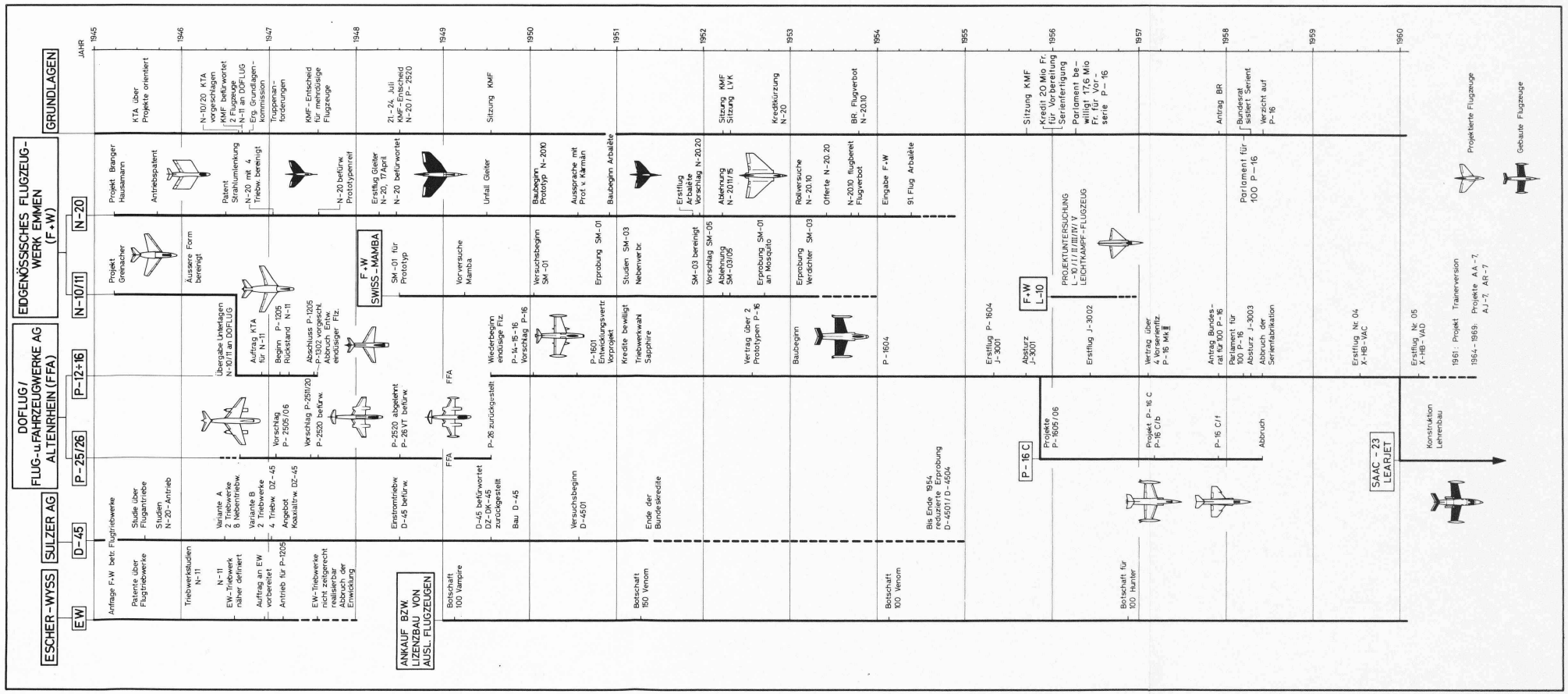


Bild 1 Entwicklungsgeschichte und chronologische Übersicht schweizerischer Strahlflugzeuge und Strahltriebwerke

Seite / page

leer / vide / blank