

–

Einleitung – von Vielfach- manometern und Reynolds'schen Zahlen

– **Ausgangspunkt und Konzept**

- „Der unglückliche Ausgang des Weltkrieges und das Versailler Diktat machten nicht nur der umfangreichen Luftfahrtindustrie Deutschlands, sondern auch der in den Kriegsjahren stark aufgeblühten deutschen Luftfahrtforschung (hauptsächlich vertreten durch Adlershof und Göttingen) ein jähes Ende. Nur ganz bescheidene Reste blieben bestehen.“ So fasste Hermann Blenk, Leiter der Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring (LFA), in der Rückschau 1941 den Ausgangspunkt der deutschen Luftfahrtforschung nach Ende des Ersten Weltkrieges zusammen. Weiter führte er aus: „Schon bald nach der Machtübernahme durch Adolf Hitler erkannten die verantwortlichen Männer, daß dem nun einsetzenden gewaltigen Ausbau der deutschen Luftfahrtindustrie ein umfassender Ausbau der Forschung entsprechen müsse, wenn die technischen Leistungen Deutschlands unübertrefflich gestaltet werden sollten.“¹
- Die technischen Leistungen der Forschung, von denen man damals glaubte, damit Deutschland „unübertrefflich“ zu machen: So könnte man das Thema dieses Buches zusammenfassen. Weniger pathetisch formuliert, behandeln die Verfasser das Thema: Innovationen, Irrwege und Sackgassen der Forschung in den Vorgängerorganisationen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) von 1933 bis 1945.

- Innovationen, Irrwege und Sackgassen der Forschung sind auf den ersten Blick ein einfaches Thema: Die großen Innovationen der Luftfahrt sind bekannt: Strahltriebwerk, Pfeilflügel, Rakete. Bei den Sackgassen könnte man zumindest fragen, was eine Sackgasse ist. Ist eine Sackgasse zum Beispiel etwas, das zeitgenössisch nicht oder nicht richtig funktioniert hat, aber später zum Erfolg geführt wurde? Naheliegend sind hier die Nurflügler. Die DLR-Vorgänger führten viele Windkanalmessungen zu Nurflügel-Flugzeugen durch, etwa an der Lippisch P.13a. Die Nurflügler der Brüder Walter und Reimar Horten wurden diskutiert. Die Instabilität beim Flug von Nurflüglern konnte allerdings erst durch den Einsatz von Computern unter Kontrolle gebracht werden, etwa beim US-amerikanischen Stealth Bomber B-2.

- Oder man nimmt als Beispiel für eine Sackgasse andere Flugobjekte, die den Proof of Concept nicht bestanden haben, etwa die Heinkel Lerche oder den Focke Wulf Triebflügel. An all den Projekten waren die DLR-Vorgänger beteiligt, zum Teil konkret in der Entwicklung, zum Teil eher als – heute würde man sagen – Dienstleister, indem Messungen in Windkanälen durchgeführt wurden.

- Für dieses Buch wurde ein anderer Weg gewählt, um die Fallbeispiele auszuwählen. Systematisch wurden in einem ersten Schritt die Dokumentationen der Vorläufer des DLR danach ausgewertet, was zeitgenössisch als neu und relevant dargestellt wurde. Die Idee war, zu untersuchen, was die Forschenden² selbst als bedeutend bezeichneten. Diese Entwicklungen wollten wir verfolgen und so entscheiden, was davon eine Innovation und was eine Sackgasse war. Im Vergleich der unterschiedlichen Forschungsthemen sollten Muster erkennbar werden für weiterreichende Analysen – so weit die Idee. Ausgewertet wurden Berichte, Zusammenfassungen, Forschungsanträge. Das Ergebnis sind Tabellen mit insgesamt mehr als 2.000 Tätigkeitsnachweisen und Neuerungen, die fast alle eines gemeinsam haben: Sie sind sehr technisch und behandeln

sehr spezielle Probleme. Diese Tabellen sind in einer bereinigten Form im Zentralen Archiv des DLR abgelegt und abrufbar.³

- Damals entwickelten Forschende konkrete Geräte und Bauteile, etwa Apparate für die Atemluftversorgung in Druckkammern von Höhenflugzeugen, Warmluft-Ausblaseenteiser oder ein sechsstufiges Aufladegebläse. Es wurde etwa der Wärmeübergang bei laminarer und turbulenter Strömung untersucht. Dabei ging es um Theorie und Versuche zum Wärmeübergang erhitzter Luft an Flugzeugflächen. Ziel war die Bekämpfung der Vereisung, verwendet wurde die Abwärme des Ölkühlers.
- Daneben wurden auch grundlegende theoretische Fragen behandelt, etwa zur Grenzschicht, und Berechnungsmodelle dazu entwickelt. Es wurden Verfahren erarbeitet, zum Beispiel zur Auftriebs- und Widerstandserhöhung bei Tragflügeln. Es wurden Komponenten und die darin angewandten Techniken analysiert, wie Freistrahprobleme bei Strahltriebwerken. Dazu wurde sehr viel gemessen, unter anderem der Hochauftrieb an Flügeln oder die Grenzschicht an einer ebenen Platte bei großen Reynolds'schen Zahlen.
- Für die Versuchsarbeiten wurden neue Messgeräte entwickelt: Windschwankungsmessgeräte, Wirbelfrequenzmesser, Vielfachmanometer, Hitzdrahtmanometer und sehr viele mehr. Darüber hinaus wurde selbstverständlich noch die Messinfrastruktur entworfen und gebaut, insbesondere die Windkanäle. Gerade dort fanden sehr viele der Messungen statt, an der fliegenden Bombe Henschel Hs 293, am Strahljäger Messerschmitt Me 262, am Schnellbomber Arado Ar 240 und an sehr vielen weiteren Flugzeugen – teilweise an Modellen, teilweise an den Originalen.
- Offensichtliche Muster ergeben sich aus den Daten: Die Probleme, die die Luftfahrtforschung damals lösen musste oder wollte, werden deutlich: schneller, höher, weiter und zuverlässiger. Damit gingen neue, sich daraus ergebende Probleme einher,

beispielsweise unvorhergesehene Instabilitäten in der Nähe kritischer Machzahlen, Grenzen der Materialbelastbarkeit oder bis dahin unbekannte Auswirkungen von Kälte- und Druckverhältnissen auf Besatzungen und Maschinen. Lösungen suchte man durch die Entwicklung neuer Theorien und Berechnungsmethoden, in praktischen Versuchen und mit Messungen sowie durch die Entwicklung von Bauteilen. Dabei befanden sich die DLR-Vorgänger nicht in einem hermetisch abgeschlossenen Kosmos. Ihre Akteure arbeiteten mit der Industrie, dem Militär und der Kriegsbürokratie zusammen. Diese stellten – ergänzend zu den Hauptthemen – noch spezifische Anforderungen, seien es besondere Test- und Messverfahren für Industrieprojekte oder konkrete Frontbedürfnisse wie Lösungen, um die Londoner Luftverteidigung während der Luftkämpfe über Großbritannien überwinden zu können.

- Den NS-Eliten blieb diese Kleinteiligkeit der Forschung und auch der entwickelten Produkte nicht verborgen. Sie wussten, dass das Ergebnis einer großen Innovation von vielen Arbeitsstellen und im ersten Augenblick unsichtbaren Ingenieuren ausgeht. Adolf Hitler erklärte in seiner Funktion als Führer und Oberster Befehlshaber der Wehrmacht vor hochrangigen Militärs Anfang Dezember 1943 im Führerhauptquartier: „Das Fehlen von einigen kleinen, unscheinbaren Einzelteilen kann die Fertigstellung wichtigster Waffen verzögern.“⁴

– Die DLR-Vorgänger

- Diese Forschungen fanden in unterschiedlichen Institutionen statt, manchmal allein, manchmal gemeinsam, manchmal arbeiteten mehrere Organisationen gleichzeitig an der gleichen Aufgabe – ohne von der Arbeit der anderen zu wissen –, manchmal stand man in Konkurrenz und arbeitete gegeneinander. Beteiligt waren die Flugzeug- und Motorenhersteller und weitere Unternehmen der Rüstungsindustrie, die Luftwaffe, das Reichsluftfahrtministerium (RLM), Universitäten und Hochschulen sowie die DLR-Vorgänger und weitere Akteure, wie

etwa die Heeresversuchsanstalt Peenemünde, in der die V2-Rakete entwickelt wurde – man fasst das unter der Bezeichnung Großforschung zusammen.

- Großforschung war 1933, zu Beginn des für dieses Buch festgelegten Untersuchungszeitraums, an sich nichts Neues. Schon vor dem Ersten Weltkrieg war die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gegründet worden. Im Krieg arbeiteten Kaiser-Wilhelm-Institute, Industrieunternehmen und die Oberste Heeresleitung eng zusammen, etwa um Waffen und Giftgas zu erforschen und zu produzieren. Nach 1918 sorgte der Versailler Vertrag dafür, dass besonders die Luftfahrtforschung in Deutschland sehr stark eingeschränkt wurde. Zur Zeit der NS-Machtübernahme war Deutschland beispielsweise in der Motorenforschung nicht konkurrenzfähig mit den anderen europäischen Mächten und den USA. In den grundlagenorientierten Disziplinen der Luftfahrt lag die deutsche Forschung im globalen Vergleich aber an erster Stelle.⁵
- Reichsluftfahrtminister Hermann Göring maß der Luftwaffe eine entscheidende Bedeutung für einen zukünftigen Krieg bei. Entsprechend stark wurden Luftfahrtforschung und -industrie nach 1933 gefördert und gleichzeitig versucht, diese etwa über den Reichsforschungsrat (RFR) zu kontrollieren und zu lenken.
- Das war 1933 die Ausgangssituation. Für diese Studie wird die Arbeit der DLR-Vorgänger genauer untersucht. Konkret waren dies die Deutsche Forschungsanstalt für Luftfahrt, die 1938 in Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring umbenannt wurde, die Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen, die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof sowie die Drahtlostelegraphische und Luftpfelektische Versuchstation Gräfelfing und das Flugfunk-Forschungsinstitut Oberrpaffenhofen.
- Die auf die Grundlagenforschung ausgerichtete Aerodynamische Versuchsanstalt (AVA) ging aus der 1907 gegründeten

Modellversuchsanstalt der Motorluftschiff-Studiengesellschaft (MVA) hervor. Die AVA wurde von Ludwig Prandtl geleitet, dem „Vater der Aerodynamik“ und unangefochtenen „Primus inter Pares“ der deutschen Luftfahrtforschung. In den 1930er-Jahren galt die AVA im Ausland als „das Mekka der Aerodynamik“. Nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten vergrößerte sich die Anstalt personell und infrastrukturell stark und mehrere neue Windkanäle wurden errichtet. 1937 wurde die AVA vom Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Strömungsforschung separiert und Albert Betz zum Direktor der AVA bestimmt.⁶

- Die zweite Großforschungseinrichtung war die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL), die im Frühjahr 1912 gegründet wurde und beim Flugplatz Johannisthal-Adlershof angesiedelt war.⁷ Die DVL unternahm schwerpunktmäßig anwendungsorientierte Arbeiten.⁸ Auch die DVL expandierte nach der NS-Machtübernahme stark. Sämtliche Teile des Flugzeugs wurden einzeln oder in Form eines ganzen Modells getestet.
- Neben die bereits bestehenden Forschungseinrichtungen sollte 1935 auf „Befehl des Reichsministers der Luftfahrt“ eine „moderne[] Luftfahrtforschungsanstalt“ treten.⁹ Deren Hauptaufgabe sollte insbesondere die Grundlagenforschung sein. Sie sollte damit das „Pendant zur anwendungsorientierten DVL“ verkörpern.¹⁰ Die Arbeitsgebiete der neuen Einrichtung sollten die Strömungsforschung, die „Forschung auf dem Gebiete der Luftfahrzeugkonstruktion einschließlich Festigkeits- und Werkstoffforschung“, die Flugmotorenforschung und die Fliegerwaffenforschung umfassen.¹¹ 1936 wurde daraufhin die Deutsche Forschungsanstalt für Luftfahrt (DFL) gegründet. Hermann Göring veranlasste in seiner Funktion als Reichsminister der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe im Juni 1938, dass die Anstalt in Zukunft den Namen „Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring“ zu führen habe und übernahm „die Schirmherrschaft“.¹²

- Der letzte Technikbereich, den die DLR-Vorgänger abdeckten, war die Flugfunkforschung. Es gab drei Institute in der Umgebung Münchens, die auf diesem Feld tätig waren. Dies waren die Drahtlostelegraphische und Luftelektrische Versuchsstation Gräfelfing (DVG), das Institut für Radiotechnik und Flugfunkwesen an der Technischen Hochschule München (IRA) und das Flugfunk-Forschungsinstitut Oberpfaffenhofen e.V. (FFO).¹³ 1942 wurde die DVG als Außenstelle in das FFO überführt.¹⁴

– **Themenauswahl**

- Seit Jahrzehnten wird zur Luftfahrt in der Zeit des Nationalsozialismus geforscht. Zentrale Erkenntnisse sind bekannt, sowohl zum Gesamthema Forschung, Rüstung und Krieg während des Nationalsozialismus als auch zu vielen Detailfragen. Grundsätzlich wissen Historiker, welche Prozesse damals abliefen, wie die Forschungsnetzwerke funktionierten, wie einzelne Personen agierten und vieles mehr. Dieses Buch kann und wird die Geschichte der Luftfahrtforschung nicht neu schreiben. Es wird am Ende des Buches kein grundsätzlich neues Verständnis von Forschung, Rüstung und Krieg geben.
- Das Buch leistet etwas anderes: Themen, die bisher in vielen Studien genannt, aber nicht im Detail untersucht wurden, werden aufgearbeitet, wie im Essay zu GM 1. Die Sprengpatrone „Klette“ ist eine noch kleinere Nische. Aber auch alle anderen Essays liefern neues Faktenwissen, sowohl zu den technischen Projekten als auch zu den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, kurz zum Thema Luftfahrtforschung 1933 bis 1945. Das Buch trägt also zur Erweiterung des historischen Wissens und Verständnisses bei.
- In diesen Detailstudien finden sich ähnliche Abläufe, die von anderen Historikern in früheren Studien grundsätzlich schon beschrieben wurden. Etwa werden die Folgen der nationalsozialistischen Polykratie für Verzögerungen in Entscheidungs-

prozessen deutlich, die wiederum zur Verzögerung flugtechnischer Fortschritte und Anwendungen führten. Gleichzeitig sieht man, dass es nicht nur die Polykratie war, die für Verzögerungen verantwortlich war: Die Akteure waren stets mit fehlenden Ressourcen konfrontiert. Zu Beginn war es nur die Konkurrenz um Forschungsmittel, im Kriegsverlauf fehlte dann alles: Forschende, Rohstoffe, Produktionskapazitäten, Logistik. In der Folge wurden auf lange Sicht unwichtige Projekte, die aber kurzfristig dringlich waren, mit Kapazitäten ausgestattet, die in langfristig wichtigeren Projekten fehlten.

- Die Aufgabenstellung für dieses Buch lautete: Innovationen, Irrwege und Sackgassen. Daraus ist eine abstraktere Leitfrage entstanden: Was macht eine Innovation aus, wenn die Verbindung der Detailanalysen und der bisherigen Forschungserkenntnisse in den Blick genommen wird? Das ist dann auch der analytische Kern dieses Buches.
- Dieses Buch ist eine wissenschaftliche Studie, die aber keine wissenschaftliche Qualifikationsarbeit darstellt. Ziel ist es, geschichtswissenschaftlich korrekte Analysen so darzustellen, dass sie auch allgemein verständlich und für nicht-geschichtswissenschaftliche Lesende interessant sind. Dafür haben sich die Verfasser einige Freiheiten herausgenommen, etwa Passagen geschrieben, die stärkeren Essay-Charakter haben. Regelmäßig werden Abschnitte und Anekdoten aus den Quellen präsentiert, die interessant sind, Analysen unterstützen, aber strikt analytisch auch gestrichen werden könnten. Zudem haben wir darauf verzichtet, den akademisch üblichen ausführlichen Forschungsüberblick mit den Erkenntnissen der vergangenen Jahre voranzustellen.¹⁵
- Dieses Buch beschreibt Forschung und Entwicklung von Innovationen in den DLR-Vorgängern in neun Kapiteln. Diese neun Kapitel decken neun Forschungsfelder bzw. Forschungscluster ab. Dabei werden 14 Forschungsprojekte mit ihren Ideen,

Herausforderungen und Entwicklungen analysiert. Die behandelten Themen sind repräsentativ, aber nicht vollständig:

- Die zentralen Themen der damaligen Luftfahrtforschung werden behandelt. Auf einer grundsätzlichen Ebene war das Ziel, Flugzeuge zu bauen, die schneller, höher und weiter fliegen und dabei zuverlässig bleiben sollten. Praktisch, in der täglichen Arbeit der Forschenden, bedeutete dies sehr viel zu messen, samt der dazugehörenden Messtechnik.
- Wenn man Luftfahrtinnovationen im Nationalsozialismus in Buchform behandelt, dann gibt es eine an ein solches Buch herangetragene Erwartungshaltung: Die Me 262 mit Pfeilflügeln und Jumo 004 Strahltriebwerk, Hubschrauber und die V2 müssen behandelt werden. Bis auf die V2 haben wir diese Themen mit in das Buch aufgenommen. Pfeilflügel und Strahltriebwerk waren in den Quellen so dominante Themen, dass wir sie nicht hätten ignorieren können. Das Hubschrauber-Beispiel wurde gewählt, weil es als Nischenforschung sehr viel Funktionalität und Dysfunktionalität in den Abläufen – institutsintern und in den Beziehungen der Akteure – sichtbar macht. Die V2 haben wir ausgespart. Auch an Forschungs- und Entwicklungsaufgaben der V2 waren die DLR-Vorgänger beteiligt, dies war aber in der Gesamtschau aller ihrer Projekte nicht so bedeutend.
- Auf der Theorieebene der Arbeit der DLR-Vorgänger gab es ebenfalls ein gewisses Pflichtprogramm: die Grenzschicht als eine grundlegende Theorie, die Mathematik und das Messen als grundlegende Methoden.
- Der Krieg mit seinem direkten Einfluss sowohl auf die Arbeitsprozesse als auch auf die Aufgaben veränderte die gesamten Prozesse.
- In der Arbeitspraxis der DLR-Vorgänger waren es nicht die wenigen großen Projekte, mit denen die meiste Zeit verbracht wurde. Es waren sehr viele und gleichzeitig sehr kleine Detailaufgaben – dies musste in der Themenauswahl abgebildet werden.

- Die fünf DLR-Vorgänger sollten repräsentiert werden.
- Die Themen mussten mit den vorhandenen Quellen und der existierenden Forschungsliteratur innerhalb des Zeitplans behandelt werden.

– Alle Vorgaben konnten wir nicht erfüllen. Wir hatten rund drei Dutzend verschiedene Themen identifiziert, von denen wir rund 20 bearbeiten wollten. Die Quellenlage, unsere Arbeitsprozesse und die Zeit haben dazu geführt, dass es 14 geworden sind. Hinsichtlich der Quellenlage dominierten Akten der AVA, gefolgt von der DFL/LFA und schließlich der DVL, da insbesondere bei ihr ein Großteil des Bestands nach dem Zweiten Weltkrieg in die Sowjetunion überführt wurde und seitdem verschollen ist. Auch Quellen der DVG bzw. FFO waren unterrepräsentiert, da deren Bestände ebenfalls nur lückenhaft im Archiv vorhanden sind.¹⁶ Entsprechend gibt es im vorliegenden Buch keine DVG/FFO-Fallbeispiele.

– Essay 1 behandelt die Entwicklung des Pfeilflügels, ausgehend von theoretischen Überlegungen, die Adolf Busemann auf einer internationalen Konferenz präsentierte. Der Essay baut auf der Grundlagenforschung der 1930er-Jahre auf und zeigt, wie über die Kooperation mit Messerschmitt der Pfeilflügel in die Praxis eingeführt wurde. Dabei wird die Frage nach der Patentierbarkeit von Konzepten und das Thema der Geheimpatente behandelt. Der Essay thematisiert die sich durch den Kriegsverlauf verändernden Forschungsanforderungen bis hin zu den letzten Forschungsaufträgen für Arado kurz vor Kriegsende.

– Essay 2 behandelt mit dem Strahltriebwerk die zweite offensichtliche Innovation, an der die DLR-Vorgänger maßgeblich beteiligt waren. Hier wird untersucht, wie die Entscheidung für den Axialverdichter als Kernkomponente im Gegensatz zum damals etablierten Radialverdichter zustande kam und welche Konsequenzen dies hatte. Zudem wird im Detail präsentiert, welche Arbeiten die DLR-Vorgänger konkret für Jumo, BMW oder Daimler-Benz übernahmen.