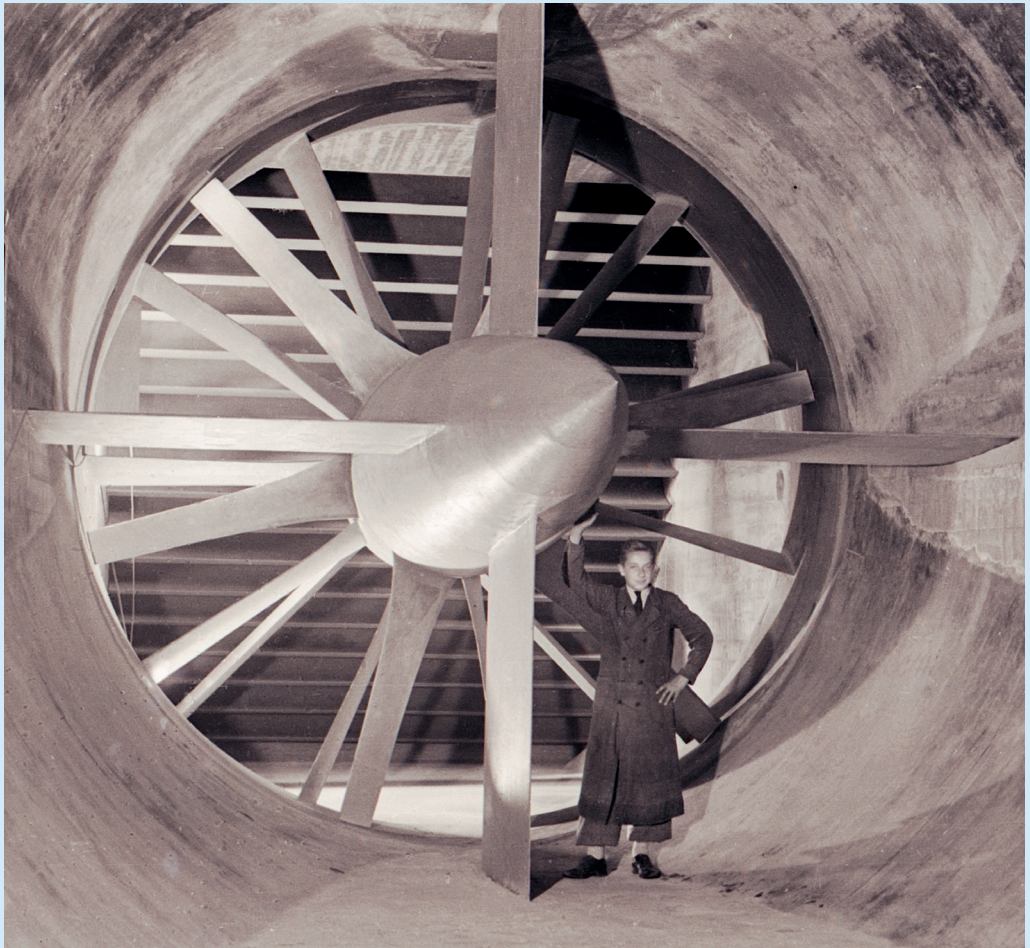


Göttinger Klassiker der Strömungsmechanik Bd. 11
herausgegeben von Andreas Dillmann

Bram Elsenaar
Unter den Fittichen von Göttingen
Das niederländische Luftfahrtlaboratorium
im Zweiten Weltkrieg



Bram Elsenaar
Unter den Fittichen von Göttingen

Dieses Werk ist lizenziert unter einer
[Creative Commons
Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen
4.0 International Lizenz.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



erschienen als Band 11 in der Reihe „Göttinger Klassiker der
Strömungsmechanik“ im Universitätsverlag Göttingen 2024

Bram Elsenaar

Unter den Fittichen von Göttingen

Das niederländische
Luftfahrtlaboratorium
im Zweiten Weltkrieg

Ins Deutsche übersetzt von
Sigrid Pokörn

Universitätsverlag Göttingen
2024

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://dnb.dnb.de> abrufbar.

Herausgeber der Reihe „Göttinger Klassiker der Strömungsmechanik“:

Prof. Dr. rer.nat. Dr.-Ing. habil. Andreas Dillmann
(Georg-August-Universität Göttingen und
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)

Schriftleitung der Reihe „Göttinger Klassiker der Strömungsmechanik“:

Prof. Dr. rer. nat. Martin Rein
(Georg-August-Universität Göttingen und
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)

Dieses Werk ist auch als freie Onlineversion über die Verlagswebsite sowie über den Göttinger Universitätskatalog (GUK) bei der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen (<https://www.sub.uni-goettingen.de>) zugänglich. Es gelten die Lizenzbestimmungen der Onlineversion.

2020 in den Niederlanden erschienen unter dem Titel „Onder de vleugels van Göttingen. Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in de Tweede Wereldoorlog”. Soesterberg: Uitgeverij Aspekt, 2020.

Satz und Layout: Sigrid Pokörn

Titelabbildung: Antriebsschraube des großen LST (Tunnel Nr. 3), 1940, Archiv Stichting Behoud Erfgoed Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (vgl. Abb. 7.7)



© 2024 Universitätsverlag Göttingen, Göttingen
<https://univerlag.uni-goettingen.de>
ISBN: 978-3-86395-604-2
DOI: <https://doi.org/10.17875/gup2024-2635>
ISSN: 1863-1088
eISSN: 2512-6865

Vorwort

Die Reihe „Göttinger Klassiker der Strömungsmechanik“ verfolgt das Ziel, ausgewählte fachwissenschaftliche Publikationen der Göttinger Schule um Ludwig Prandtl durch Neudruck einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Der vorliegende Band fällt etwas aus diesem Rahmen heraus, denn er behandelt einen wissenschaftshistorischen Gegenstand und sein Autor Bram Elsenaar ist ein niederländischer Aerodynamiker, dessen Karriere erst in den späten sechziger Jahren begann, so dass er Prandtl nie persönlich kennenlernen konnte.

Dennoch bin ich der Ansicht, dass dieses Werk einen sehr spezifischen Bezug zur „Göttinger Schule“ aufweist, und zwar im Hinblick darauf, wie die von Prandtl gegründete Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen mit der Verantwortung umgegangen ist, die ihr im Zuge der Übernahme des niederländischen Luftfahrtlaboratoriums NLL durch die deutschen Besatzer während des Zweiten Weltkrieges zugefallen war. Nachdem Hitlers Armeen im Frühjahr 1940 fast ganz Europa überrollt hatten, gingen die deutschen Behörden umgehend daran, nicht nur die Wirtschaft, sondern auch die Wissenschaft in den besetzten Ländern für die Kriegsanstrengungen des Dritten Reiches nutzbar zu machen. Dies geschah jedoch nicht in Form brutaler Unterdrückung, die wohl kaum irgendwelche nutzbaren wissenschaftlichen Ergebnisse hervorgebracht hätte, sondern auf eine eher subtile Weise, indem man die ausländischen Forschungsinstitute der Obhut deutscher „Schwesterinstitute“ unterstellte, in deren Auftrag sie sogenannte „Grundlagen-

forschung“ betreiben und so deutsche Ressourcen für kriegswichtige Aufgaben freimachen sollten. In einer technisch wichtigen Disziplin wie der Aerodynamik ist jedoch eine strikte Trennung zwischen Grundlagenforschung und Anwendung so gut wie unmöglich.

Man kann sich aus heutiger Sicht nur schwer vorstellen, in welchen Gewissenskonflikten die Beteiligten gestanden haben müssen. Auf der einen Seite die Wissenschaftler des besetzten Landes, die vor Wahl standen, mit dem verhassten Feind zusammenzuarbeiten, um sich selbst und ihren Familien eine relativ sichere Existenz zu ermöglichen, oder offenen Widerstand zu leisten und sich der Gefahr von Verfolgung und Deportation auszusetzen. Auf der anderen Seite die deutschen Wissenschaftler, von denen etliche vor dem Krieg enge Verbindungen mit ihren niederländischen Kollegen pflegten und diesen nun de facto als Befehlshaber gegenübertraten. Von überheblicher Arroganz über sachliche Nüchternheit bis hin zur peinlichen Beschämung ist jede Facette menschlichen Verhaltens denkbar, und es gelingt Bram Elsenaar in hervorragender Weise, anhand der Quellen nachzuvollziehen, wie die jeweils verantwortlichen Personen auf beiden Seiten mit dieser Situation umgegangen sind.

Auf der Seite der AVA sind dabei zwei Handlungslinien erkennbar, die durchaus auf den Geist der Göttinger Schule zurückgeführt werden können. Seit ihrer Gründung 1907 wurde dort großer Wert auf eine von gegenseitigem Respekt geprägte internationale Zusammenarbeit gelegt, und ein weiteres Markenzeichen der AVA war die von ihrem Direktor Albert Betz sehr dezidiert vertretene Ansicht, dass wissenschaftliche Forschungsstätten eine gewisse Autonomie besitzen müssten und nicht durch enge Vorgaben „von oben“ in ihrer Freiheit zu sehr eingeschränkt werden dürften, um erfolgreich arbeiten zu können. Man konnte daher auf niederländischer Seite hoffen, dass auch die erzwungene Zusammenarbeit von AVA und NLL trotz der ungleichen Rollenverteilung von gegenseitigem Respekt und der Gewährung von weitestmöglicher Autonomie geprägt sein würde, und wie es scheint, sind in der Tat beide Grundsätze zur Anwendung gekommen.

Auf deutscher Seite war man natürlich in erster Linie bestrebt, aus dem NLL und seinen hochqualifizierten Wissenschaftlern den maximalen Nutzen für die deutschen Kriegsanstrengungen herauszuholen, während für die niederländischen Verantwortlichen der Erhalt ihrer Forschungseinrichtung und der Schutz ihrer Mitarbeiter im Vordergrund stand. Trotz höchst unterschiedlicher Standpunkte konvergierten daher die beiderseitigen Interessen, was dazu führte, dass die „große Schwester“ AVA ihre „kleine Schwester“ NLL überwiegend fair und respektvoll behandelte und ihr ihre Autonomie unter niederländischer Leitung beließ. Unter „Göttinger Fittichen“ konnten die Wissenschaftler und Techniker des NLL so die Kriegsjahre von 1940-1945 in relativer Sicherheit überstehen, wobei ihnen allerdings der Zwiespalt zwischen ihrer eigenen privilegierten Position, in der es ihnen nicht nur weitaus besser ging als den meisten ihrer Landsleute, sondern in der sie – wenn auch gegen ihren Willen – das Besatzungsregime unterstützten, schmerzlich bewusst sein musste. Ungleich schlimmer war jedoch das Schicksal ihrer jüdischen

Kollegen, die dem mörderischen Zugriff der Nazidiktatur nicht entzogen werden konnten. Und als sich die militärische Lage zunehmend zu Ungunsten Deutschlands entwickelte und die niederländischen Wissenschaftler begrifflicherweise immer weniger geneigt waren, den verhassten Besatzer mit ihrer Arbeit zu unterstützen, zeigte dieser sein wahres Gesicht. Es kam zunehmend zu scharfen Repressionen gegen das NLL und seine Führung, gegen die auch die Interventionen der AVA nichts mehr ausrichten konnten und die mancher Betroffene nur mit viel Glück überlebt hat.

Man würde es sich nach meiner Ansicht zu einfach machen, wenn man dem NLL die Kollaboration mit den Besatzern vorwirft. Unter den herrschenden Umständen war die begrenzte Zusammenarbeit die einzige Möglichkeit, die Existenz der Forschungseinrichtung und das Wohl ihrer Mitarbeiter zu sichern und, als die Randbedingungen es zuließen, den niederländischen Widerstand und die Amsterdamer Bevölkerung zu unterstützen. Dem geschickten und verantwortungsbewussten Handeln seiner Führungspersönlichkeiten hatte das NLL zu verdanken, dass es weitgehend unbeschadet durch die Besatzungszeit gekommen war, so dass sein Wiederaufbau gleich nach der Befreiung der Niederlande in Angriff genommen werden konnte. Binnen weniger Jahre erreichte es wieder die Spitzenstellung, die es vor dem Krieg innegehabt hatte und zählt heute als NLR zu den international führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Luft- und Raumfahrt.

Heute ist keiner der damals Beteiligten mehr am Leben, und seit fast einem halben Jahrhundert arbeiten die Aerodynamiker von NLR und DLR intensiv und freundschaftlich zusammen. Gemeinsam betreiben wir die Stiftung Deutsch-Niederländische Windkanäle (DNW) und im Verbund mit unseren englischen Partnern den Europäischen Transsonischen Windkanal (ETW) in Köln. In jahrelanger akribischer Recherche hat Bram Elsenaar eine wichtige Episode unserer gemeinsamen Geschichte dem Vergessen entrissen und nun in beiden Sprachen vorgelegt. Sie führt uns im Frieden Aufgewachsenen vor Augen, dass die enge Freundschaft zwischen unseren beiden Nationen auch nach Jahrzehnten der Zusammenarbeit keine Selbstverständlichkeit ist, sondern ein kostbares Geschenk, dessen Pflege und Erhaltung jeden Einsatz wert ist. Gerade in Zeiten, in denen wieder die Schatten des Krieges über Europa hängen, dürfen wir diese Lehre der Geschichte niemals vergessen.

Göttingen, im Mai 2023

Andreas Dillmann

Dankeswort

Im Jahr 2020 wurde das Buch „Onder de Vleugels van Göttingen“ in den Niederlanden veröffentlicht. Es beschreibt die Geschichte des niederländischen Luftfahrtlaboratoriums NLL in Amsterdam während des Zweiten Weltkriegs. Im Auftrag der Aerodynamischen Versuchsanstalt AVA in Göttingen wurde von September 1940 bis September 1944 am NLL geforscht, insbesondere in den Windkanälen. Obwohl über diesen Zeitraum in Form von Jahresberichten einiges festgehalten wurde, hat der deutsche Historiker Florian Schmaltz (damals Goethe-Universität Frankfurt) erst 2009 den Kontext dieser Forschung genauer beschrieben. Diese Studie veranlasste mich, den Verlauf der Ereignisse in der NLL während des Zweiten Weltkriegs näher zu untersuchen.

Anlässlich des nationalen Gedenktages an die Gefallenen des Krieges am 4. Mai 2020 sagte der niederländische Schriftsteller Arnon Grunberg: „Wer seine Vergangenheit nicht kennt, ist nicht so sehr dazu verdammt, sie zu wiederholen, als vielmehr dazu, nicht zu wissen, wer er ist.“ Darin liegt auch meine Motivation, die gemeinsame Vergangenheit des NLL und der AVA festzuhalten. Bereits seit etwa vierzig Jahren gibt es eine intensive Zusammenarbeit zwischen dem NLR (der Fortführung des NLL) und dem DLR (der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, in der die AVA aufgegangen ist). Dies führte unter anderem zur Gründung der Stiftung DNW, den Deutsch-Niederländischen Windkanälen. So lernte

ich auch Prof. Dr. Cord Rossow, Leiter des Instituts für Aerodynamik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), kennen.

Unter anderem dank Cord Rossows Bemühungen hatte ich 2022 die Gelegenheit, auf Einladung von Prof. Dr. Andreas Dillmann, Leiter des dortigen „Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik“, einen Vortrag beim DLR in Göttingen zu halten. Nach diesem Vortrag wurde die Idee einer deutschen Übersetzung dieses Buches weiterentwickelt. Bald darauf erklärte sich Prof. Dr. Martin Rein, Mitglied des Herausbergremiums des Göttinger Universitätsverlages, zur Mitarbeit bereit, was schließlich zu dieser Publikation in deutscher Sprache führte. Mein Dank gilt daher ganz besonders Cord Rossow, Andreas Dillmann und Martin Rein. Andreas Dillmanns Interesse an der DLR-Vergangenheit und der Geschichte der Aerodynamik war für mich persönlich ein großer Ansporn.

Mehr als zwei Jahre, nachdem das Buch auf Niederländisch erschienen war, musste ich den Faden wieder aufnehmen. Ich schätze mich sehr glücklich, dass Siggie Pokörn, die inzwischen in den Ruhestand getretene Vorstandssekretärin der DNW, bereit war, die Übersetzung zu übernehmen. Dies tat sie mit großem Engagement in einer sehr angenehmen Zusammenarbeit. Die Tatsache, dass Siggie die Welt der Luftfahrtforschung in- und auswendig kannte, war ein großer Vorteil. Für die Übersetzung einiger Fachbegriffe konnten wir auf Heinz Hansen zurückgreifen, den ich noch aus Kontakten mit Airbus-Deutschland kannte. Ich möchte an dieser Stelle auch die anregende Rolle von Herbert Gielen erwähnen, einem ehemaligen Kollegen bei der Large Aircraft Division von Airbus in Toulouse.

Wie bereits erwähnt, bildet der Vortrag des deutschen Historikers Florian Schmaltz aus dem Jahr 2007 die Grundlage für dieses Buch. Ich bin ihm sehr dankbar für sein Interesse und seine tatsächliche Unterstützung. Mein Dank geht auch an meine ehemaligen Kollegen bei NLR, Fokker und DNW, mit denen ich fast vierzig Jahre lang zusammenarbeiten durfte. Besonders erwähnen möchte ich Rijk Zwaan und Ed Obert (beide inzwischen verstorben) sowie Dieter Eckert.

Kees Bakker und DirkJan Rozema vom Vorstand der Stiftung zur Erhaltung des Kulturerbes des NLR haben mir den nötigen Freiraum für die Durchführung dieser Untersuchung gegeben. Auch andere Freiwillige leisteten einen wichtigen Beitrag. Besonders erwähnen möchte ich Jos Slottje, Jaap de Jong, Ronald Dijkstra, Erik Vermeulen, Jan van Doorn und Ferdi Uilhoorn für ihre Hilfe mit Archiv- und Bildmaterial und viele interessante Diskussionen. Aber alle Freiwilligen der Stiftung haben mit diesem Projekt sympathisiert.

Historische Forschung ist nicht mein Beruf. Im Berufsleben beschränkte sich mein Schreiben auf technische Berichte und Übersichtsartikel. Wim Berkelaar, den ich auf einer Reise nach Galicien kennen gelernt habe, hat mir geholfen, meine „Kaltwasserangst“ zu überwinden. Als ich mehr über die Nachwirkungen des Zweiten Weltkriegs erfahren wollte, traf ich Joggli Meihuizen. Er machte mich auf den juristischen Blickwinkel aufmerksam, aus dem die Ereignisse des Zweiten Weltkriegs ebenfalls betrachtet werden sollten.

Die Archive in Göttingen und München sowie das Nationalarchiv, das NIOD und das Rotterdamer Archiv waren mir bei der Suche nach den erforderlichen Dokumenten stets eine große Hilfe. In diesem Zusammenhang möchte ich mich insbesondere bei Jessika Wichner in Göttingen und Christian Burchard in München bedanken. In München habe ich auch mit Michael Eckert gesprochen, der ein hervorragendes Buch über Prandtl geschrieben hat. Der Kontakt mit Michael Eckert war und ist immer noch inspirierend.

Die Geschichte des Zweiten Weltkriegs und die Rolle, die Einzelpersonen, staatliche Stellen und Unternehmen dabei gespielt haben, scheint immer noch ein heikles Thema zu sein. Könnte der Text Anlass zu Missverständnissen geben? Ernst Folkers, ein ehemaliger Kollege von mir, den ich als juristischen Sekretär der Direktion des NLR erlebt habe, war so freundlich, mein niederländisches Manuskript zu diesem Zweck kritisch zu lesen. Reinder Tonkens, ein „Sangesfreund“ von mir, hat die niederländischen Texte sowohl des „Originals“ als auch der zu übersetzenden deutschen Fassung sorgfältig gelesen und kommentiert. Wil Tonkens danke ich für ihren Rat. Vielen Dank auch an Hes van Huizen für die Bearbeitung des Fotos für den Umschlag des Buches.

Im wahrsten Sinne des Wortes näher an der Heimat, möchte ich Annelien Haitink und Peter Slagter erwähnen. Ihre Anteilnahme war durchweg herzerwärmend. Und schließlich möchte ich Trudy, meiner wichtigsten Stütze, danken. Sie musste sich meine unvollendeten Gedanken anhören, verlor mich manchmal für einen Moment, wenn sie mir etwas sagen wollte, oder verlor mich sogar ganz, wenn ich auf Reisen war und in den Archiven gestöbert hatte. Die Recherchen waren viel umfangreicher, als ich erwartet hatte. Trudy gab mir den Freiraum, den ich dafür brauchte.

Es freut mich sehr, dass die gemeinsame Vergangenheit von DLR und NLR nun sowohl auf deutscher als auch auf niederländischer Seite zugänglich gemacht wurde. Allen, die dieses Buch ermöglicht haben, danke ich von ganzem Herzen.

Amsterdam

15. Februar 2023

Bram Elsenaar

Inhalt

Vorwort.....	5
Dankeswort	9
Inhalt.....	13
1 Einführung.....	19
2 Luftfahrtforschung in den Niederlanden.....	21
3 Luftfahrtforschung in Deutschland	31
3.1 Der Erste Weltkrieg und seine Auswirkungen auf die Luftfahrt	31
3.2 Luftfahrtforschung im Nationalsozialismus	38
4 Die Maitage von 1940	47
5 INTERMEZZO: Arbeiten unter deutscher Besatzung	53
6 Das erste Jahr des Krieges.....	61
6.1 Zusammenarbeit mit der AVA	61
6.2 Das wahre Gesicht des Besatzers	68
6.3 Die Voraussichten.....	72

7	INTERMEZZO: Das NLL in Zahlen.....	75
	7.1 Verwaltung, Finanzen und Personal.....	75
	7.2 Gebäude, Organisation und Arbeitsweisen.....	80
	7.3 Laboratorien und Windkanäle.....	87
8	Niederländische Aufträge.....	93
	8.1 Eine neue Situation.....	93
	8.2 „Eigenarbeit“.....	95
	8.3 Arbeiten für niederländische Kunden.....	97
	8.4 Arbeiten für niederländische Kunden zugunsten Deutschlands.....	110
9	Deutsche Aufträge.....	117
	9.1 Der deutsche Kontext.....	117
	9.2 Die ersten AVA-Aufträge.....	125
	9.3 Arbeit in Hülle und Fülle.....	135
	9.4 Flatterforschung.....	140
	9.5 Unvermutet „kriegswichtig“.....	150
	9.6 Gondelforschung durch Käufl.....	167
	9.7 „Kriegswichtig“ oder „generisch“: eine Analyse.....	171
10	INTERMEZZO: Der „Beauftragte“ Käufl.....	175
11	Bis zum „Dolle Dinsdag“, 5. September 1944.....	187
	11.1 Der Krieg macht sich bemerkbar.....	187
	11.2 Wachsender Widerstand.....	193
12	Das letzte Jahr: September 1944 bis Mai 1945.....	201
13	Rund um die Befreiung.....	211
	13.1 Ausrichtung auf die Zukunft.....	211
	13.2 Neuanfang.....	215
14	Der Krieg ist vorbei.....	223
	14.1 Wiederaufbau.....	223
	14.2 Göttingen danach.....	230
15	EPILOG: Zwei parallele Welten.....	233
	Anhänge.....	243
	Anhang A Glossar der Begriffe.....	245

Anhang B Abkürzungen	265
Anhang C Der Windkanal – Funktionsweise und Nutzung.....	275
Anhang D Luftfahrtforschung Nazi-Deutschland.....	285
Anhang E Liste der AVA-Aufträge	287
Anhang F Im Krieg erschienene NLL-Berichte	293
Anhang G Konsultierte Quellen	299
Anhang H Konsultierte Literatur.....	301
Anhang I Bildnachweise	307
Anhang J Personenregister.....	309
Endnoten	315
Über den Autor.....	339

... und ich hatte mir geschworen niemals ein Wort zu schreiben,
das den Krieg bejahte oder eine andere Nation herabsetzte.

Stefan Zweig
Die Welt von Gestern

1 Einführung

„Also doch“, sagte Berend. Wir sortierten gemeinsam Fotos für seine Veröffentlichung über die Niedergeschwindigkeits-Windkanäle des Reichsstudiendienstes für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL) und dessen Nachfolger, dem Nationalen Luftfahrtlaboratorium (Nationaal Luchtvaartlaboratorium NLL).¹ Vor uns lagen Fotos, die während des Krieges bei der Durchführung von Windkanalversuchen im NLL aufgenommen wurden. Die Fotos zeigten „Schneekufen“, so genannte „Schneeschuhe“, die unter einem Flugzeug angebracht werden konnten, um auf Schnee zu landen, wie an der Ostfront. Berend van den Berg war mein Kollege und Lehrer in experimenteller Aerodynamik, als ich 1969 als junger Ingenieur zum NLR kam. Wir hatten immer gehört, Berend bereits vierzehn Jahre vor mir, dass während des Krieges zwar für Deutschland geforscht worden war, aber „friedlich“, nicht „kriegswichtig“. Einige Wochen bevor wir die Fotos gemeinsam aussortierten, hatten wir am 12. Mai 2007 einen Vortrag von Dr. Florian Schmaltz (Goethe Universität, Frankfurt) mit dem Titel „Aerodynamische Forschung am Nationaal Luchtvaartlaboratorium (NLL) in Amsterdam unter deutscher Besatzung während des Zweiten Weltkriegs“² besucht. Schmaltz kam zu dem Schluss, dass das NLL tatsächlich „kriegswichtig“ geforscht hat. Diese Arbeiten waren von der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen in Auftrag gegeben worden. Für Berend van den Berg war klar: Schmaltz war als unabhängiger Historiker nach

dem Studium der Quellen zu diesem Schluss gekommen. Der Vortrag war überzeugend. Und wenn es noch irgendwelche Zweifel gab, so wurden sie durch die oben genannten Fotos vollständig ausgeräumt. Hatte man uns in der Vergangenheit in die Irre geführt? Was spielte sich im Hintergrund ab? Schmaltz beschränkte sich vor allem auf die von AVA erteilten Aufträge. Wie viel Arbeit wurde für Deutschland geleistet? Wie hat sich das NLL während des Krieges über Wasser gehalten? Wer waren die Hauptakteure in diesem Prozess? Vieles war vom NLL selbst kurz nach dem Krieg niedergeschrieben worden,³ bei der Stiftung zur Erhaltung des NLR-Erbgutes gab es viel Archivmaterial, auch aus dieser Zeit, und das Material von Schmaltz konnte verwendet werden. So begann eine Suche in der Vergangenheit.

Der Leitgedanke war die Entwicklung der Luftfahrtforschung und insbesondere der aerodynamischen Forschung in Windkanälen. Diese Suche, die versucht, die aufeinanderfolgenden Ereignisse zu entschlüsseln, zeigt, dass die Luftfahrtforschung in Deutschland und den Niederlanden völlig unterschiedliche Wege beschritten hat. Das liegt daran, dass die beiden Länder im Ersten Weltkrieg, der für die Entwicklung der Luftfahrt so entscheidend war, sehr unterschiedliche Rollen gespielt haben. Deutschland als große Kriegsmacht, die Niederlande neutral. Um ein besseres Verständnis der Geschehnisse zu erlangen, muss dieser Kontext ausführlicher dargestellt werden. Als Ausgangspunkt habe ich die ersten Flüge der Gebrüder Wright gewählt. Nicht nur, weil die Entwicklung des Flugzeugs im Wesentlichen dort begann, sondern vor allem, weil sie die ersten waren, die einen Windkanal zur Unterstützung ihres aerodynamischen Entwurfs verwendeten. Und der Windkanal spielt bei dieser Studie eine wichtige Rolle.⁴ Bis zum Zweiten Weltkrieg verliefen die Wege in Deutschland und den Niederlanden in der Flugzeugentwicklung und speziell in der aerodynamischen Forschung im Windkanal recht unterschiedlich, um sich dann in der Kriegszeit 1940-1945 anzunähern. Nach dem Krieg geht jeder wieder seinen eigenen Weg, um erst viel später, 1976,⁵ wirklich miteinander verwoben zu werden. Die Kriegszeit nimmt in dieser Entwicklung einen besonderen Platz ein.

2 Luftfahrtforschung in den Niederlanden

Am 17. Dezember 1903 unternahm Orville Wright den ersten erfolgreichen, motorisierten und kontrollierten Flug mit einem Flugzeug: dem Wright Flyer.⁶ Dieser Flug dauerte 12 Sekunden, in denen eine Strecke von 40 Metern zurückgelegt wurde. Sein Bruder Wilbur unternahm unmittelbar danach einen zweiten Flug über eine etwas längere Strecke, woraufhin Orville ein weiterer Versuch gestattet wurde. Der vierte und letzte Flug an diesem Tag mit Wilbur am Steuer dauerte 59 Sekunden, in denen mehr als ein Viertelkilometer zurückgelegt wurde. Nach Ansicht der beiden Brüder mussten drei Bedingungen erfüllt sein, um fliegen zu können: Kenntnisse der Aerodynamik, um einen Flügel zu bauen, ein leichter Motor für den Antrieb und schließlich das Wissen und die Fähigkeit, das Flugzeug zu fliegen. An jenem Tag im Dezember hatten sie insbesondere für den letzten Punkt überzeugende Beweise vorgelegt. Um die notwendigen Erkenntnisse für die Konstruktion des Flügels zu gewinnen, bauten sie einen eigenen Windkanal,⁷ in dem sie die bereits aus Deutschland bekannten Daten von Otto Lilienthal verifizierten und ergänzten. Lilienthal hatte diese Daten durch die Auswertung von Kurzflügen gesammelt, die er und sein Bruder mit einem Segelflugzeug von einem eigens errichteten Hügel in Lichterfelde bei Berlin aus unternahm. Er begann damit 1891 und setzte diese Flüge fort bis zu seinem Tod durch einen unglücklichen Sturz im Jahr 1896.

Am 27. Juni 1909 fand in Etten-Leur der erste Flug von niederländischem Boden aus statt. Der Flieger war der französische Graf de Lambert, der einen „Wright

Flyer“ flog, den gleichen Typ, mit dem die Gebrüder Wright im Dezember 1903 ihren ersten Flug absolvierten. Es folgten viele weitere Flugvorführungen. Die Fliegerei wurde immer noch hauptsächlich als Draufgängertum und als Quelle der Unterhaltung angesehen.

Der Erste Weltkrieg hat dieses Bild völlig verändert. Flugzeuge wurden zu einer wichtigen Waffe in diesem aussichtslosen Krieg. Allein in Deutschland wurden fast 48.000 Flugzeuge gebaut.⁸ Zwei Niederländer trugen maßgeblich dazu bei. Der in den Niederlanden geborene Anthony Fokker erwarb seinen Pilotenschein in Deutschland und baute dort sein erstes Flugzeug, die „Spider“. Im Jahr 1912 gründete er in der Nähe von Berlin eine eigene Flugzeugfabrik. Während des Ersten Weltkriegs wurden in Schwerin (Mecklenburg) Tausende von Flugzeugen gebaut, darunter das legendäre Kampfflugzeug D.VII. Im Waffenstillstandsabkommen, das den Krieg beendete, wurde ausdrücklich festgelegt, dass alle Flugzeuge dieses Typs an die Alliierten übergeben werden sollten. In England war Frits Koolhoven für den Bau der erfolgreichen Maschine FK.23 „Bantam“ verantwortlich, von der sich ein Exemplar im Rijksmuseum in Amsterdam befindet. In den Niederlanden gab es für diese Flugzeugbauer keine Arbeit. Die Niederlande waren streng neutral, und das Wissen über die Luftfahrt stammte von einigen wenigen, hauptsächlich deutschen Flugzeugen, die versehentlich die Grenze überquert hatten und notlanden mussten. Nicht, dass es kein Interesse an der Luftfahrt gegeben hätte. Aber während der Krieg in den umliegenden Ländern die Entwicklung von Flugzeugen vorantrieb, hatte er in den Niederlanden die Entwicklung gebremst. Allerdings war bereits 1907 der Königliche Niederländische Luftfahrtverband (Koninklijke Nederlandsche Vereeniging voor Luchtvaart NVvL) gegründet worden, der maßgeblich am Bau eines kleinen Windkanals für die aerodynamische Forschung in Delft beteiligt war. Hier wurde der Grundstein für den späteren Reichsstudiendienst für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL) gelegt.

Erst nach dem Krieg, im Jahr 1919, kam die Flugzeugentwicklung in den Niederlanden in Gang. Da Deutschland gemäß den Bestimmungen des Versailler Vertrags keine Flugzeuge mehr entwickeln und produzieren durfte, verlegte Anthony Fokker sein Unternehmen in die Niederlande. Ebenfalls 1919 wurde die Koninklijke Luchtvaart Maatschappij voor Nederland en Koloniën (KLM) mit Albert Plesman zunächst als Verwalter und später als Geschäftsführer gegründet. Die Namensgebung sagt viel über den Ehrgeiz aus, den man von Anfang an hatte. Die KLM breitete sich schnell in ganz Europa aus und setzte Flugzeuge ein, die von Fokker entworfen und gebaut wurden. Im Jahr 1924 wagte sie ihren ersten Sprung nach Indien. Ebenfalls im Jahr 1919 wurde der Reichsstudiendienst für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL) gegründet. Daran waren sowohl die niederländische Industrie als auch verschiedene Ministerien beteiligt. Die treibende Kraft hinter dieser Entwicklung war Prof. Louis Anne van Royen, Professor für Maschinenbau an der Technischen Universität Delft. Er war als Berater in der Industrie (Hoogovens) und in verschiedenen halbstaatlichen Einrichtungen (wie dem Munitionsbüro des Kriegsministeriums) tätig. Er schlug vor, den neuen RSL auf

dem Gelände der Marinewerft in Amsterdam unterzubringen (Abb. 2.1). Große Schiffe konnten dort nicht mehr gebaut werden, da die Werft durch den Bau des Hauptbahnhofs und der dort verlaufenden Eisenbahnlinien vom offenen Fahrwasser abgeschnitten wurde.

Bereits 1918 wurde Dr. E. B. Wolff zum ersten Direktor des RSL ernannt. Er engagierte sich voll und ganz für eine Organisation, die sowohl eine Aufsichtsfunktion als auch eine wissenschaftliche Funktion erfüllte. Als Aufsichtsbehörde für Flugsicherheit kam der RSL in direkten Kontakt mit der niederländischen Luftfahrtindustrie (einschließlich Fokker und Koolhoven und heute weniger bekannten Unternehmen wie Van Berkel's Patent und Pander), aber auch mit den europäischen und amerikanischen Luftfahrtbehörden. Die wissenschaftliche Forschung hat das Wissen über die Luftfahrttechnik systematisch erweitert. Noch vor der Eröffnung des Laboratoriums wurde im Jahr 1918 mit der Konstruktion eines Windkanals nach Eiffel-Vorbild⁹⁾ begonnen, der im folgenden Jahr in Betrieb genommen wurde (Abb. 2.2). Theorie und Experiment gingen Hand in Hand, auch weil das Unternehmen über ein eigenes Laborflugzeug, eine Fokker F.II, für Flugversuche verfügte. An einem kleineren Modell im Maßstab 1:20 wurden aerodynamische



Abb. 2.1 Die (ehemalige) Marinewerft befand sich neben dem Hauptbahnhof in Amsterdam. Der RSL (Vorgänger des NLL) befand sich in der „Sägemühle“ (Zaagmolen), dem Gebäude im weißen Kreis. Da dieses Gebiet militärisches Gebiet war, wurde im Mai 1940 angesichts möglicher Bombenangriffe beschlossen, das gesamte Inventar eiligst an den neuen Standort am Sloterweg zu verlegen.

Messungen im Windkanal durchgeführt (Abb. 2.3). Dabei war der RSL weitgehend autonom und wurde von einem Beratenden Ausschuss unterstützt, dem verschiedene Ministerien und Regierungsstellen angehörten. Die Arbeit war wissenschaftlicher Natur und wurde größtenteils von Interessengruppen in den Niederlanden (Zivilluftfahrtbehörde, Industrie, KLM, Militärluftfahrt) in Auftrag gegeben.

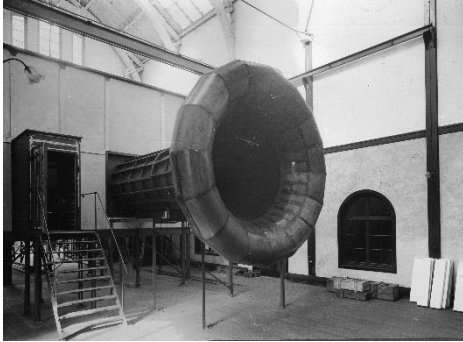


Abb. 2.2 Der sogenannte „Eiffelkanal“, der erste Windkanal des RSL in der Sägemühle auf der Marinewerft. Dieser Kanal war von 1919 bis Mai 1940 in Betrieb. Abgebildet ist die Einlauflippe des Kanals. In dem Gebäude dahinter, mit der Tür auf der linken Seite, befand sich die Messstrecke, in der die Flugzeugmodelle vermessen wurden.

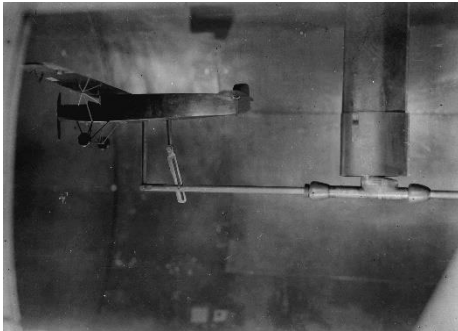


Abb. 2.3 Das Fokker F.II Windkanalmodell im Eiffelkanal des RSL um 1920. Der Prototyp der Fokker F.II, des ersten Verkehrsflugzeugs von Fokker, wurde 1919 von Deutschland in die Niederlande überflogen. Der RSL hat dieses Flugzeug vermessen und in Holz im Maßstab 1:20 nachgebaut. Im selben Jahr kaufte der RSL den Prototyp als Laborflugzeug, um Flugtests durchzuführen.

Nach 1919 entwickelte sich die Luftfahrt in den Niederlanden stürmisch. Die Fokker-Flugzeuge waren äußerst erfolgreich und die KLM baute ihr Netz rasch aus. Die Verbesserung der Verbindung mit Niederländisch-Ostindien war in dieser Hinsicht von entscheidender Bedeutung. Im Jahr 1924 flog eine Fokker F.VII in 22 Etappen nach Batavia, ein riskantes Unternehmen, das durch Spenden finanziert wurde (Comité Vliegtocht Nederland-Indië). Der erste kommerzielle Flug nach Indien folgte 1927. Die seinerzeit längste Flugstrecke der Welt erhielt 1929 einen regelmäßigen Flugplan. Die Begeisterung erreichte 1934 mit dem Flug der „Uiver“ (einer Douglas DC-2) nach Melbourne (Australien) fast den Siedepunkt. In diesem internationalen Wettbewerb gewann die „Uiver“ den ersten Preis im Handicap-Rennen und den zweiten im Speed-Rennen. In etwas mehr als drei Tagen wurde die Strecke England - Melbourne zurückgelegt: Die Luftfahrt hatte die gesamte Erde umspannt. Der Mythos des „Fliegenden Holländers“ wurde erst jetzt richtig lebendig. Die Besatzung, bestehend aus Parmentier, Moll, Van Brugge und Prins, erlangte Heldenstatus.

Der RSL hatte sowohl eine beratende als auch eine überwachende Funktion, und diese Kombination wurde von der Regierung zunehmend als unerwünscht angesehen. Unter anderem deshalb wurde der RSL am 14. Juni 1937 in einen Aufsichtsteil, den Luftfahrtendienst (Lucht-

vaartdienst LVD oder LD), und einen Forschungsteil, das Nationale Luftfahrtlaboratorium (Nationaal Luchtvaartlaboratorium NLL), aufgeteilt. Einige Mitarbeiter wechselten zur LVD, aber die große Mehrheit blieb beim NLL. Wolff blieb auch als Direktor des neuen NLL im Amt. Das NLL war in Abteilungen nach den Disziplinen „Flugzeuge“ (Dr. H.J. van der Maas), „Aerodynamik“ (Dr. C. Koning), „Festigkeit“ (Dr. A. van der Neut) und „Werkstoffe“ (Dr. L.J.G. van Ewijk) gegliedert (siehe auch Abb. 2.4). Im Jahr 1937 waren insgesamt etwa 60 Personen beschäftigt. Alles in allem war das NLL eine recht kleine Organisation.¹⁰ Führend waren die wissenschaftlichen Qualitäten der Abteilungsleiter, von denen jeder auf seinem Gebiet, auch international, Anerkennung genoss.

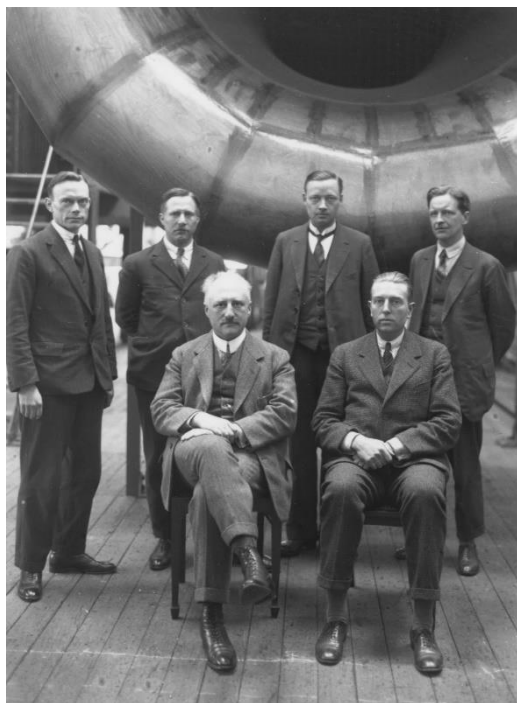


Abb. 2.4 Die Mitarbeiter des Reichsstudiendienstes für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL) im Jahr 1929 vor der Einlauflippe des „Eiffelkanals“. Vier von ihnen erscheinen in diesem Buch. Links sitzend, Wolff, der Direktor des NLL, der 1940 aus Krankheitsgründen sein Amt niederlegen musste. Stehend, ganz rechts, Koning, Leiter der Aerodynamik und Wolffs Nachfolger. Neben Koning steht Van der Maas, Leiter der Abteilung Flugzeuge, der 1940 Professor in Delft wurde. Ganz links steht Van Ewijk, der Leiter der Abteilung Werkstoffe.

Der internationale Charakter der Luftfahrt spiegelt sich auch in den zahlreichen Auslandskontakten wider, die in den Jahresberichten erwähnt werden. Besuche in Amerika und Deutschland waren die häufigsten. So besuchte Van Ewijk 1937 die Metallindustrie in Deutschland im Zusammenhang mit der Frage, von welchem Lieferanten Aluminium für den Lizenzbau von Dornier Do 24-Flugbooten bei Werft „De Schelde“ (in Vlissingen; auch im Flugzeugbau tätig) und bei Aviолanda (einer Maschinenfabrik und Werft in der Nähe von Rotterdam) bezogen werden sollte. Weiter wohnte Van Ewijk Demonstrationen des neuen Passagierflugzeugs von Focke Wulf, der „Condor“, bei. Van der Neut besuchte 1938 die Forschungsabteilung einer deutschen Flugzeugfabrik und ein Jahr später die Dornier Werke in Friedrichshafen. Van der Maas war direkt an der Auswahl eines neuen Segelflugzeugs (der „Olympia“) für die Fédération Aéronautique Internationale (FAI, die 1905 gegründete Sportfliegerorganisation) beteiligt und hielt zu diesem Zweck Kontakt zur Deutschen Forschungsanstalt für Segelflug (DFS). Koning

hatte bei weitem die meisten Kontakte in Deutschland. Er besuchte die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Berlin-Adlershof, hielt Vorträge auf Einladung der Lilienthal-Gesellschaft, besuchte mehrmals das Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung und die Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen, wo Prof. Ludwig Prandtl,¹¹ die Autorität auf dem Gebiet der Strömungslehre, die Leitung innehatte. Er führte eine Korrespondenz mit Göttingen über den Einfluss des Propellerstrahls*¹² auf die Tragflächen und Rumpfe von Flugzeugen. Er hatte große Anerkennung auf diesem Gebiet durch seinen Beitrag (in Band IV) zu W.F. Durands Standardwerk „Aerodynamische Theorie“¹³ erlangt. Koning war in Deutschland so bekannt, dass er 1938 zum korrespondierenden Mitglied der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung ernannt wurde. Dies veranlasste Direktor Wolff, den NLL-Vorstand zu bitten, Koning zu ermächtigen, diese Ernennung anzunehmen:¹⁴ „*Mit dieser Mitgliedschaft sind keine Verpflichtungen verbunden. Es bietet unserem Labor den Vorteil, den Kontakt zu deutschen Forschern auf dem Gebiet der Luftfahrt zu verbessern.*“ Koning war nicht das einzige niederländische Mitglied. Im „Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung - 1938/1939“ sind auch die Namen von ir A.G. von Baumhauer (der am RSL gearbeitet hatte und 1937 an die LVD gewechselt war) und von Dr. H. J. van der Maas (der als Leiter der Flugzeugabteilung am NLL geblieben war, aber einige Jahre später, 1940, zum Professor in Delft ernannt wurde) aufgeführt.

Auf dem Gebiet der Aerodynamik genoss Prof. J.M. Burgers ebenfalls ein sehr hohes internationales Ansehen. Burgers war ein brillanter Physiker, der 1918 im Alter von 23 Jahren bei Ehrenfest in Leiden promoviert wurde. Noch vor seiner Promotion wurde er in Delft zum Professor für Aero- und Hydrodynamik ernannt, ein für Delft völlig neues Gebiet. Burgers hatte enge Kontakte zum RSL und dem späteren NLL. So war er seit der Gründung im Jahr 1937 Mitglied des Wissenschaftlichen Ausschusses, der den Vorstand und die Geschäftsführung berät. Auf internationaler Ebene organisierte er in engem Kontakt mit dem bereits erwähnten Prandtl 1924 den Internationalen Kongress für Angewandte Mechanik in Delft, aus dem nach dem Zweiten Weltkrieg die Internationale Union für Theoretische und Angewandte Mechanik (IUTAM) hervorging. Aufgrund seines hohen Bekanntheitsgrades auf wissenschaftlichem Gebiet wurde er als einziger niederländischer Teilnehmer zur 5. Volta-Konferenz 1935 in Rom eingeladen. Diese prestigeträchtige Konferenz war von der (italienischen) Königlichen Akademie der Wissenschaften organisiert worden. Das Thema lautete „Hohe Geschwindigkeiten in der Luftfahrt“, und die Crème de la Crème der Aerodynamik war dort mit Namen wie Prandtl, Von Kármán, Busemann, Taylor und Ackeret vertreten. Burgers, der eindeutig pazifistische Ansichten vertrat, muss unangenehm überrascht gewesen sein, als Mussolini in seiner Eröffnungsrede den Einmarsch in Äthiopien ankündigte. Technisch viel interessanter für die Anwesenden war der Beitrag von Busemann, einem deutschen Aerodynamiker aus Braunschweig, der das Prinzip des Pfeilflügels* vorstellte. Dies hatte enorme praktische Auswirkungen. Der Pfeilflügel er-

möglichte es, den durch den Stoß*¹ verursachten erhöhten Luftwiderstand auf höhere Geschwindigkeiten zu verschieben, wodurch wesentlich höhere Fluggeschwindigkeiten möglich wurden. Deutschland brauchte nur wenige Jahre, um zu begreifen, dass dies in Verbindung mit dem Düsenantrieb* den Bau von völlig überlegenen Jagdflugzeugen ermöglichte.

Auch andere Ereignisse kündigten in der wissenschaftlichen Welt den bevorstehenden Zweiten Weltkrieg an. Im August 1938, sechs Monate nach Beginn seiner Mitgliedschaft in der Deutschen Akademie für Luftfahrtforschung, besuchte Koning die Aerodynamische Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen.¹⁵ Leider erwiesen sich bei seiner Ankunft sowohl Prandtl als auch AVA-Direktor Betz als „im Urlaub“, aber es gelang ihm, mit Küssner, dem Leiter des Instituts für Instationäre Vorgänge der AVA, zu sprechen (siehe auch Kapitel 9.4). *„Mach ist jetzt wichtiger geworden als Reynolds“*, schreibt Koning in seinem Bericht und zeigt damit, wie wichtig die Hochgeschwindigkeits-Aerodynamik in der deutschen Luftfahrtforschung inzwischen geworden war.¹⁶ Am Ende des Tages tauchte Betz dann doch noch auf. Koning hatte dann noch ein Gespräch mit *„einem rein persönlichen Charakter“*. Sie kannten sich gut. Koning wollte auf dieser Reise auch Prof. Dr. Hermann Blenk, den Direktor der im Bau befindlichen Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring (LFA) in Braunschweig, besuchen, was ihm jedoch nicht gestattet wurde. Dennoch gelang es ihm, Blenk im nahen gelegenen Goslar zu treffen. Dabei widersprach Blenk *„... positiv der Annahme, dass Braunschweig als Einrichtung für geheime Forschung gedacht war“*. Unter der Rubrik „Verschiedenes“ vermerkte Koning in seinem Reisebericht: *„Ungeachtet des allgemeinen Interesses an der Luftfahrtforschung in Deutschland ist es noch notwendig, die verschiedenen Behörden, insbesondere das Militär, von ihrer Notwendigkeit zu überzeugen“*. Es scheint, dass Koning nicht wirklich wusste, was in Deutschland vor sich ging.

Im darauffolgenden Jahr wurde auf einen Besuch in Wien auf Einladung der Lilienthalgesellschaft für Luftfahrtforschung sowie auf einen Besuch bei Ackeret in Zürich (zweifelloos im Hinblick auf die neu zu bauenden NLL-Windkanäle) verzichtet. Inzwischen war der Zweite Weltkrieg ausgebrochen.¹⁷ Im selben Jahr legten NLL-Mitarbeiter auf dem Gelände der Marinewerft Schützengraben an und es wurde ein Luftschutzkurs abgehalten. Im Laufe des Jahres 1939 wurden 16 Angestellte mobilisiert, von denen acht einige Zeit später im Rahmen eines „Wehrmachtsindustriurlaubs“ in das NLL zurückkehren durften. Das Laboratorium selbst war sehr beschäftigt mit Aufträgen für die niederländische Verteidigung, über die jedoch in den Jahresberichten keine Angaben gemacht wurden. Fokkers neues Jagdflugzeug, die G-1, die noch zu Beginn des Krieges zur Verteidigung der Niederlande eingesetzt werden konnte, war in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre ausgiebig im Windkanal untersucht worden. Die Flugzeugfabrik De Schelde hatte ein eigenes Kampfflugzeug in der Entwicklung, an dem ebenfalls Messungen im Windkanal vorgenommen wurden. In Bezug auf Werkstoffe und Festigkeit wurden

¹ Mit * gekennzeichnete Fachausdrücke werden im Anhang A Glossar der Begriffe erklärt.

dem Verteidigungsministerium zahlreiche Empfehlungen gegeben. Der alte Eiffelkanal wurde intensiv genutzt: 1939 musste er sogar mehrere Monate lang im Zweischichtbetrieb arbeiten. Die zunehmende Aktivität kurz vor dem Zweiten Weltkrieg lässt sich auch an der Entwicklung des Personalbestands ablesen. Waren es bei der Gründung des NLL im Jahr 1937 noch 59, so stieg die Zahl in den folgenden Jahren auf 77 im Jahr 1938 und 86 Beschäftigte im Jahr 1939.

Neben der militärisch orientierten Forschung und der spezifischen Entwicklungsarbeit für die niederländische Luftfahrtindustrie war der Großteil der Forschung im NLL eher wissenschaftlicher Natur. Themen, die Aufmerksamkeit erregten, waren unter anderem die Bestimmung der Tragkraftverteilung* von Flügeln, der Einfluss des Schraubenstrahls* des Propellers auf die Flugeigenschaften, der Einfluss von Klappen* und Schlitzen auf den Auftrieb* und Widerstand* des Flügels und die Strömung in Kühlkanäle. Die Flugzeugabteilung setzte Dehnungs- und Beschleunigungsmesser ein, um die Ermüdungsbelastung während der langen Flüge nach Indien zu untersuchen. Sie arbeitete auch an der Entwicklung von Instrumenten wie einem Landebahnneigungsmesser und einem „automatischen Beobachter“. Der theoretischen und experimentellen Erforschung von Flatterphänomenen wurde am RSL/NLL stets große Aufmerksamkeit geschenkt. Der Grundstein dafür wurde 1923 mit der Untersuchung eines Falles von Flügel- und Querruderflattern bei der Van Berkel's W.B. gelegt, einer Weiterentwicklung des Hansa-Brandenburg W-29 Wasserflugzeugs. Flattern* ist ein Phänomen, das kurz als instabile Schwingung des Flügels beschrieben werden kann, die oft katastrophale Folgen hat. Dieses wichtige Problem wurde am RSL und am NLL sowohl mit theoretischen als auch mit experimentellen Mitteln angegangen. Im Bereich der Strukturen wurden die Durchbiegung und Verwindung von dünnwandigen Flügeln, wie denen der Fokker D.XXI, untersucht. Es wurde viel Werkstoffforschung betrieben, unter anderem zu den Auswirkungen von Korrosion. Diese Themen werden hier erwähnt, weil sie auch in den Kriegsjahren wieder auftauchen. Die Ergebnisse dieser Forschungen wurden in Berichten festgehalten (im Jahr 1938 wurden beispielsweise insgesamt 213 Berichte verfasst), und die wichtigsten Berichte wurden auch in der frei zugänglichen Reihe „Berichte und Abhandlungen des Nationalen Luftfahrtlaboratoriums“ veröffentlicht.

Mit dem Übergang von RSL zu NLL wurde auch der Bau eines neuen Laboratoriums am Stadtrand von Amsterdam, näher am Flughafen Schiphol, beschlossen. Am Sloterweg im Südwesten Amsterdams wurde ein geeigneter Standort gefunden, und der erste Pfahl wurde am 28. Januar 1939 in den Boden gerammt. Das Gebäude wurde von den Architekten Van Tijen und Maaskant aus Rotterdam entworfen. Nach dem Krieg wurde Maaskant vor allem durch seinen Beitrag zum Wiederaufbau bekannt. Van Tijen war der Bruder des Direktors von Fokker, der auch im Vorstand des NLL saß. Angesichts der hohen Auslastung des Eiffelkanals wurde außerdem beschlossen, nicht nur einen, sondern zwei neue Windkanäle für niedrige Geschwindigkeiten zu bauen. Der größte dieser Windkanäle, der Große Kanal (auch Großer LST oder Kanal Nr. 3 genannt), hatte eine Messstrecke von 3 mal

2,1 m². Daneben stand der Kleine Kanal (auch Kleiner LST oder Kanal Nr. 4 genannt) mit einer Messstrecke von 1,5 mal 1,5 m². Bei beiden Windkanälen handelte es sich um den sogenannten Göttinger Typ*. Dies bedeutete, dass der Windkanal einen vollständig geschlossenen Kreislauf hatte.¹⁸ Der erste Windkanal nach diesem Konzept wurde 1906 von Prandtl in Göttingen entworfen und gebaut. Obwohl in der Folge mehrere neue Windkanäle nach dem gleichen Prinzip in Göttingen gebaut wurden, wurde ein von Ackeret¹⁹ gebauter Windkanal in Zürich vom NLL als Ausgangspunkt für die neuen Windkanäle genommen. Burgers entwarf den Fan für den Antrieb des Windkanals. Die Windkanalröhre und die Messstrecke wurden von ir A. de Lathouder²⁰ entworfen und von der „Machinefabriek Jaffa“ in Utrecht gebaut. Der Bau des gesamten Gebäudekomplexes ging zunächst mühelos voran, musste aber wegen einer langanhaltenden Frostperiode um die Jahreswende 1939/40 für längere Zeit unterbrochen werden. Dies führte zu einer erheblichen Verzögerung, und im Mai 1940 war das Gebäude noch nicht vollständig glasdicht. Aber gut genug, um kurz nach Ausbruch des Krieges in Auftrag gegeben zu werden.

3 Luftfahrtforschung in Deutschland

3.1 Der Erste Weltkrieg und seine Auswirkungen auf die Luftfahrt

Im 19. Jahrhundert erlebte Deutschland eine industrielle Revolution, die das Land rasch veränderte. Diese Entwicklung vollzog sich vor dem Hintergrund einer politischen Einigung Deutschlands, die am 18. Januar 1871 mit der Proklamation des Zweiten Deutschen Kaiserreichs im Spiegelsaal von Versailles bei Paris (!) besiegelt wurde. Im vorangegangenen deutsch-französischen Krieg von 1870/71, der für Frankreich katastrophal verlief, wurden bei der Belagerung von Paris Heißluftballons effektiv eingesetzt. Dies trug zur Gründung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt im Jahr 1881 bei. Die Entwicklung des Flugzeugs „schwerer als Luft“, das damals noch ein Traum war, wurde kaum beachtet, mit der wichtigen Ausnahme der Arbeit des bereits erwähnten Otto Lilienthal. 1889 veröffentlichte er in Zusammenarbeit mit seinem Bruder ein Buch mit dem Titel „*Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst*“, in dem er die Ergebnisse systematisch durchgeführter Versuche an Flügelprofilen beschrieb. Diese Untersuchungen fanden 1896 ein vorzeitiges Ende, als Otto Lilienthal bei einem tödlichen Unfall mit einem von ihm gebauten und geflogenen Segelflugzeug ums Leben kam. Die Gebrüder Wright machten jedoch ausgiebig Gebrauch von den gesammelten Daten. Dabei spielte der Franzose Octave Chanute (1832-1910) eine wichtige Rolle als „postillon d’aéronautique“ zwischen Europa und Amerika. Chanute schrieb 1894 das Buch

„*Progress in Flying Machines*“, das den Stand der Technik umfassend dokumentierte. In diesem Buch schrieb er: „*Die Wissenschaft hat auf den großen Physiker gewartet, der, wie Galileo oder Newton, Ordnung in das Chaos der Aerodynamik bringen und ihre vielen Anomalien auf die Regel eines harmonischen Gesetzes reduzieren sollte.*“ Dieser große Physiker war ein Deutscher namens Ludwig Prandtl.²¹



Abb. 3.1 Prandtl, der unbestrittene Führer der Aerodynamik in Deutschland, steht hier am „Wasserkanal“, mit dem Strömungen sichtbar gemacht werden, indem feinstes Glimmer (Mica) über die Wasseroberfläche gestreut wird. Bilder davon verwendete er bei einem Vortrag in Heidelberg im Jahr 1904, wo er das Konzept der „Grenzschichten“ vorstellte.

Ludwig Prandtl (Abb. 3.1) promovierte im Jahr 1900 an der Universität München und wurde 1901 Professor in Hannover. Im Jahr 1904 veröffent-

lichte er seine „Grenzschichttheorie“, ein brillantes physikalisches Konzept, das der Viskosität („Zähigkeit“) der Luft auf mathematisch klare Weise ihren Platz in der Strömungsdynamik zuweist. Im selben Jahr wurde er zum Professor für Technische Physik an der Universität Göttingen, dem damaligen Mekka der Wissenschaft, ernannt. Felix Klein, bereits seit 1886 Professor für Mathematik in Göttingen und der große Inspirator der technisch-wissenschaftlichen Forschung in der Luftfahrt, holte Prandtl nach Göttingen. Klein war maßgeblich an der Gründung der Modellversuchsanstalt für Aerodynamik der Motorluftschiff-Studiengesellschaft (MVA/MSStG) im Jahr 1906 beteiligt. Auf Anraten von Prandtl wurde ein Windkanal mit geschlossener Röhre (noch heute als „Göttinger-Typ“ bezeichnet) gebaut. Die Einrichtung dieses Labors wird manchmal als der Beginn der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen angesehen. Um die Forschungsergebnisse zu verbreiten, wurde 1910 die Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt (ZFM) mit Prandtl als wissenschaftlichem Redakteur gegründet. Zu seinen ersten Schülern und Mitarbeitern gehörten Albert Betz (sein treuester Mitarbeiter, der bis zu seiner Pensionierung nach dem Zweiten Weltkrieg in Göttingen bleiben wird), Carl Wieselsberger (der später Professor in Aachen wurde) und Théodore Von Kármán (der nach einer Professur in Aachen nach Amerika auswanderte und zum Professor am Caltech, dem California Institute of Technology, ernannt wurde).²² Letzterer trifft Prandtl gegen Ende des Zweiten Weltkriegs in Göttingen wieder (Kapitel 15, Abb. 14.3).

Aufgrund des ursprünglichen Schwerpunkts auf Luftschiffen und des frühen Todes von Otto Lilienthal kam die eigentliche Flugzeugentwicklung in Deutschland nur langsam in Gang. 1908 gründete August Euler, geboren als August Reith, die Euler-Flugmaschinenwerke in Griesheim bei Darmstadt. Dort baute er in Lizenz einen französischen Voisin-Doppeldecker. Seine Mutter war sogar entfernt mit dem

großen Schweizer Mathematiker Euler verwandt, Grund genug für August Reith, später den Nachnamen seiner Mutter anzunehmen. Im selben Jahr unternahm Hans Grade in der Nähe von Magdeburg seinen ersten Flug mit einem komplett selbstgebauten Flugzeug (einem Dreidecker). Im Jahr 1910 erwarb August Euler als erster Deutscher den nun notwendigen offiziellen Pilotenschein. Ein Jahr zuvor, 1909, fand in Hannover die Internationale Luftschiffahrt Ausstellung statt, bei der Luftschiffe eine dominierende Rolle spielten. „Schwerer-als-Luft“-Flugzeuge wurden vor allen Dingen noch als eine Form von Draufgängertum angesehen.

Eine wichtige Rolle bei der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der Luftfahrt spielte auch die 1911 gegründete Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (KWG)²³ mit dem deutschen Kaiser und dem König von Preußen als Schirmherren. Diese Organisation symbolisierte die deutsche Einigung auch auf wissenschaftlichem Gebiet. Die KWG war 1912 an der Gründung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) auf dem Flughafen Johannisthal-Adlershof²⁴ bei Berlin beteiligt. Neben anderen Testeinrichtungen, z. B. für die Erprobung von Motoren, wurde dort ein kleiner Windkanal vom „Eiffel-Typ“^{**} gebaut. Im selben Jahr fand in Berlin auch die Allgemeine Luftfahrzeug-Ausstellung (ALA) statt, eine große Präsentation der Luftfahrt für die deutsche Öffentlichkeit. Und ebenfalls in diesem Jahr gründete Prandtl zusammen mit August Euler die Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik (WGF).²⁵ Von da an stand die Luftfahrttechnik in Deutschland auf der Landkarte. Allerdings sah Prandtl mit Bedauern, dass durch die Gründung der DVL der Schwerpunkt der Luftfahrtforschung nach Berlin zu wandern drohte. Und er machte sich, unterstützt von Göttinger Industriellen, für ein eigenes Kaiser-Wilhelm-Institut für Aerodynamik und Hydrodynamik in Göttingen (KWI) neben der bereits erwähnten Modellversuchsanstalt (MVA) stark.

Dann brach der Erste Weltkrieg aus, und es bestand ein enormer Bedarf an militärisch orientierter Forschung zum Nutzen der Luftfahrt. Die MVA spielte dabei eine wichtige Rolle, wobei Prandtl die treibende Kraft war. Seine beiden wichtigsten Assistenten, Betz und Wieselsberger, wurden vom Militärdienst befreit. Vor allem praxisorientierte Forschung wurde betrieben, um den Widerstand von Bomben und Flugzeugflügeln zu bestimmen. Die Entwicklung der Flugtheorie machte in dieser Zeit einen gewaltigen Schritt nach vorn mit der „Traglinientheorie“ von Prandtl, Betz und Munk, die die Berechnung der Auftriebsverteilung* über einem Flügel ermöglichte. Dies bot auch ein besseres Verständnis der Flügellasten, und damit eine leichtere Bauweise. Es wurden grundlegende Erkenntnisse über den Teil des Widerstands gewonnen, der mit dem Auftrieb zusammenhängt (der so genannte „induzierte Widerstand“^{**}). Die Forschungsergebnisse aus dieser Zeit wurden jedoch aus Gründen der militärischen Geheimhaltung nicht veröffentlicht. Neben dem bereits bestehenden Windkanal wurde ein zweiter, ebenfalls von Prandtl entworfener Windkanal vom „Göttinger-Typ“ gebaut, der 1917 in Betrieb genommen wurde. Doch wegen der großen Arbeitsbelastung wurde die Gründung des neuen KWG-Instituts zu Prandtls Leidwesen verschoben.

Während des Ersten Weltkriegs stieg die Zahl der Flugzeugfabriken rapide an: bis zum Ende des Krieges waren es etwa 60. Pro Monat wurden 2.500 Flugzeuge von 40.000 Arbeitern hergestellt, zusammen mit 30.000 Männern für den Bau von Flugzeugmotoren. Insgesamt wurden während des Ersten Weltkriegs allein in Deutschland 48.000 Flugzeuge hergestellt.²⁶ Das Flugzeug war zu einer mächtigen Waffe in der Kriegsführung geworden.

Die Luftfahrtforschung spielte dabei eine wichtige Rolle. Auf staatlicher Seite wurde der Wissensaustausch zwischen den verschiedenen Flugzeugfabriken durch die Wissenschaftliche Auskunftei für Flugwesen (WAF) gefördert. Und es gab einen forcierten Austausch von Forschungsergebnissen durch die Technischen Berichte der Flugzeugmeisterei sowie Veröffentlichungen in der Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt. Ähnliche Mechanismen des Wissensaustauschs würden auch während des Zweiten Weltkriegs eine wichtige Rolle spielen.

Im Ersten Weltkrieg wurden Flieger wie Roland Garros in Frankreich und Manfred von Richthofen in Deutschland zu Helden erklärt. Letzterer trug den Spitznamen „Der Rote Baron“ und schoss 80 Flugzeuge ab, bevor er selbst im April 1918 in einem (roten) Fokker Dr.I-Dreidecker abgeschossen wurde. Ihm zu Ehren wurde das von ihm befehligte Geschwader in „Jagdgeschwader Richthofen 1“ umbenannt. In den letzten Monaten des Ersten Weltkriegs waren auch Hermann Göring und sein Freund Ernst Udet als Piloten daran beteiligt.

Frankreich und Großbritannien konnten als „Sieger“ des Ersten Weltkriegs Deutschland ihren Willen aufzwingen. Neben schmerzhaften territorialen Zugeständnissen musste auch der Wiederaufbau der deutschen Armee unmöglich gemacht werden. Vorhandene Flugzeuge wurden zerstört. All dies wurde in dem am 10. Januar 1920 unterzeichneten Vertrag von Versailles festgeschrieben. Deutschland durfte keine eigene Luftwaffe mehr haben, und sowohl der Bau als auch die Einfuhr von Flugzeugen wurden verboten. Vor der Unterzeichnung des Vertrages erhielten deutsche Flugzeuge ihre zivilen Lufttüchtigkeitszeugnisse von deutschen Behörden. Nach Versailles mussten neue Lizenzen von der Interalliierten Militärkontrollkommission genehmigt werden. Die Entwicklung von Flugzeugen in Deutschland war zwar nicht völlig verboten, wurde aber in der Praxis fast unmöglich gemacht, was katastrophale Folgen für die Entwicklung der Luftfahrt in Deutschland hatte. Dies hatte auch Folgen für Göttingen. Die Pläne für das neue Aerodynamische Institut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (KWG) wurden zurückgestellt. Die Modellversuchsanstalt (MVA) musste sich aufgrund finanzieller Probleme drastisch verkleinern und war sogar in ihrer Existenz bedroht. Aber schließlich konnte eine Lösung für dieses Problem gefunden werden. Als Fortführung der MVA wurde am 11. Mai 1920 die Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen (AVA) in gemeinsamer Verantwortung der KWG, der Universität Göttingen und Vertretern der deutschen Industrie gegründet. Der Personalbestand der AVA wurde jedoch auf 15 Mitarbeiter (!) reduziert. Die Leitung der Luftfahrtforschung lag nun beim Reichsverkehrsministerium und damit in den Händen von Adolf Baeumker von der Abteilung Reichsluftfahrtamt.

Im Jahr 1922 wurden die Beschränkungen des Versailler Vertrags leicht gelockert.²⁷ Aber schon damals waren für Deutschland Flugzeuge, die möglicherweise als Militärflugzeuge genutzt werden könnten, nicht zulässig. Es wurde genau festgelegt, was erlaubt und was nicht erlaubt ist. Dies wurde in strengen Beschränkungen für neu zu entwickelnde Flugzeuge festgelegt, wie z. B. Grenzen für die installierte Leistung (60 PS), die maximale Flughöhe (4000 m), die Höchstgeschwindigkeit (180 km/h) und die maximale „Nutzlast“ (900 kg). Die deutsche Regierung teilte ihren Nachbarn daraufhin mit, dass jedes Flugzeug, das eine dieser Grenzen überschreitet, bei der Landung in Deutschland wegen seines „militärischen Charakters“ beschlagnahmt würde. Erst im Jahr 1925 wurden diese Bestimmungen erheblich gelockert.

Die Entwicklung neuer Motorflugzeuge wurde somit stark eingeschränkt, der Bau von Segelflugzeugen war jedoch erlaubt. Eine große Anzahl von Universitäten baute daher ihre eigenen Segelflugzeuge im sogenannten Akaflieg-Verein. Berühmte Flugzeugkonstrukteure wie Willy Messerschmitt und Kurt Tank und sogar Anthony Fokker (aus den Niederlanden) waren daran aktiv beteiligt. Prandtl nahm auch die Sport- und Segelfliegerei sehr ernst und unterstützte sie wissenschaftlich, indem er die Bedeutung von Flügeln mit hoher Streckung*, großer Wölbung* und niedrigem Luftwiderstandsbeiwert* belegte. Im Akaflieg lernte man auf diese Weise einen gediegenen aerodynamischen Entwurf. Diese Flüge waren sehr erfolgreich: Im August 1924 gelang Fritz Hentzen ein Dauerflug von 3 Stunden und 6 Minuten, eine noch nie dagewesene Leistung. Das Zentrum des Segelflugs war die Wasserkuppe, ein Gipfel in der Rhön. Ganz in der Nähe entstand aus all diesen Aktivitäten die Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug (DFS), ein Forschungsinstitut, das sich speziell mit der Entwicklung von Segelflugzeugen befasste, sich übrigens aber nicht darauf beschränkte. Von Kármán schreibt über den Segelflug in Deutschland:²⁸ *„Ich habe immer gedacht, dass die Alliierten kurz-sichtig waren, als sie den Motorflug in Deutschland verboten. Sie förderten genau die Entwicklung, die sie stoppen wollten: das Wachstum der deutschen Luftfabri.“*

Die deutsche Flugzeugindustrie reagierte auf „Versailles“ mit der Verlagerung ihrer Produktion in andere Länder.²⁹ Junkers und Heinkel gingen nach Schweden, Rohrbach und Caspar nach Dänemark und Dornier nach Italien und in die Niederlande (bei Avirolanda und De Schelde). Fokker hatte bereits unmittelbar nach dem Krieg beschlossen, fast das gesamte Werk in die Niederlande zu verlegen. Trotz aller Einschränkungen konnte die deutsche Industrie in dieser Zeit beachtliche Erfolge vorweisen. Die Junkers F 13 (1919) war das erste Ganzmetall-Verkehrsflugzeug, gefolgt von der größeren dreimotorigen Junkers G 24 (1925) und der Ju 52/3m (1932). Dorniers großes Flugboot Do J („Wal“) absolvierte 1922 in Pisa seinen Erstflug, gefolgt von vielen anderen Flugbooten, von denen die Do X mit bis zu 12 Motoren das größte war (1929).

Trotz des Versailler Vertrages wurde im Geheimen an einer deutschen Luftwaffe gearbeitet. Bereits in der Weimarer Republik wurden Militärpiloten an zivilen Pilotenschulen ausgebildet. Ihre militärische Ausbildung erhielten sie dann in der Sowjetunion, in der Nähe der russischen Stadt Lipezk (400 km südlich von Moskau). Dort wurden zwischen 1924 und 1933 etwa 220 Piloten heimlich auf Militärflugzeugen ausgebildet.³⁰ Durch die Intervention des deutschen Nazi-Industriellen Hugo Stinnes wurde bei Fokker ein Auftrag über 50 Kampfflugzeuge/Übungsflugzeuge des Typs D.XIII zugunsten der Deutschen Reichswehr (die damals auch die Luftwaffe umfasste) erteilt. Diese Flugzeuge wurden 1923/24 nach Lipezk geliefert (Abb. 3.2) und von Fokker-Personal montiert. Ein wichtiges Detail ist, dass die Flugzeuge „offiziell“ an Traugott Thieme in Rio de Janeiro/Brasilien³¹ verschifft wurden. Auch neue, in Deutschland entwickelte Flugzeugtypen wurden in Lipezk erprobt, wovon Russland wiederum viel lernen konnte. Das Messer schnitt also für Russland in beide Richtungen.



Abb. 3.2 Fokker D.XIII-Jagdflugzeuge auf dem Flugplatz Lipetzsk in Russland, die für die Ausbildung der deutschen Reichswehr verwendet wurden. Diese Flugzeuge wurden von Fokker um 1924 heimlich geliefert, was einen Verstoß gegen den Versailler Vertrag darstellte.

All dies hat der aerodynamischen Forschung wieder etwas Luft verschafft. Nachdem die Finanzreformen 1923 der Hyperinflation als Folge der enormen Reparationszahlungen, die Deutschland zu leisten hatte, ein Ende gesetzt hatten, erhielt die AVA Geld für eine weitere Expansion. Auch ein lang gehegter Wunsch Prandtls, ein eigenes Institut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (KWG) in Göttingen, konnte realisiert werden. Und so wurde 1925 schließlich das Kaiser Wilhelm Institut für Strömungsforschung (KWI) eröffnet, buchstäblich neben der AVA. Sie arbeiteten eng zusammen, wobei sich die AVA hauptsächlich auf die praktischen Aspekte der Flugzeugentwicklung und das KWI auf die Grundlagenforschung konzentrierte. Es wurden vier Abteilungen eingerichtet, darunter die klassische Hydrodynamik und die Gasdynamik (kompressible Strömungen bei hohen Geschwindigkeiten). In dieser Zeit erlangte Prandtl auch zunehmend internationalen Ruhm. So unternahm er beispielsweise eine große Reise nach Moskau, Japan und Amerika. In Amerika sah

er die neuen, sehr großen Windkanäle, die dort kürzlich in Betrieb genommen worden waren. Und dann beschloss er, selbst einen neuen, größeren Windkanal auf seine Wunschliste zu setzen. Wichtige neue Mitarbeiter wurden eingestellt, darunter Adolf Busemann, der spätere Erfinder des Pfeilflügels, und Ackeret, der später Professor in Zürich wurde. Der von ihm dort gebaute Niedergeschwindigkeits-Windkanal diente als Modell für die 1940 fertig gestellten NLL-Kanäle. Albert Betz, der seit 1911 bei der MVA/MStG beschäftigt war, wurde stellvertretender Direktor der AVA (Abb. 3.3). Auch die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Berlin erhielt mehr Möglichkeiten, sich auf dem Gebiet der Luftfahrttechnik im weitesten Sinne weiterzuentwickeln. Doch die finanzielle Situation der Luftfahrtforschung war immer noch nicht sehr rosig. Das Reichsverkehrsministerium (RVM) unternahm den Versuch, die gesamte Luftfahrtforschung von der DVL koordinieren zu lassen, was jedoch von der AVA und den beteiligten Universitäten blockiert wurde. Prandtl und Von Kármán schlugen schließlich vor, den Deutschen Forschungsrat für Luftfahrt mit der Koordination der Forschung zu beauftragen. Prandtl wurde ihr Vorsitzender, Baumker (noch bei der RVM) ihr Sekretär.

Und dann kam der Börsenkrach von 1929, gefolgt von der Finanzkrise, die zu einer massiven Verkleinerung der deutschen Luftfahrtindustrie und Forschungsinstitute führte. Die Situation der Luftfahrtforschung wurde nur noch schwieriger.

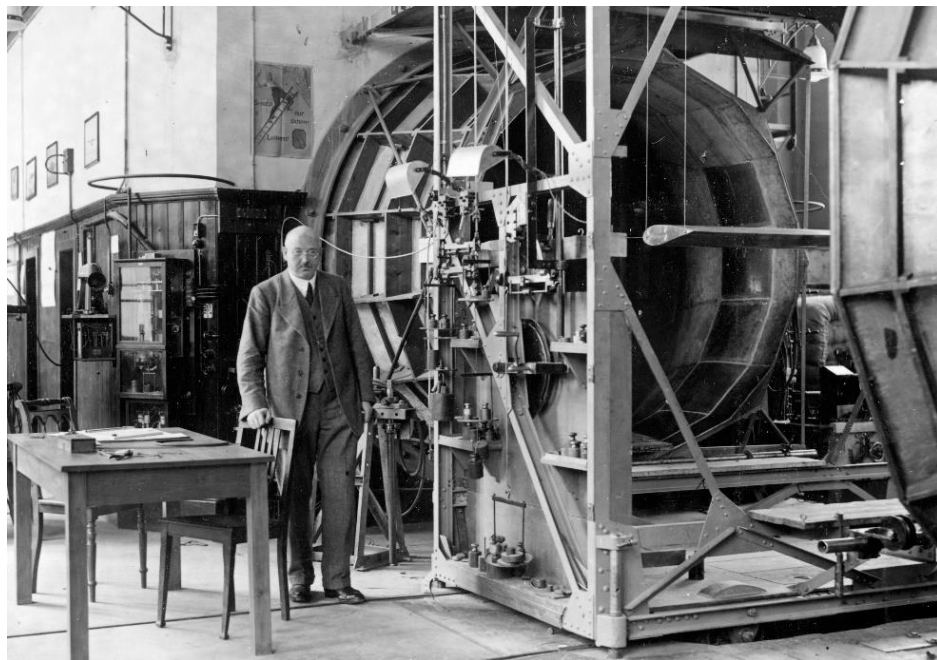


Abb. 3.3 Betz um 1930 neben einem der Windkanäle der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA). Im Kanal ist ein zweidimensionales Flügelmodell an Drähten aufgehängt, um Auftrieb und Widerstand zu bestimmen. Betz war Prandtls erster Assistent in Göttingen und wurde später mit der Leitung der AVA betraut.

Diese Situation sollte erst mit der Machtübernahme Hitlers im Jahr 1933 ein Ende finden.

Während die Luftfahrt anderswo in Europa ihre Triumphe feierte, wie den ersten Flug von den Niederlanden nach Indien im Jahr 1924 und die Überquerung von Afrika nach Südamerika durch den französischen Piloten Mermoz im Jahr 1930, wurden in Deutschland im Beisein einer kleinen Gruppe von Luftfahrtenthusiasten Segelflugzeuge von der Wasserkuppe gestoßen. Das muss weh getan haben. Für Hermann Göring³² war diese Entwicklung völlig unerträglich. Nur um fliegen zu können, wich er nach dem Ersten Weltkrieg in die skandinavischen Länder aus. Dort gab er Vorführungen mit einer von Fokker geliehenen F.VII. Im Jahr 1921 kehrte er nach Deutschland zurück und ließ sich in München nieder. Er traf Adolf Hitler, den Führer der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei (NSDAP), während einer Demonstration gegen den Versailler Vertrag. Hitler sah in ihm als ehemaligem Kriegspiloten ein hervorragendes Propagandainstrument für die Partei. Mit seiner militärischen Erfahrung war er auch der richtige Mann, um die Sturmabteilung (SA) zu organisieren. In dieser Rolle spielte er auch eine wichtige Rolle beim gescheiterten Hitler- oder Bürgerbräu-Putsch von 1923, bei dem er schwer verletzt wurde. Er floh aus Deutschland und kehrte erst 1927 nach einer Generalamnestie zurück.

3.2 Luftfahrtforschung im Nationalsozialismus

Görings Stern stieg sehr schnell nach seiner Rückkehr nach Deutschland. Er stieg an die Spitze der Partei auf und organisierte 1931 den Wahlkampf, der die NSDAP zur zweitgrößten Partei machte. Durch seine Bemühungen konnte Hjalmar Schacht, ein versierter Wirtschaftswissenschaftler, als Parteimitglied gewonnen werden. Auch aufgrund der nun ausgebrochenen Wirtschaftskrise erhielt die NSDAP bei den Wahlen 1932 viele Stimmen. Göring, inzwischen zum Reichspräsidenten wiedergewählt, erreichte, dass Hitler von Hindenburg zum Reichskanzler ernannt wurde. Danach gelang es der NSDAP, Neuwahlen für März 1933 zu erreichen. Nach dem Reichstagsbrand (nach dem die Opposition praktisch zum Schweigen gebracht wurde) erlangten die Nazis sogar die Mehrheit, was ihnen erlaubte, Herr und Meister von Deutschland zu werden.

Der Weg für die tatsächliche Verwirklichung der Ideen des Nationalsozialismus war nun frei. Die Demütigung von „Versailles“ musste rückgängig gemacht werden; das „große deutsche Volk“ musste seinen rechtmäßigen Platz wieder einnehmen. Die „Feinde des deutschen Volkes“, insbesondere die Juden und die Bolschewiki, mussten bekämpft werden. Die wirtschaftliche Entwicklung wurde dem Ziel des deutschen NS-Staates völlig untergeordnet. Dabei spielte das „Führerprinzip“ eine wichtige Rolle: Das Interesse des Einzelnen ist immer dem Interesse des deutschen Staates untergeordnet, und das erfordert Gehorsam gegenüber seinen Führern. Die im Ersten Weltkrieg verlorenen Gebiete mussten wieder Teil des neuen Deutschen

Reiches werden. Die deutsche Bevölkerung, insbesondere an der Ostgrenze, brauchte mehr Lebensraum: Deutschland brauchte Rohstoffe. Die Politik der NSDAP war also expansionistisch. Das deutsche Heer und vor allem die Luftwaffe waren dafür unverzichtbare Instrumente.

Hermann Wilhelm Göring war zweifelsohne der Schlüssel zur Erreichung dieser Ziele. Die Entwicklungen folgten in rascher Folge. Dies ist schematisch in Anhang D: „Diagramm Organisation der deutschen Luftfahrtforschung in Nazi-Deutschland“ dargestellt. Den Anfang machte am 29. April 1933 die Umwandlung der Luftfahrtabteilung vom Reichsverkehrsministerium (RVM) in das Reichsluftfahrtministerium (RLM) mit Göring als leitendem Minister. Erhard Milch, der für die Deutsche Lufthansa zuständig war, wurde als sein Staatssekretär für den Aufbau der Luftwaffe verantwortlich, bei dem das RLM eine wichtige Rolle spielen sollte. Alles war darauf ausgerichtet, in kürzester Zeit eine moderne Luftwaffe aufzubauen. Im Jahr 1934 wurde ein „Luftsportclub“ gegründet, eine geheime Ausbildungsgruppe für deutsche Piloten. Damit entfiel die Notwendigkeit einer Ausbildung in der Sowjetunion. Ernst Udet, ein bekannter Pilot und Kriegsfreund von Göring, wurde als Berater hinzugezogen. Außerdem wurde dem RLM ein „Technisches Büro“ zur Vorbereitung der Flugzeugproduktion angegliedert. Dieses Büro sollte sich später zur Einrichtung eines „Generalluftzeugmeisters“ entwickeln. Diese Organisation war für die Entwicklung und Beschaffung sämtlicher Ausrüstungsgegenstände für die Luftwaffe zuständig und unterstand ebenfalls der Leitung von Udet. 1935 trat die neue Luftwaffe erstmals öffentlich in Erscheinung, als 200 Militärflugzeuge bei Görings Hochzeit mit Emmy Sonnemann überflogen. Hitler kündigte offiziell an, dass die deutsche Lufthoheit entgegen dem Versailler Vertrag wiederhergestellt werden sollte. Die Unterstützung faschistischer Generäle durch Nazi-Deutschland während des spanischen Bürgerkriegs von 1936 bis 1939 bot dann reichlich Gelegenheit, die deutsche Luftmacht in der Praxis zu erproben.

Um die für die neue Luftwaffe benötigten Flugzeuge zu bauen, nutzte Göring seine weitreichenden wirtschaftlichen Möglichkeiten. Er war als „Beauftragter für den Vierjahresplan“ für die geplante wirtschaftliche Entwicklung zuständig und übernahm auch die Verantwortung für „Rohstoffe und Devisen“. Um Druck auf die Privatwirtschaft auszuüben, gründete er den Stahlkonzern „Reichswerke Hermann Göring“ in Salzgitter mit der dazugehörigen „Hermann Göring Stadt“. Göring ordnete 1935 auch an, dass die deutsche Luftfahrtforschung bis 1938 das Niveau des Auslands erreichen und danach überflügeln sollte. Die Organisation der dafür notwendigen Forschung sollte von Adolf Baeumker übernommen werden.

Adolf Baeumker wird manchmal als der erste „Forschungsleiter“ für Luftfahrttechnik in Deutschland angesehen. Im Jahr 1927 wurde er im Reichsverkehrsministerium (RVM) für Forschung und Entwicklung zuständig. Diese Arbeit setzte er auch nach dem Übergang dieser Organisation zum Reichsluftfahrtministerium (RLM) im Jahr 1933 fort. Das RLM fungierte als Motor der Luftfahrtentwicklung in Deutschland. Für die Konstruktion neuer Flugzeuge war eine engmaschige Infrastruktur für Entwicklung und Forschung eine wesentliche Voraussetzung. Diese



Abb. 3.4 Eröffnung des „Windkanals VI“, des neuen großen Niedergeschwindigkeitswindkanals der AVA, durch Prandtl am 17. Oktober 1936. Käufel war bis 1940 für diesen Kanal verantwortlich.

zu bauen wurde Baeumkers Aufgabe. Zu diesem Zweck war es notwendig, die bestehenden Forschungsinstitute³³ auszubauen.

Bereits im Februar 1933 schrieb Baeumker einen Brief an Prandtl, in dem er erklärte, dass es notwendig sei, „*das umfangreiche Programm des Reichskommissars für die Luftfahrt, Reichsminister Göring, mit den speziellen Aufgaben der Forschung zu durchdrängen*“.³⁴ Prandtl sah daher seine Chance, den Bau eines neuen, großen Windkanals jetzt zu realisieren. Am 30. Mai desselben Jahres konnte Baeumker im Namen von Milch bei der 25-Jahr-Feier der MVA/AVA verkünden, dass das Geld für den Bau des neuen Windkanals zur Verfügung stand. Ein Jahr später erfolgte der erste Spatenstich und am 17. Oktober 1936 wurde der Windkanal feierlich eröffnet. Dieser neue Windkanal „Windkanal VI“ war wesentlich größer als die bereits bestehenden Windkanäle der AVA mit einem elliptischen Messstreckenquerschnitt von $7 \times 4,7 \text{ m}^2$ und der Möglichkeit, sowohl im Unterdruck als auch im Überdruck (bis zu 3 bar!) zu messen (Abb. 3.4).

In der Folge blieb Göttingen mit zwei Instituten das Zentrum der Luftfahrtforschung. Auf der einen Seite das KWI (Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung), das von Prandtl geleitet wurde und wissenschaftlich orientierte Forschung betrieb. Administrativ war das KWI dem Reichserziehungsministerium unterstellt, das für die gesamte wissenschaftliche Forschung zuständig war. Und auf der anderen Seite die eher praktisch orientierte AVA (Aerodynamische Versuchsanstalt), die Albert Betz, einer von Prandtls ersten Schülern, ab 1937 leitete. So wurden Ludwig

Prandtl und Albert Betz zu den beiden wichtigsten wissenschaftlichen Forschern der Luftfahrt in Göttingen (Abb. 3.5 und Abb. 3.6).



Abb. 3.5 Ludwig Prandtl, einer der größten Wissenschaftler auf dem Gebiet der Aerodynamik. Gründer der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen und ab 1925 Leiter des Kaiser Wilhelm Instituts für Strömungsforschung (KWI). Während des Zweiten Weltkriegs Leiter des „Vier-Männer-Gremiums“, das die gesamte Luftfahrtforschung in Deutschland koordinierte (Forschungs Führung FoFü).

Die AVA unterstand dem Reichsluftfahrtministerium. Von diesen beiden Instituten war die AVA bei weitem das größte und zweifellos das wichtigste für die kurzfristige Flugzeugentwicklung. Sie führte Auftragsforschung für die deutsche Luftfahrtindustrie durch. Die Zahl der Beschäftigten stieg von 100 im Jahr 1933 auf mehr als 700 im Jahr 1940. Sie arbeiteten in acht verschiedenen

Abteilungen: Windkanäle, Theoretische-Aerodynamik, Hochgeschwindigkeits-Aerodynamik, Strömungsmaschinen (einschließlich Triebwerkskompressoren), Flugmechanik, Instrumentierung, Instationäre-Aerodynamik (einschließlich Flattern*) und Tieftemperaturforschung. Das KWI war viel kleiner, aber nach Prandtls Ansicht nicht weniger wichtig. Der Schwerpunkt lag auf der Grundlagenforschung zum besseren Verständnis der den Strömungsphänomenen zugrunde liegenden Gesetze. Als Baeumker sich 1940 bei einem Besuch darüber beschwerte, dass die Tür zwischen den beiden Instituten offenstehe, was gegen die Geheimhaltungsvorschriften verstoße, antwortete Prandtl, dass ein intensiver Austausch dringend notwendig sei.



Abb. 3.6 Albert Betz, Prandtls erster Schüler, hatte große Verdienste auf dem Gebiet der Aerodynamik. Ab 1937 wurde er mit der Leitung der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen betraut. Schon vor dem Krieg unterhielt Betz gute Kontakte zu Koning, dem Leiter der aerodynamischen Abteilung und späteren Direktor des NLL (siehe Abb. 6.1). Während des Zweiten Weltkriegs waren Koning und Betz maßgeblich an den Forschungsarbeiten beteiligt, die für die AVA im NLL durchgeführt wurden.

Baeumker investierte auch erheblich in das andere traditionell wichtige Luftfahrtforschungszentrum Deutschlands, die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL), die seit 1912 auf dem Flughafen Johannisthal-Adlershof bei Berlin ansässig war. Darüber hinaus war ein völlig neues Institut erforderlich. Im Jahr 1935 genehmigte Göring auf Empfehlung Baeumkers den Bau. Dieses neue Institut wurde 1936 in Braunschweig-Völkenrode eröffnet und erhielt

den Namen Deutsche Forschungsanstalt für Luftfahrt (DFL), der zwei Jahre später in Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring (LFA) geändert wurde. Baeumker wurde Vorsitzender des Verwaltungsrats. Dies ist das Institut, das Koenig im August 1938 besuchen wollte, was ihm jedoch verwehrt wurde (siehe Kapitel 2). Im benachbarten Goslar traf er jedoch den Direktor Blenk, ebenfalls ein Doktorand Prandtls. Wenig später, im Juli 1940, trifft er Blenk wieder, diesmal in Amsterdam (Kapitel 4). Um die Forschungskapazität weiter zu erhöhen, wurde einige Jahre später beschlossen, ein viertes Institut in Ottobrunn bei München zu gründen, die Luftfahrtforschungsanstalt München (LFM). Die LFM sollte 1940 gegründet werden, aber die Verwirklichung dieses Instituts ließ auf sich warten. Dort wollte man sich vor allem auf die Erforschung von Strahltriebwerken und der Aerodynamik bei hohen, transsonischen und Überschallgeschwindigkeiten konzentrieren. Ein weiterer wichtiger Impuls für die Weiterentwicklung der LFM war die Entscheidung, die umfangreichen Forschungseinrichtungen nach der Bombardierung im August 1943 aus Peenemünde zu verlegen. Die Entwicklung der V-1 (eine Art Marschflugkörper) und der V-2 (die erste ballistische Rakete der Welt) fand in Peenemünde statt. Es wurde beschlossen, die gesamte Windkanalforschung für die V-2 und daraus abgeleitete Raketen an einen weniger bombengefährdeten Standort in Kochel bei München zu verlegen. Die LFM spielte jedoch keine bedeutende Rolle mehr in der deutschen Forschung.

Abbildung 3.7³⁵ zeigt überzeugend, dass das RLM ab 1933 eine Politik des schnellen Aufbaus der Luftfahrtinstitute verfolgte. Das Diagramm zeigt die Beträge für Investitionen in Gebäude und Einrichtungen sowie für den Unterhalt dieser Institute. Hinzu kommen die Kosten für die in diesen Laboratorien durchgeführten Forschungsarbeiten, entweder direkt für das RLM oder indirekt im Auftrag der Industrie.

Investitionen waren nicht nur in Einrichtungen, sondern auch in die Wissenschaftler selbst erforderlich. 1912 hatte Prandtl die Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik (WGF) gegründet, die später in Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt (WGL) umbenannt wurde. Ihre Mitglieder diskutierten, wie sich die Luftfahrttechnik entwickeln sollte. Doch nach 1933 ging es darum, die Entwicklung der Luftfahrt der NS-Ideologie unterzuordnen. Um diesen Prozess der Nazifizierung zu forcieren, wurde im April 1933 von Baeumker die Vereinigung für Luftfahrtforschung (VLF) als Gegenstück zur WGL gegründet. Die WGL und die VLF fusionierten bald darauf und 1935 wurde der Name in Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung unter der Schirmherrschaft von Hermann Göring und mit Ludwig Prandtl, Adolf Baeumker und Carl Bosch³⁶ als Direktoren geändert. So konnte das RLM seinen Einfluss auf die Luftfahrtforschung ungehindert entfalten. In diesem Zusammenhang gründete Baeumker 1933 die Zentrale für Wissenschaftliches Berichtswesen der Luftfahrtforschung des Generalluftzeugmeisters (ZWB), ein Institut, das den Austausch von technischen Informationen aktiv förderte. In das Bemühen, Organisationen und Wissenschaftler in den Aufbau der deutschen Flugzeugentwicklung einzubinden, passte auch die Gründung einer eigenen „Akademie“

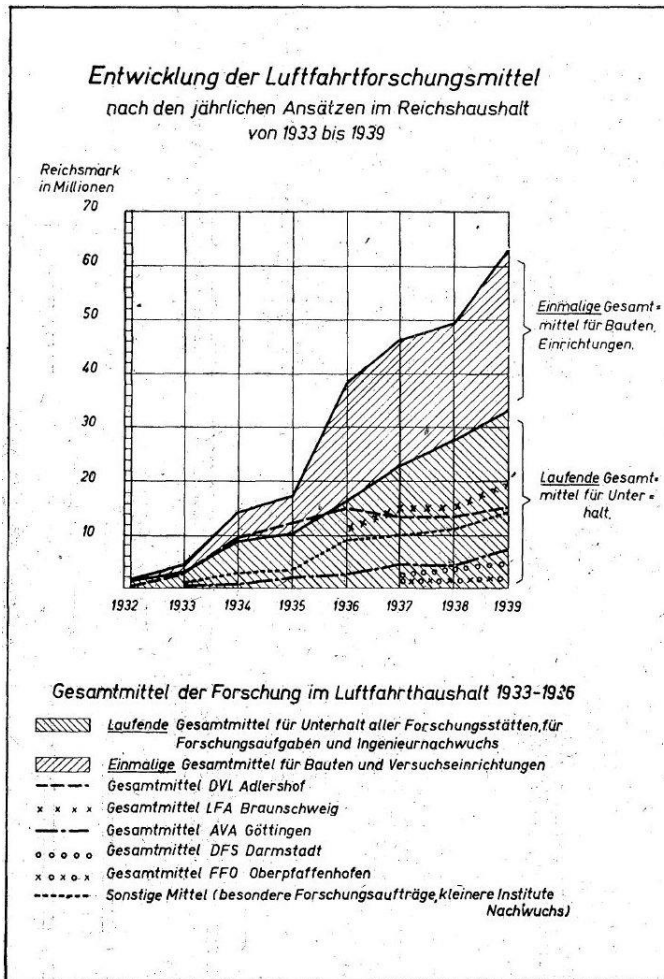


Abb. 3.7 Das von Göring gegründete Reichsluftfahrtministerium (RLM) investierte ab 1933 in großem Umfang in Luftfahrtforschungslabors. Die gezeichneten Linien stellen die Gesamtsummen für Bau und Instandhaltung dar. AVA ist die dicke Punkt-Strich Linie. Dieses Bild stammt aus einer 1944 erschienenen Publikation „Zur Geschichte der deutschen Luftfahrtforschung“ von Baumker.

im Jahr 1936. Bis zum Aufkommen des Nationalsozialismus hatte jede Universität ihre eigene Akademie. Darüber hinaus gab es in Preußen die Königlich Preussische Sozietät der Wissenschaften. Nach 1933 versuchte das NS-Regime, die Akademien zu zentralisieren. Im Bereich der Luftfahrt war sie dabei mit der Gründung einer einzigen nationalen Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung erfolgreich. Diese Organisation versuchte, die Luftfahrtforschung zu koordinieren, indem sie u. a. Abteilungen einrichtete und Sitzungen organisierte. Die Treffen fanden meist in Berlin

im von Göring eingerichteten „Haus der Flieger“ statt, wo auch der Aero-Club und die Lilienthal-Gesellschaft tagten.

Ende April 1933 schickte der damalige Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Dr. Glum, ein Schreiben³⁷ an seine Gruppenleiter, indem er sie aufforderte, mitzuteilen, wer von ihren Mitarbeitern Mitglied der Kommunistischen Partei beziehungsweise nicht arisch sei. Als Nicht-Arier wurde definiert, wer mindestens zu einem Viertel jüdisch war. Sie würden zur Entlassung empfohlen werden. Sieben Jahre später wird ein ähnliches Schreiben in den Niederlanden in Umlauf gebracht (Kapitel 6.2). Infolgedessen durften Wissenschaftler jüdischer Herkunft ihre Arbeit nicht mehr ausführen. Göttingen wurde dadurch auch akademisch hart getroffen. Eine gern zitierte Anekdote ist die Antwort des berühmten Mathematikers David Hilbert auf die Frage eines Nazi-Wissenschaftsministers nach dem Zustand der Mathematik in Göttingen: *„Sie ist nicht mehr da“*.³⁸ Auch Prandtl war darüber nicht glücklich. So hat er sich beispielsweise für Heisenberg und Sommerfeld³⁹ eingesetzt, gegen die eine Verleumdungskampagne begonnen hatte, weil sie, wie auch andere Wissenschaftler, es für unsinnig hielten, die moderne Physik als „jüdische Wissenschaft“ zu verurteilen. Der wissenschaftliche Verlust schien ihn besonders beunruhigt zu haben. Er lehnte die „Neue Ordnung“ des Nationalsozialismus nicht ab. *„Ich glaube, dass der Faschismus in Italien und der Nationalsozialismus in Deutschland schon recht gute Anfänge der neuen Denkform und Wirtschaftsform darstellen“* ... *„Staaten, die nicht dem Bolschewismus verfallen wollen, müssen allmählich ganz ähnliche Wege gehen, je eher, desto besser.“* schrieb er 1937 an William Knight, den Vertreter der NACA⁴⁰ in Paris.^{41,42} Sein englischer Kollege in der Wissenschaft, G.I. Taylor (dieser nannte Prandtl *„our chief“*), erhielt 1939 einen Brief von Prandtl, in dem er Hitler als einen *„Mann mit ungeheuren Nerven“* beschrieb, der sich, wie er zugeben musste, *„eine Million Menschen zu seinen erbitterten Feinden, aber auf der anderen Seite achtzig Millionen zu seinen treuesten und glühendsten Anhängern machte“*. Zur „Judenfrage“ sagte er weiter: *„Der Kampf, den Deutschland leider gegen die Juden führen musste, war für seine Selbsterhaltung notwendig.“* Prandtl war inzwischen Teil der Charmeoffensive des nationalsozialistischen Deutschlands. Im Bereich des Sports hatten die (viel früher geplanten) Olympischen Spiele von 1936 eine solche Funktion. Auch im Bereich der Wissenschaft wurden Anstrengungen unternommen, um die Beziehungen zu anderen Ländern zu stärken. Prandtl wollte zum Beispiel den Internationalen Kongress für Angewandte Mechanik nach Deutschland holen. Bäumker forderte ihn auf, ausländische Wissenschaftler als „korrespondierende Mitglieder“ der Akademie zu benennen. Koning, Van der Maas und Von Baumhauer werden nicht gewusst haben, dass die ihnen Anfang 1938 angebotene Mitgliedschaft (siehe Kapitel 2) Teil dieser Charmeoffensive war, einer Charmeoffensive, die nicht von allen geschätzt wurde. Im Dezember 1938, nach der „Reichskristallnacht“ einen Monat zuvor, schrieb Durand, der für seine Serie „Aerodynamische Theorie“ bekannt war, zu der auch Koning und Betz beigetragen hatten, einen Brief an Prandtl und kündigte seine Mitgliedschaft. Er tat dies, weil die „Akademie“ organisiert war *„... unter der direkten Schirmherrschaft der deutschen Regierung“* und weiter *„... die gegenwärtige Regierungstheorie*

*in Deutschland bezüglich der sozialen und politischen Organisation zum Wohle der Menschheit ist so weit von meiner eigenen entfernt, dass ich nicht das Gefühl habe, länger mit einer Organisation in Verbindung zu bleiben, deren Titularchef [Göring] einer der höchsten Vertreter dieser Theorie ist.*⁴³ Im August 1939 schrieb Prandtl an Taylors Frau: „Wenn es zum Krieg kommen wird, liegt die Schuld, ihn durch politische Maßnahmen verursacht zu haben, diesmal eindeutig auf der Seite Englands.“ Prandtl schickte Hunsaker vom MIT in Amerika drei Kopien einer Rede Hitlers nach Ausbruch des Krieges infolge des Einmarsches in Polen mit dem Kommentar: „Nach dem Willen Englands hat leider die letzte Aktion der deutschen Regierung zur Behebung der Schäden des Versailler Vertrages zum Krieg geführt.“

Nach Ausbruch des Krieges geht das gemeinsame Forschungsprogramm von AVA und KWI in den „Kriegswichtig“-Modus über. Arbeiten zu laminaren* Grenzschichten und zur Turbulenz* sind „als zur Grundlagenforschung gehörig vorläufig abgesetzt“. Die verfügbaren Arbeitskräfte sollten für die Forschung zum Nutzen der Kriegsführung eingesetzt werden.

In einem Brief an Baeumker vom 5. Oktober 1940 berichtete AVA-Leiter Betz von einem Besuch im LFA, um zu prüfen, inwieweit Göttingen durch eine Verlagerung von Arbeiten nach Braunschweig⁴⁴ entlastet werden könne. Dies erwies sich als nicht so einfach, da die Windkanäle bereits stark von der Industrie genutzt wurden. Folglich mussten entweder die Einrichtungen erweitert werden oder die Industrie musste selbst mehr Forschung betreiben. Letzteres erschien aufgrund des Fachkräftemangels nicht sehr sinnvoll. Man kam zu dem Schluss, dass es besser sei, die Anlagen zu erweitern und sie dort einzusetzen, wo bereits Personal vorhanden ist. Und es müsse darauf geachtet werden, die Forschung nicht bürokratisch zu steuern: „Sehr gut bewährt hat sich nach meinen Erfahrungen eine Organisation nach Art der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, die einerseits die erforderlichen Kontrollen ermöglicht, und andererseits doch den einzelnen Forschungsstätten die erforderliche Freiheit lässt. Das schwierigste Problem ist die Frage der Personalbeschaffung.“ Dieser Brief spiegelt das Hauptproblem der Luftfahrtforschung in Deutschland wider: Woher bekommt man die gut ausgebildeten Mitarbeiter, die die ganze Arbeit machen? Hierin liegt der Schlüssel zu Baeumkers Interesse am Nationalen Luftfahrtlabor in Amsterdam nach der deutschen Besetzung.

4 Die Maitage von 1940

In den Jahren vor dem Zweiten Weltkrieg bemühten sich die Niederlande um strikte Neutralität, auch nach der Kriegserklärung Frankreichs und Großbritanniens an Deutschland am 3. September 1939. Man hoffte, wie während des Ersten Weltkriegs, der Gefahr aus dem Weg zu gehen. Bis am frühen Morgen des 10. Mai Deutschland seinen Angriff auf die Niederlande startete. Aufgrund dessen großer Überlegenheit hatten die Niederlande kaum eine Chance. Am 14. Mai, nach der Bombardierung von Rotterdam und der Drohung, auch Utrecht zu bombardieren, gibt General Winkelman den Befehl, den Kampf einzustellen. Am Tag zuvor waren bereits Königin Wilhelmina und das gesamte Kabinett nach England ausgewichen. Der Oberbefehlshaber der niederländischen Armee, General Winkelman, stellt von nun an die höchste Regierungsgewalt in den Niederlanden dar. Dabei wird er vom Kollegium der Generalsekretäre (College van Secretarissen-Generaal SG's) unterstützt. Der Generalsekretär ist ein hoher Beamter, der für das Ministerium zuständig ist. Der Minister ist sein politischer Chef. Da jedoch alle Minister nach England ausgewichen waren, waren die Generalsekretäre das höchste noch in den Niederlanden vorhandene Verwaltungsorgan. Am 15. Mai folgte die Unterzeichnung des Kapitulationsabkommens.⁴⁵ Ursprünglich wollte Hitler die Niederlande einer Militärverwaltung unterstellen (wie Belgien), doch am 18. Mai entscheidet er sich für eine Zivilverwaltung unter der Leitung von Reichskommissar Arthur Seyss-Inquart, der sein Amt offiziell am 29. Mai antritt.

In diesen ersten Maitagen befindet sich das NLL noch in der Marinewerft östlich des Amsterdamer Hauptbahnhofs. Das neue NLL befindet sich damals noch im Bau am Slotterweg, und das Gebäude ist nicht glasdicht (Abb. 4.1). Aus Angst vor einer Bombardierung der Marinewerft wird bei Kriegsausbruch am 10. Mai beschlossen, die wichtigsten Papiere und andere Besitztümer so schnell wie möglich in den Kellern des neuen Gebäudes am Slotterweg⁴⁶ in Sicherheit zu bringen. Am selben Tag werden zwei Lastwagen mit Dokumenten von der Spedition Mesman dorthin gebracht. Diese Arbeiten werden am Samstag, den 11. und Sonntag, den 12. Mai fortgesetzt. In den darauffolgenden Tagen ist dies nicht mehr möglich, weil die Spedition das Risiko für zu groß hält. Obwohl nach der Kapitulation die akute Gefahr nicht mehr besteht, beschließt (der stellvertretende Direktor) Koning in Absprache mit dem Vorstand, den Umzug in den Slotterweg fortzusetzen.

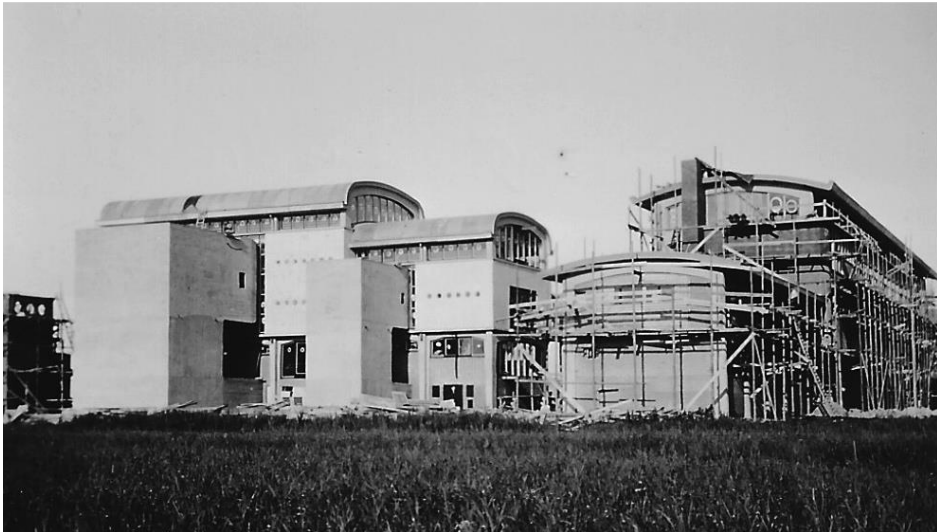


Abb. 4.1 Im Mai 1940, nach Ausbruch des Krieges, zog das NLL Hals über Kopf von der Marinewerft zum Slotterweg. Das neue Gebäude, das sich noch im Bau befand, war noch nicht mit Glas versehen. Dieses Bild vom Juni 1940 (einen Monat nach dem Umzug!) zeigt, dass die Windkanäle fertiggestellt waren, das Hauptgebäude aber noch eingerüstet war.

Der Ausbruch des Krieges setzte auch den damaligen Direktor Wolff stark unter Druck. Seit der Gründung des Reichsstudienamtes für die Luftfahrt RSL im Jahr 1919 hatte er dem Laboratorium Struktur verliehen und es mit Herz und Seele geleitet. Wolff, der jüdischer Herkunft war, musste Ende 1939 aus Krankheitsgründen vorübergehend von seinem Amt zurücktreten. Am 22. Mai 1940 schrieb er⁴⁷ an den Vorstandsvorsitzenden J. Blackstone:⁴⁸ „Als die Niederlande in den Krieg eintraten, habe ich mich entschlossen, meinen Rücktritt aus Krankheitsgründen zu beantragen, da ich der Meinung war, dass der Direktor des NLL unter den gegebenen Umständen vollständig gesund sein sollte ... Jetzt, da sich die Lage in unserem Land völlig verändert hat, muss ich an meiner Entscheidung

festhalten, zumal die Emotionen, die ich erlebt habe, sich negativ auf meine Verfassung ausgewirkt haben.“ Er wurde am 1. August 1940 ehrenhaft entlassen. Er starb am 6. Februar 1941.

Am 18. Mai (drei Tage nach der Kapitulation!) melden sich die Herren Käüfl (von der Aerodynamischen Versuchsanstalt AVA in Göttingen) und Wernitz (vom Reichsluftfahrtministerium RLM in Berlin) „im besonderen Auftrag des Reichsluftfahrtministeriums“ zu einem Besuch im NLL. Dabei geht es um eine beabsichtigte Zusammenarbeit mit deutschen Institutionen, aber Einzelheiten zu diesem Gespräch sind nicht bekannt. Am 20. Mai, im neuen Gebäude, verspricht Käüfl, bei der Beantragung einer neuen Fahrerlaubnis mitzuwirken, um den Umzug fortzusetzen. Anfang Juni ist diese Operation weitgehend abgeschlossen. Nur der alte Eiffelkanal, der in der Marinewerft verblieben ist, wird noch eine Zeit lang genutzt. Dies soll die Durchführung von Turbulenzmessungen ermöglichen, um zu gegebener Zeit einen besseren Vergleich mit den neuen Windkanälen anstellen zu können. Die NLL-Niederlassung am Flughafen Schiphol, die durch die Bombardierung teilweise beschädigt wurde, wird ebenfalls vollständig evakuiert. Das dort vorhandene Laborflugzeug Fokker F. VIIa wird in einem Schuppen der „Jachtwerf van Dam“ in Oude Wetering (bei Schiphol) in Sicherheit gebracht. Nach Abschluss des Umzugs bedankte sich der Vorstandsvorsitzende Blackstone bei den Mitarbeitern „für den Fleiß und das Engagement all derer, die in den schwierigen Tagen, die wir derzeit erleben, beim Umzug des Inventars und anderer wichtiger Gegenstände von der Marineanstalt in das neue Gebäude am Sloteweg mitgewirkt haben.“⁴⁹

Neben dem Besuch der Herren Käüfl und Wernitz erhält das NLL auch ein förmliches Schreiben des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshabers der Luftwaffe (d.h. Göring), unterzeichnet von Baumker und datiert vom 25. Mai 1940. Baumker ist der Leiter der Abteilung Forschung des RLM, die von Göring speziell mit der Organisation der im vorigen Kapitel beschriebenen Luftfahrtforschung beauftragt wurde. In diesem Schreiben, das dem NLL am 29. Mai offiziell von einem Offizier der deutschen Luftwaffe⁵⁰ übergeben wurde, heißt es: „Das Nationale Luftfahrt-Laboratorium Amsterdam am Sloteweg und im Marine-Etablissement, Abteilung Luftfahrt, ist bezüglich Einrichtung, Material, Personal und Betriebsmitteln für Zwecke des Generalluftzeugmeisters, Forschungsabteilung LC 1, sicherzustellen bis zu einer endgültigen Regelung durch den Generalluftzeugmeister.“ Im selben Schreiben wird auch Käüfls Aufgabe beschrieben: „Als Beauftragter des Generalluftzeugmeisters ist Dipl.-Ing. Käüfl von der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen, zurzeit wohnhaft im American Hotel Amsterdam, entsandt. Weiterführung der Geschäfte, insbesondere Änderungen und Ausbau der Versuchsanlagen sind bis auf weiteres nur mit seiner Zustimmung vorzunehmen.“⁵¹ Das NLL wird somit unter Zwangsverwaltung gestellt und Käüfl muss es beaufsichtigen. Käüfl zieht in das American Hotel am Leidseplein in Amsterdam und bereitet dort weitere Schritte vor. Einen Monat später, am 1. Juli, besucht Baumker selbst das NLL. In seiner Begleitung sind auch Prof. Blenk, Leiter der Luftfahrtforschungsanstalt (LFA) in Braunschweig, und Prof. Georgii, Leiter der Deutschen Forschungsanstalt für Segelflug (DFS).⁵² Sie werden von Blackstone und Koning empfangen. Koning hatte

Blenk bereits während seines Deutschlandbesuchs 1938 in Goslar getroffen (siehe Kapitel 2). Von diesen Gesprächen sind keine Aufzeichnungen überliefert, aber laut dem dritten NLL-Quartalsbericht von 1940 betonte Baeumker in diesen Beratungen, dass es sich um eine Zusammenarbeit mit Deutschland in der Weise handele, „dass sie ausschließlich auf friedlichem Gebiet liege und eine unmittelbare Mitwirkung des Laboratoriums an der Deckung des deutschen Kriegsbedarfs daher von vornherein nicht in Betracht komme“.⁵³

Der NLL-Vorstand wird ebenfalls förmlich informiert. Die Vorstandsmitglieder werden am 31. Mai von ihrem Vorsitzenden Blackstone ein Schreiben erhalten über die „... Sicherstellung des Labors im Auftrag des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshabers der Luftwaffe in Berlin“.⁵⁴ Am 12. Juli 1940 trat der Vorstand dann zusammen, „um die veränderten Umstände zu erörtern“. Nach dem Protokoll zu urteilen, wird die „Sicherstellung“ zur Kenntnis genommen (sic). Allerdings wird die finanzielle Situation des Labors diskutiert. Es wird mit deutlich geringeren Einnahmen aus Aufträgen gerechnet, während der Beitrag der Industrie, auch wegen der vollständigen Zerstörung der Koolhovener Fabriken, ebenfalls zurückgehen wird. Blackstone sagt: „In diesem Zusammenhang gibt es allen Grund, mit dem Vorstand ernsthaft über die Zukunft des Labors nachzudenken.“ Blackstone beriet sich in dieser Angelegenheit mit Koning (als Direktor), Van der Maas (jetzt Berater des NLL; er wurde am 6. Mai 1940 zum Professor in Delft ernannt) und Vertretern der Luftfahrt (Flugzeugfabriken, KLM als Fluggesellschaft) und der Luftfahrtendienst LD (als Regulierungsbehörde). „Es wurde als nationales Interesse angesehen, dass zumindest Anstrengungen unternommen werden, unsere Einrichtung zu erhalten und wenn möglich weiter auszubauen.“ Van Tijen (Direktor von Fokker) argumentiert, dass Fokker seinen Verpflichtungen nachkommen wird, fordert aber, dass das Laboratorium umstrukturiert wird: kleiner und effizienter mit einem entscheidungsfreudigeren (kleineren) Vorstand. Dies betrifft wohl schon einen langjährigen Wunsch von Fokker; das NLL soll zu bürokratisch sein. Der Vertreter des Ministeriums für Wasserverwaltung drängt auf Kürzungen. Er kommt auch zu dem Schluss, dass das Personal aufgrund der Sicherstellung nicht entlassen werden kann und daher bezahlte Aufgaben, „vielleicht von deutscher Seite“, gesucht werden müssen. Dr. H.G. Cannegieter plädiert im Namen des Wissenschaftlichen Ausschusses dafür, dass sich das NLL intensiv mit Studien befassen sollte. Und im „Arbeitsplan 1941“ heißt es zu den darin erwähnten Studien: „Diese Fragen sind von der gleichen Art, wie sie auch in Deutschland diskutiert werden, so dass auch von dieser Seite Interesse an ihnen zu erwarten ist.“ So war man auch im Vorstand der Meinung, dass das Laboratorium erhalten bleiben sollte, um „die Arbeit mit Nachdruck fortzusetzen, auch wenn es damals in der niederländischen Luftfahrt keinen direkten Bedarf dafür gab“. Die künftige Situation wirft im Vorstand ihre Schatten voraus. Um weiterhin effizient arbeiten zu können, wird beschlossen, die Zahl der Delegierten (eine Art Exekutivausschuss) von einem auf vier zu erhöhen und ihnen einen großen Teil der Befugnisse des Vorstands zu übertragen. Neben dem Vorstandsvorsitzenden Blackstone, der bereits Delegierter war, sind die neuen Delegierten Dr. M.H. Damme⁵⁵ (Innenministerium), J.E. van Tijen (Fokker) und G. Spit (KLM). War dies teilweise

durch den Wunsch motiviert, weniger in der Sichtlinie der deutschen Besatzer zu operieren? Sie werden im August beschließen, Chaillot als kaufmännischen Direktor in den Vorstand aufzunehmen, nachdem der bisherige Direktor Wolff zurückgetreten ist (siehe auch Kapitel 6.1).

Von einer kritischen Haltung des NLL-Vorstandes ist in den Berichten der Vorstandssitzungen wenig bis nichts zu spüren. Aber auch das ist nicht zu erwarten: Es ist nicht auszuschließen, dass Käufl diese Berichte auch liest.

Die Gespräche zwischen dem NLL und der AVA werden am 19. Juli fortgesetzt, als die beiden AVA-Direktoren, der wissenschaftliche Direktor Prof. Dr. Albert Betz und der kaufmännische Direktor Dr. Engelbrecht, sowie einige ihrer Mitarbeiter (u.a. Dr. Josef Stüper, zuständig für Flugversuche) das NLL besuchen. „*Während dieses Besuchs wurden weitere Einzelheiten über die geschäftliche und wissenschaftliche Seite der Zusammenarbeit erörtert.*“⁵⁶ Es wird erklärt, dass beabsichtigt ist, bestimmte wissenschaftliche Untersuchungen in Auftrag zu geben, die von der AVA bezahlt werden. Zunächst wird die Windkanalforschung in Betracht gezogen (da die Windkanäle in Deutschland sehr stark mit „*praktischen Arbeiten*“ ausgelastet sind), aber auch die anderen Abteilungen können einbezogen werden. Das NLL fügt hinzu, dass bestimmte theoretische Forschungen, die im NLL begonnen wurden, aber aus Zeitmangel eingestellt werden mussten, dazu gehören könnten.

Betz, der den Besuch im NLL im Rahmen einer Reise durch die gerade von Deutschland besetzten Länder geplant hatte, besuchte anschließend die Schiffsbauversuchsanstalt in Wageningen und einige aerodynamische Institute in Belgien und Frankreich. In Frankreich werden Lille und einige Standorte in Paris und Umgebung besucht: Chalais-Meudon, Saint-Cyr, der Windkanal von Hispano-Suiza in Bois-Colombes, Auteuil und Jessy-les-Moulineaux. In Auteuil wird auch der alte Eiffelkanal besichtigt, der für Windkanalexperthen eine Art Wallfahrtsort darstellt. Von all diesen Instituten wird Hispano-Suiza später tatsächlich von der AVA „adoptiert“. Florian Schmaltz⁵⁷ listet insgesamt neun ausländische Institute auf, die von der AVA betrieben werden oder einen Beitrag zur deutschen Luft- und Raumfahrtforschung leisten. Sie befinden sich in Österreich, Finnland, Polen, Lettland, dem Protektorat Böhmen und Mähren, Frankreich und den Niederlanden.

Dem Bericht über diese Reise zufolge scheint auch das NLL mit seinen neuen Gebäuden und einem neuen Windkanal interessant zu sein: „*Die Anlagen machen durchwegs einen sehr gut durchdachten Eindruck und zeugen von einer befähigten Leitung. Die Einrichtungen selbst gehen über das, was in Deutschland bekannt ist, nicht hinaus. Die Geräteentwicklung musste den beschränkten Mitteln angepasst werden und erreicht deshalb nicht den technischen Stand wie in Deutschland. Das Wertvollste an dieser Anstalt ist das Personal, insbesondere die wissenschaftlich hochstehende Leitung. Die Verwertung für deutsche Interessen würde dabei am zweckmäßigsten in der Weise erfolgen, dass Aufträge auf geeignete Forschungsarbeiten dorthin erteilt würden. Diese Form der Verwertung ist auch dadurch erleichtert, dass der Leiter der Anstalt, Herr ir. Koning, eine anscheinend durchaus entgegenkommende Gesinnung gegen Deutschland zeigt.*“⁵⁸

Betz ist zuversichtlich. Am 2. August bittet er in einem Schreiben an das RLM (Abschnitt LC 1) um die Erlaubnis, eine Reihe von Forschungsaufträgen an das NLL⁵⁹ zu vergeben. Im Anhang zu diesem Schreiben sind insgesamt sieben förderfähige Themen aufgeführt. Vier Tage später liegt die Genehmigung bereits vor.⁶⁰ Diese Themen, die zu den Aufträgen [3010] bis [3016] führen, werden in Abschnitt 9.2 behandelt.

Viel später, in einem Brief vom 2. März 1943 an das RLM,⁶¹ schreibt Käufl, man habe damals „eine Zusammenarbeit mit dem NLL anbahnen wollen, ohne den holländischen Charakter des Betriebes irgendwie anzutasten. Im Gegensatz zu dem damals bereits üblichen Vorgehen der anderen Dienststellen des Generalluftzeugmeisters, z. B. bei der Firma Fokker usw., hat man beim NLL als Forschungsbetrieb von einer Beschlagnahme abgesehen ... Ein Nachteil war, dass man die dortige Arbeitskraft nicht direkt zugunsten der Kriegsführung ausnutzen konnte, da eine Vergabe kriegswichtiger Aufträge unmöglich war“. Diese Aussage steht im Zusammenhang mit der 1943 geführten Diskussion über eine mögliche „Beschlagnahme“ des NLL, die Käufl aus ganz bestimmten Gründen wünschte (siehe Kapitel 10). Es ist jedoch plausibel, dass die deutsche Seite im Jahr 1940 genauso dachte.

5 **INTERMEZZO: Arbeiten unter deutscher Besatzung**

Vor dem Krieg unterhielten die Niederlande intensive Handelskontakte mit ihrem östlichen Nachbarn. Etwa ein Viertel der Ausfuhren ging nach Deutschland (vor allem Kolonialwaren und landwirtschaftliche Erzeugnisse), während ein Drittel der Einfuhren, vor allem von Industrieerzeugnissen, aus Deutschland stammte. Die Niederlande kauften dort auch Kriegsmaterial. Noch 1939 wurde Flugabwehrartillerie bestellt, die übrigens nie geliefert wurde.⁶² Auch im Bereich des Flugzeugbaus gab es Kontakte. So wurde beispielsweise das speziell für die niederländische Marine entwickelte Flugboot Dornier Do 24K seit 1936 in Lizenz von Aviolanda in Zusammenarbeit mit De Schelde gebaut. Vor dem Krieg lebten 75.000 Deutsche in den Niederlanden. Käußl war als Vertreter der Firma Bosch einer von ihnen, bis er 1935 nach Deutschland zurückkehrte und der AVA beitrug. Es gab eine Deutsch-Niederländische Gesellschaft (D-NG), die enge Beziehungen zur Auslandsorganisation (AO) der NSDAP unterhielt. Die Vorstellung, dass der Nationalsozialismus eine verwerfliche Ideologie und eine Gefahr für die Gesellschaft sei, war vor dem Krieg nicht weit verbreitet. Wie würden sich die Kontakte zu Deutschland entwickeln, nachdem die Besatzung vollzogen war?

Der Ausbruch des Krieges wirft sofort die Frage auf, was mit den militärischen Aufträgen für die niederländischen Streitkräfte (Schiffbau, Flugzeuge, Munition) geschehen soll. Sollte diese Produktion ganz eingestellt werden? Und wie sollte die

Industrie mit Aufträgen aus Deutschland umgehen, insbesondere mit Aufträgen mit möglichen militärischen Anwendungen? In der deutschen Vision, wie sie auch von der Führung der niederländischen nationalsozialistischen Bewegung (NSB) propagiert wird, ist die Zeit der „Neuen Ordnung“ nun auch in den Niederlanden angekommen, und es geht darum, den Niederlanden ihren Platz darin zu geben. Das niederländische Volk muss dafür reif gemacht werden. Die Dringlichkeit, mit der Deutschland die niederländische Industrie engagieren will, zeigt sich darin, dass bereits am 22. Mai, eine Woche nach der Kapitulation, Dr. Robert Freiherr von Schrötter als Quartiermeister für das Wehrwirtschafts- und Rüstungsamt des Oberkommandos der Wehrmacht⁶³ in den Niederlanden eintrifft. Es ist bezeichnend, dass er sich zunächst auf den Flugzeug- und Schiffbau konzentriert. Etwa eine Woche später trifft Richard Fiebig in den Niederlanden ein. Er wird zum Beauftragten für die Niederlande des Reichsministers für Bewaffnung und Munition ernannt. Sein Auftrag, den ihm Todt, der deutsche Minister für Bewaffnung und Munition, erteilte, lautet kurz und bündig: *„Mobilisieren Sie mir die niederländische Industrie für die deutsche Kriegswirtschaft“*. Damit setzt er von Schrötters Arbeit fort. Käufers Besuch im NLL so kurz nach der Kapitulation ist ein weiteres Beispiel dafür, wie wichtig es für Deutschland ist, das Potenzial der Niederlande so schnell wie möglich zu nutzen.

Aber die Niederlande wurden von Deutschland völlig gegen ihren Willen besetzt. Bei den Kapitulationsverhandlungen am 14. Mai sagte der Oberbefehlshaber der niederländischen Armee, General Winkelman, *„... wir schließen keinen Frieden, sondern setzen den Krieg fort.“*⁶⁴ Feindbegünstigung wird nach Art. 102 Abs. 1 StGB bestraft: *„Mit Freiheitsstrafe bis zu fünfzehn Jahren wird bestraft, wer in Kriegszeiten vorsätzlich dem Feind Hilfe leistet oder den Staat gegenüber dem Feind schädigt.“* (damaliger Text). In einem formalen Sinne gilt auch das Kriegsrecht. Die Rechte und Pflichten der Kriegsparteien sind in der internationalen „Haager Landkriegsordnung“ (HLKO) festgelegt, die auf den Haager Friedenskonferenzen von 1899 und 1907 vereinbart wurde. Dieser Vertrag wurde von den Niederlanden und im November 1909 auch von Deutschland ratifiziert. Im Jahr 1937 konkretisierte die niederländische Regierung dies in den „Anweisungen“ („Aanwijzingen“), in denen es unter anderem hieß, dass Bewohner eines besetzten Gebiets nicht direkt an Kriegsoperationen gegen ihr eigenes Land teilnehmen durften. Erlaubt sind dagegen Aktivitäten, *„die als im Interesse des sozialen Lebens der Bevölkerung liegend angesehen werden können, auch wenn der Feind dies für seine Kriegsführung ausnutzen würde“*. Dazu gehört zum Beispiel die Instandsetzung von Brücken und Straßen. Diese Leitlinien wurden innerhalb der niederländischen Regierung nur unzureichend an die unteren Ebenen weitergegeben,⁶⁵ aber Winkelman und das Kollegium der Generalsekretäre sind sich ihrer offensichtlich bewusst. Der letzte Absatz von Punkt 17 der „Anweisungen“ lautet: *„Alle Einwohner, ohne Unterschied, müssen sich darüber im Klaren sein, dass die Verrichtung nicht genehmigter Arbeiten einen Akt des Verrats am eigenen Land darstellt, der moralisch verwerflich und außerdem strafbar ist. ... während jede Person, die an einer solchen Arbeit mitwirken sollte, diese Entscheidung ablehnen sollte, was auch immer die Konsequenzen sein mögen“*.

Abgesehen von ihrer eigenen Haltung zum Nationalsozialismus machen die Richtlinien es der Regierung und der niederländischen Industrie formell unmöglich, mit den deutschen Kriegsanstrengungen zusammenzuarbeiten. Winkelman als höchster Repräsentant der niederländischen Behörden macht unmissverständlich klar, dass die „Anweisungen“ befolgt werden müssen. Als er gebeten wurde, dies näher zu erläutern, antwortete er: *„Wenn ein Mann an einer Werkbank steht und ein Deutscher kommt und ihm die Pistole an die Brust hält und sagt: ‚Arbeite, sonst erschieße ich dich‘, und dieser Mann geht an die Arbeit, dann mache ich ihm keinen Vorwurf. Man kann nicht verlangen, dass jeder ein Held ist und erschossen wird. Das ist höhere Gewalt, aber die Annahme eines Auftrags ist keine höhere Gewalt.“*⁶⁶

Deutschland will die niederländische Industrie so schnell wie möglich einbinden.⁶⁷ Nachdem von Schrötter am 24. Mai 1940 als Vertreter des Wehrwirtschafts- und Rüstungsamtes in die Niederlande entsandt wird, nimmt er Kontakt mit dem Verband der Metallindustriellen auf, dessen Vorsitzender M.H. Damme⁶⁸ (u.a. Direktor der Maschinenfabrik Werkspoor) ist. Dies führt schließlich zum so genannten „Protokoll von Schrötter“, das eine Reihe von Leitlinien als Grundlage für die Zusammenarbeit mit den Besatzungstruppen enthält. Im Wesentlichen wird vereinbart, dass die niederländische Metallindustrie für Deutschland arbeiten darf, mit Ausnahme der Produktion von Artilleriewaffen. Obwohl Winkelman und auch die Generalsekretäre (SG's) damit nicht einverstanden sind, können sie wenig dagegen tun; es handelt sich um private Unternehmen. Schrötter selbst sagt: *„Mit der Beseitigung der bestehenden Schwierigkeiten ist der Grundstein für die Ausbeutung der Niederlande zugunsten der Rüstungsindustrie gelegt.“* Das bedeutet übrigens nicht, dass alle Metallunternehmen nun für Deutschland arbeiten werden. Jedes Unternehmen kann selbst entscheiden, welche Position es dabei einnimmt.

Bei den staatlichen Unternehmen, wie z.B. der Artillerie-Einrichtungen (Artillerie-Einrichtungen AI), war die Situation wieder anders. Am 14. Mai, kurz vor der Kapitulation, fragt der Direktor der AI, Den Hollander, den niederländischen Generalstab, ob er das Unternehmen sprengen soll, damit es nicht unversehrt in deutsche Hände fällt. Die Antwort ist negativ. Winkelman und Ringeling (SG der Verteidigung) sind jedoch der Meinung, dass keine Arbeiten für die deutschen Besatzer durchgeführt werden sollten. Auf eine Frage im Kollegium der Generalsekretäre *„Können Sie es nicht gutheißen, dass nur Teile hergestellt werden, die von sich aus niemanden töten können?“*, antwortete Ringeling, das sei eine *„Spitzfindigkeit“*. Aber die deutsche Seite toleriert diese Haltung nicht. Dies bringt Den Hollander selbst in ein persönliches Dilemma: Soll er kooperieren, um noch eine gewisse Kontrolle über das Unternehmen zu behalten, was jedoch gegen die „Haager Landkriegsordnung“ und die „Anweisungen“ verstößt. Oder sollte er zurücktreten, was effektiv bedeutet, dass ein Deutscher seinen Platz einnehmen wird. Snouck Hugronje, der Vorsitzende des Kollegiums der Generalsekretäre, lässt sich schließlich von dem Anwalt des Landes, Van der Does, ein gefragtes Rechtsgutachten erstellen. Damit wird das Wesen der „Haager Landkriegsordnung“ und der „Anweisungen“ im Wesentlichen negiert. Eine Wiederaufnahme der Arbeit scheint zulässig zu sein, sofern ein „Anforde-

rungsbefehl“ der Besatzungsmacht vorliegt, für die Besatzungsarmee zu arbeiten. Nach Erhalt eines solchen Befehls ruft Den Hollander seine Mitarbeiter zusammen, um ihnen mitzuteilen, dass er nicht im Amt bleiben wird. Es steht dem Personal frei, ähnliche Überlegungen anzustellen. Daraufhin wird er vom Personalrat gedrängt, im Amt zu bleiben. Nachdem Snouck Hugronje ihm versichert hat, dass das Kollegium der Generalsekretäre „allgemeine Unterstützung und Deckung“ bietet, beschließt er, die Leitung der Artillerie-Einrichtungen als Direktor⁶⁹ weiterzuführen. Von dieser Position aus gelingt es ihm, seine deutschen Auftraggeber in gewissem Maße zu unterlaufen.

Diese Ereignisse zeigen nicht nur, dass die Metallindustrie bereit ist, „kriegswichtige“ Arbeiten für die Besatzungsmacht auszuführen (durch die Annahme des „Protokolls von Schrötter“⁶), sondern auch, dass ein staatliches Unternehmen wie die Artillerie-Einrichtungen von der höchsten verbleibenden niederländischen Behörde (dem Kollegium der Generalsekretäre) unterstützt wird, um weiterhin die Verantwortung für seine Tätigkeit zu übernehmen, auch wenn es sich um die Ausführung „kriegswichtiger“ Arbeiten handelt. Letztendlich entschieden sich die Mitglieder des Kollegiums der Generalsekretäre mit überwältigender Mehrheit für eine Zusammenarbeit mit den Besatzern. Ein Faktor dabei war die Befürchtung, dass eine große Zahl von Arbeitslosen entstehen würde, die dann in Deutschland zur Zwangsarbeit verpflichtet werden würden. Diese Entscheidung war ausschlaggebend für die Beziehung zur Besatzungsmacht. Die prinzipielle Position von Winkelman und Ringeling musste einer Form der Zusammenarbeit weichen, „*um Schlimmeres zu verhindern*“. Am 11. Juni wurde Ringeling von der Besatzungsmacht kurzerhand seines Amtes enthoben. Auch Winkelman hält nicht lange mit seiner klaren Haltung hinterm Berg. Auch er wird seines Postens enthoben und am 2. Juli 1940 interniert.⁷⁰

In der täglichen Praxis bedeutet dies, dass die militärische Produktion in den besetzten Niederlanden von der Rüstungs-Inspektion des Wehrwirtschafts- und Rüstungsamtes geleitet wird, die dem Oberkommando der Wehrmacht untersteht. Aber es gibt auch Aufträge im zivilen Bereich. Ab September 1940 werden diese von der Zentralauftragsstelle in Den Haag koordiniert, die zur Finanz & Wirtschaft der deutschen Verwaltung unter Seyss-Inquart gehört. Jedes Unternehmen reagiert auf seine Weise auf den zunehmenden Druck, für Deutschland zu arbeiten, je nach der Einstellung seines Vorstands und seiner Geschäftsführung und dem ihm von den Besatzungsmächten eingeräumten Spielraum. In den meisten Fällen bleibt die Unabhängigkeit des Unternehmens erhalten. In der Luftfahrtindustrie ist dies beispielsweise bei De Schelde, Aviolanda, Van Berkel's Patent und Pander der Fall. In anderen Fällen, wie bei Fokker oder Phillips (ab 1942), wird von der Besatzungsmacht ein deutscher Verwalter zur Wahrung der deutschen Interessen eingesetzt. So erlebt die niederländische Flugzeugindustrie ein bemerkenswertes Wachstum: Die Zahl der Beschäftigten bei Fokker steigt während des Krieges von 1.750 auf 6.000, bei De Schelde von 400 auf 1.500 und bei Aviolanda von 600 auf 2.400.

Für die niederländische Industrie insgesamt besteht ein klares wirtschaftliches Interesse daran, für Deutschland zu arbeiten, ein Interesse, das vor allem von Hirschfeld, dem Generalsekretär für Handel und Industrie, aufmerksam verfolgt wird. Vor dem Krieg waren etwa 50 Prozent der niederländischen Importe und Exporte für Niederländisch-Ostindien bestimmt, und das fiel durch den Krieg völlig weg. Dies bedrohte sofort das Überleben einer großen Anzahl von Unternehmen. Wie schnell sich die Gesamtproduktion für Deutschland (d.h. nicht nur die Kriegsproduktion) entwickelte, zeigt die folgende Übersicht:

Tab. 5.1: Indexierte Einfuhren aus und Ausfuhren nach Deutschland (Basis 1938)⁷¹

	1938	1940	1941	1942	1943	1944
Import	100	107	162	103	91	93
Export	100	197	313	302	331	343

Nach deutschen Schätzungen (von der Zentralauftragsstelle) arbeiten 7 von 10 niederländischen Arbeitnehmern nach einem Jahr für Deutschland. Eine koordinierende Rolle spielte dabei die „Organisationskommission“ („Organisatie-Commissie, OC), die zu diesem Zweck vom Kollegium der Generalsekretäre sanktioniert wurde. Fast die Hälfte der Mitglieder der OC, darunter sicherlich die wichtigsten Mitglieder, waren Mitglieder des NSB. Die Kommission hatte im Wesentlichen die Aufgabe, der niederländischen Wirtschaft die neue deutsche Ordnung aufzuerlegen.

Neben dem Engagement der Wirtschaft gibt es auch einen individuellen Zwang, für Deutschland zu arbeiten. Sehr bald nach der Besetzung der Niederlande werden Arbeitslose in Deutschland eingesetzt, zunächst auf freiwilliger Basis (schon vor dem Krieg war davon die Rede). Die Anwerbung erfolgt auf Anfrage der deutschen Wirtschaft und der niederländischen Arbeitsämter, die zunehmend mit NSB-Mitgliedern besetzt sind. Auch die deutsche Marine und Luftwaffe rekrutieren auf diese Weise Personal für die Kriegsindustrie. Die Schlacht an der Ostfront führte dazu, dass viele deutsche Männer in der Armee eingesetzt wurden. Am 12. Januar 1942 erklärt Göring daher, dass Zwangsarbeit unvermeidlich ist. Die Organisation des Arbeitseinsatzes liegt in den Händen von Sauckel, einem überzeugten NSDAP-Mann, der von Hitler zum „Generalbevollmächtigten für den Arbeitseinsatz“ (GBA) ernannt wird. Das ausführende Organ in den Niederlanden ist die Hauptabteilung Soziale Verwaltung (HSV), die dem Generalkommissar für Finanzen und Wirtschaft untersteht. Die so eingezogenen Arbeitskräfte werden größtenteils in der Kriegsindustrie eingesetzt. Auf niederländischer Seite argumentierten die Arbeitsämter daher, dass dies gegen die „Haager Landkriegsordnung“ verstoße. Bei einem Treffen am 22. April 1942 mit Dr. H. Boening, dem Leiter der HSV, fragt sich Dr. De Kort, Direktor des Arbeitsamtes in Tilburg, laut, wo die Grenze zwischen

„kriegswichtiger“ und „nicht kriegswichtiger“ Arbeit liegt. Und er selbst fuhr fort: *„Wo die Grenze liegt, ist nicht ganz scharf zu stellen. Das ist eine persönliche Frage.“* Boening antwortete sofort, *„dass es hier überhaupt keine Grenze gibt“*.⁷² Andere, wie Bosch van Roenthal, der im Widerstand aktiv war und später zum Vorsitzenden des „Kollegiums von vertraulichen Beratern“⁷³ von der Regierung in London ernannt wurde, waren der Meinung, dass niederländische Staatsangehörige unter keinen Umständen am Arbeitseinsatz⁷⁴ teilnehmen dürften.

Im Laufe des Jahres 1942 müssen in drei verschiedenen Aktionen insgesamt 105.000 Arbeiter versorgt werden. Anfänglich werden noch Freiwillige, Arbeitslose und Arbeitnehmer, die man entbehren kann, angesprochen. Die NLL blieb während dieses Zeitraums völlig unberührt. Am 15. Januar 1943 wurde die vierte Aktion, die „Stahl- und Eisenaktion“, ausgerufen, die 100.000 Arbeiter hervorbringen sollte. Unternehmen, die in den Niederlanden auf die eine oder andere Weise an der Kriegsproduktion beteiligt sind, bleiben nun nicht mehr verschont. Infolgedessen kommt es zu Spannungen zwischen der HSV und der Rüstungsinspektion (unter dem Wehrmachtsbefehlshaber in den Niederlanden, Christiansen).

In der Regel zieht die Rüstungsinspektion den längsten Strohhalbm. Von der vierten „Aktion“ wird schließlich nur etwa die Hälfte realisiert. Anfang 1944 werden die Ausnahmeregelungen ausgeweitet. Durch die Bezeichnung „S-Betriebe oder Sperr-Betriebe“ für Unternehmen, die zu 70 % oder mehr für die deutsche Kriegsindustrie arbeiten, wird der Kampf mit der HSV zugunsten der Rüstungsinspektion entschieden. Solche Benennungen finden in großem Umfang statt: in den Niederlanden etwa 2.000 mit insgesamt etwa 300.000 Arbeitnehmern.⁷⁵ Das NLL wird im Juli 1944 ebenfalls den Status eines S-Betriebes erhalten.

Als direkte Folge der deutschen Besatzung wurde die niederländische Wirtschaft zunehmend in die deutsche (Kriegs-)Wirtschaft integriert. Insbesondere die Haltung des Kollegiums der Generalsekretäre hat zu dieser Entwicklung beigetragen.⁷⁶ Meihuizen stellt in seiner maßgeblichen Studie „Notwendiges Übel“ (Noodzakelijk Kwaad⁷⁷) fest: *„Das Unternehmer mitwirkten, war nicht nur die Verantwortung von Industriellen, sondern auch von Hirschfeld, der Generalsekretär für Wirtschaft, und den anderen Generalsekretären.“* D.G.W. Spitzen, der Generalsekretär des Ministeriums für Wasserverwaltung (das für das NLL zuständige Ministerium), erklärte nach dem Krieg vor dem parlamentarischen Untersuchungsausschuss:⁷⁸ *„Man muss selbst abwägen, ob der Nutzen (seines Bleibens) für die Bevölkerung den Nachteil der Arbeit für den Besatzer überwiegt.“* Er selbst wurde am 11. August 1943 von Seyss-Inquart nach einem Konflikt mit Fiebig über den „Kriegseinsatz der Technik“, den Einsatz von Ingenieuren und Technikern des Ministeriums für Wasserverwaltung (Rijkswaterstaat) in Deutschland,⁷⁹ fristlos entlassen. Nach dem Krieg gibt er an, dass seine Abteilung die Widerstandsgruppen auf vielfältige Weise indirekt unterstützt hat: *„Ich habe oft gesagt: Macht mich nicht klüger als ich bin, ihr habt meinen Segen. ... Was dort geschah, wusste ich jedoch nicht; ich half der Illegalität damit.“*⁸⁰

Die obigen Ausführungen zeigen, dass für die deutsche Kriegsindustrie in großem Umfang produziert wurde. Selbst das Kollegium der Generalsekretäre, die

höchste verbleibende niederländische Behörde, legte die Anweisungen sehr weit aus. Wie ist vor diesem Hintergrund die Zusammenarbeit zwischen dem NLL und AVA zu bewerten? Das NLL ist eine halbstaatliche Einrichtung, eine unabhängige Stiftung, in deren Vorstand jedoch Vertreter der Industrie und interessierter Ministerien sitzen. Es ist klar, dass „kriegswichtige“ Forschung gegen die Landeskriegsordnung und die Richtlinien verstößt und daher von den Vertretern der Ministerien im Vorstand des NLL grundsätzlich nicht akzeptiert werden sollte. Aber die „Anweisungen“ werden sehr leicht anderswo gehandhabt. Und war die vom NLL durchzuführende Forschung „kriegswichtig“ oder ausschließlich wissenschaftlicher Natur? Wie mit diesem Dilemma in der Praxis umgegangen wird, wird im nächsten Kapitel erörtert.

6 Das erste Jahr des Krieges

6.1 Zusammenarbeit mit der AVA

Nach den Besuchen von Baeumker (RLM) am 1. Juli und Betz zusammen mit Engelbrecht (AVA) am 19. Juli 1940 im NLL wird deutlicher, was von deutscher Seite angestrebt wird: eine Zusammenarbeit mit der AVA auf dem Gebiet der Luftfahrtforschung, insbesondere bei der Durchführung von Windkanalmessungen. Nach dem dritten NLL-Quartalsbericht für 1940 zu urteilen, sind alle Arbeiten friedlicher Natur. Wie sollte der NLL-Vorstand reagieren? Der erweiterte Delegiertenausschuss tritt am 2. August und dann erneut am 24. August zusammen. Laut demselben Quartalsbericht werden bei diesen Treffen Maßnahmen erörtert, die *„aufgrund der veränderten Situation erforderlich sind“*. Außerdem wird beschlossen, Direktor Wolff, der am 1. August aus gesundheitlichen Gründen entlassen wird, durch zwei Personen zu ersetzen, einen wissenschaftlichen Direktor, C. Koning (Abb. 6.1), und einen kaufmännischen Direktor, J.L. Chaillet (Abb. 6.2). Neu ist die Ablösung des einköpfigen Managements durch ein zweiköpfiges Team, möglicherweise auch, um die kommenden schwierigen Zeiten besser zu bewältigen. Koning, der von Anfang an beim RSL tätig war, leitete die Abteilung Aerodynamik. Er ist ein sehr erfahrener Wissenschaftler mit internationalem Ruf. Als Leiter der Abteilung Aerodynamik wird er von ir A. Boelen abgelöst. Chaillet hingegen ist ein „Außenseiter“. Er hatte bei der Bataafsche Petroleum Maatschappij BPM (später Shell) in Niederländisch-



Abb. 6.1 Ir. C. Koning, Leiter der Abteilung Aerodynamik, wurde 1940 nach dem krankheitsbedingten Rücktritt von Dr. E.B. Wolff Direktor des NLL. Er hatte dieses Amt bis 1952 inne. Koning kannte Betz, den Direktor der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) in Göttingen, persönlich (siehe auch Abb. 3.6).

Ostindien gearbeitet. Blackstone, der ihn wahrscheinlich in die Verwaltung einbrachte, kannte ihn aus der Zeit, als er ebenfalls in Ostindien tätig war. Er war auf

Urlaub in den Niederlanden, konnte aber wegen des Kriegsausbruchs nicht zurückkehren. Am 13. August wurde Käufl gebeten, diesem Wechsel der Geschäftsführung zuzustimmen. Er stimmte bereitwillig zu. In der Folge zeigte sich, dass diese Aufteilung der Führungsposition ein guter Schritt war.

Es gab noch eine weitere wichtige Veränderung im NLL, und zwar in der Leitung der Abteilungen. Van der Maas, ebenfalls ein Mitarbeiter fast der ersten Stunde und mit großem internationalem Renommee, leitete die Abteilung Flugzeuge. Im Mai 1940 wurde er zum Professor in Delft ernannt. Innerhalb des NLL wurde ir. A.J. Marx sein Nachfolger als Abteilungsleiter. Das NLL möchte seine umfangreichen Erfahrungen, z. B. im Bereich der Flugunfalluntersuchung und im Kontakt mit Flugzeugnutzern (Van der Maas führte unabhängige Testflüge durch), nicht missen und macht ihn deshalb zum Berater des Laboratoriums. In dieser Eigenschaft nimmt er in der Regel an den Sitzungen des Vorstands teil.

In der Zwischenzeit begann man in Göttingen mit der Ausarbeitung des Forschungsprogramms für das NLL. Wie am Ende von Kapitel 4 erwähnt, bittet Betz am 2. August 1940 den Reichsminister der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe um die Erlaubnis, sieben in einer Anlage aufgeführte Forschungsvorschläge durch das NLL durchführen zu lassen. Die Genehmigung erfolgte bereits am 6. August mit einem Schreiben von Baeumker. Die Kosten für die durchzuführenden Untersuchungen können dem RLM auferlegt werden. In demselben Schreiben ließ Baeumker eine weitere interessante Bestimmung aufnehmen, nämlich die: „*Unterlagen über neuere deutsche Flugzeugmuster für die Erledigung dieser Arbeiten können nicht zur Verfügung gestellt werden.*“⁸¹ Das NLL darf also nichts über die Hintergründe der in Auftrag gegebenen Forschung wissen. Die AVA wird sich strikt an diese Vorgaben halten. Fast drei Wochen später, am 26. August, legt Käufl dem NLL eine Liste



Abb. 6.2 J.L. Chaillet wurde nach dem Rücktritt von Dr. E.B. Wolff als Finanzdirektor des NLL vom Vorstandsvorsitzenden des NLL aufgefordert, die Direktion „unter den gegebenen Umständen“ zu verstärken. Er kam von der Bataafse Petroleum Maatschappij BPM in Ostindien und war in den Niederlanden in Urlaub. Bald nach Kriegsende kehrte er zum BPM zurück. Zusammen mit ir C. Koning bildeten sie während des Krieges das Managementteam.

mit den zu vergebenden Aufträgen vor. Das NLL kann beruhigt sein. In der Tat sieht es so aus, als ob die dort aufgeführten Aufträge „allgemeiner Natur“ sind und „ausschließlich in friedlichen Gebieten“ liegen. Auf sie wird in Abschnitt 9.2 näher eingegangen.

Am 2. September wurde diese Ermächtigung von Baeumker und damit vom RLM in einem Schreiben an die AVA bekräftigt. Und er fügt hinzu: *„Um eine gleichmäßige Behandlung der von deutscher Seite an das Nationale Luftfahrtlaboratorium vergebenen Aufträge zu gewährleisten, ist es zweckmäßig, dass Aufträge anderer Forschungsanstalten oder sonstiger deutscher Stellen ausschließlich durch die Aerodynamische Versuchsanstalt an das Nationale Luftfahrtlaboratorium vergeben werden.“*⁸² Obwohl, wie später gezeigt wird, viele Aufträge von der AVA selbst oder von Schwesterinstituten kamen, kam ein nicht unerheblicher Teil der Windkanalarbeiten tatsächlich von der Industrie. Aber aus Sicht des NLL ist die AVA der einzige Kunde. Nicht nur, dass dem NLL die Hintergründe der Forschung vorenthalten werden, es weiß auch nicht, wer der eigentliche Auftraggeber ist.

Die Zusammenarbeit mit Deutschland erfordert natürlich auch die Zustimmung der niederländischen Ministerien. Eine *„Endgültige Regelung“*, wie sie das RLM in seinem Schreiben vom 25. Mai 1940 angekündigt hat, gibt es noch nicht. Am 17. September⁸³ finden Beratungen zwischen Blackstone als Vorsitzendem des NLL-Vorstands und Dr. Stüler, Regierungsvizepräsident und Vertreter von Seyss-Inquart statt. Er untersteht Dr. F. Wimmer (Generalkommissar Verwaltung und Justiz) und ist Leiter der Hauptabteilung Inneres. Bei dieser Konsultation sind auch der Direktor des Luftfahrtendienstes, ein Vertreter des Innenministeriums und Käußl als Beauftragter des Generalluftzeugmeisters anwesend. Der kurze und klare Vertragsentwurf enthält sieben Bestimmungen, die unter anderem besagen, dass das RLM das letzte Wort hat, wenn es um (die Ausführung von) Aufträgen geht, und dass Vertraulichkeit vorgeschrieben ist. Es spricht nichts dagegen, dass das Laboratorium mehr oder weniger in der alten Struktur weiterarbeitet. Die Befugnisse des Vorstands bleiben unverändert, wobei die Begriffe „Aufsichtsrat“ und „Delegierte“ ausdrücklich erwähnt werden. Der Vertreter des RLM hat jedoch das Recht, an den Vorstandssitzungen teilzunehmen, ein Recht, von dem unseres Wissens nach kein Gebrauch gemacht wird. Die finanzielle Regelung muss noch mit dem RLM weiter

erörtert werden. Der Bericht über dieses Treffen wurde von Käußl erstellt und datiert vom 20. September 1940 in Göttingen.⁸⁴

In einer Notiz an den Vorstandsvorsitzenden vom 22. November 1940 schreibt Chaillet, dass er von Käußl eine zufriedenstellende Antwort bezüglich der Geschäftsabwicklung der AVA-Aufträge erhalten hat.⁸⁵ Aber es gibt immer noch keine von allen Parteien gebilligte Einigung zwischen RLM und NLL. Anfang 1941 spricht Chaillet mit Käußl darüber und dieser kann berichten, dass eine solche Vereinbarung bald zu erwarten ist.⁸⁶

Die Beratungen dazu laufen offenbar im RLM. Am 19. Dezember 1940 schreibt Baeumker einen Brief an den Reichskommissar für die besetzten niederländischen Gebiete (Seyss-Inquart) und den Generalkommissar für Verwaltung und Justiz (Wimmer).⁸⁷ Dieses Schreiben bezieht sich auf das oben erwähnte Gespräch vom 17. September. Dabei kommt es zu einer Reihe von Änderungen. War im Originaldokument noch von „*der Vertreter des RLM*“ die Rede, wird in den vorgeschlagenen Ergänzungen die AVA als „*Geschäftsführer*“ bezeichnet: „*Anträge von deutscher Seite sowohl von Firmen, wie von Behörden, von privaten oder staatlichen Forschungsstellen dürfen nur durch Vermittlung der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen an das NLL vergeben werden.*“ Interessant ist auch, dass hier ausdrücklich „*Firmen*“ genannt werden. Das RLM hält sich von vornherein die Möglichkeit offen, Arbeiten für die deutsche Industrie durch das NLL ausführen zu lassen, sofern sie von der AVA genehmigt werden. Es kann auch nicht sein, dass der Vorstand des NLL die Ausführung der von der AVA erteilten Aufträge stoppen kann. Das NLL hat also keine große Wahl. Die Abrechnung der Kosten erfolgt nach „*wirtschaftlich einwandfreien Grundsätzen*“. Dieses Schreiben wird von Stüler am 21. Januar 1941 an Frederiks, den Generalsekretär des Innenministeriums,⁸⁸ weitergeleitet. Stüler beschreibt auch das weitere Vorgehen. Zunächst sollten Konsultationen mit dem „*Ministerium für Wasserverwaltung*“ (zu dem das NLL gehört) und erst dann mit dem NLL in Anwesenheit von Engelbrecht, dem Finanzdirektor der AVA als Vertreter des RLM, stattfinden. Frederiks handelt daraufhin sofort: Bereits am 24. Januar erhält Blackstone ein „*inoffizielles*“ Schreiben von Frederiks mit einer Kopie von Stülers Schreiben an Frederiks. Dazu gehört höchstwahrscheinlich auch eine Kopie von Käußls Bericht über die im September geführte Diskussion. Allerdings wurden zwei neue Punkte hinzugefügt: Die Geheimhaltung sollte sich auf den Vorstand und das Ministerium erstrecken und, etwas radikaler, Entscheidungen des NLL-Vorstands, die dem RLM schaden könnten, sollten vom RLM genehmigt werden. Letzteres könnte die Unabhängigkeit des NLL stark einschränken. Wer dies hinzugefügt hat, ist nicht klar. Wie dem auch sei, der neue Text führte zu weiteren Beratungen im Vorstand, wie Blackstone in einem Schreiben an die Delegierten vom 10. Februar 1941 erklärt, indem er sie über die neuesten Entwicklungen informiert. Dies zeigt, dass Blackstone die Initiative für sich ergriffen hat. Nach Rücksprache mit Damme (stellvertretender Vorsitzender des NLL-Vorstands) und Chaillet erarbeitete er einen Verordnungsentwurf, der allen Anforderungen der deutschen Behörden entsprach,

„ohne Situationen oder Beziehungen zu schaffen, die das reibungslose Funktionieren unseres Labors zu sehr erschweren würden“.⁸⁹ Dieser Entwurf enthält alle Punkte des ursprünglichen Textes sowie spätere Ergänzungen von deutscher Seite. Noch wichtiger ist die Bestimmung, dass die Kosten für die durchgeführten Arbeiten auf der Grundlage der geltenden Vorschriften des NLL berechnet werden. Es wird ein prozentualer Zuschlag⁹⁰ von 200 % angewandt, wie er für Nicht-Mitglieder verwendet wird. Damit ist eindeutig festgelegt, wie die Kosten auf die AVA abgewälzt werden können. Diese Fassung wurde auch (möglicherweise von J.M. Kan, Referendar im Innenministerium) am 4. Februar 1941 an Stüler geschickt⁹¹ zusammen mit „unseren Bestimmungen über die Ausführung von Arbeiten für staatliche Einrichtungen und Privatpersonen ...“ einschließlich der jährlichen Festsetzung des Zuschlagssatzes. Stüler leitet diesen Vorschlag am 15. Februar an Engelbrecht⁹² weiter und schlägt vor, ihn am 3. oder 7. März zu erörtern. Blackstone bittet auch die Delegierten, sich bis zu diesem Datum zu äußern. Am 18. April wird dieser Entwurf dann an die Mitglieder des Vorstands weitergeleitet, die am 25. April 1941 zusammenkommen, um ihn zu erörtern. Der Vorstand stimmt ohne große Diskussion zu. Dem Protokoll dieser Sitzung zufolge teilt Chaillot weiter mit: „... dem Beauftragten des General-Luftzeugmeisters, Dipl. Ing. Käußl, wurde ein Büroraum im Labor zur Verfügung gestellt. Der Kontakt mit Herrn Käußl ist von angenehmer Natur. Die deutschen Aufträge, die das Labor erhalten hat, scheinen wissenschaftlicher Natur zu sein, sie haben keinen direkten Nutzen für die derzeitigen Kriegsanstrengungen. Diese Aufträge werden bezahlt.“ Laut Stülers Korrespondenz versuchen sie dann, ein weiteres Treffen im Mai zu arrangieren, an dem er, Kann,⁹³ Engelbrecht und das NLL teilnehmen sollen, aber die vorgeschlagenen Termine scheinen nicht zu passen. Danach enthalten die Archive keine weiteren Informationen mehr. Es ist davon auszugehen, dass der oben erwähnte Entwurf von Blackstone, Damme und Chaillot von allen Beteiligten, auch auf deutscher Seite, akzeptiert oder zumindest von allen Parteien in der Praxis als Ausgangspunkt verwendet wurde, möglicherweise ohne formelle Zustimmung.

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass weder das RLM noch die AVA direkt an der Verwaltung des NLL beteiligt sind. Dies steht in völligem Einklang mit dem weiteren Verlauf der Ereignisse. Das Ergebnis ist also eine Vereinbarung, die dem NLL einen großen Spielraum lässt und finanziell vorteilhaft ist. Es lässt dem NLL kaum eine andere Wahl, als bei der Durchführung von Aufträgen für Deutschland mitzuwirken. Nach der Erklärung von Chaillot handelt es sich jedoch um Aufträge, die „keinen direkten Nutzen für die gegenwärtigen Kriegsanstrengungen haben.“

Das Fehlen einer förmlichen Vereinbarung scheint die Durchführung der Arbeiten für die AVA Ende 1940 nicht verhindert zu haben. Auf den internen Auftragszetteln der ersten neun deutschen Aufträge (zu den ursprünglich erwähnten sieben Aufträgen sind inzwischen zwei hinzugekommen; siehe dafür Abschnitt 9.2) steht meist „mündlicher Auftrag“ (über Käußl) mit einem nachfolgenden schriftlichen Auftrag der AVA vom 23. November 1940 in fast allen Fällen. In einem Schreiben vom 9. Dezember werden diese förmlichen Anordnungen dann vom NLL schrift-

lich bestätigt. In diesem Schreiben wird sogar berichtet, dass eine dieser Untersuchungen inzwischen durchgeführt wurde (sic). Der Auftrag für diese Untersuchung wurde bereits am 26. August 1940 erteilt, und der entsprechende Bericht (V.1242) sowie die Rechnung dafür wurden bereits am 28. November an die AVA gesandt. Dieser Bericht von ir J.H. Greidanus enthält eine numerische Ausarbeitung eines Falles von Flügelruderflattern* am Transportflugzeug Ju 52.⁹⁴ Es ist jedoch fraglich, ob sich das NLL zu diesem Zeitpunkt dessen bewusst war. Diese Arbeit fügt sich nahtlos in Greidanus' frühere Forschungen über Flattern ein, über die in Kapitel 9.4 mehr zu erfahren ist. Küssner, die Kontaktperson für diese Aufgabe bei der AVA, bestätigt den Erhalt des betreffenden Berichts.⁹⁵ Er schreibt: „*Ich danke Ihnen für die übersichtliche Lösung dieses ersten Auftrages und hoffe, dass wir Ihnen bald weitere theoretische und experimentelle Aufträge übergeben können.*“ Er fügt hinzu, dass er hofft, bald nach Amsterdam zu kommen, nachdem er vor nunmehr elf Jahren eine Einladung von Koning erhalten hat. Die Korrespondenz bestätigt die bestehenden guten wissenschaftlichen Kontakte zwischen NLL und AVA. Die Ausführung der anderen Aufgaben dieser ersten Serie erfordert etwas mehr Zeit. Dies liegt auch daran, dass diese die Erstellung von Windkanalmodellen durch das NLL erfordern, die mit der AVA abgestimmt werden müssen. Außerdem wurde eine Reihe von Aufträgen dieser ersten Serie später von der AVA geändert oder zurückgezogen. Auf alle diese Aufträge wird in Kapitel 9.2 näher eingegangen.

Neben der formellen schriftlichen Vereinbarung gab es laut Van der Neut, dem Leiter der Abteilung Festigkeit, auch eine informelle Vereinbarung zwischen Betz und Koning. Kurz vor seinem Tod im Jahr 1984 hat Van der Neut seine Erinnerungen an die Kriegszeit schriftlich festgehalten.⁹⁶ Darin schreibt er:

Die Ausführung deutscher Befehle barg das Risiko, dass die Arbeiten der feindlichen Kriegsführung zugute kamen. In dieser Hinsicht wurden die vorgeschlagenen Untersuchungen so gut wie möglich berücksichtigt. Als sich ein Fall ergab, der der deutschen Kriegsführung eindeutig zugute kommen könnte – Windkanalmessungen an einem Flugzeugmodell – suchte Direktor Koning das Gespräch mit Prof. Betz, dem Direktor der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen. Sie kannten sich schon aus der Vorkriegszeit und hatten daher das freundschaftliche Verhältnis von wissenschaftlichen Kollegen zueinander. Prof. Betz verstand den Einwand, zog den Auftrag zurück und erstellte die folgende Richtlinie für die Vergabe von Aufträgen an das NLL:

1. *Wenn eine Untersuchung kriegswichtig ist, kommt sie für eine Beauftragung nicht in Frage, weil man den Niederländern nicht trauen kann.*
2. *Wenn eine Untersuchung keine unmittelbare kriegerische Bedeutung hat, d.h. allgemeiner Natur ist, kann sie Gegenstand eines Auftrags sein und wir werden sie ‚kriegswichtig‘ nennen.*

Van der Neut fügte hinzu: „*Natürlich wird nichts von dieser Vereinbarung in den Archiven zu finden sein. Die Hauptsache ist, dass Göttingen sich daran gehalten hat.*“ Angesichts der persönlichen Kontakte zwischen Betz und Koning ist es jedoch plausibel, dass es informelle Gespräche über die Art der auszuführenden Arbeiten gab.

Bemerkenswert ist jedoch die Bemerkung von Van der Neut, dass „kriegswichtige“ Arbeiten ausgeschlossen sind, die Arbeit aber dennoch nach außen hin als „kriegswichtig“ dargestellt wird. Eine mögliche Erklärung ist, dass Mitte 1941, also genau in dem hier diskutierten Zeitraum, von Fokker großer Druck ausgeübt wurde, NLL-Mitarbeiter bei den von Fokker für die Junkers-Werke ausgeführten Arbeiten einzusetzen. Diesem Druck konnte man widerstehen, indem man betonte, dass das NLL selbst mit „kriegswichtiger“ Forschung beschäftigt sei. Die externen Bedrohungen, denen das NLL in diesem Zeitraum und darüber hinaus ausgesetzt ist, werden in Kapitel 10 ausführlicher erörtert. Daraus geht hervor, dass Betz gegenüber Fokker betonte, die Arbeit im NLL sei „kriegswichtig“.

Wie Van der Neut selbst feststellt, ist es nicht mehr leicht festzustellen, ob eine solche informelle Vereinbarung tatsächlich bestand. Ob sich die AVA tatsächlich daran gehalten hat, insbesondere im Hinblick auf ihren „kriegswichtigen“ Charakter, wird sich bei einer genaueren Analyse der Aufträge zeigen (siehe Kapitel 9).

Der konkrete Anlass, auf den sich Van der Neut hier am Anfang des Zitats bezieht (*Windkanalmessungen an einem Flugzeugmodell*), war wahrscheinlich eine Anfrage der Junkers-Werke in Dessau für Windkanalmessungen an einem Kühlsystem für eine Triebwerksgondel. Am 22. Oktober 1941 schickt Koning ein persönliches Schreiben an Betz per Eilbrief über die Verbindungsstelle des Luftzeugmeisters in Amsterdam. Darin schreibt er, dass die Herren Tanner und Wilhelm von den Junkers-Werken ihn mit der Bitte um Windkanaluntersuchung über das Kühlsystem der Gondeln besucht haben.⁹⁷ Diese Untersuchung hat große Eile. Koning antwortet,⁹⁸ dass diese Art von Anfrage über die AVA laufen sollte und dass die Windkanäle sehr stark ausgelastet sind. *„Persönlich möchte ich noch bemerken, dass dieser neue Eilauftrag sehr schlecht in unser Programm passen würde und einen störenden Einfluss auf die Ausführung der anderen von Ihrem Institut übermittelten Aufträge haben würde. Mit Interesse sehe ich Ihrer Stellungnahme in dieser Frage entgegen.“* Die Art dieses Auftrags gefällt Koning offenbar nicht. In den Archiven ist keine schriftliche Antwort auf diesen Eilbrief zu finden. Es ist möglich, dass Koning und Betz ein Telefongespräch miteinander geführt haben. Koning ist jedoch Realist genug, um zu bedenken, dass ein Eilauftrag eines deutschen Flugzeugwerks an der Kühlung von Triebwerksgondeln wahrscheinlich nicht *„von grundsätzlicher Art“* ist. Konings Botschaft in seinem „Eilbrief“ könnte daher in der Aufforderung an Betz bestehen, das NLL keine anderen Forschungsarbeiten durchführen zu lassen als diejenigen, die von der AVA einvernehmlich beschlossen und als friedlich versprochen wurden. Soweit bekannt ist, wurden diese Messungen für Junkers nicht durchgeführt.

Zuvor hatte sich das NLL bereits mit Aufträgen befassen müssen, die möglicherweise kriegswichtig waren. In einem Brief vom 12. Juni 1941 an das NLL (geschrieben aus Paris) erwähnt Käufl einen Auftrag für Windkanalmessungen auch am Kühlsystem für eine Triebwerksgondel („Kühlerflügel“, Kapitel 9.5, Auftrag [1460]). Dieser Auftrag läuft über die AVA. Den deutschen Archiven zufolge geschieht dies auf Antrag von Messerschmitt.⁹⁹ Die Messungen werden von Böck, einem Mitarbeiter von Messerschmitt, begleitet. Das NLL ist sich dessen jedoch

nicht bewusst und es wird angenommen, dass es an einem AVA-Auftrag arbeitet. Abgesehen davon deuten die Art der Forschung und der Zeitdruck darauf hin, dass auch dieser Auftrag mit der Entwicklung eines konkreten Projekts verbunden ist und sicherlich nicht als „wissenschaftlich“ bezeichnet werden kann.¹⁰⁰ Soweit sich feststellen lässt, war dies das erste Mal, dass Betz den Auftraggeber der Forschung absichtlich vor Koning verheimlichte. Dies geschieht später noch mehrere Male. Tut Betz dies, weil er sich bei Koning unwohl fühlt, wenn es um kriegswichtige Arbeiten geht? Oder befolgt Betz lediglich die Anweisung des RLM, den Hintergrund der Untersuchung vor dem NLL geheim zu halten.

Und es gibt noch einen weiteren früheren Fall, bei dem es sehr plausibel ist, dass es um „kriegswichtige“ Forschung geht, wenn auch indirekt. Noch vor Ende 1940, am 14. Oktober, geht eine mündliche Anfrage der Maatschappij Van Berkel's Patent N.V. für Messungen (im Windkanal) an einem so genannten „Schneeschuh“ ein. Dieser Auftrag ist der erste in einer Reihe von Untersuchungen zu verschiedenen Arten von Schneekufen, einer Art Ski, der unter Flugzeugen montiert werden kann, um eine Landung auf Schnee zu ermöglichen (siehe auch Kapitel 8.4 und Abbildung 8.6). Van Berkel's Patent erhielt diesen Auftrag von der Firma Junkers. Laut dem vierten NLL-Quartalsbericht des Jahres 1940 besuchen die Herren Dresel und Nücker von dieser Firma das NLL, um die durchzuführenden Windkanalforschungen zu besprechen.¹⁰¹

Der Auftrag für diese Messung für Van Berkel's kommt direkt von dieser Rotterdamer Firma und geht an der AVA vorbei, obwohl Käufl in seiner Funktion als Vertreter des Generalluftzeugmeisters sehr wohl davon wusste. In dem oben zitierten Schreiben von Käufl vom 12. Juni 1941 über Messungen an einem „Kühlerflügel“ werden auch neue Messungen an „Schneekufen“ angesprochen. Die bereits erwähnte Vereinbarung mit der AVA, dass Aufträge immer über die AVA laufen sollen, gilt hier nicht, da es sich um einen niederländischen Kunden handelt.

6.2 Das wahre Gesicht des Besitzers

Am 28. August 1940 richtete Wimmer, der Generalkommissar für Verwaltung und Justiz, ein Schreiben an die Generalsekretäre der verschiedenen Ministerien, in dem er sie daran erinnerte, dass sie *„keine Personen zu Beamten ernennen. ... die ganz oder teilweise jüdischen Blutes sind.“*¹⁰² Auf diese Mitteilung folgt am 11. September ein Schreiben, in dem eine Liste aller Personen, die ganz oder teilweise jüdischer Herkunft sind, gefordert wird. Anschließend wird eine Personalliste verteilt, auf der angegeben werden muss, ob die betreffende Person ein oder mehrere jüdische Großeltern oder einen jüdischen Ehepartner hat. Daraus ergeben sich die Namen der folgenden fünf Mitarbeiter: F.J. Dubiez (Instrumentenbauer; 1918),¹⁰³ H. Groen (Technischer Zeichner; 1921), F.J. Burgerhout (Verwaltungsbeamter; 1938), A.A. Spitz (Ingenieur in der Flugzeugabteilung; 1939) und J.J. Hartog (Verwaltungsbe-

amter; 1939). Es ist anzumerken, dass Dubiez und Groen bereits bei der RSL beschäftigt waren (und somit Beamtenstatus hatten), während die anderen drei als Vertragsbedienstete zum NLL kamen.¹⁰⁴ Diese Informationen werden Blackstone von Chailet mit der Bitte übermittelt, sie an das Generalsekretariat des „Ministerium für Wasserverwaltung“¹⁰⁵ weiterzuleiten. Diese Informationen wurden durch „*persönliche Befragung jedes Beamten oder Angestellten eingeholt, wobei jeder darauf hingewiesen wurde, dass die Verantwortung für die Richtigkeit der Antworten bei dem/ den Befragten liegt.*“ Bereits einen Monat später, am 12. November 1940, richtete Chailet ein Schreiben an den Sekretär des NLL-Vorstands,¹⁰⁶ in dem er darum bat, Burgerhout „*im Hinblick auf die Bestimmungen des Rundschreibens von Waterstaat von der Namensliste zu streichen.*“

Danach blieb es ruhig, bis das Ministeriums für Wasserverwaltung am 31. Dezember 1940 Formulare mit einer Reihe von Fragen verschickte, die von den Genannten auszufüllen und zu unterschreiben waren (die so genannte „arische Erklärung“). Diese Formulare (es gab zwei Typen, A und B) werden für Groen, Spitz und Hartog (Modell B) und für Burgerhout (Modell A) ausgefüllt zurückgesandt. Dubiez hat alle Fragen auf dem Formular durchgestrichen, „*da sie nicht auf ihn zutreffen*“.¹⁰⁷ Ein Blanko-Muster A wird von ihm verlangt werden, erklärte Chailet nach Rücksprache mit dem Ministerium.

Damit soll die Entlassung der betroffenen Beamten vorbereitet werden, zumindest derjenigen, die das Formular B ausgefüllt haben. Am 22. Januar 1941 wendet sich Chailet in einem Schreiben an den Vorstandsvorsitzenden Blackstone und antwortet damit auf ein kurz zuvor verfasstes Schreiben (wahrscheinlich vom Ministerium) über die Entlassung von Groen und Spitz. Beide haben mehr als zwei jüdische Großeltern. Chailet bittet um einen Aufschub für die Übermittlung seines Entlassungsschreibens. Er argumentiert, dass ihre Arbeit, insbesondere die von Spitz, für die Durchführung der deutschen Aufträge für die AVA unverzichtbar ist. Er hat dies mit Käufl (damals in Paris) besprochen, der vorschlägt, dass vorerst kein „Abbau“ von entlassenem wissenschaftlichem Personal stattfinden sollte, ohne ihn zu informieren.¹⁰⁸

Daraufhin erhält Groen an seine Privatadresse ein Formular des Ministeriums für Wasserverwaltung, in dem sein Rücktritt implizit bestätigt wird. Am 6. Februar beschwert sich ein verärgertes Chailet in einem Brief an Blackstone über diesen Umstand. Wie vereinbart, hatte er das Entlassungsschreiben noch nicht an Groen übermittelt. Er berichtet auch, dass er Groen einen Vorschuss gegeben hat. Blackstone erklärt dann, dass dies auf einem Missverständnis beruht: Groen musste dieses Formular unterschreiben, um sich seine Abfindung zu sichern. Am 10. Februar schickte Chailet das Entlassungsschreiben aus dem Ministerium dennoch mit einer Kündigung zum 1. März 1941. Im Juni desselben Jahres erhielt Groen vom Generalsekretariat des Innenministeriums einen Bescheid über seine Abfindung. Darin heißt es unter anderem, dass er bis zum 21. Oktober 1964, dem Datum seiner Pensionierung, eine Abfindung erhält.

In der Zwischenzeit gelingt es Chaillet, Käufl zu überreden, sich an die deutschen Behörden zu wenden, um Spitz wegen seiner Unverzichtbarkeit für die Arbeit von der Entlassung freizustellen. Er versucht, dies am 24. Februar zu tun. Wimmer (Leiter von Verwaltung und Justiz, direkt unter Seyss-Inquart) ist nicht anwesend und sein Stellvertreter Stüler (Hauptabteilung Inneres, unter Wimmer) ist krank in Deutschland. Laut Chaillet richtete Käufl sogar ein Schreiben an den Reichskommissar (Seyss-Inquart) und es gelang Käufl schließlich, jemanden aus der deutschen Verwaltung, der mit der Angelegenheit vertraut war, zu einem Gespräch zu bewegen.¹⁰⁹ Dieser meint „... falls die niederländischen Behörden nicht in der Lage sein sollten, einen angemessenen Ersatz zu stellen, sollte ein deutscher Ingenieur aus Deutschland zu diesem Zweck ernannt werden.“ In der Zwischenzeit kehrte Käufl am 29. April aus Paris zurück und berichtete Chaillet über seine Gespräche mit den deutschen Behörden. Schließlich rät er, dass das NLL selbst einen Antrag bei der höchsten niederländischen Behörde stellen sollte, der das NLL untersteht. In diesem Antrag ist zu betonen, dass „das NLL alles getan hat, um ‚die unerwünschte Beziehung zu Herrn Spitz‘ zu beenden“.¹¹⁰ Schließlich gelingt es, Spitz eine Atempause zu verschaffen, dass er noch bis Ende September von zu Hause aus arbeiten darf, um seinen Nachfolger einzuarbeiten.

Auch andere, die sich im NLL engagieren, sind persönlich von den Folgen der deutschen Besetzung betroffen. Aus dem Protokoll der Vorstandssitzung vom 25. April 1941¹¹¹ geht dies hervor, aber es ist zu bedenken, dass es unter der deutschen Besetzung und unter der Aufsicht von Käufl nicht mehr möglich ist, frei zu sprechen.

Ir. Wolff, der Direktor des NLL, der am 1. August 1940 aus Krankheitsgründen zurücktrat „... umso mehr, als die Emotionen, die ich durchlebt hatte, sich negativ auf meine Konstitution ausgewirkt hatten ...“ starb am 6. Februar 1941. Es wird ihm stehend gedacht. Wolff war Jude.

Sehr neutral heißt es in dem Bericht: „Im Zusammenhang mit dem Rücktritt von Prof. Dresden, der stellvertretender Vorsitzender [des Wissenschaftlichen Ausschusses] war ... wurde es vorgeschlagen, Prof. Burgers [Professor für Fluidodynamik an der Technischen Universität Delft] als solchen zu ernennen“. Es wird nicht erwähnt, warum: Dresden war jüdisch und konnte daher diese Position nicht mehr innehaben.

Bei dieser Sitzung ist auch der neu ernannte Berater des NLL, Van der Maas, anwesend. Seine Anwesenheit und die des Vorstandsmitglieds ir J.F. de Vogel im Namen des Bildungsministeriums und Vorsitzenden des Kuratoriums der Technischen Universität Delft bestätigten die engen Beziehungen zwischen dem NLL und der Technischen Universität Delft.

Bei diesem Treffen war Van Tijen, der Direktor von Fokker, nicht mehr anwesend. Ende November 1940 wurde er wegen „Feindbegünstigung“ verhaftet, aber im darauffolgenden Februar aus Mangel an Beweisen wieder freigelassen. In der Geschäftsführung von Fokker setzte Göring Seekatz höchst persönlich ein. Seekatz hatte von Anfang an als Verkaufsleiter bei Fokker gearbeitet und war ein Bekannter

von Göring. Am 1. März 1941 tritt Van Tijen, der mit dieser Ernennung nicht einverstanden ist, selbst aus Fokker aus. Er tritt aus dem Vorstand des NLL zurück und verschwindet damit auch als Delegierter. Er wird im NLL-Vorstand nicht ersetzt. Er schließt sich dem Widerstand an, wird erneut verhaftet und kommt schließlich in das Konzentrationslager Buchenwald. Aber er überlebt das Lager und kehrt nach dem Krieg als Direktor zu Fokker zurück. Die Tatsache, dass Fokker unter deutsche Kontrolle geriet, bedeutet nicht, dass Fokker völlig vom NLL abgekoppelt ist. Die Forschung für Fokker findet in den Windkanälen immer noch in sehr begrenztem Umfang statt, worauf in Kapitel 8.3 zurückgekommen wird.

Auch Koolhoven ist nicht mehr Mitglied des Vorstands. Seine Fabrik wurde in den Maitagen völlig zerstört und er zieht sich enttäuscht in sein Haus auf Kaageiland (südlich von Amsterdam) zurück. Damit wird der Verband niederländischer Flugzeughersteller (Vereniging van Nederlandsche Vliegtuigfabrikanten), der sowohl von Koolhoven als auch von Van Tijen im Vorstand vertreten wurde, der Boden entzogen. Auch für ihn gibt es keinen Stellvertreter. Koolhoven als Fabrik hört einfach auf zu existieren. Damit entfällt auch der finanzielle Beitrag an das NLL.

Ein einmaliges neues Gesicht am NLL-Vorstandstisch ist Plesman, der Direktor von KLM, der formal nicht im Vorstand vertreten ist. KLM wird normalerweise von G. Spit und C. Wijdooge vertreten. Aufgrund des Krieges kann die KLM ihren Flugbetrieb von den Niederlanden aus nicht mehr fortsetzen. Der Schwerpunkt der Operationen verlagert sich dann auf Niederländisch-Ostindien, bis im Dezember 1941 der Krieg mit Japan ausbricht. Plesmans Anwesenheit könnte mit der auf dem Treffen eingegangenen Verpflichtung zusammenhängen, die privaten Beiträge von KLM und KNILM zum NLL zu erhöhen. Eine Zusage, die aufgrund des Wegfalls des Beitrags des Verbandes niederländischer Flugzeughersteller und aufgrund der Tatsache, dass die Beiträge an ein maximales Betriebsdefizit von 150.000 Gulden gemäß einer am 1. August 1942 auslaufenden Vereinbarung gebunden sind, sehr zeitgemäß und notwendig ist. Plesman legt offenbar großen Wert darauf, dass das NLL seine Arbeit zum Wohle der Luftfahrt fortsetzen kann. Nur einen Monat nach dieser Vorstandssitzung, im Mai 1941, wird Plesman verhaftet und für fast ein Jahr ins Gefängnis gesteckt. Anschließend wird er in den Osten der Niederlande „verbannt“. Dies wird in Kapitel 8.2 ausführlicher behandelt. Anfang Januar 1942 erhält Blackstone ein von Seekatz (im Namen von Fokker), Wesseling (im Namen von De Schelde) und Van de Velde (im Namen von Aviолanda) unterzeichnetes Schreiben, in dem der Vertrag des Verbandes niederländischer Flugzeughersteller mit dem NLL gekündigt wird. Der Grund dafür wird nicht erklärt. Daraufhin wird der Vorstand darüber informiert, dass Plesman zugestimmt hat, dass KNILM den Verlust von Beiträgen¹¹² teilweise ausgleicht.

6.3 Die Voraussichten

Die oben genannten Ereignisse im ersten Kriegsjahr zeigen, in welcher Situation sich das NLL befand. Die Illusion, dass die Niederlande im Zweiten Weltkrieg neutral bleiben könnten, hatte sich bereits am 10. Mai zerschlagen. NLL hatte sich insofern an die neue Situation angepasst, als mit den Besatzungsmächten eine grundsätzliche Vereinbarung über bezahlte Arbeit „wissenschaftlicher Art“, getroffen worden war. Aber sowohl bei der Arbeit an den Schneekufen für Van Berkel's Patent als auch bei der auf die Entwicklung von Flugzeugen ausgerichteten Arbeit am Kühlerflügel müssen einige Mitarbeiter ihre Zweifel gehabt haben. Und mit dem harten Vorgehen der deutschen Besatzer gegen jüdische Mitbürger wurden die Folgen der nationalsozialistischen Ideologie auch im NLL schmerzlich deutlich. Natürlich findet sich in den Unterlagen des Vorstands keine Spur davon. Blackstone wird bewusst gewesen sein, dass es nicht mehr möglich war, dies frei zu diskutieren. Das Hauptaugenmerk des Vorstands liegt auf dem Fortbestand des NLL. In der Vorstandssitzung vom 12. Juni 1940 wird noch berichtet, dass die Einnahmen aus Aufträgen erheblich geringer ausfallen werden und ein Liquiditätsproblem entstehen könnte. Eine der ersten Aufgaben von Chaillet, der am 1. August 1940 zum kaufmännischen Direktor ernannt wird, ist daher die Aufstellung eines Haushaltsplans für 1941. Das betreffende Dokument wurde am 14. September 1940 fertiggestellt. Darin werden eine konservative und eine optimistische Schätzung angegeben. In der optimistischen Schätzung ist die deutsche Arbeit bereits berücksichtigt, aber es ist noch unklar, wie sich die Situation entwickeln wird. Bis Ende Januar kann eine viel bessere Einschätzung gemacht werden¹¹³ und die finanzielle Situation des NLL scheint sich darin sehr günstig zu entwickeln. Dies ist nicht zuletzt auf Aufträge von deutscher Seite zurückzuführen, die im Umfang mit den ehemals niederländischen Aufträgen übereinstimmen (einschließlich Arbeiten für Van Berkel's Patent). Chaillet stellt fest, dass *„ein großer Teil der erhaltenen Aufträge sowie die Möglichkeiten [für Aufträge] auf die Kriegssituation zurückzuführen sind“*. Dann schreibt er: *„Es ist nicht absehbar, wie und bis wann die Besatzungssituation andauern wird“*... und ein bisschen weiter ... *„Der streng wissenschaftliche Charakter der Aufträge und die entsprechenden Möglichkeiten seitens der deutschen Behörden sind eine Garantie dafür, dass ein sehr großer Teil von ihnen auch in ferner Zukunft bestehen wird. ... So gesehen ist es gerechtfertigt, die Existenzberechtigung oder gar das Wachstum des NLL mit Zuversicht zur Kenntnis zu nehmen.“* Und dann wird vorgeschlagen, 15 neue Mitarbeiter einzustellen. Die Schlussfolgerung ist zwingend, dass es dem NLL gut geht, nicht trotz, sondern wegen des Krieges.

Infolgedessen war auch das fertiggestellte neue Gebäude unzureichend. In den Maitagen des Jahres 1940, nachdem das NLL von der Marinewerft in das damals noch nicht verglaste Gebäude am Sloterweg umgezogen war, galt die Aufmerksamkeit zunächst der „Bewohnbarkeit“ des neuen Gebäudes. Dies ging langsam voran, aber Ende 1940 wurden fast alle Räume wie ursprünglich geplant genutzt, mit Ausnahme des Sitzungssaals und des Zimmers des wissenschaftlichen Direktors Koning. Zuvor waren der Große Kanal¹¹⁴ (27. Juni 1940) und der Kleine Kanal

(29. November 1940) für die ersten Probenahmen bereit. Das neue Gebäude erwies sich bald als zu klein. In einem Vermerk „Platzmangel im neuen Gebäude“ von Brethouwer¹¹⁵ (dem Betriebsingenieur) aus dem Jahr 1941 ist sogar von einem neuen „Verwaltungsgebäude“ die Rede, um Platz zu schaffen (siehe Kapitel 7.2). Die deutschen Aufträge verlangten mehr Platz als vorhanden war.

Mit der Zunahme der Arbeit ist das Überleben des NLL finanziell nicht mehr gefährdet. Auf der oben erwähnten Vorstandssitzung vom 25. April 1941 konnte Chaillet daher bemerken: „*Spr. ist überzeugt, dass sich das Laboratorium in einer Phase großen Wachstums befindet ...*“ Außerdem schlägt er die Einrichtung eines Fonds vor (in den ein Teil der Auftrageinnahmen eingezahlt werden soll) „*für künftige Erweiterungen, ... insbesondere im Hinblick auf eine erwartete starke Expansion in den nächsten fünf Jahren*“. Er führt weiter aus: „*Die deutschen Aufträge, die das Laboratorium erhalten hat, scheinen wissenschaftlicher Natur zu sein, sie haben keinen direkten Nutzen für die gegenwärtigen Kriegsanstrengungen.*“ Diese Aussage mag angesichts des damaligen Wissensstandes verständlich scheinen. Aber selbst dann gab es für diejenigen, die es sehen wollten, Hinweise darauf, dass zumindest einige der Arbeiten für die deutschen militärischen Bemühungen von Interesse waren.

Und so befindet sich das NLL in einer Zwickmühle. Sollte das NLL mit den deutschen Besatzern zusammenarbeiten, um sein eigenes Überleben und damit den Lebensunterhalt seiner nun unvollständigen Belegschaft zu sichern? Oder ist eine solche Zusammenarbeit angesichts der zunehmenden Repressionen von deutscher Seite, die untrennbar mit der NS-Ideologie verbunden sind, immer weniger zu rechtfertigen. Chaillet, der, wie die obigen Ausführungen zeigen, nichts unversucht ließ, um etwas für das Schicksal der beiden jüdischen Mitarbeiter zu tun, wird dies in seiner Position als Finanzdirektor wie kein anderer gespürt haben. Wie sich zeigen wird, hat er es auch nicht dabei belassen.

7 INTERMEZZO: Das NLL in Zahlen

7.1 Verwaltung, Finanzen und Personal

Bei Kriegsausbruch ist das Nationale Luftfahrtlaboratorium NLL in der Lage, relativ unabhängig Entscheidungen zu treffen. Dies steht im Zusammenhang mit dem 1937 gesetzlich geregelten Übergang des Reichsstudiendienstes für die Luftfahrt RSL zum NLL. Infolgedessen ist das Laboratorium nicht mehr eine Regierungsstelle, sondern eine halbstaatliche Einrichtung in Form einer Stiftung. Dem Stiftungsrat (Vorstand) gehören die wichtigsten „Stakeholder“ der niederländischen Luftfahrt an, und natürlich ist auch die Regierung in ihm stark vertreten. Das Ministerium für Wasserverwaltung ist das koordinierende Ministerium. Es ernennt den Vorstandsvorsitzenden (während des Krieges Blackstone) und zahlt den größten Teil der „finanziellen Defizite“. Unter dies Ministerium fällt auch der Luftfahrtendienst, der durch Ede van der Pals im Vorstand des NLL vertreten ist. Der Bereich Inneres wird durch M.H. Damme¹¹⁶ abgedeckt, der auch stellvertretender Vorsitzender ist. Darüber hinaus sind die folgenden Ministerien gegenwärtig: Verteidigung, Kolonien, Wirtschaft und Bildung, Kunst und Wissenschaft. Für die Verteidigung sitzen Generalleutnant P.W. Best und Konteradmiral (Schout bij Nacht) L.H.C.M. Doorman im Vorstand. Der Verband der niederländischen Flugzeughersteller hat zwei Mitglieder im Vorstand: J.E. van Tijen im Namen von Fokker und Koolhoven im Namen der gleichnamigen Flugzeugfabrik. G. Spit (Stellvertreter C.

Wijdooge) von der Koninklijke Luchtvaart Maatschappij voor Nederland en Koloniën (KLM)¹¹⁷ und G. van Egmond von der Koninklijke Nederlandsch-Indische Luchtvaart Maatschappij (KNILM) vertreten die fliegende Flotte. Schließlich gibt es Vertreter der Königlichen Niederländischen Luftfahrtgesellschaft in der Person von H.F.C. Holtz (mit H.G. Cannegieter als Stellvertreter), während für die Stiftung für angewandte wissenschaftliche Forschung (Stichting Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO) C.J.P. Zaalberg im Vorstand sitzt. Es wird sorgfältig darauf geachtet, dass sich das NLL ausschließlich mit der Luftfahrt befasst, mit Ausnahme von Problemen in anderen Bereichen, in denen gerade die spezifischen Kenntnisse des NLL in der Luftfahrt von Bedeutung sein können. Zaalberg fungiert auch als Sekretär. Bei der Gründung der NLL-Stiftung wird Blackstone in seiner Eigenschaft als Vorsitzender auch „Delegierter des Vorstands“, eine Art Tagesgeschäft. „*In Anbetracht der Lage*“ wird dieser zu Beginn des Krieges auf einen vierköpfigen Delegiertenausschuss erweitert, der aus Blackstone, Damme, Van Tijen und Spit besteht. Der Vorstand wird von einem Wissenschaftlichen Ausschuss (Wetenschappelijke Commissie) beraten, dessen Vorsitzender (während des Krieges Prof. F.K.Th. van Iterson; Prof. D. Dresden als Stellvertreter) vom Ministerium für Wasserverwaltung ernannt wird.

Die Satzung der NLL-Stiftung definiert ihren Zweck wie folgt: „... *die Durchführung von Forschungen und Experimenten auf dem Gebiet der Luftfahrt, die Abgabe von Gutachten über die Luftfahrt und damit zusammenhängende Themen im Auftrag von Regierungsstellen oder auf Ersuchen von Privatpersonen ...*“. Das Herzstück des Laboratoriums ist die Gruppe der Ingenieure. Bei Ausbruch des Krieges sind es 19 Ingenieure, die von vier Abteilungsleitern und dem Direktor geführt werden. Ihre Aufgabe ist es, die im Auftrag durchzuführende Forschung zu leiten. Sie befassen sich auch mit der aus eigenen Mitteln finanzierten Forschung, der so genannten „Eigenarbeit“ („Eigen Werk“), die jährlich mit den Hauptauftraggebern und dem Wissenschaftlichen Ausschuss vereinbart wird. Dieser Ausschuss, dem ausschließlich Wissenschaftler angehören, stellt auch sicher, dass die Arbeiten von ausreichender wissenschaftlicher Qualität sind. Das NLL hat vier Abteilungen, die die verschiedenen Disziplinen widerspiegeln: „Aerodynamik“ (A), „Luftfahrzeuge“ (V), „Festigkeit“ (S) und „Werkstoffe“ (M).

Im Jahr 1939 beläuft sich das Gesamtbudget des NLL auf ca. 230.000 Gulden. Wie werden diese Ausgaben gedeckt? Im Jahr 1939 stammten 52 % aus der Bezahlung von Aufträgen, die an das NLL vergeben wurden, 11 % kamen als jährlicher Beitrag von den „Mitgliedern“ (den Flugzeugfabriken und Fluggesellschaften) und die restlichen 37 % kamen vom Staat „zur Deckung des Betriebsdefizits“ (siehe Tabelle 7.1). Im Gegensatz zu dem, was diese Beschreibung vermuten lässt, muss das NLL für diesen Betrag eine Gegenleistung erbringen: die bereits erwähnte „Eigenarbeit“. Vom NLL wird erwartet, dass es selbst die notwendigen Forschungsarbeiten durchführt, um sein Wissen zu erhalten und in Instrumente und Ausrüstung zu investieren. Die Vorstandsmitglieder vertreten die Mitglieder der Stiftung. Wünscht ein Mitglied, dass das NLL Forschungsarbeiten durchführt, wird

es zu „Mitgliederpreisen“ beauftragt, unabhängig davon, ob es sich um ein privates Unternehmen (wie Fokker) oder eine staatliche Stelle (wie das Verteidigungsministerium) handelt. Nicht-Mitglieder zahlen einen etwas höheren Satz, bei dem vor allem Zinsen und Abschreibungen weitergegeben werden. Die zusätzlichen Einnahmen fließen in einen „Erweiterungsfonds“ für künftige Investitionen. Die AVA zahlt auch diesen „Nicht-Mitgliedertarif“. Auf Anfrage der AVA erläutert Chaillet in einem Schreiben vom 16. September 1942 die Kostenrechnung:¹¹⁸ Der Große Windkanal kostet 4,50 Gulden pro Stunde, während auf die Personalkosten ein Zuschlag von 200% erhoben wird, ganz nach den vom Vorstand des NLL festgelegten Sätzen.

Tab. 7.1: Einkommen des NLL¹¹⁹

	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
Gesamtbudget (Gulden)	231.296	243.000	328.202	433.949	443.844	498.296	451.217
Umsatz aus Aufträgen							
Mitglieder	120.922	44.800	49.740	60.281	52.470	61.115	16.516
Nicht-Mitglieder (insbesondere AVA und Van Berkel's Patent)	?	?	81.424	159.255	220.337	179.795	25.818
Andere Einnahmen							
Staatlicher Beitrag	84.471	173.200	196.997	191.213	150.241	222.504	391.496
Beiträge Mitglieder	25.708	25.000	?	?	?	?	?
Sonstige	193	?	?	23.200	23.955	34.881	23.000

Anmerkung: Für „aus Aufträgen Mitglieder“ für 1939 wurden die Gesamtzuweisungen genommen, da keine besseren Daten bekannt sind. Die „Beiträge Mitglieder“ für 1939 und 1940 sind geschätzt, danach gab es keine Beiträge mehr. Der Posten „Sonstige“ aus dem Jahr 1942 enthält auch einen staatlichen Beitrag für Investitionen. Der staatliche Beitrag für 1944 und 1945 wird nicht als solcher genannt, sondern als „Subvention Industrieorganisation T.N.O.“ bezeichnet. Die Zahlen stammen aus unterschiedlichen Quellen und sind nicht mehr leicht zu rekonstruieren. Daher sind auch die Ergänzungen nicht immer korrekt.

Die Hauptauftraggeber vor dem Krieg waren die Regierung (Luftfahrtbehörde, Verteidigung), Fokker und KLM. Mit dem Ausbruch des Krieges fällt der Verteidigungssektor als Kunde völlig weg, und die Position von Fokker und KLM wird ungewiss. Damit werden auch die Perspektiven des NLL unsicher (siehe Kapitel 6.3). Dies ist das größte Problem, vor dem Finanzdirektor Chaillot steht, der sein Amt im August angetreten hat. Durch die Entscheidung des RLM, das NLL für die deutsche Luftfahrtforschung zu nutzen, wird jedoch bereits Anfang 1941 deutlich, dass der Verlust der niederländischen Aufträge durch deutsche Aufträge weitgehend kompensiert werden kann. Bereits auf der Vorstandssitzung im April 1941 erklärt Chaillot, dass er davon überzeugt ist, dass das Laboratorium eine große Wachstumsphase durchläuft. Bei diesem Treffen bringen auch die wichtigsten Interessengruppen des NLL wie der Luftfahrtdienst, Fokker und KLM zum Ausdruck, welche Bedeutung sie dem NLL auch in der neuen Situation beimessen. Und ein Jahr später, bei der Vorstandssitzung im April 1942, präsentiert Chaillot erneut seine Vision der Zukunft:¹²⁰ *„Das Laboratorium hat sich seit 1937 (dem Übergang von RSL zu NLL) erheblich verändert und wird mit einem Betrag von etwa 500.000 Gulden ‚erwachsen‘ sein“*. Diese Situation scheint 1944 eingetreten zu sein (siehe Tabelle 7.1).

Wie bereits erwähnt, laufen alle deutschen Aufträge über die AVA. Die Kontakte zwischen Betz und Koning und gelegentlich auch zwischen den beteiligten deutschen und niederländischen Forschern erfolgen fast ausschließlich per Brief. In einer begrenzten Anzahl von Fällen kommt der betreffende AVA-Forscher ins NLL, um sich mit seinem niederländischen Kollegen zu beraten. Sobald die Arbeit klar ist, folgt die formale Abrechnung. Grundsätzlich vergibt die AVA den Auftrag direkt, vorbehaltlich einer späteren Genehmigung durch das RLM. Durch die Erhebung des Nicht-Mitgliedertarifs trägt Deutschland über den „Erweiterungsfonds“ auch zum künftigen Wachstum des NLL bei. Chaillot gelingt es auch, mit der AVA eine andere, für das NLL günstige Zahlungsregelung auszuhandeln: Jeden Monat wird eine Vorauszahlung in Höhe von 90 % der in diesem Monat geleisteten Stunden entrichtet, anstatt einer nachträglichen Zahlung bei Beendigung der Arbeiten.¹²¹ Die Bezahlung erfolgt in Gulden.¹²² Neben den Aufträgen aus Deutschland gibt es auch beträchtliche Einnahmen aus niederländischen Aufträgen, insbesondere vom Luftfahrtdienst, KLM, Fokker, Van Berkel's Patent und verschiedenen kleineren Kunden, auch im Nicht-Luftfahrtbereich (siehe Kapitel 8).

Der starke Rückgang der Einnahmen aus Aufträgen im Jahr 1945 (siehe Tabelle 7.1) schlägt sich nicht im Gesamthaushalt nieder, da der Staat das Betriebsdefizit deckt. Das Gesamtbudget spiegelt also die Entwicklung des Personalbestands wider (siehe Tabelle 7.2).

Eine genauere Analyse der Personalfluktuations¹²³ zeigt, dass die NLL-Belegschaft in zwei Gruppen unterteilt ist: einen „festen Kern“ und eine Gruppe von „Passanten“. Rund 100 Mitarbeiter wurden vor oder während des Krieges eingestellt und arbeiteten auch nach Kriegsende noch im NLL. Hinzu kommt eine fast

ebenso große Gruppe von Bediensteten, die während des Krieges eingestellt wurden und ebenfalls während des Krieges ausschieden. Von diesen verbrachte die Hälfte weniger als ein Jahr im NLL, ein Viertel sogar weniger als ein halbes Jahr.

Tab. 7.2: Entwicklung der Zahl der Beschäftigten

	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
Gesamtzahl der Beschäftigten	86	97	114	109	138	141	129
Direktion und Abteilungsleiter	5	7	7	7	7	7	6
Ingenieure	19	19	21	16	22	20	24
Andere Techniker (Werkstatt, Windkanäle)	32	33	43	48	64	68	54
Technische Beamte	19	20	21	18	17	16	15
Verwaltung	11	11	13	13	15	15	14
Allgemeine Dienstleistungen	0	7	9	7	13	15	16

Der Berufsoffizier Brethouwer beispielsweise wurde 1940 als Betriebsingenieur eingestellt, musste aber 1942 wieder gehen, weil er noch in Kriegsgefangenschaft interniert wurde. Dies könnte bei mehr Beschäftigten der Fall gewesen sein. Eine Gruppe von mindestens sechs KLM-Mitarbeitern ist dem NLL zugeteilt, ebenso wie eine Reihe von Mitarbeitern des Luftfahrtendienstes. Drastischer ist die Entlassung von 23 Mitarbeitern im März 1945 „im Zusammenhang mit der Finanzlage des NLL.“¹²⁴

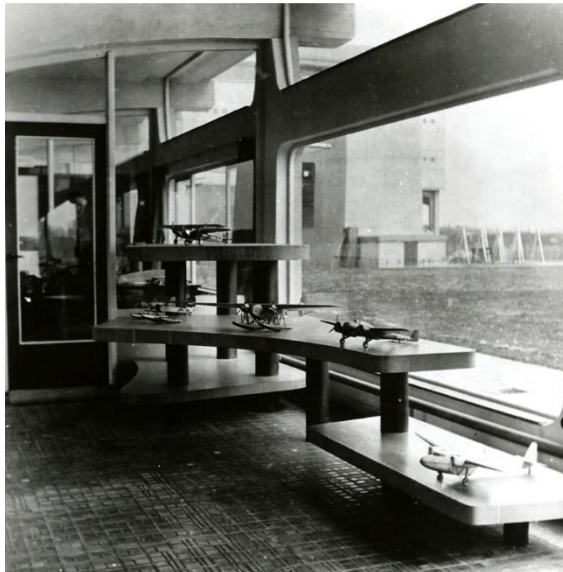
Soweit feststellbar, wurden in Deutschland mindestens acht Arbeitnehmer im Rahmen des „Arbeitseinsatzes“¹²⁵ beschäftigt. Andere Arbeitnehmer werden vermutlich gerade deshalb im NLL untergebracht, um dem Arbeitseinsatz zu entgehen oder um ihnen vorübergehend „Schutz“ zu gewähren (Hein Sietsma, der in Kapitel 11.2 erwähnt wird, ist ein Beispiel dafür), manchmal auch nur für sehr kurze Zeit. Dies könnte eine Erklärung für die große Zahl der „Passanten“ sein. Die hohe Fluktuation bei einem Teil des Personals zeigt sich auch in der Fluktuation der Mitglieder des Personalverbandes:¹²⁶

Tab. 7.3: Anzahl der Mitglieder des Personalvereins

Jahr	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
Gesamtzahl der Beschäftigten (NLL-Jahresbericht)	86	97	114	109	138	141	129
Zeitraum (Mai-April)		1940-41	1941-42	1942-43	1943-44	1944-45	
Anzahl der PV-Mitglieder		57	78	100	120	87	
Neuankömmlinge		27	26	33	46	10	
Abgereist		6	20	27	26	43	

7.2 Gebäude, Organisation und Arbeitsweisen

Einige Jahre vor dem Krieg, am 30. März 1938, beschloss der Vorstand den Bau eines neuen Laboratoriums am Sloterweg. Das Gebäude der Architekten Wim van Tijen und Hugh Maaskant ist ein schönes Beispiel für die „Neue Sachlichkeit“. Es steht jetzt unter Denkmalschutz. Maaskant selbst sagte über das Gebäude: „*Luftfahrt assoziiert man in diesem Gebäude mit Raum, mit Höhenangst und Leere.*“¹²⁷ Die



Baukosten wurden ursprünglich auf 500.000 Gulden geschätzt. Die privaten Interessenten (Flugzeugindustrie, Fluggesellschaften und KNVvL¹²⁸) sagten 100.000 Gulden zu, und die restlichen 400.000 Gulden wurden aus dem „Arbeitsfonds“ geliehen,

Abb. 7.1 Die Rückseite der Empfangshalle des Hauptgebäudes. Durch das Fenster ist der Umlaufkanal des Großen LST zu sehen. Auf den Tischen stehen mehrere Flugzeugmodelle, die in der Halle der Sägemühle auf der Marinewerft aufgehängt waren. Bereits 1941 wurden hier aus Platzmangel kleine Räume angebaut (siehe auch Grundriss Abb. 7.2).

einem Fonds, der während der Krise von der Regierung 1934 eingerichtet wurde, um die Arbeitslosigkeit zu bekämpfen und Investitionen zu fördern. Wie in Kapitel 2 beschrieben, wurde das neue Laboratorium in den Maitagen des Jahres 1940 in aller Eile in Betrieb genommen. Die Gesamtbaukosten werden sich schließlich auf etwa 600.000 Gulden belaufen.¹²⁹

Das Gebäude erwies sich bald als zu klein. In einem Memorandum mit dem Titel „Platzmangel im neuen Gebäude“¹³⁰ wird sogar ein neues Verwaltungsgebäude erwähnt, um Platz zu schaffen. Der schöne offene Blick in der Empfangshalle am Haupteingang (Abb. 7.1) wird bald durch den Bau zusätzlicher Räume an der Rückwand verschlossen, eine Situation, die erst bei der Renovierung 2016 wieder aufgehoben wird. Und weiter liest man von einem „Ermüdungsgerät“, das möglicherweise im „Blechezelt“ untergebracht werden könnte, und vom Bau einer 7 Tonnen schweren „Ermüdungsmaschine“, für die ein neues Gebäude erforderlich wäre. Die Werkstätten brauchen auch mehr Platz für den Bau von „Gips-Windkanalmodellen“. All dies, um mehr Platz für die Ausführung bestimmter deutscher Aufträge zu schaffen. Neue Gebäude wurden während des Krieges schließlich nicht errichtet. Der vorhandene Platz musste trotz des Wachstums des NLL ausreichen. Erst nach dem Krieg wurden umfangreiche Erweiterungen vorgenommen.

Anfang 1942 verfasst Van Oosterom von der Abteilung Flugzeuge eine Broschüre mit dem Titel: „*Das Nationale Luftfabriklaboratorium in Amsterdam – Organisation, Arbeitsweise und Aufbau unseres nationalen Instituts für technisch-wissenschaftliche Kenntnis in der Luftfahrt*“.¹³¹ Diese Broschüre wird an eine Vielzahl von Unternehmen in den Niederlanden verschickt und auch im „Marineblad“¹³² veröffentlicht. Eine Zeichnung aus dieser Broschüre vermittelt ein klares Bild davon, wie das NLL während des Krieges aussah (Abb. 7.2). Das wissenschaftliche Herz schlägt im hinteren Teil des Gebäudes im ersten Stock. Dort befinden sich die Räume der Geschäftsführung. In unmittelbarer Nähe befinden sich die Räume der Abteilungsleiter und Ingenieure. Käufl hat sein eigenes Zimmer, wahrscheinlich im zweiten Stock,¹³³ möglicherweise das „Sprechzimmer“ neben der Treppe. Gegenüber den Ingenieursräumen, d.h. an der Stirnseite des Gebäudes, befinden sich die verschiedenen Laboratorien und Arbeitsräume wie der Zeichensaal, das Kalibrierlabor (für die Kalibrierung aller Messgeräte), das chemische und mechanische Labor (für die Materialforschung) und das Festigkeitslabor (für Belastungsversuche). Das Kalibrierlabor wird zu einem wichtigen Treffpunkt für die Mitarbeiter während des Hungerwinters, um noch einigermaßen warm zu bleiben (Kapitel 12). Die beiden Windkanäle befinden sich in einem separaten Gebäude, das über einen Steg mit dem Hauptgebäude verbunden ist (Abb. 7.3).

Im Erdgeschoss des Hauptgebäudes sind alle unterstützenden Dienste wie Verwaltung und Schriftverkehr untergebracht. Der größte Teil des Platzes wird jedoch von den Werkstätten eingenommen, die aus einer Instrumentenwerkstatt, einer Dreherei, einer Schmiede und einer Holzbearbeitung bestehen. Es handelt sich um hochspezialisierte technische Werkstätten, in denen Windkanalmodelle von qualifi-

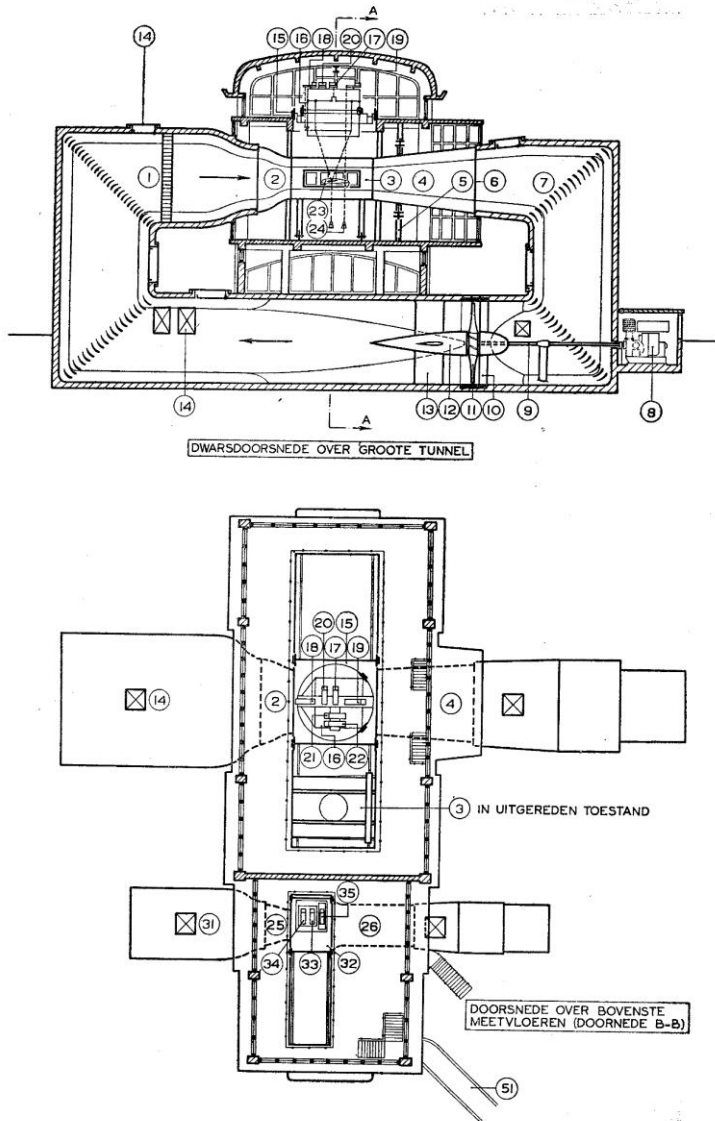


Abb. 7.3 Grundriss des Windkanalgebäudes. Der Große LST oder Kanal Nr. 3 hatte eine auswechselbare, ausfahrbare Messstrecke. Der Kleine LST oder Kanal Nr. 4 hatte nur eine offene Messstrecke. Im Querschnitt des Großen LST ist deutlich zu erkennen, dass ein erheblicher Teil der Kanälöhre zur Hälfte im Boden versenkt war. Im letzten Kriegsjahr wurden die Archive hier gelagert, um sie trocken zu halten.

Die Arbeit des NLL ist sowohl theoretisch als auch praktisch. Im Prinzip braucht man für die theoretische Forschung nicht viel mehr als Stift und Papier. Dazu gehört zum Beispiel die Berechnung der Umströmung eines Flügels oder die Berechnung der Festigkeit einer bestimmten Struktur. Da es noch keine Computer gibt, werden die endgültigen Berechnungen mit mechanischen Handrechnern von „Rechnern“, in der Regel Damen, anhand von Ausfüllblättern durchgeführt, auf denen die Berechnungen „programmiert“ sind (Abb. 7.4). Wichtige Berechnungen werden sogar parallel durchgeführt und das Ergebnis kann anschließend überprüft werden. Während des Krieges waren dies vor allem die Durchführung von Belastungstests für die Abteilung Festigkeit (Simulation der Belastung eines Flügels z.B. mit Gewichten), sehr rechenintensive mathematische Berechnungen für die Flatterforschung (siehe auch Kapitel 9.4) und die Durchführung von Windkanalmessungen für die Abteilung Aerodynamik. Letztere basieren auf Messungen, die von Beobachtern an den halbautomatischen Waagen oberhalb des Kanals vorgenommen wurden. Auf die Windkanäle wird in Kapitel 7.3 näher eingegangen.



Abb. 7.4 Da es während des Krieges keine Computer gab, mussten alle Berechnungen von Hand durchgeführt werden. Dies geschah in der Rechenkammer. Jeder Rechner (in der Regel Frauen) arbeitete anhand einer Tabelle, auf der angegeben war, welche Berechnungen auszuführen waren. Das Rechnen selbst erfolgte mit Handrechnern durch Vorwärts- oder Rückwärtsdrehen einer Kurbel für Addition bzw. Subtraktion.

Nach den heutigen Erkenntnissen des Managements hatte das Labor eine extrem „flache“ Organisation. Die Ingenieure bilden das wissenschaftliche Herz. Der (wissenschaftliche) Direktor und die Abteilungsleiter tragen dazu ebenso bei wie die anderen Ingenieure. Sie werden von den verschiedenen Abteilungen unterstützt.

Die schriftlichen Forschungsberichte sind das wichtigste „Produkt“ des NLL. Bereits bei der Auftragsvergabe wird eine Berichtsnummer vergeben. Der Autor wird in der Regel nur mit seinen Initialen auf dem (inneren) Titelblatt genannt. Am Ende des Auftrags erhält der Auftraggeber den Bericht als Abschluss der Studie. Zum Zwecke der eigenen Dokumentation und Berichterstattung wird eine einzige Kopie vom NLL archiviert. Diese Berichte werden niemals nach außen gegeben. Sehr wichtige Forschungsergebnisse aus der „Eigenarbeit“ werden in der Reihe „Berichte und Abhandlungen“ veröffentlicht, von der etwa einmal im Jahr ein neuer Band erscheint. Sie sind öffentlich und ermöglichen es dem NLL, sich nach außen hin wissenschaftlich zu präsentieren. Diese Veröffentlichungen und die zugrundeliegenden Berichte werden interessierten deutschen Unternehmen auf Anfrage und gegen Entgelt regelmäßig, auch über die AVA, zugesandt.

Eine Auswahl der Titel der in diesem Jahr erstellten Berichte findet sich auch im Jahresbericht des NLL. Während des Krieges wird jedoch wegen der „Papierknappheit“ ein verkürzter Jahresbericht erstellt. Die von den Dienststellen geleistete Arbeit ist darin nicht mehr zu finden. Für die Jahre 1941 und 1942 ist jedoch der ausführliche Originalbericht als Durchschlag eines maschinengeschriebenen Exemplars erhalten geblieben.¹³⁴ Darin werden die Untersuchungen für die AVA und das Van Berkel's Patent sehr kurz beschrieben, ohne jedoch die Auftraggeber selbst namentlich zu nennen.

Die Zahl der während des Krieges erstellten Berichte (siehe Tabelle 7.4) betrug 464.¹³⁵ So erstellte jeder Ingenieur während des Krieges im Durchschnitt fast 25 Berichte. Es ist zu bedenken, dass es große Unterschiede im Umfang gibt. Es gibt Berichte von einer oder zwei Seiten, die eine einfache Stellungnahme, das Ergebnis einer Gerätekalibrierung oder die Schlussfolgerungen von Materialuntersuchungen enthalten. Und es gibt Berichte, die aus drei Teilen bestehen und die Ergebnisse von zwei Monaten Windkanalforschung zeigen. Bei den niederländischen Aufträgen für Deutschland handelt es sich hauptsächlich um Arbeiten, die direkt für Van Berkel's Patent zur Entwicklung von „Schneekufen“ im Auftrag von Junkers durchgeführt wurden. Alle Berichte für AVA wurden vom Forscher selbst auf Deutsch verfasst oder von einem externen Übersetzer übersetzt. Diese Berichte bestehen zu einem großen Teil aus Tabellen und Grafiken mit allen ausgearbeiteten Messdaten.

Tab. 7.4: Anzahl der während des Krieges erstellten Berichte¹³⁶

	Forschung/Eigenarbeit	NL Aufträge für die Niederlande	AVA-Aufträge für Deutschland	NL Aufträge für Deutschland	Insgesamt
Abteilung					
Aerodynamik	101	61	23	9	194
Werkstoffe	13	62	6	5	86
Festigkeit	37	24	10	2	73
Luftfahrzeuge	36	61	14	0	111
GESAMT	187	208	53	16	464

Die Tabelle zeigt, dass die Arbeit im Auftrag Deutschlands, gemessen an der Zahl der Berichte, nur etwa 15 % der Gesamtarbeit ausmacht. Dies scheint im Widerspruch zu den in Kapitel 7.1 genannten Zahlen zu den Einnahmen aus Aufträgen zu stehen, die etwa 40-50 % des Gesamtbudgets ausmachen können. Wie bereits erwähnt, gibt es eine ganze Reihe von ein- oder zweiseitigen Berichten, die das Bild verzerren. Aber die Übersicht kann möglicherweise auch etwas anderes zeigen. Ein großer Teil der Einnahmen aus Aufträgen für Deutschland betrifft Forschungen im Windkanal oder umfangreiche Berechnungsarbeiten zum Zweck der Flatterforschung. Ein relativ kleiner Teil der Mitarbeiter (vor allem aus der Abteilung Aerodynamik, den Werkstätten sowie den „Rechnern“) hat sich daran beteiligt. Mit den Einnahmen aus dieser Arbeit (hauptsächlich durch die Verwendung einer 200%igen Nicht-Mitgliederpauschale) können die anderen Abteilungen „am Laufen“ gehalten werden, was sich in der Zahl der Berichte widerspiegelt. Darüber hinaus steigen nicht nur die Einnahmen aus Aufträgen, sondern auch die staatlichen Beiträge für die „Eigenarbeit“ in gleichem Maße. Offenbar wird an der Vorgabe festgehalten, dass etwa die Hälfte des Gesamtbudgets aus Aufträgen stammt und die andere Hälfte von der Regierung für die „Eigenarbeit“ bezahlt wird. Dies ist eine wichtige Feststellung. Der Vorstand und die Geschäftsführung des NLL sind offenbar bestrebt, sich neben den deutschen Aufträgen auch auf die Luftfahrtforschung zu konzentrieren, um die eigene Entwicklung im weiteren Sinne zu fördern. So konnte bereits während des Krieges die Basis für die Nachkriegsentwicklung gelegt werden. Die Regierung war offenbar bereit, dafür mit ihrem Beitrag zu bezahlen. In diesem Sinne stützt die Tabelle die Feststellung, dass es den deutschen Aufträgen gelungen ist, das NLL „am Laufen“ zu halten. Und das auf eine produktive Art und Weise. Die Arbeit auf diesem Gebiet ist sehr umfangreich. Dies wird in den Abschnitten 8.2 und 8.3 näher erläutert.

7.3 Laboratorien und Windkanäle

Ein wichtiger Teil der Arbeit der Abteilungen wird in den Fachlabors durchgeführt. Die Abteilung Luftfahrzeuge verfügt über ein umfangreiches Kalibrierlabor, in dem die verschiedenen Messgeräte unter simulierten Betriebsbedingungen (z.B. in einer Druckkammer, auf einem Rütteltisch oder in einer Zentrifuge) getestet und kalibriert werden. Vor dem Krieg verfügte das NLL auch über ein eigenes Laborflugzeug, eine Fokker F.VIIa, die jedoch während des Krieges nicht geflogen werden durfte. Dieses Flugzeug wurde zu Beginn des Krieges anderswo gelagert. Später erhielt das NLL im Rahmen eines AVA-Auftrags Zugang zu einem deutschen Segelflugzeug vom Typ Gö 4. Es ist jedoch nicht klar, ob dieses Flugzeug nur für Bodenmessungen verwendet wurde oder ob es während des Krieges tatsächlich vom NLL geflogen wurde (siehe Kapitel 9.4).

Die Abteilung Festigkeit verfügt über eine große Prüfungsmaschine, mit der Teile von Flugzeugstrukturen belastet werden können, wenn nötig bis zum Versagen. Das Materiallabor verfügt über Ziehbanken zur Bestimmung der Bruchfestigkeit verschiedener Materialien. Es gibt spezielle Banken für Ermüdungsprüfungen und eine Klimakammer für Korrosionsprüfungen. Auf dem Dach des Labors sind Wettergestelle aufgestellt, um zu untersuchen, wie sich bestimmte Materialien im Freien verhalten. Alle diese Einrichtungen sind von solcher Qualität, dass das Labor die Befugnis hat, zu zertifizieren, eine Befugnis, die auch von den deutschen Behörden anerkannt wird. Davon wurde im Übrigen nur wenig Gebrauch gemacht.

Die AVA ist besonders an der Nutzung der Windkanäle des NLL interessiert. Deshalb wird auch der „Windkanalmann“ Käußl hierhergeschickt und zum Beauftragten ernannt. Doch als Käußl eintrifft, sind die neuen Windkanäle noch nicht fertig. In einem Brief an seine Vorgesetzten im RLM schreibt Betz¹³⁷ nach seiner Reise durch die Niederlande, Belgien und Frankreich im Juli 1940, dass von den beiden Windkanälen der große fast betriebsbereit sei und er ihn sogar in Betrieb gesehen habe. *„Die Anlagen machen durchwegs einen sehr gut durchdachten Eindruck und zeugen von einer befähigten Leitung. Die Einrichtungen selbst geben über das, was in Deutschland bekannt ist, nicht hinaus.“* Letzteres ist auch nicht überraschend. Während der erste Windkanal des RSL in der Marinewerft vor allem von den Windkanälen inspiriert war, die Eiffel zwischen 1909 und 1912 in Auteuil bei Paris gebaut hatte, sind die beiden neuen Niedergeschwindigkeitskanäle am Sloterweg vom Göttinger Typ,¹³⁸ einem Windkanaltyp, den Prandtl bereits 1906 in Göttingen gebaut hatte und der durch einen geschlossenen Kreislauf gekennzeichnet ist. Dieser Typ wurde aufgrund seiner überlegenen Strömungsqualität bald zum Standard für neue Niedergeschwindigkeitswindkanäle in aller Welt. Von diesem Typ sind auch die beiden neuen NLL-Windkanäle, der „Große Kanal“ mit Messstreckenabmessungen von 2,1 m x 3 m² (auch Großer LST oder Kanal Nr. 3 genannt; siehe Abb. 7.5, 7.6 und 9.16) und der „Kleine Kanal“ mit einer offenen Messstrecke von 1,5 x 1,5m² (auch



Abb. 7.5 Die Messstrecke des Großen LST in seinem „offenen“ Zustand. Der Luftstrom kommt aus der Öffnung auf der rechten Seite (der „Kontraktionsdüse“) und wird von der größeren Öffnung auf der linken Seite (dem „Auffangtrichter“) aufgefangen. Über der Messstrecke befand sich eine mobile Plattform, an der die Modelle aufgehängt werden konnten. Auf der Plattform befanden sich die Waagen (hier nicht abgebildet; siehe auch Abb. C.4, C.5 und C.6). Im Hintergrund ist die geschlossene Messstrecke, die „eingefahren“ werden konnte. Hier befindet sich nun das Betriebsrestaurant des NLR.

Kleiner LST oder Kanal Nr. 4 genannt; siehe auch Abb. 8.8). Für diese Windkanäle wird jedoch nicht ein Kanal in Göttingen, sondern der Kanal von Ackeret (einem Schüler Prandtls) in Zürich als Beispiel herangezogen.¹³⁹ Betz fährt in seiner Beschreibung fort: „*Das Wertvollste an dieser Anstalt ist das Personal, insbesondere die wissenschaftlich hochstehende Leitung.*“ Darin liegt das Hauptinteresse von Betz.

Zum Zeitpunkt des überstürzten Umzugs an den Sloterweg in den Maitagen des Jahres 1940 sind die beiden Windkanäle also noch nicht fertig. Im Juli 1940 wurden zunächst der Große Kanal und im September der Kleine Kanal¹⁴⁰ in Betrieb genommen. Leider sind keine detaillierten Daten über den ersten Zeitraum der Inbetriebnahme¹⁴¹ bekannt. Es ist bekannt, dass es Probleme mit der Einlauflippe des Großen Kanals gibt, die jedoch gelöst werden können. Außerdem wird an der Entwicklung eines neuen, modernen, halbautomatischen Waagensystems für den Großen Kanal gearbeitet. Eine (externe) Waage ist ein wesentlicher Bestandteil eines Windkanals. Diese Waage befindet sich oberhalb des Windkanals, und das Modell ist an Drähten „kopfüber“ daran aufgehängt. Mit der Waage können die aerodynamischen Kräfte und Momente am Windkanalmodell gemessen werden: drei Kräfte

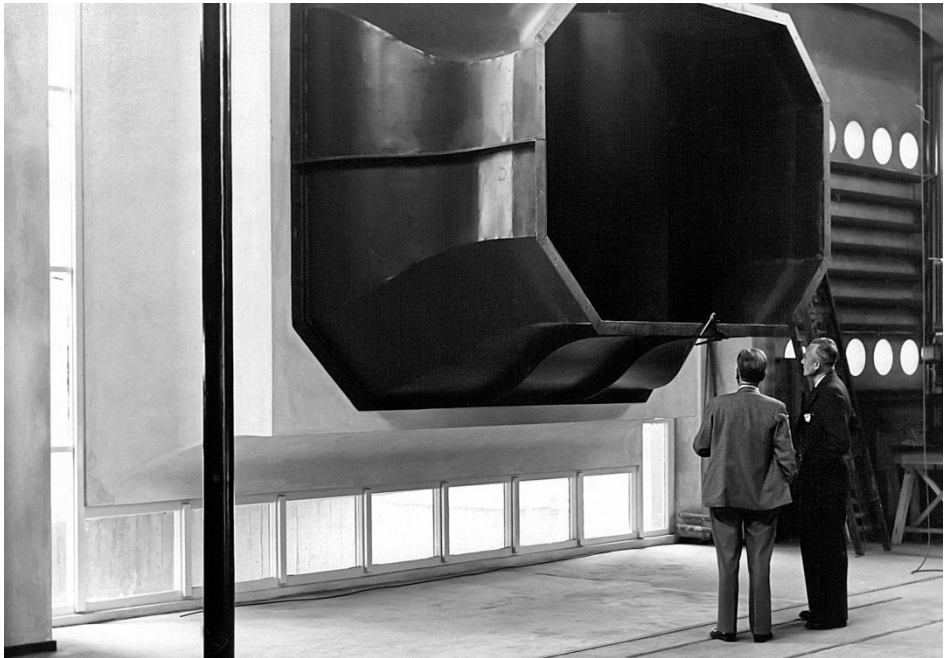


Abb. 7.6 Dieses Foto, vermutlich von Ende 1940, zeigt Koning (links), den Direktor des NLL, mit einem Besucher vor der Kontraktionsdüse des Großen Kanals (im offenen Zustand). Dieses Foto zeigt sehr schön die Architektur des Windkanalgebäudes; die Platzierung der Fenster „trennt“ sozusagen verschiedene Elemente des Gebäudes.

(Auftrieb, Luftwiderstand und Seitenkraft) und drei Momente (Nickmoment, Giermoment und Rollmoment). Im 4. Quartal 1940 wird eine Probewaage hergestellt, und aufgrund der dabei gewonnenen Erfahrungen wird beschlossen, die komplette Anlage von der Maschinenfabrik Jaffa in Utrecht herstellen zu lassen. Das gesamte System wird dann Mitte 1941 in den Großen Kanal eingebaut. Bis dahin wird der Rest des alten Eiffelkanals, der auf der Marinewerft steht, genutzt. Nach Inbetriebnahme der neuen Waage wird das alte System in den Kleinen Kanal verlegt, wo es während des gesamten Krieges in Betrieb bleibt. Die ersten Produktionsmessungen fanden im Januar 1941 (für den Großen Kanal) und im Juli 1941 (für den Kleinen Kanal) statt. Die Messungen im Großen Kanal gehen auf einen Auftrag von Van Berkel's Patent zurück, die sogenannten Schneekufen zu messen (siehe Kapitel 8.4). Bald darauf werden Messungen an einem Modell der Fokker F. 24 durchgeführt, eines neuen Fokker-Entwurfs, die ebenfalls bereits im Eiffelkanal vermessen wurde und somit ein sehr geeignetes Modell darstellt, um die Eigenschaften des neuen Windkanals kennenzulernen. Während der Messungen für die AVA fiel der Antriebsfan aus (ein Bild der Windkanalantriebsschaube siehe Abb. 7.7). Im Kanaltagebuch vom 10. September 1941¹⁴² heißt es: „Beim Nachregeln auf 70 m/sec. war ein schreckliches Brüllen zu hören, sofort Motor abgestellt, im unteren Kanal nachgesehen, Fanblatt 3

zu 2/3 weg, Ursache unbekannt, Fanblatt 5 schwer beschädigt, andere Blätter weniger.“ Weitere Messungen konnten nicht stattfinden, und es wird eine Untersuchung über die Ursache des Blattbruchs und die Möglichkeiten der Reparatur und Vermeidung in der Zukunft eingeleitet. Die Maschinenfabrik Jaffa, die den Fan geliefert hatte, baut den reparierten Fan im März 1942 zusammen. Greidanus (von der Abteilung Luftfahrt und Spezialist für Schwingungsphänomene) und Van der Neut (Leiter der Abteilung Festigkeit) untersuchen das Schwingungsverhalten und die mechanischen Eigenschaften des Antriebsfans, um die Ursache der Probleme zu ermitteln. Einen Monat später, als die Messungen am Tragflügelmodell wieder aufgenommen wurden, ist ein weiterer lauter Knall zu hören. Ein Fanblatt ist ganz, eine andere teilweise abgebrochen. Und am 4. August bricht ein weiteres Blatt ab. In der Zwischenzeit wurde bereits beschlossen, den Windkanal mit reduzierter Geschwindigkeit zu fahren. Das NLL tut ihr Möglichstes, um die AVA so gut wie möglich über die Probleme zu informieren, da sie befürchtet, dass die deutsche Seite dies als Sabotage auslegen wird. Aber inzwischen ist klar, was die Ursache ist. Am 3. August 1942 (zynischerweise einen Tag vor dem letzten Blattbruch) wird der Bericht von Greidanus und Van der Neut¹⁴³ „*Vibrationen für die Antriebschraube von Windkanal 3*“ veröffentlicht. Die Strömung im Windkanalkreislauf, wie sie vom Antriebsfan wahrgenommen wird, ist nicht gleichmäßig, sondern weist Schwankungen auf, z. B. aufgrund der Tatsache, dass die Strömung an den Ecken der Windkanalröhre umgelenkt werden muss. Dies verursacht eine Art Resonanzproblem¹⁴⁴ bei einer Drehzahl von 815 U/min. Die daraus resultierenden Vibrationen im Fan führen schließlich zum Ermüdungsbruch. Das Problem kann durch eine Kombination von zwei Maßnahmen gelöst werden. Durch Änderung der Blattkonstruktion und durch Verwendung eines anderen Materials. Dadurch ändert sich die Eigenfrequenz. Im März 1943 wird der modifizierte Antriebsfan eingebaut. Der Kleine Kanal hat dieses Problem aufgrund seiner anderen Abmessungen nicht.

Abgesehen von Unterbrechungen aufgrund von Reparaturen und dem Austausch des Fans des Großen Kanals waren beide Windkanäle während der Kriegszeit sehr intensiv in Betrieb. Es wird regelmäßig in Doppelschichten gearbeitet, vor allem um die durch den Fanbruch verlorene Zeit wieder aufzuholen. Es gibt sogar so viel Arbeit, dass dem Vorstand auf der Sitzung im März 1943 vorgeschlagen wird, ein 2640 m² großes Grundstück in unmittelbarer Nähe des Laboratoriums zu kaufen, möglicherweise für den Bau eines dritten Windkanals(!).¹⁴⁵ Das Ministerium für Wasserverwaltung muss dies genehmigen, weigert sich aber. Blackstone schreibt daraufhin am 11. März 1944 einen ausführlichen Brief an den Generalsekretär des Ministeriums. Der Kauf ist auch dringend: „... die gegenwärtigen Umstände (haben) in den Niederlanden einen nicht unerheblichen Nachholbedarf auf dem gesamten Gebiet der Luftfahrt geschaffen ... Dieser entstandene Rückstand muss – wenn die Niederlande nach dem Krieg ihren alten Platz in der Luftfahrt wieder einnehmen und nach Möglichkeit weiter verbessern wollen – mit größter Dringlichkeit aufgeholt werden“.¹⁴⁶ Der endgültige Kauf erfolgte erst 1947 zusammen mit einem mehr als doppelt so großen Stück Land auf der Südseite.¹⁴⁷ Auf

dem erstgenannten Grundstück werden um 1960 in der Tat zwei neue Windkanäle errichtet, einer für Transsonik- und einer für Überschallgeschwindigkeiten.¹⁴⁸



Abb. 7.7 Die Schraube oder der Fan des Großen LST im unteren Kanal und von hinten gesehen. Die Schraubennabe wird von vier Streben getragen; davor die rotierende Antriebsschraube selbst und davor wiederum die festen Leitschaufeln. Aufgrund von Vibrationen brachen mehrere Fanblätter mehrmals ab, bis dieses Problem strukturell gelöst werden konnte.

Tab. 7.5: Belegung der Windkanäle (1. Januar 1941 bis 6. September 1944)

	Großer Kanal (Stunden)	% (der Aufträge)	Kleiner Kanal (Stunden)	% (nur Aufträge)	Gesamt (Stunden)	% (der Aufträge)
<i>Gezwungener Leerlauf</i>	1388		184		1572	
<i>Kanalentwicklung</i>	1084		1625		2709	
<i>Eigenarbeit</i>	1191		551		1742	
<i>Gesamt NLL selbst</i>	3663		2360		6023	
<i>Andere Aufträge aus den Niederlanden</i>	1688	29	2019	50	3707	38
<i>Aufträge für Van Berkel's Patent</i>	348	6	587	15	935	9
<i>Aufträge für AVA</i>	3796	65	1414	35	5210	53
<i>Total der Aufträge</i>	5832	100	4020	100	9852	100
GESAMT STUN- DEN	9495		6380		15875	
VERFÜGBARE STUNDEN (Basis 8 Stunden pro Tag)	8052		8052		16104	

Tabelle 7.5 zeigt die Auslastung der beiden Windkanäle in Stunden, wie sie sich aus den vorhandenen Kanaltagebüchern¹⁴⁹ ergibt. Diese Tagebücher, die von den Kanalbeobachtern von Tag zu Tag geführt wurden, vermitteln ein knappes, aber sehr vollständiges Bild der Vorgänge. Bei den deutschen und niederländischen Aufträgen ist kein Unterschied in der Arbeitsweise festzustellen. Sie verrät auch nichts über den Kriegszustand, mit Ausnahme der Zeitmessung: „drei Stunden angehalten wegen Luftalarm“. Besuche von deutscher Seite werden mehrfach erwähnt. NLL-Ingenieure sind in der Regel nicht anwesend und werden nur erwähnt, wenn es Probleme gibt oder bei der Konstruktion und Prüfung neuer Anlagen. Die Tabelle zeigt sehr deutlich das Ausmaß der Arbeiten für Deutschland, insbesondere im Großen Kanal.

8 Niederländische Aufträge

8.1 Eine neue Situation

In den letzten Jahren vor dem Ausbruch des Zweiten Weltkriegs war die Gefahr eines Krieges bereits in der Arbeit des NLL spürbar. Für das Verteidigungsministerium musste viel Arbeit geleistet werden. Fokker, Maatschappij De Schelde und Koolhoven entwickelten neue Militärflugzeuge, die Forschung erforderten. Und auch die Zivilluftfahrt verlangte Aufmerksamkeit. KLM befand sich mitten in einem Flottenerneuerungsprozess, bei dem Direktor Plesman eine Präferenz für Ganzmetallflugzeuge aus amerikanischer Produktion äußerte. Neben den Verbindungen nach Indien hatte man auch die Routen nach West-Indien und Amerika im Auge. Mehrere NLL-Mitarbeiter wie Van der Maas und Van der Neut waren stark an der Bewertung möglicher neuer Flugzeuge beteiligt, die unter anderem im Zusammenhang mit dem zu erteilenden Lufttüchtigkeitsnachweis angeschafft werden sollten. Die Entscheidung für amerikanische Flugzeuge ging Fokker ziemlich gegen den Strich, da man der Meinung war, dass die niederländische Flugzeugindustrie nicht einfach umgangen werden konnte. Die Regierung nahm die Proteste von Fokker ernst und setzte im Mai 1939 einen „Interministeriellen Beratenden Ausschuss für den Bau von Flugzeugausrüstungen hier im Lande“ ein. Nach intensiven Beratungen wurde der Kompromiss erzielt, dass KLM sechs viermotorige „transatlantische Flugzeuge“ (Douglas DC4) und vier kleinere zweimotorige Flugzeuge (Lockheed

L44) unter der Bedingung erwerben durfte, dass KLM ein „transatlantisches Flugzeug“ (mit der Bezeichnung „Entwurf-180“) und vier zweimotorige Flugzeuge (die in der Entwicklung befindliche F.24) von Fokker¹⁵⁰ kauft. Ein Windkanalmodell des letztgenannten Flugzeugs war bereits im alten Eiffelkanal der Marinewerft eingehend untersucht worden.

Das NLL war also sehr beschäftigt mit bezahlten niederländischen Aufträgen. Und zwar so sehr, dass es sich in seinem Jahresbericht 1939 genötigt sah, die Sorge zu äußern, dass dadurch seine eigene wissenschaftliche Arbeit beeinträchtigt würde: *„Eine Vernachlässigung der unabhängigen Forschungsarbeit des Laboratoriums muss als Fehler angesehen werden, weil sie die interessierten Kreise hier im Lande ... vollständig abhängig von ausländischer Forschung machen werde.“* Der Autor wird nicht geahnt haben, dass der Krieg bald dafür sorgen wird, wenn auch auf eine ganz andere Weise als beabsichtigt.

Der Ausbruch des Krieges verändert die Situation völlig. Alle Arbeiten für das Verteidigungsministerium werden eingestellt. Die Koolhovener Fabriken werden bombardiert und hören auf zu existieren. Fokker erhält bald ein deutsches Management, und das Unternehmen wird ganz auf die Produktion deutscher Flugzeuge ausgerichtet. KLM kann nicht mehr von Schiphol aus operieren, versucht aber so weit wie möglich, die Verbindung nach Indien über Neapel und dann über Lydda (im heutigen Israel) offen zu halten. Es scheint also, dass ein Großteil der Arbeit der niederländischen Auftraggeber wegfällt. Die Entscheidung des RLM, das NLL über die AVA für deutsche Aufgaben zu engagieren, gibt dem NLL die Möglichkeit zurück, eigene Einnahmen zu erzielen.

Dies bedeutet nicht, dass die Arbeit für niederländische Kunden völlig zum Erliegen kommt. Wichtige Kunden des NLL, wie der Luftfahrtendienst und KLM, suchen Kontinuität und vergeben weiterhin Aufträge. Darüber hinaus stellt die Regierung auch weiterhin Mittel für die Eigenarbeit zur Verfügung, um deren Fortbestand zu sichern.

In den folgenden Abschnitten werden auf der Grundlage der geführten Korrespondenz und der übrigen Berichte die durchgeführten Forschungen erörtert, um ein möglichst vollständiges Bild davon zu zeichnen, welche Forschungen während der Kriegszeit tatsächlich durchgeführt wurden.

Die während der Kriegszeit durchgeführten Arbeiten werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels für die Eigenarbeit und die niederländischen Auftraggeber beschrieben. Kapitel 9 wird dies dann für die deutschen Aufträge über die AVA tun. Es wurde versucht, so viele technische Details wie möglich zu vermeiden, aber den technischen Hintergrund einer bestimmten Studie bis zu einem gewissen Grad zu erklären.

8.2 „Eigenarbeit“

Wie bereits erwähnt, bestehen rund 50 % der NLL-Einnahmen aus Aufträgen. Die restlichen 50 % werden von den Mitgliedern der NLL-Stiftung (10 %) und von der Regierung „zur Deckung des Betriebsdefizits“ (40 %) aufgebracht. Diese Eigenmittel werden für Eigenarbeit, die Instandhaltung und den Ausbau der Forschungseinrichtungen (z. B. Windkanäle) oder für die Durchführung eigener Forschungen verwendet. Dies ist nicht fakultativ. Jedes Jahr erstellt das NLL einen Arbeitsplan, der allen Beteiligten der Stiftung zugesandt wird. Diese geben zunächst schriftliche Kommentare ab. Der Wissenschaftliche Ausschuss prüft diese dann, um den Vorstand und die Geschäftsleitung über die Qualität und Zweckmäßigkeit der vorgeschlagenen Forschung zu beraten.

Während des Krieges steigen die Einnahmen aus Aufträgen stark an, aber auch das Volumen der Eigenarbeit (siehe Tabelle Kapitel 7.1). Dies geschah übrigens nicht im Einvernehmen mit allen Vorstandsmitgliedern. Auf der Vorstandssitzung im April 1942 werden die Ergebnisse des Jahres 1941 besprochen. Ede van der Pals (der Vertreter des Luftfahrtendienstes) stellt fest, dass die Eigenleistungen von 127.000 Gulden im Jahr 1937 auf 238.000 Gulden im Jahr 1943 (vorläufiger Haushaltsplan) stark angestiegen sind. „*Ist die Eigenarbeit so viel wert?*“, fragt er.¹⁵¹ Die Mehrheit des Vorstands ist offenbar dieser Meinung. Es scheint, dass ein Prozentsatz für Aufträge von etwa 50 Prozent der geleisteten Arbeit als Richtwert gilt. Mehr Aufträge führen dann natürlich zu mehr Eigenarbeit, unabhängig davon, von wem die Aufträge kommen. Ein wichtiger zusätzlicher Vorteil von Eigenarbeit ist, dass sie einen flexiblen Personaleinsatz ermöglicht. Fast immer hat die Arbeit an Aufträgen eine bestimmte Priorität und steht unter Zeitdruck, je nach den Anforderungen des Auftraggebers. Die eigenen Arbeiten können dann um diese herum gruppiert werden. Der Schwerpunkt der Auftragsarbeiten während des Krieges liegt bei der Abteilung Aerodynamik, und durch die Eigenarbeit können andere Abteilungen beschäftigt werden, was gut für die Kontinuität ist. Auf diese Weise können die Kunden effizient bedient werden, und die „Leerlaufzeit“ wird minimiert.

Über die Eigenarbeit wird berichtet, und etwa 40 % aller Berichte beziehen sich auf sie (siehe Tabelle 7.4 in Abschnitt 7.2). Etwa die Hälfte davon entfällt auf die Abteilung Aerodynamik. Ein großer Teil dieser Berichte bezieht sich auf die neuen Windkanäle, die gerade in Betrieb genommen wurden, und die Entwicklung der zugehörigen Messtechnik. Während des Krieges wird eine detaillierte Beschreibung der Kanäle vorgenommen und die aerodynamischen Eigenschaften werden durch Messungen ermittelt und dokumentiert. Dies betrifft z.B. die Bestimmung des Turbulenzgrades und der Qualität der Windkanalströmung, das Problem der Antriebsfanschwingungen, die Entwicklung spezifischer Messtechniken (z.B. Waagen zur Messung der Kräfte am Modell oder Hitzdrähte zur Bestimmung sehr lokaler Luftgeschwindigkeiten) und eine Vielzahl von Gerätekalibrierungen. Ein spezielles, immer wiederkehrendes Thema ist die Ermittlung von Korrekturen für den störenden Einfluss von Kanalwänden auf Messungen mit und ohne drehende Propeller (der

sogenannte „Kanalwandeinfluss“*). Nach dem Ende des Krieges wird das Potenzial von Windkanälen für höhere Geschwindigkeiten (bis zur Schallgeschwindigkeit und darüber hinaus) in Aussicht gestellt. Dies wird einen fliegenden Start des NLL ermöglichen, sobald der Krieg vorbei ist.

Im Bereich der theoretischen Aerodynamik wird ständig daran gearbeitet, die Auftriebsverteilung* von Flugzeugflügeln (zur Bestimmung der Lastverteilung) durch Lösung der sogenannten Prandtl-Gleichungen (Theorie der „Traglinien“*) zu bestimmen, zunächst nach der Methode von Lotz, später nach der Methode von Multhopp. Die theoretischen Grundlagen dafür wurden bereits während des Ersten Weltkriegs von Prandtl zusammen mit Betz entwickelt. Die Theorie ermöglicht es, die Verteilung des Auftriebs auf dem Flügel für eine bestimmte Flügelform zu berechnen. Damit folgt das NLL den Entwicklungen in Deutschland an der AVA und in Amerika an der NACA, wo einige von Prandtls Schülern inzwischen tätig sind.

Ein sehr wichtiger Forschungsbereich ist das Flattern*, eine instabile Schwingung der Struktur aufgrund instationärer aerodynamischer Belastungen. Das Flatterphänomen war bereits zuvor untersucht worden: 1923 untersuchten Von Baumhauer¹⁵² und Koning am RSL einen Fall von Querruderflattern am Van Berkel's Patent Wasserflugzeug W.B. Durch diese bahnbrechenden theoretischen und experimentellen Forschungen (sowohl im Windkanal als auch im Flug) hat sich RSL/NLL einen ausgezeichneten Ruf in Bezug auf die Kenntnis von Flatterphänomenen erworben. Darauf aufbauend wird zu Beginn des Krieges ein sehr umfangreicher Bericht von Greidanus über Schwingungen einer Querruderanlage im Rahmen der Eigenarbeit¹⁵³ veröffentlicht. Dieses Thema wird in der Flatterstudie, die für die AVA durchgeführt wurde, noch einmal ausführlich behandelt.

Über deutsche Entwicklungen wird das NLL durch die Zentrale für Wissenschaftliches Berichtswesen informiert (soweit freigegeben). Während des Krieges war das NLL von amerikanischen Informationen abgeschnitten.

Einen ganz besonderen Platz nimmt die Windkanalforschung im Zusammenhang mit „Maßstabeffekten“* ein. Dabei geht es um die wichtige Frage, inwieweit die mit einem maßstabgetreuen Modell im Windkanal (typischerweise etwa 1/20e der tatsächlichen Größe) erzielten Ergebnisse auf die Situation des tatsächlichen Flugzeugs im freien Flug übertragen werden können. Insgesamt wurden 13 verschiedene Flugzeuge entweder im Großen oder im Kleinen Kanal bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten von 15 bis maximal 81 m/sec gemessen. Darunter befinden sich Konfigurationen verschiedener niederländischer Auftraggeber (Modelle, die zumeist bereits im LST vermessen wurden) sowie die noch zu besprechende Arado-233, die über die AVA in Auftrag gegeben wurde. Das gesamte Forschungsprogramm umfasst fast 50 Tage mit Messungen im Windkanal. Jeder Bericht schließt mit dem Hinweis, dass die Analyse im Bericht A.801 wiedergegeben wird, einem Bericht, der jedoch nie erschienen ist. Seltsamerweise enthält sie fast keine Flugzeuge, für die freie Flugdaten verfügbar sind. Im Bericht „Activities in war time“ (siehe Kapitel 13.2) heißt es daher, dass „aus den verfügbaren Daten keine definitiven Schlussfolgerungen gezogen werden können“. Handelte es sich dabei um eine

ernsthafte Untersuchung oder um eine Form der Schaffung von Arbeitsplätzen, um die Windkanäle in Betrieb zu halten und so viele Menschen wie möglich zu beschäftigen? Hat das NLL ganz bewusst alle Lücken in der Kanalplanung ausgefüllt, weil sie sonst Angst vor einer deutschen Intervention hatte? In einem Schreiben vom 24. Mai 1941 bittet das AVA im Auftrag des RLM um „Unterlagen“ über die Besetzung der Windkanäle und eine monatliche Übersicht über den Stand der Dinge bezüglich der deutschen Aufträge.¹⁵⁴ Während das NLL bei der Ausarbeitung der Tunnelplanung einen gewissen Spielraum hat, überwacht die AVA genau, was danach tatsächlich gemacht wird.

In der Abteilung Festigkeit wird der Konstruktion eines Lastgeschirrs zur Ermittlung der Flügellasten* große Aufmerksamkeit gewidmet. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Untersuchung von „Remousbelastungen“*, bei der die Festigkeit von doppelwandigen Tragflächen und dünnwandigen Strukturen wie Flugzeugflügeln und Rumpfcylindern berechnet wird.¹⁵⁵ So schreibt Van der Neut, der Leiter der Festigkeitsabteilung, in seinen Erinnerungen an den Krieg: *„Unter diesem Gesichtspunkt war die Besatzungszeit, abgesehen von den wenigen interessanten Flugzeuginspektionsaufträgen, sogar eine reizvolle Zeit für den Forscher. Während ich dies niederschreibe, überkommt mich ein Gefühl der Schuld, dass ich mich in einer Zeit vergnügen konnte, die viele andere in tiefstes Elend und Verzweiflung stürzte.“*¹⁵⁶

Die Abteilung Werkstoffe führt zahlreiche Inspektionen und Kalibrierungen durch. Die Abteilung Luftfahrzeuge arbeitet an der Entwicklung eines „automatischen Beobachters“*, einer Tafel, auf der verschiedene Instrumente optional montiert und unter kontrollierten Bedingungen gefilmt werden können. Diese Aufzeichnungen werden dann später am Boden in vielen kleinen Zeitschritten ausgelesen, um ein Bild über den zeitlichen Verlauf von Messgrößen wie Fluggeschwindigkeit, Höhe, Triebwerksleistung usw. zu erhalten. In Zusammenarbeit mit der Abteilung Aerodynamik werden auch Flatteruntersuchungen durchgeführt und die Steuereigenschaften eines schwanzlosen* Flugzeugs untersucht.

8.3 Arbeiten für niederländische Kunden

Der Luftfabrtdienst

Der Luftfabrtdienst (Luchtvaartdienst LVD oder LD)¹⁵⁷ ist der wichtigste inländische Kunde während des Krieges. Die Aktivitäten wurden jedoch erheblich eingeschränkt, da der kommerzielle Flugverkehr nicht mehr möglich war. Die Führung wird sich auf Kontinuität konzentriert haben. Ein Teil der Arbeiten betrifft Forschungsfragen, die bereits vor dem Krieg formuliert worden waren, wie z.B. Belastungen des Höhenleitwerks, Bugradbelastungen, die Belastung von Schwimmern bei Wasserflugzeugen und das Auftreten von Remous*. Diese Forschung ist wichtig, um zu beurteilen, ob eine bestimmte Struktur stabil genug ist, eine Voraussetzung für die Zulassung eines bestimmten Flugzeugtyps. Die Untersuchungen an mehreren zweimotorigen Flugzeugen zu den Folgen des Ausfalls eines Triebwerks

werden fortgesetzt. Ein Unfall einer Koolhoven FK.56, die am 4. Januar 1940 bei Flugversuchen im Sturzflug abstürzte, erregte bereits in den Monaten vor Kriegsausbruch große Aufmerksamkeit. Dieser Unfall ereignete sich mit dem Testflugzeug, das mit einem automatischen NLL-Beobachter* ausgestattet war. Für diesen Flugzeugtyp sowie für die FK.58 und die Schelde S.21 werden theoretische Berechnungen durchgeführt, um die so genannte kritische Geschwindigkeit* zu ermitteln. Das ist die Geschwindigkeit, oberhalb derer heftige, instabile Schwingungen mit oft katastrophalen Folgen auftreten, die Schlüsselfrage bei Flatteruntersuchungen*. Jeder Flatterfall erfordert eine sehr spezifische Analyse und manchmal eine Modifizierung der Theorie. Anschließend sind sehr rechenintensive Berechnungen erforderlich, um ein praktisches Ergebnis zu erhalten.

Darüber hinaus werden umfangreiche Studien zur Festigkeit von doppelholmgigen Flügeln und zur Festigkeit von versteiften Hautplatten durchgeführt. Das NLL verfügt über viel spezifisches Wissen auch in diesem Bereich. Diese Beispiele veranschaulichen gut, dass die Grenze zwischen Eigenarbeit und Auftrag (entweder für den Luftfahrtendienst oder die AVA) nicht immer scharf gezogen werden kann. Die Zusammenarbeit mit der Luftfahrtbehörde ist übrigens sehr eng. So wurde Koiter, der bereits vor dem Krieg für das NLL gearbeitet hatte, in den letzten Kriegsjahren vom Luftfahrtendienst zum NLL abgeordnet. Er arbeitete dort für die Kommission Inspektion Luftfahrzeuge (Commissie Keuring Luchtvaartmaterieel CKL). Im NLL führte er sehr wichtige Studien in der Abteilung für Festigkeit durch und wurde bald nach dem Krieg zum Professor in Delft ernannt.

Niederländische Militärarbeit

Die militärische Arbeit des Verteidigungsministeriums kam während des Krieges natürlich völlig zum Erliegen. Kurz vor dem Krieg wurden bei Fokker das Kampflugzeug Fokker G.I und das Wasserflugzeug Fokker T.VIII-W für die niederländischen Streitkräfte gebaut. Die bereits ausgelieferten Flugzeuge wurden in den Matagen zur Verteidigung der Niederlande eingesetzt. Einige Fokker T.VIII-W wurden über Frankreich nach England geflogen, wo sie für kurze Zeit bei der „RAF Coastal Command 320 Dutch Squadron“ dienten. Die anderen Flugzeuge wurden im Auftrag Deutschlands fertiggestellt.

Die Koolhovener Fabriken werden in den ersten Kriegstagen bombardiert und das Unternehmen wird daraufhin aufgelöst. Die Entwicklung der Schelde S.21 wird ebenfalls eingestellt, aber die typische Konfiguration dieses Flugzeugs (mit Triebwerk* am hinteren Rumpfe) kehrt während des Krieges als Frits Diepens DiFoGa wieder, über die später mehr zu erfahren ist.

Fokker

Die Fokker-Flugzeugfabrik ist aus dem RSL und später aus dem NLL nicht mehr wegzudenken. Das ist auch der Grund, warum Direktor J.E. van Tijen einen Platz im Vorstand des NLL und seit Kriegsbeginn sogar als Delegierter hat. Am 18. Mai

1940 macht Göring einen Blitzbesuch in die Niederlande. Am Flughafen Schiphol trifft er Van Tijen.¹⁵⁸ Nicht ganz zufällig wird Van Tijen dort von F.W. Seekatz begleitet. Letzterer war seit dem 6. August 1914 bei Fokker in Schwerin in Deutschland tätig, die meiste Zeit als Leiter der Verkaufsabteilung. Seekatz besuchte während des Ersten Weltkriegs Piloten, darunter Göring, um Fokker-Flugzeuge zu empfehlen (Abb. 8.1). Unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg verhalf Fokker Göring zu einer Stelle als Fokker-Verkäufer in Kopenhagen, und schon damals wird er mit Seekatz zu tun gehabt haben. Sie waren also gute Bekannte und noch am selben Tag nimmt Seekatz Göring mit zu einem Besuch in Amsterdam. Später wird er bei Görings Kunstankäufen bei der niederländischen Firma Goudstikker vermitteln.

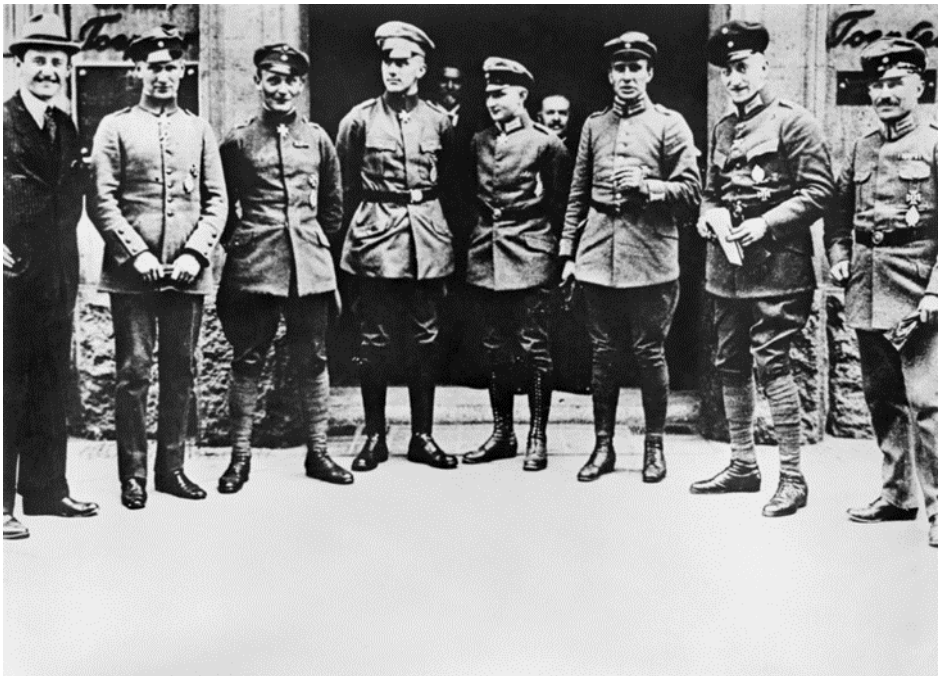


Abb. 8.1 Seekatz, der bei Fokker für den Vertrieb zuständig war, wurde 1940 von Göring zum Direktor von Fokker ernannt. Sie kannten sich bereits aus dem Ersten Weltkrieg. Dieses Foto von 1918 zeigt Seekatz (ganz links) neben deutschen Piloten, möglicherweise dem Jagdgeschwader 1. Seekatz war zu diesem Zeitpunkt auch als Verkäufer bei Fokker tätig. Rechts neben Göring Lothar von Richthoven, der Bruder des „Roten Barons“.

Kurz darauf wird dem Aufsichtsrat von Fokker mitgeteilt, dass er Seekatz zum Direktor ernennen soll. Die Kommissare sind damit nicht einverstanden, woraufhin Seekatz am 9. Juli 1940 vom Generalluftzeugmeister Udet im Auftrag von Göring zum Verwalter ernannt wird. Kurz darauf wird Van Tijen wegen „Feindbegünstigung“ verhaftet, aber drei Monate später, im Februar 1941, aus Mangel an Beweisen wieder freigelassen. Kurze Zeit später reichte er seinen eigenen Rücktritt ein. Er

schloss sich dem Widerstand an, wurde verhaftet und in ein Konzentrationslager gebracht, überlebte aber den Krieg und kehrte zu Fokker zurück. Dort feuert er Seekatz, nachdem dieser vom Politischen Ermittlungsdienst festgenommen wurde. Seekatz selbst war nie sonderlich an der Führung der Geschäfte bei Fokker interessiert. Das überlässt er dem „Reichsdeutschen“ Pleines. Seekatz sympathisiert nicht mit den Nazis und ist jemand, der weiß, wie man mit einem Drink mit Freund und Feind spielt: ein Opportunist und geschickter Geschäftsmann. Als es im Mai 1941 zwei Fokker-Flugzeugen (einer G.I und einer T.VIII-W) gelingt, innerhalb weniger Tage nach England zu entkommen, erregt dies Görings Zorn. Seekatz verschwindet daraufhin ein wenig in den Hintergrund und Pleines wird zum technischen Direktor ernannt. Letzterer wird als ruheloser Mann mit exzentrischen Arbeitsmethoden beschrieben.¹⁵⁹

Die Fokker-Fabrik wird voll in die deutsche Kriegsproduktion einbezogen und arbeitet für Junkers, Bücker, Arado und Dornier. Pleines rekrutiert rund 60 Deutsche, um seinen Einfluss auf das Unternehmen zu stärken. Die Zahl der Beschäftigten steigt schnell von 1.750 im Mai 1940 auf 6.000 bei Kriegsende.¹⁶⁰ Die Produktion wird auf mehrere Standorte in und außerhalb von Amsterdam verteilt, nachdem die Fabrik am Papaverweg in Amsterdam mehrmals von den Alliierten bombardiert wurde. Neben der Flugzeugproduktion zeigten die Junkers-Werke in Deutschland großes Interesse an dem von M. Beeling geleiteten Konstruktionsbüro. Dieses Büro diente während des Krieges dazu, die deutschen Entwürfe weiter zu präzisieren. Bei Kriegsende wird ein Teil des Personals des Konstruktionsbüros sogar in Dessau¹⁶¹ eingesetzt. Nach dem „Tollen Dienstag“¹⁶² im September 1944 kehren die meisten Deutschen nach Deutschland zurück. Die Fabrik wird ebenfalls geräumt („Rückverlagerung“), woran Seekatz jedoch nicht mitwirken will.

Im März 1941 unterstützt das NLL Fokker bei der Flugerprobung einer T.VIII-W, einem zweimotorigen Torpedobomber und Aufklärungsflugzeug. Ein „automatischer Beobachter“* wird an Fokker vermietet, und die Filmaufnahmen werden dann vom NLL ausgelesen. Ziel der Prüfung ist es, die Höchstgeschwindigkeit zu ermitteln. Ein weiterer Windkanaltest wird auf ausdrücklichen Wunsch von Pleines¹⁶³ an einem Höhenleitwerk durchgeführt. Höchstwahrscheinlich handelt es sich dabei auch um ein T.VIII-W. Dieses Flugzeug wurde 1938 von Fokker für die niederländische Küstenverteidigung und für den Einsatz in Niederländisch-Ostindien entwickelt. Einigen dieser Flugzeuge gelang es, in den ersten Kriegstagen rechtzeitig zu entkommen, und sie bildeten später den Kern der bereits erwähnten 320 Squadron. Finnland hatte fünf Flugzeuge des Typs W/C bestellt, die fertiggestellt, aber nie ausgeliefert wurden. Sie wurden später von der deutschen Luftwaffe im Mittelmeerraum eingesetzt. Laut Beeling waren Steuerprobleme bei diesen Flugzeugen in Verbindung mit neuen Informationen, die durch Deutschland¹⁶⁴ gewonnen wurden, der Grund für diese Untersuchung. Es wurde kein Bericht über die Windkanalmessungen im NLL veröffentlicht. Die Messungen selbst fanden im Juni, Juli und August 1942 statt, und es wurde mit Fokker vereinbart, deren Personal für

diesen Zweck einzusetzen. Bei den Beratungen darüber zeigte sich Chaillets sachliche Haltung: Nach dem 1. August 1942 sollte der Tarif für Nicht-Mitglieder auch auf Fokker angewendet werden. Seit diesem Datum ist Fokker nicht mehr Mitglied,¹⁶⁵ da der Verband niederländischer Flugzeughersteller nicht mehr existiert.

Ansonsten ist das NLL kaum an den Aktivitäten von Fokker beteiligt. Pleines unternahm Anfang 1943 einen Versuch, NLL-Personal einzusetzen. Zu diesem Zweck wandte er sich an Lorentz vom RLM in Berlin mit der Bitte, NLL-Ingenieure für Berechnungen für Messerschmitt einzusetzen, die im Zusammenhang mit der Umstellung von Leichtmetall auf Holz aufgrund von Materialknappheit standen.¹⁶⁶ Dennoch gelang es dem NLL, seine „Unabhängigkeit“ zu bewahren, selbst bei einem späteren Versuch von Pleines (siehe auch Kapitel 10).

Wie bereits zu Beginn von Kapitel 8.1 erwähnt, waren die Beziehungen zwischen KLM und Fokker vor dem Krieg nicht sehr gut, was sogar bis zur Einmischung der Regierung ging. KLM war nur sehr zögerlich bereit, Fokker-Flugzeuge zu kaufen. Dies führte schließlich zu Vereinbarungen über die Entwicklung der F.24, eines Kurz- und Mittelstreckenflugzeugs, sowie über die Entwicklung eines Transatlantikflugzeugs, „Entwurf-180“. Fokker hatte in der Vergangenheit auch

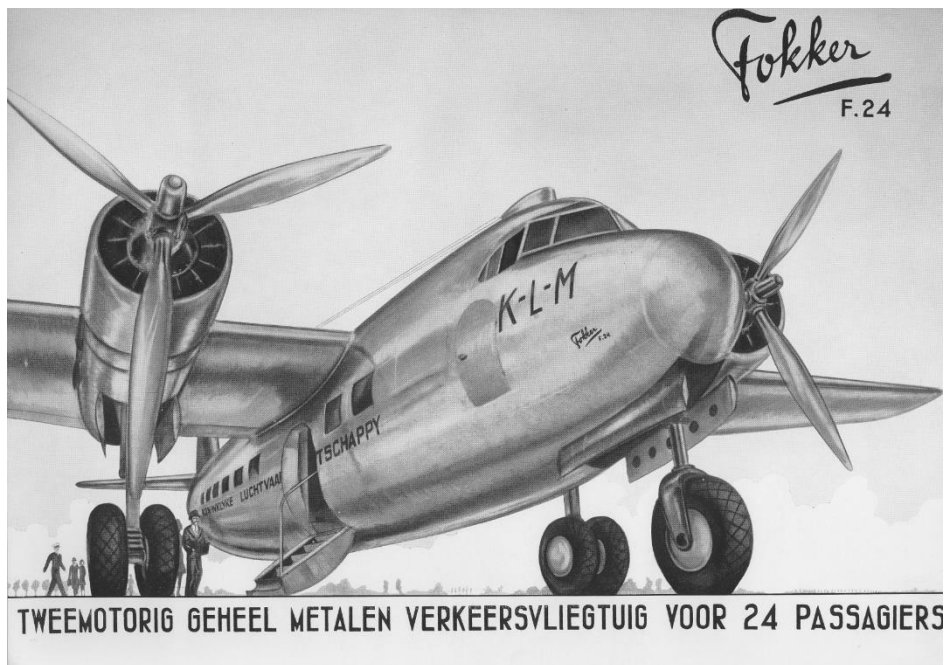


Abb. 8.2 Zu Beginn des Krieges arbeitete Fokker an zwei neuen Projekten: die F.24 für den Kurzstreckenbereich und die „Entwurf-180“ für den Langstreckenbereich. Die F.24 ist hier abgebildet. Vor dem Krieg wurde ein Windkanalmodell der F.24 im Eiffelkanal der Marinewerft vermessen (Maßstab 1:25). Ein weiteres Modell mit größeren Abmessungen (Maßstab 1:17,5) wurde 1941 im Großen LST vermessen.

eine etwas schwierige Beziehung zum RSL. Der RSL sah es als seine Aufgabe an, über die Lufttüchtigkeit von Luftfahrzeugen zu beraten, die zum niederländischen Luftraum zugelassen sind. Dies bedeutete, dass amerikanische Flugzeuge (wie die DC-2), die von Fokker gebaut oder für den europäischen Markt gehandelt wurden, vom RSL geprüft werden mussten. Die kritischen Bemerkungen des RSL in dieser Hinsicht wurden von Fokker nicht immer geschätzt. Sie glaubten, dass sie selbst über alle notwendigen und vor allem praktischen Erfahrungen verfügten. Die Konflikte darüber führten schließlich zur Aufteilung des RSL in einen Forschungsteil (das NLL) und einen Aufsichtsteil (der Luftfahrtendienst LD oder LVD unter anderem mit der Kommission Inspektion Luftfahrzeuge (CKL)). Aber auch danach war die Luft bei Fokker noch nicht völlig rein. Fokker zufolge musste sich das NLL strikt auf die Durchführung vertraulicher Forschungsarbeiten im Auftrag von Flugzeugherstellern beschränken, und zu viel Eigeninitiative wurde nicht geschätzt. Möglicherweise spielten derartige unterschiedliche Auffassungen über die Aufgaben und Arbeitsmethoden des NLL auch bei der Diskussion im NLL-Vorstand am 24. Juli 1940¹⁶⁷ eine Rolle. Die Beziehungen waren also etwas schwierig, und Koning und Chaillet begannen Anfang 1941 (d.h. kurz bevor Van Tijen selbst bei Fokker zurücktrat) ein Gespräch mit Van Tijen und Beeling von Fokker, um eine bessere Zusammenarbeit zu erreichen.¹⁶⁸

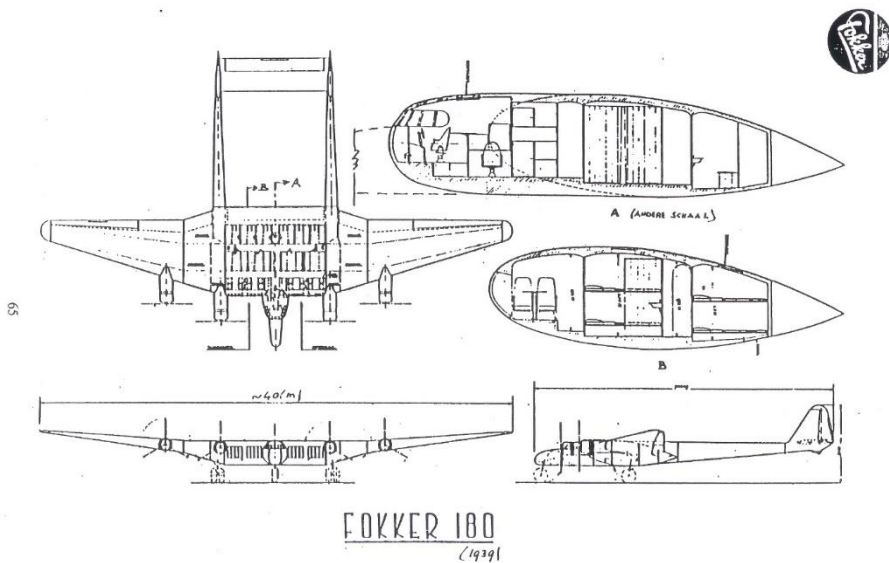


Abb. 8.3 Skizze einer der Versionen von „Entwurf-180“. Dieses Flugzeug, eine Art Nurflügler, war für Transatlantikflüge konzipiert. Der außergewöhnlich dicke Rumpf, der als Mittelteil des Flügels ausgeführt ist, ist aus aerodynamischer Sicht eher problematisch. Diese Konfiguration wurde nie im Windkanal gemessen. Ein Teil des Flügelmittelteils wurde jedoch 1944 im Auftrag von Fokker vermessen.

Trotz des Krieges wurden die Arbeiten an der F.24 (Abb. 8.2) und der „Entwurf-180“ (Abb. 8.3) im Fokker Konstruktionsbüro so weit wie möglich fortgesetzt. Die Auswirkungen finden sich in der Windkanalforschung, die für Fokker durchgeführt wurde. Diese Forschung hatte keinen Bezug zu den Kriegsanstrengungen, und möglicherweise war sich Pleines dessen überhaupt nicht bewusst. Vor dem Krieg war ein F.24-Modell im Maßstab 1:25 im alten Eiffelkanal der Marinewerft vermessend worden. Im März 1941 wurde ein neues, etwas größeres Modell (Maßstab 1:17,5) ausgiebig im Großen Kanal (Kanal 3) getestet. Auch das NLL selbst hat großes Interesse an diesen Messungen. Anhand dieses Modells lässt sich feststellen, ob und inwieweit sich die Messergebnisse des „alten“ und des „neuen“ Windkanals unterscheiden. Dieses größere Modell kann mit laufenden Motoren ausgestattet werden. Die Eigenschaften der Modellmotoren werden im März 1941 auch im Kleinen Kanal (Kanal 4) untersucht. Die Kosten für diese Untersuchung werden zum Teil von Fokker und zum Teil vom NLL getragen, da sie für beide Parteien von großer Bedeutung sind. Dann legt Fokker die Arbeiten im Laufe des Jahres 1941 auf Eis. Ebenfalls im Oktober 1942 beschloss Fokker, die Verträge mit der Regierung über diese beiden Projekte auszusetzen. Die Messungen an der F.24 im Großen Kanal wurden 1944 noch einmal mit der nun neuen halbautomatischen Waage wiederholt, allerdings auf Kosten des NLL. Alle durchgeführten Messungen und Vergleiche wurden 1945¹⁶⁹ veröffentlicht.

Trotz der Aussetzung des Vertrages mit der Regierung arbeitet Fokker weiter an „Entwurf-180“. Die eher unkonventionelle Konstruktion besteht aus einer Art „Nurflügler“ mit einer Passagierkabine im Mittelteil des Flügels und zwei langen Heckauslegern für die Stabilität. Diese Bauweise hat große strukturelle Vorteile, da sie das Gewicht des Flugzeugs (relativ gesehen) reduziert und damit die Flugreichweite erhöht. Aber aus aerodynamischer Sicht ist das Design nicht sehr realistisch. Der sehr dicke Flügel (die Dicke* des Flügelprofils betrug etwa 30 % der Länge des Flügelprofils oder der Flügeltiefe*, während sie normalerweise 10 bis 20 % beträgt) führt zu einem hohen Luftwiderstand*, der wiederum den strukturellen Vorteil zunichte zu machen droht. Um dieses aerodynamische Problem zu untersuchen, wurden im Mai und Juni 1944 drei große zweidimensionale*, sehr dicke Profile im Großen Kanal gemessen.¹⁷⁰ Nicht nur die Flugeigenschaften selbst, sondern auch der Messaufbau ist problematisch. Ende 1942 wies das NLL in einem Schreiben an Fokker darauf hin, dass die Korrekturen des Wandeinflusses bei derart dicken Profilen unzuverlässig sind.¹⁷¹ Dem Kanaltagebuch zufolge kommt Beeling höchstpersönlich in den Windkanal, um sich ein Bild von den Messungen zu machen, Messungen, die er für sehr wichtig hält. Diese Messungen sind auch für das NLL innovativ. Der Widerstand des Profils wird anhand von Hitzdrahtmessungen im Nachlauf hinter dem Modell bestimmt, eine Technik, die hier zum ersten Mal am NLL eingesetzt wird, nachdem sie einige Jahre zuvor bei Burgers in Delft entwickelt worden war.

Trotz der Gespräche im März 1941, die zu einer besseren Verständigung führen sollten, kam es noch 1944 zu einem heftigen Briefwechsel zwischen Fokker und

dem NLL über die Leistungsschätzungen von Fokker für die „Entwurf-180“. Beeling wirft dem NLL vor, mit zweierlei Maß zu messen: Eine NLL-Bewertung von zwei neuen Entwürfen (die beide auf dem „Entwurf-180“ basieren) wird gegenüber Fokker positiv beurteilt, während man sie gegenüber einer Reihe von Reedereien stark kritisiert. Tatsächlich steht Fokker seit 1938 in Kontakt mit einer Reihe von niederländischen Reedereien (Stoomvaart Maatschappij Nederland SMN, Rotterdamsche Lloyd und Holland-Amerika Lijn), mit denen man die Leistung der Fokker-Konstruktionen teilt. Van Oosterom von der Luftfahrzeugabteilung wurde sogar vorübergehend zur Beratung an die SMN abgeordnet.

KLM

Die Koninklijke Luchtvaart Maatschappij war der Stolz der Niederlande. Nach dem ersten Flug nach Batavia im Oktober/November 1924 und dem Weihnachtspostflug der „Pelikaan“ im Jahr 1933 führte das Melbourne-Rennen mit der „Uiver“ im Jahr 1934 zu einem regelrechten „Uiver-Wahnsinn“: Die niederländisch-indische Fluggesellschaft fungierte als Ikone der Verbindung mit den Kolonien. Im selben Jahr wurde der erste niederländische Transatlantikflug nach Westen mit De Snip, einer Fokker F.XVIII, durchgeführt. 1939 verkürzte die KLM wegen des Krieges ihre Fluglinie nach Ostindien bis zu Neapel; von dort ging es mit dem Zug in die Niederlande. Wie sollte die KLM nach Mai 1940 in Europa abschneiden? Am 25. Mai landete Göring in Begleitung von Erich Milch¹⁷² auf dem Flughafen Schiphol. General Christiansen, der einige Tage später zum Oberbefehlshaber der Wehrmacht für die Niederlande ernannt wird, gehört zu dieser Gesellschaft. Der Konstrukteur Platz und der Verkäufer Seekatz, beide alte Bekannte von Göring, sind ebenfalls anwesend. Reinhold Platz war der Chefkonstrukteur von Fokker, ist jetzt aber beim RLM angestellt und mit der niederländischen Luftfahrtindustrie betraut. Plesman ist auch anwesend.¹⁷³ Er bekommt ein Gespräch mit Göring, der ihm seine Unterstützung zusichert, ein etwas navrantes Versprechen, wenn man bedenkt, dass die Herren auf dem Bahnsteig eine Reihe von durch deutsche Bomben beschädigte KLM-Flugzeuge sehen. Plesman will um jeden Preis fliegen. Die ursprüngliche deutsche Absicht, KLM an Fokker zu übertragen, wird bald aufgegeben. Mit der Lufthansa (Milch war vor dem Krieg Direktor der Lufthansa) wird ein spezieller Vertrag geschlossen, der vorsieht, dass die KLM für die Lufthansa fliegt. Doch Schiphol wird zum Militärflugplatz und KLM verlagert die in den Niederlanden verbliebenen und ausgedienten Flugzeuge per Binnenschiff in den Houthaven in Amsterdam.¹⁷⁴ In der Zwischenzeit, am 10. Juli 1940, begann die Luftschlacht um Großbritannien.

Nach Ausbruch des Krieges lag der Schwerpunkt der KLM zunächst in Ostindien, bis Pearl Harbour und die japanische Besetzung 1942 eine Weiterführung der KLM dort unmöglich machten. Das KLM West Indische Unternehmen (West-Indisch Bedrijf WIB) ist weiterhin vor Ort tätig. Innerhalb Europas wird Lissabon mit

Flügen nach England zu einem europäischen Drehkreuz für KLM. Und in den Niederlanden bleibt die Technische Gesellschaft bestehen, die sich jedoch auf die Überholung von Flugzeugtriebwerken für Deutschland beschränkt.

Plesman glaubt, dass er die Geschichte beeinflussen kann. Durch Von Rosen (ein schwedischer KLM-Pilot)¹⁷⁵ kommt er wieder in Kontakt mit Göring, dem zweifellos wichtigsten Mann im Dritten Reich nach Hitler. Am 22. Juli 1940 trifft er ihn in seiner Sommerresidenz „Carinhall“ in Brandenburg mit einem Friedensplan in der Tasche. Göring ist davon letztlich nicht begeistert, und als Plesman sein eigenwilliges Verhalten fortsetzt und inzwischen auch der britische Geheimdienst davon weiß, erlegt Göring Plesman eine Schweigepflicht auf. Ein weiteres halbes Jahr später, im Mai 1941, wird Plesman, nach einem erfolgreichen Fluchtversuch einiger Piloten mit einer Fokker G.I und einer Fokker T.VIII-W nach England, verhaftet und inhaftiert.¹⁷⁶

Nach einem Jahr wurde Plesman am 11. April 1942 wieder freigelassen, erhielt dann aber Hausarrest im Osten der Niederlande. Er zog nach Driene (zwischen Hengelo und Enschede) in „t Heihuis“ wo er bis Kriegsende mit seinen Mitarbeitern am Wiederaufbau der KLM arbeitete. Dies ist auch der Hintergrund für Van der Neuts Bemerkung in seinen Erinnerungen an den Krieg:¹⁷⁷ *„Plesman wurde dann nach Twente verbannt und wohnte in einem kleinen Landhaus, das ihm ein Textilfabrikant – ich glaube, es war Van Heek – zur Verfügung stellte. Dort empfing er Menschen aus Holland, die er über seine Ideen auf vielen Gebieten informierte. So hatte ich die Ehre, mit Koning eingeladen zu werden. Wegen der begrenzten Reisemöglichkeiten war eine Übernachtung inbegriffen.“* Plesman stellte sich vor allem die Frage, welche Flugzeugtypen KLM in Zukunft für die Transatlantikstrecke benötigen würde. Bereits 1941 vereinbart Veenendaal, Leiter der Technischen Abteilung, mit dem NLL eine Studie zum Vergleich der Leistung des herkömmlichen Rumpf-Flügel-Flugzeugs mit einem Nurflügler. Diese Beratungen werden 1942 fortgesetzt, wobei neben Veenendaal auch das gesamte NLL-Management, bestehend aus Koning und Chaillet, und der NLL-Berater Van der Maas anwesend sind.¹⁷⁸ KLM ist besonders an Langstreckenflügen interessiert. Sie würden gerne das Verhältnis zwischen der Zunahme des Strukturgewichts und der Nutzlast bei einer Vergrößerung des Flugzeugs sehen. Die Gespräche werden im Laufe des Jahres fortgesetzt, wobei auch schwanzlose Flugzeuge (Nurflügler) und ein geschlepptes Flugzeug (die Rede ist von einem 15-Tonnen-Schleppflugzeug) in die Studie einbezogen werden sollen. Aus dem Schriftverkehr geht hervor, dass das NLL die meisten dieser Ideen für ziemlich weit hergeholt hält. Das Schleppflugzeug (eine Idee von P. Guilonard von KLM aus dem Jahr 1936, die auf eine Studie der Maatschappij De Schelde zurückgeht) wird von den Experten des NLL vollständig abgelehnt. Doch KLM selbst ist davon offenbar nicht überzeugt und hat ein Windkanalmodell anfertigen lassen. Inwieweit diese Studien letztendlich eine Rolle bei der Wahl der künftigen Flotte von KLM gespielt haben, ist nicht ganz klar. Klar ist, dass KLM später konventionelle Flugzeuge aus amerikanischer Produktion kaufte.

Nach dem Krieg entschied der „Zuiveringsraad“¹⁷⁹ schließlich eine weitere öffentliche Untersuchung der Handlungen von Plesman als „... unnötig und unerwünscht.

Der Rat hält es jedoch für wünschenswert, dass der Minister seine Versäumnisse, insbesondere im Hinblick auf die Durchführung von Reparaturen usw. an deutschen Militärflugzeugmotoren, deutlich zur Sprache bringt.“ Eine Minderheit des Rates macht ihm schwere Vorwürfe, weil er die Anweisungen (Leitlinien der Regierung für das Verhalten während der Besetzung; siehe auch Kapitel 5) missachtet hat.

Schiffahrtsunternehmen

Bereits 1929 schrieb Bertolt Brecht ein Musikstück mit dem Titel „Der Ozeanflug“ als Antwort auf Lindberghs Flug von New York nach Paris im Jahr 1927, eine Strecke von 5 800 km. Ein Non-Stop-Flug über den Atlantik war damals an der Grenze des technisch Machbaren und beflügelte daher die Phantasie, nicht nur die von Plesman. Mehrere holländische Reedereien wie die Koninklijke Nederlandsche Stoomboot Mij, die Stoomvaart Mij Nederland und die Nederlandsch-Amerikaansche Stoomvaart Mij (NASM; die spätere Holland-Amerika-Linie) waren ebenfalls an den technischen Möglichkeiten interessiert, über den Ozean nach Amerika zu fliegen. Dies unter dem Gesichtspunkt eines möglichen Wettbewerbs und um sich selbst an einem solchen Liniendienst zu beteiligen. Sie ließen das NLL mehrere Studien durchführen. So erkundigt sich die NASM beispielsweise nach den spezifischen Möglichkeiten für die Strecken Rotterdam - New-York und Porto Prahia (auf den Kapverdischen Inseln) - Paramaribo mit einer Fluglänge von 6.000 bzw. 3.600 km. Daraus ergibt sich, dass ein 40-Tonnen-Flugzeug auf der Strecke nach New York sich selbst gerade noch überführen könnte, ein 60-Tonnen-Flugzeug könnte eine Nutzlast von drei Tonnen befördern. Diese Route ist jedoch mit Zwischenstopps in Irland und Neufundland wirtschaftlich möglich. Ohne Zwischenlandung wird ein noch größerer Flugzeug in Betracht gezogen: das „100-Tonnen-Flugzeug“. Diese Bezeichnung wird in der Welt der Luftfahrt zum Synonym für das „Ozeanflugzeug“. Nach dem Krieg fliegt die KLM Lockheed Constellations (ca. 60 Tonnen) mit Zwischenlandungen in Irland und Neufundland nach New York. Im Rahmen dieser Art von Forschung werden verschiedene Sensitivitätsstudien durchgeführt, z. B. über die Auswirkungen einer höheren Propellereffizienz, eines geringeren Luftwiderstands oder eines höheren Technologieniveaus. Erst mit dem technologischen Durchbruch des Düsentriebwerks wird ein Direktflug zwischen Amsterdam und New York möglich. Wie bereits erwähnt, gibt es auch direkte Kontakte zwischen Fokker und Reedereien. Das NLL ist zwischenzeitlich ziemlich festgefahren, vor allem als Van Oosterom (Abteilung Flugzeuge) vom NLL als Berater zur Stoomvaart Maatschappij Nederland abgeordnet wird. Dem NLL wird sogar vorgeworfen, die Leistungsschätzungen von Fokker für neue Fokker-Konstruktionen nicht richtig wiederzugeben.¹⁸⁰ Diese Studien machen jedoch deutlich, dass bereits während des Krieges an der Entwicklung von Nachkriegsplänen gearbeitet wird.

Private Initiative

Auch der Krieg konnte die Vorkriegsbegeisterung für die Luftfahrt nicht zerstören. Im August 1942 erhält das NLL einen Brief von einem jungen Luftfahrtenthusiasten, G. Lanewijn, der mehr über Flugzeugmotoren wissen möchte. Er schreibt: „*Nach diesem unmenschlichen Kampf wird die Jugend der Niederlande versuchen, den großartigen Platz wiederzuerlangen, den die niederländische Luftfahrt vor dem Krieg innehatte. Die Jugend will und wird fliegen!*“¹⁸¹ Nicht nur die Jugend dachte so. Auch eine Reihe von Privatpersonen versuchte während des Krieges, ihren Traum vom eigenen Flugzeug zu verwirklichen.

Im Jahr 1941 meldete sich Tup van Waveren aus Heemstede mit einem Flugzeugmodell beim NLL. Tup war einer der Söhne des wohlhabenden Blumenzwiebelzüchters Theodoor van Waveren, der 1930 sein Blumenzwiebelimperium an seine vier Söhne vererbte. Tup interessierte sich für Technik und entwarf selbst ein Flugzeug, eine Konfiguration mit zwei Motoren und zwei Heckauslegern. Die Form hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Fokker G.I. Drei verschiedene Modelle werden in diesem Jahr im Windkanal des NLL für ihn gemessen. Danach hörte man nichts mehr von der Sache.

Jan Willem Hugo Lambach aus Aerdenhout ist in der niederländischen Luftfahrtwelt ein etwas bekannterer Name. Er hatte eine Pilotenlizenz und studierte in Delft, wo er in den 1930er Jahren die HL-1 entwarf, ein Sportflugzeug, das vom Delftschen Studenten Aeroclub gebaut wurde und tatsächlich unter dem Kennzeichen PH-DSA flog. Ein Flugzeugmodell dieses Modells wurde ebenfalls im Eiffelkanal des RSL gemessen. Lambach kam zu Fokker, aber sein Verhältnis zu Van Tijen und Beeling war eher problematisch. Während des Krieges entwickelt er selbst ein neues Flugzeug, die HL-4, eine Konfiguration mit einem Triebwerk und einem doppelten Heckausleger, ähnlich der Schelde S. 20. Dieses Modell wurde im Jahr 1943 gemessen (Abb. 8.4). Soweit bekannt ist, wurde dieses Flugzeug nie gebaut.

1942 finden im Windkanal Messungen an einem Modell statt, das von der N.V. Bouwmij, ein Timmerfabrik ehemals H. van Kuyk in Tilburg in Auftrag gegeben wurde. Van Kuyk hatte Pläne, nach dem Krieg eine eigene Flugzeugfabrik zu gründen. Zu diesem Zweck wandte er sich an ir Th. van Lammeren, einen Lehrer für Flugzeugbau an der Technischen Hochschule (HTS) in Haarlem. Anfang 1940 hatte Van Lammeren den zweiten Preis in einem vom Comité Vliegtocht Nederland-Indië organisierten Wettbewerb für die Konstruktion eines Flugzeugs gewonnen, das nonstop von Amsterdam nach Batavia fliegen konnte. Van Lammeren entwarf für Van Kuyk ein kleines zweimotoriges Passagierflugzeug, das im Windkanal des NLL vermessen wurde. Max Farjon, der gerade seinen Abschluss an der HTS gemacht hat, trifft seinen alten Lehrer mit dem Windkanalmodell unter dem Arm im NLL. Farjon war dort als Rechner tätig, um Flatterberechnungen durchzuführen. Er beschließt, diese eher langweilige Arbeit gegen einen Job bei Van Kuyk unter van Lammeren zu tauschen. Die Entwicklung dieses Flugzeugs, das auf den Namen

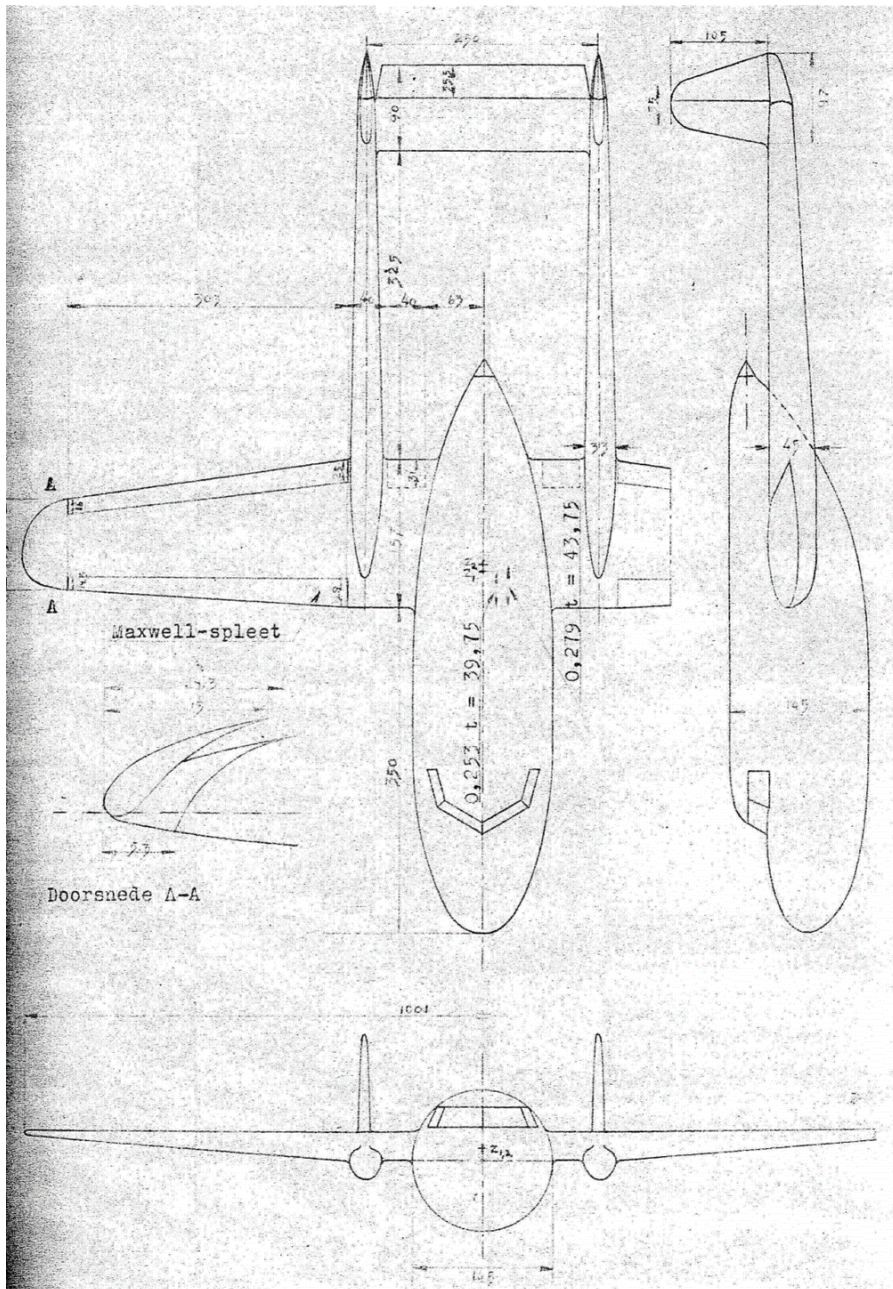


Abb. 8.4 Hugo Lambach wurde durch die HL-1 berühmt, ein Sportflugzeug, das in den 1930er Jahren vom „Delft Student Aeroclub“ gebaut wurde. Ein Modell davon wurde dann im Eiffelkanal vermessen. Während des Krieges konstruierte Lambach das hier abgebildete Flugzeug, die HL-IV. Dieser Entwurf wurde nie realisiert.

„Havik-10.000“ getauft wurde, scheint zu ehrgeizig zu sein, und wie sich nach dem Krieg herausstellt, kann das Flugzeug die von der Zivilluftfahrtbehörde gestellten Anforderungen in keiner Weise erfüllen. Der sehr enttäuschte Van Kuyk beschließt daraufhin, den Prototyp samt Montagevorrichtung, Zeichnungen und Berechnungen in Leende auf dem Segelflugplatz Haviksoord¹⁸² in Brand zu setzen.

Was bleibt, ist ein von einer Privatperson entwickeltes und gebautes Flugzeug, das schließlich flog, wenn auch nicht sehr erfolgreich. Im Jahr 1943 wurden Messungen an einem Modell durchgeführt, das (versteckt?) als Segelflugzeug bezeichnet wurde, dem DiFoGa-1. DiFoGa steht für Diepens Ford Garage, benannt nach Frits Diepen, der eine Garage in Bergen op Zoom betrieb. Er ließ das Flugzeug von H. Koekebakker entwerfen, der nach der Bombardierung der Van Berkel's Patentfabrik (dazu später mehr) für Diepen arbeitete. T.E. Slot, der bei der Firma De Schelde an den S.20 und S.21 gearbeitet hatte, wird ebenfalls in dieses Projekt einbezogen. Das im Windkanal getestete Modell mit einem Druckpropeller und zwei Heckauslegern hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Lambach HL-4 und der Schelde S.20. Nach dem Krieg wird dieser Entwurf von Fokker zu einem viersitzigen Geschäftsflugzeug weiterentwickelt. Ursprünglich war geplant, 100 Exemplare dieses Flugzeugs zu bauen, das auf den Namen Fokker F.25 Promotor getauft wurde. Es sollte eine der vielversprechenden neuen Entwicklungen der wiedererstandenen niederländischen Luftfahrtindustrie sein. Doch leider ist auch dieses Flugzeug aufgrund von Schwingungen in der Propellerwelle kein Erfolg. Letztendlich werden 21 Flugzeuge gebaut. Aber nur wenige wurden geflogen. Damit verpufft auch der letzte private Luftfahrttraum des Krieges.

Nicht-Luftfahrtaufträge

Das NLL dient in erster Linie der Unterstützung der Luftfahrt in den Niederlanden. Die dafür erforderlichen Kenntnisse können aber auch für andere Forschungsarbeiten genutzt werden. Verschiedene Unternehmen wissen, wie sie das NLL finden können. Neben Machinefabrik Werkspoor und den staatlichen Bergwerken De Staatsmijnen sind die Kunden vor allem kleine Unternehmen aus der Metallbranche. Die Forschung konzentriert sich auf die Kalibrierung von Instrumenten, die Materialforschung, die Untersuchung verschiedener Anstriche und die Qualität von Holzverbindungen. Für die Bahn werden Forschungsarbeiten zur Vermeidung von Schneeverwehungen hinter den Türen neuer elektrischer Fahrzeuge und zum Luftwiderstand von Lüftungshauben durchgeführt. Auch das Zentralinstitut für Industrialisierung gibt während des Krieges umfangreiche Studien über die Konstruktion von Windmühlen in Auftrag (Abb. 8.5). In einer Reihe von Berichten werden diese Entwürfe erläutert. Die Entwurfsmethodik kann dann an drei verschiedenen Windgeneratoren getestet werden, die im Windkanal geprüft werden. Im letzten Kriegsjahr, als akuter Energiemangel herrschte, waren diese Windgeneratoren vielleicht

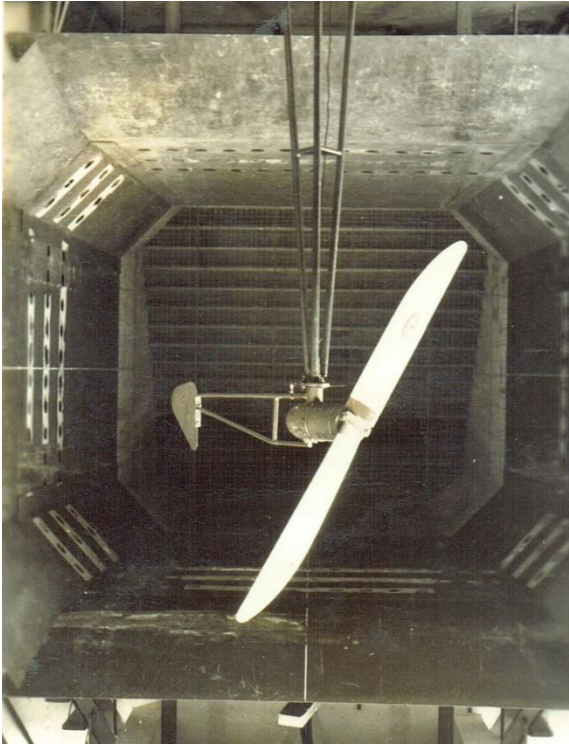


Abb. 8.5 Eine der Windkraftanlagen, die bei Kriegsende in Zusammenarbeit mit dem „Zentralinstitut für Industrialisierung“ (Centraal Instituut voor Industrialisatie) getestet wurden. Das NLL beschäftigte sich damals auch intensiv mit der Entwicklung von Methoden für die aerodynamische Auslegung von Windmühlen.

noch nützlich. Eine ganz besondere Studie wurde von der Firma N.V. de Vries Robbé in Auftrag gegeben, die sich mit der Wirksamkeit der Lüftung in geschlossenen Räumen wie Wohn- und Schlafzimmern befasst. Zu diesem Zweck wird im Kleinen Kanal ein Raum maßstabsgetreu nachgebaut, in den verschiedene Fenstertypen wie Kippfenster und Oberlichter eingebaut werden können. In dem (Modell-)Raum wird eine Wärme-

quelle aufgestellt und anschließend die Wärmeverteilung gemessen. Die Forschung ist ein gutes Beispiel dafür, wie spezifisches Wissen über Messtechniken und Aerodynamik in der Welt außerhalb der Luftfahrt genutzt werden kann. Die neuen Expansionspläne der Großstädte mit Luft, Licht und Komfort, wie sie von der architektonischen Bewegung der „Neuen Sachlichkeit“ propagiert werden, dienen hier.

8.4 Arbeiten für niederländische Kunden zugunsten Deutschlands

*Van Berkel's Patent und die Entwicklung von Schneekufen*¹⁸³

In der offiziellen NLL-Berichterstattung ist über einen Auftraggeber so gut wie nichts zu finden, weder im Bericht „Activities in war time“ (siehe Kapitel 13.2) noch in den NLL-Jahresberichten während des Krieges.¹⁸⁴ Es handelt sich dabei um die in Auftrag gegebene Forschung über „Schneekufen“, eine Art Ski, mit dem man auf Schnee landen kann. Diese Untersuchung wurde von einem niederländischen Unternehmen in Auftrag gegeben, der „N.V. Maatschappij tot vervaardiging van snijmachines volgens Van Berkel's Patent en van andere Werktuigen“. Dieses Unternehmen, abgekürzt Van Berkel's Patent, wurde 1898 von W.A. van Berkel in

Rotterdam gegründet. Das Patent betraf das System eines beweglichen Schlittens, auf dem das Fleisch entlang eines rotierenden Schneidmessers geschoben werden konnte. Während des Ersten Weltkriegs war das Unternehmen auch an der Herstellung von Gewehren und Munition beteiligt. Im Jahr 1918 begann das Unternehmen mit der Herstellung von Flugzeugen, der Van Berkel W.A., am Keileweg in Rotterdam. Es handelte sich um ein Patrouillenflugzeug für den Marineluftdienst und eine Kopie des Wasserflugzeugs Hansa-Brandenburg W. 12, das im Ersten Weltkrieg nach einer Notlandung in den neutralen Niederlanden beschlagnahmt worden war. Von der W.A. wurden 35 Stück gebaut, von denen die meisten in Niederländisch-Ostindien eingesetzt wurden. Ein zweiter Typ, die W.B., wurde von Baumhauer (der später zum RSL kam) nach dem Vorbild der Hansa-Brandenburg W.29 entworfen. Sechs davon wurden gebaut, aber dieses Flugzeug erwies sich als erfolglos und die Flugzeugabteilung wurde 1921 geschlossen.

Das Unternehmen selbst verzeichnete ein enormes Wachstum. Es gibt Niederlassungen in zehn verschiedenen Ländern, darunter in den Vereinigten Staaten, Deutschland und Österreich. Der Sohn des Gründers, C.F.M. van Berkel, ist ebenfalls im Unternehmen tätig, insbesondere im technischen Bereich. Die zunehmende Unsicherheit in den Jahren vor Ausbruch des Zweiten Weltkriegs erschwert die Auftragsvergabe. Daraufhin beginnt die Berliner Niederlassung mit der Ausführung von Aufträgen für die deutsche Wehrmacht, wofür jedoch 1938 eine notarielle Erklärung erforderlich ist, dass der Direktor und die Aufsichtsräte „rein arisch“ sind.¹⁸⁵ Auch in den Niederlanden werden militärische Einsätze mit Maschinen der Artillerie-Einrichtungen durchgeführt.



Abb. 8.6 Eine Junker Ju 52/3m mit „Radschneekufen“. Es ist nicht klar, wo und wann dieses Bild aufgenommen wurde. Die „Schneekufe“ ähnelt dem in Abb. 8.7 gezeigten Ski, der durch Van Berkel's Patent entwickelt wurde. Mehrere Flugzeugtypen, die mit Schneekufen ausgerüstet waren, wurden unter anderem an der Ostfront eingesetzt.

Nach der deutschen Besetzung arbeitet Van Berkel's Patent noch mehr für Deutschland.¹⁸⁶ So ist beispielsweise von einem Auftrag zur Herstellung von 100.000 (Gewehr-?)Läufen die Rede, bei dem die Artillerie-Einrichtungen jedoch die von ihnen ausgeliehenen Maschinen zurückfordern. Außerdem finden zu Beginn des Krieges im Amsterdam „Amstel Hotel“ Gespräche mit den Junkers-Werken über die Entwicklung von „Radschneekufen“ statt, einer Art Ski mit Rädern, mit

dem man sowohl auf dem Land als auch auf dem Schnee landen kann (Abb. 8.6). Der Mann hinter diesem Projekt ist T.E. Slot, der bereits eine ganze Karriere im Flugzeugbau hinter sich hat. Er leitete die Flugzeugabteilung der Firma Pander, wo er den Pander „Postjager“ entwarf. Nachdem diese Aktivitäten 1934 eingestellt wurden, wechselte er zu „De Schelde“, wo er unter anderem für die „Scheldemusche“, ein kleines einmotoriges Flugzeug, verantwortlich war. Im Sommer 1940 wechselte er dann zu Van Berkel's Patent, um die Flugzeugabteilung zu leiten. Im Juli 1940 beriet er sich mit Vertretern von Pander über die Entwicklung der Schneekufen. Während des Krieges war die Möbelfabrik Pander unter anderem am Lizenzbau von Segelflugzeugen für die Ausbildung der deutschen Piloten (Schneider Schulgleiter SG 38) beteiligt, von denen insgesamt mehr als 3300 Stück (einschließlich 555 bei Pander) gebaut werden sollten. Die Zahl der Beschäftigten steigt von 350 auf 2.500 Mitarbeiter.

Slot ist für das Design der Radschneekufen verantwortlich, Van Berkel's Patent wird die Metallteile herstellen und Pander die Holzteile. Man spricht von etwa 200 bis 300 Schneekufen im Gesamtwert von einer Million Gulden. Es ist die Rede davon, dass etwa 70 % aller Arbeiten im Rahmen von Van Berkel's Patent für die Rüstungsinspektion¹⁸⁷ durchgeführt werden sollen. In der Zwischenzeit ändert sich die Zusammensetzung des Verwaltungsrats und des Aufsichtsrats aufgrund eines Konflikts, der dem Krieg vorausging. Vater und Sohn Van Berkel treten zurück und der Jurist W. van Mastricht wird neuer Geschäftsführer.

Die „Radschneekufe“ wird für das Transportflugzeug Ju-52 entwickelt. Bereits im November 1940 testet die NLL-Materialabteilung in Anwesenheit von Ingenieur Koekebakker von Van Berkel's Patent und zwei Vertretern der deutschen Auftraggeber¹⁸⁸ die Verbindungsstange zwischen der „Schneekufe“ und dem Flügel (dem „Kufenholm“) bis zur Bruchlast. Die Herren Dresel und Nücker von Junkers besuchen noch 1940 das NLL, um einen Auftrag der Firma Van Berkel's Patent zu besprechen, berichtet der vierte NLL (intern) Quartalsbericht.¹⁸⁹ Auch Windkanalmessungen werden diskutiert (Abb. 8.7).¹⁹⁰ Modelle dafür werden von der niederländischen Firma Pander und der deutschen Firma Heine hergestellt. Die fraglichen Messungen finden zwischen dem 7. Januar und dem 18. Februar 1941 im Großen Kanal statt. Sie sind somit der erste bezahlte Auftrag für den Großen Kanal. Bei einer dieser Messungen ist auch Nücker anwesend. Im Mai 1941 finden Gespräche zwischen Van Berkel's Patent und Vertretern von Junkers statt, bei denen unter anderem Slot und Koekebakker anwesend sind.¹⁹¹ Darin berichtet Nücker von Junkers, dass die Tests, die im deutschen Testzentrum Rechlin durchgeführt wurden, nicht positiv verlaufen sind. Es werden verschiedene Änderungen besprochen, und im Juli 1941 folgen neue Messungen. Die Forschung hat eine hohe Priorität (SS, „sehr schnell“).¹⁹² Im August desselben Jahres werden in Rechlin neue Flugversuche durchgeführt.

Die Studie wird auch auf andere Arten von Schneekufen ausgedehnt. Die nachfolgenden Messungen bis November 1942 finden alle im Kleinen Kanal statt (Abb. 8.8). Hier geht es darum, die aerodynamischen Belastungen der Schneekufe

und der Verbindungsstangen zum Flügel für die konstruktive Auslegung zu ermitteln. Außerdem ist es wichtig, die aerodynamischen Kräfte zu kennen, um sicherzustellen, dass die fliegende „Schneekufe“ im Falle eines Bruchs der Verbindungsstangen nicht das Flugzeug selbst trifft. Zu diesem Zweck wird die „Schneekufe“ sowohl einzeln als auch in Kombination mit einem Stück Flügel gemessen, um dessen Strömungsfeld zu simulieren. Insgesamt wurden fünf verschiedene Typen gemessen (I bis V), von denen der letzte, die so genannte „Einheitsschneekufe“, in sieben verschiedenen Varianten (A bis G) erhältlich ist.



Abb. 8.7 Anordnung mit Flügel einer „Radschneekufe“, einer Art Ski mit Rädern für den Einsatz unter einer Ju 52/3m. Im Auftrag von Van Berkel's Patent, das Schneekufen für Junker entwickelt hat, wurden dazu Windkanalmessungen durchgeführt. Siehe auch Abb. 8.6.

Die Messungen für Van Berkel's Patent stellen eine beträchtliche Aufgabe dar: 152 Stunden effektive Messzeit im Großen Kanal und 322 Stunden im Kleinen Kanal, das sind 7% bzw. 15% der gesamten Windkanalzeit. Irgendwann sind es so viele verschiedene Modelle, dass das NLL Koekebakker bittet, die Modelle zurückzunehmen, weil der Lagerplatz nicht ausreicht.¹⁹³ Insgesamt werden zehn Berichte

über diese Messungen verfasst.

Dem NLL ist bekannt, dass es sich hierbei indirekt um einen kriegswichtigen Auftrag für Junker handelt. Das NLL wird von Käußl in einem Schreiben vom 12. Juni 1941 aus Paris¹⁹⁴ darüber informiert. In diesem Schreiben hieß es auch, dass es sich um eine „Schneekufe für Ju 87 Dora“ handle. Dieses Flugzeug, die Ju 87 D, besser bekannt als Stuka, ist ein Sturzkampfbomber. Der Stuka wurde erstmals im Spanischen Bürgerkrieg eingesetzt und spielte auch bei der Besetzung der Niederlande eine wichtige Rolle. Schneekufen wurden auch an der Ostfront eingesetzt, nachdem Hitler am 22. Juni 1941 in Russland einmarschiert war (Operation Barbarossa).

Etwas von diesen Forschungen für Van Berkel's Patent findet sich im (umfangreichen) NLL-Jahresbericht für 1942,¹⁹⁵ allerdings ohne Erwähnung des Auftrages: „Im kleinen Windkanal wurde eine große Anzahl von Modellen eines Flugzeugfahrwerkes von ungewöhnlicher Form untersucht. Nachdem zunächst etwa fünf Modelle ausprobiert wurden,

die sich in vielerlei Hinsicht voneinander unterschieden, wurde schließlich eine systematische Untersuchung an einer Reihe von sieben Modellen durchgeführt.“ Selbst ein guter Beobachter hatte hier nicht genug, um zu wissen, worum es bei der Untersuchung ging.

Es ist nicht klar, wie viele Schneekufen insgesamt durch Van Berkel's Patent hergestellt wurden und bis wann sie produziert wurden.¹⁹⁶ Es ist auch nicht klar, in welchem Umfang sie im Krieg tatsächlich eingesetzt wurden. Van Berkel's Patent arbeitete jedoch auch an anderen Aufträgen für Junkers, darunter die „Transporterklappen“, eine Art Ladeklappen im Heck eines Flugzeugs.¹⁹⁷ Am 3. März 1943 wurde die Van Berkel's Patentfabrik von US-Bombern bombardiert, wobei etwa 30 Arbeiter getötet wurden. Es gibt einen Augenzeugenbericht über diesen Bombenanschlag. Ein Praktiker schreibt an seinen Onkel und seine Tante, dass die Fabrik und insbesondere der Luftschuttkeller getroffen worden seien und fährt fort: „... dieser Luftangriff galt also offensichtlich Van Berkel's Patent“.¹⁹⁸ Auf dem nahen gelegenen Friedhof von Crooswijk ist das am 30. Oktober desselben Jahres enthüllte Denkmal noch zu sehen. Der Text lautet: „Zum Gedenken an unsere Mitarbeiter, die bei ihrer Arbeit als Opfer des Krieges gefallen sind“.

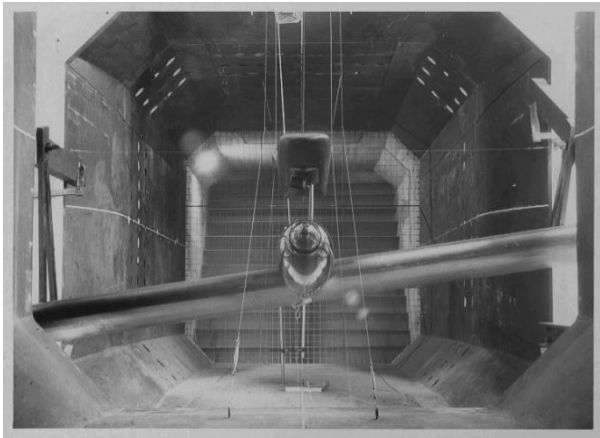


Abb. 8.8 Aufbau eines Modells der „Schneekufe“ (eine Art Ski) im Kleinen LST. Die Messungen wurden von „Van Berkel's Patent“ in Auftrag gegeben. Dies ist wahrscheinlich die „Einheitskufe“. Ähnliche Messungen wurden an Schneekufen für die Ju 52/3m und die Ju 87 Stuka durchgeführt. Bei den Untersuchungen ging es insbesondere um die Ermittlung von Lasten.

view aus dem Jahr 2003:²⁰⁰ „Wenn Windkanalmessungen durchgeführt wurden, war es leicht, die Ergebnisse zu beeinflussen. Beispielsweise könnte der Luftwiderstand von Schneekufen (Skier für Flugzeuge an der russischen Front) in der Praxis viel größer sein als durch Windkanalmessungen ermittelt.“ Aber das scheint nicht sehr wahrscheinlich zu sein. Bei diesen Messungen ging es kaum um den Luftwiderstand. Und Ergebnisse konsequent zu

Bis 1944 gab es noch Kontakte zwischen Käufl und Van Berkel's Patent über die Lieferung von Spezialausrüstungen, wie einer Waage für einen Hochgeschwindigkeits-Windkanal und den Bau eines Multi-manometers. Es ist auch von Modellbau die Rede, soweit wir wissen nicht für das NLL und damit wahrscheinlich für die Forschung in deutschen Windkanälen.¹⁹⁹ Aber das liegt außerhalb des NLL.

De Lathouder, der in der Abteilung für Aerodynamik arbeitete und an der Windkanalforschung beteiligt war, sagt in einem Interview

„fälschen“ ist nicht so einfach, wie es scheint. Alles deutet darauf hin, dass De Lat-houder sehr wohl gewusst haben muss, dass es sich um eine „kriegswichtige“ Arbeit handelte.

9 Deutsche Aufträge

9.1 Der deutsche Kontext

Nur wenige Wochen nach Baeumkers erstem Besuch (siehe Ende von Kapitel 4) kommen Betz und Engelbrecht, beide Direktoren der Aerodynamischen Versuchsanstalt, am 9. Juli 1940 zum NLL nach Amsterdam. Sie befinden sich in Begleitung einiger anderer wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts. Das Ziel sind die wissenschaftlichen und technischen Einzelheiten der geplanten Zusammenarbeit. *„In erster Linie wurden Windkanalversuche in Betracht gezogen, weil die deutschen Windkanäle derzeit so sehr mit praktischer Arbeit ausgelastet sind, dass die Forschung allgemeiner Art darunter leidet, und weil der neue Windkanal des NLL als besonders geeignet für diesen Zweck angesehen wurde. Einige der dafür in Frage kommenden Themen wurden vorläufig diskutiert. Es sollte jedoch versucht werden, auch für die anderen Bereiche des Laboratoriums geeignete Arbeiten zu finden. Dies war natürlich weniger offensichtlich, da die AVA selbst nicht an solchen Arbeiten beteiligt ist. In diesem Zusammenhang wurde auch auf die Möglichkeit hingewiesen, die theoretische aerodynamische Forschung fortzusetzen, die bereits vom NLL begonnen wurde, aber aus Zeitmangel unterbrochen werden musste.“* Diese Untersuchungen könnten als *„ausschließlich auf friedlichem Gebiet liegend“* charakterisiert werden.²⁰¹

Was in diesen Gesprächen mit der AVA vereinbart wurde, geht aus der Anlage zu einem Schreiben vom 2. August hervor, in dem Betz das RLM (Abschnitt LC1) um Erlaubnis bittet *„... einiger Forschungsarbeiten, die nach ihrem Dafürhalten ohne Beden-*

ken bezüglich Geheimhaltung dem Nationaalen Luchtvaartlaboratorium in Amsterdam in Auftrag gegeben werden könnten. In der AVA müssen diese Aufgaben mit Rücksicht auf dringliche Arbeiten bisher immer wieder zurückgestellt werden.“²⁰² In diesem Anhang werden insgesamt sieben Forschungsaufträge aufgeführt und grob beschrieben. Es scheint sich hier um eine Abstimmung zwischen zwei Forschungsinstituten zu handeln, die angesichts der neuen Situation und zum Teil auf Initiative des RLM die Bereiche ausloten, in denen eine fruchtbare Zusammenarbeit möglich ist. Dem ging jedoch eine Art „Verfügung“ voraus, die einige Zeit zuvor (am 29. Mai) von einem Offizier der deutschen Luftwaffe übergeben worden war (siehe Kapitel 4). Damit entspricht die Zusammenarbeit ganz den Plänen des nationalsozialistischen Deutschlands, möglichst viele besetzte Gebiete für die Verwirklichung der „Neuen Ordnung“ zu nutzen. Eine solche Zusammenarbeit nimmt der AVA die Arbeit ab, für die eigentlich keine Zeit bleibt. Dadurch kann das NLL in diesen schwierigen Zeiten aufrechterhalten werden. Dies wird als akzeptabel angesehen, solange die Arbeit friedlicher Natur ist.

Wann sind Aktivitäten „friedlich“, d.h. „nicht kriegswichtig“? Diese Frage wird im Wesentlichen durch die in Kapitel 5 erwähnte „Haager Landkriegsordnung“ (HLKO) und die „Anweisungen“ beantwortet. Konkrete Beispiele sind in Absatz 17 der „Anweisungen“ aufgeführt. Nicht erlaubt ist die Arbeit in Munitionsfabriken, die Herstellung von Militärkleidung, der Bau von Befestigungsanlagen. Erlaubt ist die Instandsetzung von Straßen und Brücken, ... auch wenn der Feind diese zum Teil für seine Kriegsführung nutzen würde. Aber, so wird hinzugefügt, diese grundsätzlich erlaubten Aktivitäten müssen als unzulässig angesehen werden, wenn sie fast ausschließlich militärischen Zwecken dienen und für die Zivilbevölkerung nicht von Interesse sind.²⁰³

Um festzustellen, ob die Arbeit tatsächlich friedlicher Natur war, müssen die für die AVA durchgeführten Untersuchungen genauer untersucht werden. Zuvor ist es sinnvoll, ein etwas breiteres Bild des Prozesses zu zeichnen, der mit dem Begriff „Flugzeugentwicklung“ beschrieben werden kann, und insbesondere die Rolle der Forschungsinstitute in diesem Prozess darzustellen.

Die Entwicklung eines neuen Flugzeugtyps beginnt mit einem Anforderungsprogramm: Welche Aufgabe soll das Flugzeug erfüllen? In Nazi-Deutschland ist es vor allem das RLM, das in enger Absprache mit der Luftwaffe die Anforderungen formuliert, auf die dann verschiedene Flugzeugwerke reagieren können. Natürlich handelt es sich dabei um Flugzeuge, die in der Kriegsführung eingesetzt werden können. Die Flugzeugfabrik erstellt dann einen „Vorentwurf“, einen ersten Entwurf, nach dem mehrere Varianten, sowohl strukturell als auch aerodynamisch, ausgearbeitet werden. Das bedeutet zum Beispiel, dass mehrere Grundkonfigurationen im Windkanal gemessen werden und anschließend die Konfiguration mit der größten Perspektive weiterentwickelt wird. Der Entwurfsprozess eines Flugzeugs ist komplex. Der Einsatz des Flugzeugs bestimmt weitgehend das Volumen des Rumpfes (was transportiert werden muss) und das Volumen der Treibstofftanks (wie

weit geflogen werden muss). Das daraus resultierende Gewicht muss von der Tragfläche getragen werden (welche Fläche und Form). Auf dieser Grundlage können die vom Flügel und der Struktur aufzunehmenden Lasten bestimmt werden. Und es muss ein Motor gefunden oder entwickelt werden, dessen Zugkraft mindestens so groß ist wie der Luftwiderstand bei Reisegeschwindigkeit sowie bei Start und Landung. Ist die aerodynamische Leistung des Flügels dafür ausreichend? Ebenso wichtig ist die Bestimmung der Betriebsgrenzen und der Steuerbarkeit oder Manövrierfähigkeit (Stabilität und Steuerbarkeit). Dazu dienen die Leitwerke und Ruder. Für Start und Landung werden Flügelklappen benötigt, um den erforderlichen Auftrieb auch bei niedrigen Fluggeschwindigkeiten zu erreichen. In all diesen Fällen muss die am besten geeignete aerodynamische Form bestimmt werden, und dabei spielt der Windkanal eine wichtige Rolle. Werden die verschiedenen Anforderungen erfüllt? Wenn nicht, muss der Entwurf in einem oder mehreren Punkten geändert werden, und es folgt eine neue Iterationsphase. Die Verantwortung für diesen Prozess liegt ausschließlich beim Flugzeughersteller. Vorangetrieben durch die Aufträge des RLM erlebte die deutsche Flugzeugindustrie seit 1933 eine enorme Expansion. Die Fabriken von Junkers, Messerschmitt, Arado, Focke-Wulf, Dornier und Heinkel versorgen die Luftwaffe in großer Zahl mit neuen Flugzeugen. Darüber hinaus bauen Junkers, Messerschmitt und BMW Flugmotoren. Die Entwicklung dieser Flugzeuge und Triebwerke wird vollständig von der deutschen Industrie selbst durchgeführt. Zu diesem Zweck verfügen sie über große Entwicklungsabteilungen und eigene Forschungseinrichtungen wie Windkanäle. Die Flugzeugwerke verfügen auch über einen eigenen Flugplatz und einen Flugdienst zur Durchführung von Flugtests. Darüber hinaus verfügt die Luftwaffe für die Erprobung von operationellen Eigenschaften über einen großen Flugplatz in Rechlin (Erprobungsstelle Rechlin;²⁰⁴ zwischen Berlin und Rostock gelegen).

Das bedeutet nicht, dass die großen Forschungseinrichtungen wie AVA, DVL, LFA und DFS eine untergeordnete Rolle spielen. Sie verfügen auch über große Forschungseinrichtungen, wie z. B. Windkanäle, in denen Messungen für die Industrie durchgeführt werden, zu denen diese selbst nicht in der Lage ist, meist aufgrund des Umfangs und der Komplexität der durchzuführenden Forschung. Darüber hinaus spielen die Forschungsinstitute eine sehr wichtige Rolle bei der Entwicklung neuer technischer Konzepte, entweder direkt im Auftrag des RLM oder in Zusammenarbeit mit oder im Auftrag der Industrie. Eine der größten Herausforderungen ist die Entwicklung von Flugzeugen für höhere Fluggeschwindigkeiten. Je mehr man sich der Schallgeschwindigkeit nähert, desto mehr treten Phänomene auf, die der aerodynamischen Leistung abträglich sind. Um dies zu untersuchen, hat das LFA in Braunschweig Zugang zu einem großen Hochgeschwindigkeits-Windkanal, in dem der aerodynamische Entwurf bei realen Fluggeschwindigkeiten getestet werden kann. Die AVA ist auch sehr stark in die Forschung bei höheren Fluggeschwindigkeiten involviert. Dabei geht es nicht nur um Grundlagenforschung, sondern auch um ganz praktische Fragen wie die Form von Tragflächen, die Auswirkungen

der Pfeilung von Flügeln*, die optimale Platzierung von Triebwerken oder die Verbesserung der Langsamflugeigenschaften von Flugzeugen, die speziell für den Einsatz bei höheren Geschwindigkeiten konzipiert wurden. Darüber hinaus ist die AVA sehr stark in die Entwicklung von Düsentriebwerken involviert, insbesondere in Bezug auf die Konstruktion von Turbinen- und Verdichterschaufeln. Für die Entwicklung neuer Konzepte, wie z. B. des Pfeilflügels und des Düsentriebwerks, ist ein grundlegendes Verständnis der physikalischen Gesetze und ihrer Anwendbarkeit auf den Flug unerlässlich. Davon zeugt in Göttingen die enge Zusammenarbeit zwischen dem KWI (Kaiser Wilhelm Institut für Strömungsforschung), das sich unter der Leitung von Prandtl mit der Grundlagenforschung beschäftigt, und der eher praxisorientierten AVA unter der Leitung von Betz. Es gibt wohl keinen Bereich, in dem Wissenschaft und Technik, oder anders ausgedrückt, Grundlagenforschung und ihre Anwendung, so eng beieinander liegen. Dies ist auch der Grund, warum Göring Baeumker nahezu freie Hand bei der Organisation der Luftfahrtforschung in Deutschland ließ. Und das mit Erfolg. Am 1. März 1939 beglückwünscht Göring die Mitglieder der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung für ihren Beitrag zur Überlegenheit der deutschen Luftwaffe gegenüber allen anderen Luftwaffen. Göring lobt dabei die vorbildliche Zusammenarbeit von Luftfahrtforschung und Technologieentwicklung. Auf derselben Tagung erhält Prandtl die „Hermann-Göring-Medaille“, die höchste Auszeichnung der Akademie, für seinen außerordentlich wertvollen Beitrag zur wissenschaftlichen Grundlagenforschung der Aerodynamik.²⁰⁵

Das Zusammenspiel zwischen Industrie und Forschungsinstituten ist also entscheidend.²⁰⁶ Wie dies in der Praxis funktionierte, lässt sich anhand eines Schreibens von Betz aus dem Frühjahr 1942 an die Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung (siehe Kapitel 3) veranschaulichen, in dem er zu einer Diskussion über eine Reihe von technischen Themen einlädt.²⁰⁷ Der Vermerk lautet: *„Größere Vorträge sind nicht vorgesehen. Die Herren von der Industrie sollen hauptsächlich über ihre Schwierigkeiten und ihre Wünsche an die Forschung berichten, die Vertreter der Forschung über die vorhandenen Möglichkeiten Auskunft geben. Ziel ist eine Planung für die dringendsten Aufgaben der weiteren Forschungsarbeit.“* Hier hat die Wissenschaft ihre eigene Aufgabe. *„General Feldmarschall Göring hat als Präsident der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung eine Reihe von Gemeinschaftsarbeiten, darunter eine solche auf dem Gebiet der Zusammenarbeit von Aerodynamik und Waffenforschung. Als Obmann für diese Gemeinschaftsarbeiten hat die Akademie Herrn Professor Betz eingesetzt.“* verliest ein an Betz gerichtetes (Entwurfs) Schreiben. Und Betz ist nicht der Einzige. Im März 1939 findet eine Sitzung zu diesem Thema unter der Leitung von Baeumker statt, auf der sechs „Gemeinschaftsarbeiten“ vorgeschlagen werden, darunter die meteorologische Strömungsforschung (unter der Leitung von Prandtl) und die Aerodynamik und Waffenforschung (unter der Leitung von Betz).²⁰⁸ Durch diese Gemeinschaftsarbeiten konnten Luftwaffe, Regierung (RLM), Industrie und Forschungsinstitute ihre Bedürfnisse und Fähigkeiten sehr effektiv aufeinander abstimmen. Sie veranschaulicht, wie die Forschung in Nazi-Deutschland in eine größere Struktur eingebettet war, eine Struktur, die später, während des

„Kalten Krieges“, den Namen „militärisch-industrieller Komplex“ erhalten sollte.²⁰⁹



Abb. 9.1 Urkunde zum 50. Geburtstag von Adolf Baeumker, dem Mann, der die deutsche Luftfahrtforschung organisierte. Hinter den Namen stehen die Institute, die dem NLL während des Krieges Aufträge erteilt haben: Betz (AVA), Blenk (LFA) und Seewald (DVL). Letzterer bildete zusammen mit Georgii (DFS), Prandtl und Baeumker ab 1942 die Forschungs Führung (FoFü), die die gesamte Luftfahrtforschung koordinierte.

In Nazi-Deutschland spielt das RLM die wichtigste Rolle in diesem Zusammenspiel. Für die Luftfahrtforschung ist Baeumker, Leiter der Abteilung Forschung des RLM, ihre Personifizierung. Er ist der Mann, der seit 1933 den Ausbau der großen Forschungsinstitute vorangetrieben hat. Als er im Juli 1941 seinen 50. Geburtstag feiert, erhält er eine schön kalligraphierte Urkunde (Abb. 9.1): „In Dankbarkeit gedenken die

Luftfahrtforschungsanstalten des Chefs der Abteilung Forschung im Technischen Amt des Reichsluftfahrtministeriums, Ministerialdirigent Adolf Baeumker“, unterzeichnet u.a. von Betz von der AVA, Seewald vom DVL in Berlin, Blenk vom LFA in Braunschweig und Georgii von der DFS im Fliegerhorst Ainring (Südostbayern). Diese Personen leiten die Institute, in denen ein Teil der Ergebnisse der vom NLL in Auftrag gegebenen Arbeiten letztendlich landen werden. Der andere Teil wird an die Industrie gehen, wie wir sehen werden.

Die Urkunde, die Baeumker im Juli 1941 erhält, zeugt von der guten Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Instituten und dem RLM. Doch die Realität sieht bald darauf etwas anders aus. Im Oktober 1941 zwingt Milch, der für den Aufbau der Luftwaffe zuständige deutsche Staatssekretär, Baeumker, seine Tätigkeit im RLM aufzugeben. Der Grund dafür ist eine Meinungsverschiedenheit über die Organisation und den erforderlichen Umfang der Luftfahrtforschung. Da die militärische Produktion weit hinter den Zielen zurückbleibt, sieht sich Milch gezwungen, einzugreifen. Udet, der direkt zuständige Generalluftzeugmeister, begeht im November Selbstmord und wird dennoch mit militärischen Ehren beigesetzt. Milch selbst tritt die Nachfolge als Generalluftzeugmeister an und räumt dem Flugzeugbau größere Priorität ein. Von April bis Mai 1942 findet dann eine Reorganisation im RLM statt. Baeumker selbst trägt dazu bei, indem er eine Reihe von „Denkschriften“ verfasst. Außerdem plädiert er für die Einrichtung einer Dachorganisation zur Koordinierung der Luftfahrtforschung. Seiner Ansicht nach, „... sollte die Forschung viel mehr Selbständigkeit erhalten als derzeit geplant, um ihre Aufgaben erfüllen zu können. ... Der Leiter ... braucht großes sachliches und menschliches Ansehen in der gesamten Luftfahrtwissenschaft als Kenner technisch-wissenschaftlicher Probleme wie auch Führerpersönlichkeit.“ Dieses Dachgremium wird die „Reichsstelle Forschungs-Führung des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe“, abgekürzt FoFü, mit einem Aufsichtsgremium von vier Wissenschaftlern (dem „Vier-Männer-Gremium“) sein. In Anbetracht der obigen Beschreibung dürfte es nicht überraschen, dass Prandtl selbst diese Aufgabe übernehmen wird. Diesem Rat gehören auch die Herren Seewald, Georgii und Baeumker an. Seewald hat inzwischen die DVL nach einem Konflikt verlassen und wechselt zum RLM. Er ist zunächst der Ansprechpartner für FoFü. Dr. Hermann Lorentz wird Leiter der Forschungsabteilung des RLM. Baeumker selbst wird, auch aus gesundheitlichen Gründen, die Leitung der noch zu entwickelnden Luftfahrtforschungsanstalt München (LFM) übernehmen. Dieses Institut wird sich hauptsächlich mit der Hochgeschwindigkeits-Aerodynamik befassen. Nach Meinungsverschiedenheiten mit Seewald zieht Prandtl dann die Verantwortung ganz auf sich und beruft sich auf das „Führerprinzip“. Am Ende dieser Umstrukturierung wird Prandtl am 1. September 1942 von Hitler das Kriegsverdienstkreuz 1.Klasse verliehen.

Schon vor dieser Umstrukturierung war der Draht von der Spitze des nationalsozialistischen Deutschlands zur Luftfahrtforschung sehr direkt: Göring → Milch → Udet → Baeumker → Betz und Prandtl. Nach der Gründung des FoFü wird diese Linie noch kürzer, wenn möglich: Göring → Milch → Prandtl → Betz. Das

FoFü erhält praktisch einen Blankoscheck für die Organisation der Luftfahrtuntersuchung und kann selbständig Prioritäten setzen („Dringlichkeiten“). Dazu gehört auch die Zuständigkeit für die Forschung in den „Außenregionen“ (einschließlich der besetzten Niederlande). Damit sind Prandtl und Betz der praktischen Anwendung der aerodynamischen Forschung näher, als sich viele am NLL damals vorstellen konnten. Wahrscheinlich fiel es dem NLL auch schwer, sich vorzustellen, wie die deutsche Luftfahrtforschung mit der Kriegsführung verflochten war. Für die Leitung und den Vorstand des NLL beschränkt sich die Annahme deutscher Forschungsaufträge auf die Frage, ob die vorgeschlagene Forschung „friedlicher Natur“ ist oder nicht.

Man kann zwischen „generischer Forschung“ (Forschung allgemeiner Art) und „projektorientierter Forschung“ (zum Zweck der Flugzeugentwicklung) unterscheiden. Die „generische Forschung“ zielt nicht unbedingt auf die Entwicklung eines speziellen Flugzeugdesigns ab. Im Gegensatz dazu steht die „projektorientierte Forschung“. Diese Art von Forschung konzentriert sich auf eine bestimmte Flugzeugkonfiguration und ist bis zu einem gewissen Grad auch nur für diesen einen Flugzeugtyp nützlich. Es kann sich auch um die Erforschung von Möglichkeiten zur Verbesserung bestimmter Merkmale eines bestehenden Flugzeugs oder um die Weiterentwicklung eines bestimmten Flugzeugs für andere Zwecke handeln.

Fast alle vom NLL im Rahmen der Eigenarbeit durchgeführten Forschungsarbeiten können als „generische Forschung“ betrachtet werden. Dabei ist das NLL vor allem an der Technologieentwicklung interessiert. Die „generische Forschung“ ist in der Regel viel weniger zeitgebunden. Außerdem sind die Ergebnisse schwieriger abzuschätzen und die Forschung selbst ist daher weniger vorhersehbar. Die Dauer der Untersuchung hängt unter anderem vom Schwierigkeitsgrad und den aufgetretenen Problemen ab. Außerdem könnten sich die Ergebnisse in der Praxis als unbrauchbar erweisen. Im Gegensatz dazu ist die „projektorientierte Forschung“ viel konkreter. In der Regel muss ein bestimmter Zeitplan eingehalten werden. In den Überlegungen des NLL fallen die Begriffe „generische Forschung“, „allgemeine Forschung“ und „wissenschaftliche Forschung“ in etwa zusammen. Infolgedessen wird diese Forschung auch als „nicht-kriegswichtig“ angesehen.

Es gibt noch eine zweite Unterscheidung, die Aufschluss über den Wert der für die deutschen Kriegsanstrengungen durchgeführten Forschung gibt. Bereits zu Beginn des Krieges besteht auf deutscher Seite das Bedürfnis, die Dringlichkeit der Arbeiten anzugeben, zum Beispiel als Kriterium für die Bereitstellung von Arbeitskräften oder Material. Man sucht also nach einer „kriegsentscheidenden Bedeutung“, einem Hinweis auf den Grad der „Kriegswichtigkeit“, in diesem Zusammenhang auch „Dringlichkeitsstufe“ genannt. Dies wird durch die Klassifizierungen Ia und Ib und II angezeigt, denen später die Sonderstufen S („schnell“) und SS („sehr schnell“) hinzugefügt werden. Diese Priorität wird von speziellen Ausschüssen vergeben. Im Laufe des Jahres 1941 werden neue Richtlinien für die Anwendung gegeben, wie in einem Schreiben des RLM an Betz²¹⁰ zu lesen ist. Vielleicht wurde damals auch für einige Fächer die Priorität von Ia auf S oder sogar SS angehoben.

Später wurde eine noch höhere Priorität DE („dringend erforderlich“) hinzugefügt. In demselben Schreiben heißt es, dass die Tatsache, dass eine bestimmte Untersuchung zu einer bestimmten „Dringlichkeitsstufe“ gehört, nicht geheim ist. Es sollte jedoch geheim gehalten werden, zu welchem größeren Programm diese Untersuchung gehört. „Dringlichkeitsstufen“ werden durch die Voranstellung der Buchstaben S oder SS vor der Einsatznummer der Wehrmacht angegeben, und diese Nummern sind manchmal in der vorhandenen (deutschen) Korrespondenz zu finden. Durch die Aufteilung eines Projekts in verschiedene Teile lässt sich nicht oder nur schwer feststellen, um welches spezifische Waffensystem es sich handelt. Auch Betz verwendet in seinem Brief an Pleines von Fokker (der in Kapitel 10 besprochen werden soll) den Qualifizierer „Dringlichkeitsstufe“, indem er darauf hinweist, *„die Aufgaben ... sind durchaus kriegswichtig, sie gehören im Allgemeinen zu Aufgaben der Dringlichkeit SS. Für manche könnte man ziemlich sicher die Dringlichkeit DE erhalten, wenn das zweckmäßig wäre.“*²¹¹ Der in diesem Kapitel erwähnte Brief von Betz an die Lilienthal-Gesellschaft trug die Überschrift „GEHEIM“, weil er über den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Untersuchungen berichtete. Dies steht im Gegensatz zu den an das NLL gerichteten Briefen, die nie den Vermerk GEHEIM trugen. Das NLL wurde über den Kontext der Untersuchung, die es durchführte, in Unkenntnis gelassen.

Ein weiteres Problem bei der Feststellung von „kriegswichtigen“ Aufträgen besteht darin, dass die Aufträge (fast) ausschließlich über die AVA laufen, was bedeutet, dass das NLL faktisch nicht weiß, ob und wenn ja, welches Flugzeugwerk der eigentliche Interessent ist. Dies ist die ausdrückliche Absicht des RLM, wie aus einem Schreiben von Bäumker an die AVA vom 2. September 1940²¹² hervorgeht, in dem es heißt: *„Um eine gleichmäßige Behandlung der von deutscher Seite an das Nationale Luftfahrtlaboratorium vergebenen Aufträge zu gewährleisten, ist es zweckmäßig, dass Aufträge ... durch die AVA ... vergeben werden.“* Die AVA mischt sich auch in die finanzielle Abwicklung ein und holt sich dann das Geld vom RLM zurück. Dies fördert natürlich die Einheitlichkeit in der Bearbeitung, ist aber auch ideal geeignet, um den wahren Hintergrund der Untersuchung zu verschleiern. Dies geht aus demselben Schreiben an Betz hervor, in dem das RLM Aufträge an das NLL genehmigt: *„Unterlagen über neuere deutsche Flugzeugmuster für die Erledigung dieser Arbeiten können nicht zur Verfügung gestellt werden.“*²¹³ In vielen Fällen finden sich diese Hintergrundinformationen jedoch in der Korrespondenz der AVA mit dem RLM oder einem bestimmten Flugzeughersteller. Diese Korrespondenz ist dem NLL jedoch nicht bekannt.

In den Kapiteln 9.2 bis 9.6 werden die von der AVA vergebenen Aufträge näher erörtert, um einen Einblick in die Art der durchgeführten Forschung und ihre Beziehung zu den deutschen Kriegsanstrengungen zu geben. Alle Aufträge sind in einer Tabelle in Anhang E mit allgemeinen, vor allem verwaltungstechnischen Informationen sowie einem Hinweis auf den Umfang der damit verbundenen Windkanalforschung zusammengefasst. In Kapitel 9.7 wird dann erneut die Frage erörtert, inwieweit die geleistete Arbeit als „kriegswichtig“ anzusehen ist.

9.2 Die ersten AVA-Aufträge

*Hinweis: In den folgenden Abschnitten des Kapitels 9 werden alle AVA-Aufträge ausführlicher beschrieben, um einen Eindruck von den Hintergründen und möglichen militärischen Anwendungen zu vermitteln. Fachbegriffe, die mit einem * hinter dem Wort gekennzeichnet sind, werden im Glossar in Anhang A kurz erläutert. Wenn der Inhalt als zu technisch empfunden wird, kann dieses Kapitel fast vollständig übersprungen und am Ende dieses Kapitels unter 9.7 fortgesetzt werden.*

Im Anhang zum Schreiben der AVA an das RLM von Anfang August 1940 sind sieben Forschungsvorschläge aufgeführt, die dem NLL unterbreitet werden könnten. Diese Vorschläge werden im Folgenden erörtert.²¹⁴ Die Liste enthält zunächst die AVA-Zuweisungsnummer zwischen [], dann den Titel, gefolgt von der „Dringlichkeitsstufe“²¹⁵ in Klammern () dahinter. Im Begleittext ist die Berichtsnummer in einfachen Klammern angegeben (z.B. A.786). Im Folgenden finden Sie eine Zusammenfassung der ersten Aufgaben:

- [3010] Windkanalmessungen am Flügel mit Rumpf (SS)
- [3011] Windkanalmessungen am Flügel mit Wölbungsklappen (Ia, später SS).
- [3012] Windkanalmessungen am Trapezflügel, der durch besondere Maßnahmen gegen Abkippen soll gesichert sein (Ia, später S)
- [3013] Messungen des Bodeneinflusses bei Hochauftriebsflügeln (SS)
- [3014] Messungen am Flügel mit Betz-Schlitzten und mit festen Flügelschlitzten im Außenflügel (Ia, später SS)
- [3015] Druckverteilungsmessungen am Leitwerk mit Ruderspalt (Ia, später S)
- [3016] Theoretische Untersuchungen über den Einfluss des Schraubenstrahles auf die Auftriebsverteilung eines im Strahl liegenden Flügels (Ia, später SS)

Die Genehmigung des RLM für diese Untersuchungen liegt bereits seit dem 6. August vor.²¹⁶ Bald darauf werden zwei weitere Themen hinzugefügt:

- [3017] Ausarbeitung einer Determinante für theoretische Flatteruntersuchungen (SS)
- [3018] Untersuchungen der Dauerfestigkeit von Flugspanndrähten (SS).

Ob die von der AVA an das RLM übermittelte Beschreibung dieser Aufgaben auch dem NLL bekannt war, ist nicht klar. Die Qualifikation der „Dringlichkeitsstufen“ war sicherlich nicht bekannt. Wahrscheinlich wurde der Inhalt dieser Aufträge erstmals bei einer Beratung Ende August 1940 konkret besprochen:

Bei einem weiteren Besuch am 26. August brachte Herr Künfl ein umfangreicheres Programm von Aufträgen mit. Dazu gehörten vor allem eine Reihe umfangreicher Experimente im Windkanal, Forschungen auf dem Gebiet der theoretischen Aerodynamik, die Ausarbeitung eines Problems instabiler Schwingungen und zwei experimentelle Studien

über den Einfluss von Wechsellasten auf bestimmte Bauelemente. Er erklärte, er würde es begrüßen, wenn diese Arbeiten so bald wie möglich in Angriff genommen werden könnten, und stellte eine endgültigere Vereinbarung über die Finanzierung der Verträge in Aussicht.²¹⁷

Aus den Beschreibungen und der anschließenden Korrespondenz geht hervor, dass es sich dabei um die oben erwähnten Aufträge [3010] bis [3018] handelt. Für jede dieser Studien werden anschließend Kostenvoranschläge erstellt, und einige Studien werden bald in Angriff genommen. Es dauert einige Zeit, bis die endgültigen Anordnungen erlassen werden. In fast allen Fällen weisen die rosafarbenen Bestellscheine der NLL-Verwaltung das Datum 23.11.40 auf.²¹⁸ Aber die Arbeiten, die auf dem mündlichen Auftrag beruhen, haben in einer Reihe von Fällen zu diesem Zeitpunkt schon längst begonnen, und zwar nach denselben Auftragsnummernzetteln. In einem Fall wurden die Arbeiten sogar bis zu diesem Datum abgeschlossen, wie aus dem Angebotsschreiben für den Bericht V.1242 (Auftrag [3017]) vom 28. November 1940²¹⁹ hervorgeht. In diesem Schreiben heißt es, dass dieser Auftrag von Käufel am 26. August erteilt wurde.

Die verschiedenen Aufgaben werden im Folgenden einzeln erörtert, da sie zusammen den Ausgangspunkt einer damals nicht vorhersehbaren Entwicklung darstellen.

[3010] Windkanalmessungen am Flügel mit Rumpf²²⁰

Der ursprüngliche Vorschlag zeigt, dass es sich um eine allgemeine Studie über die beste Platzierung des Flügels im Verhältnis zum Rumpf handelt: als Tief-, Mittel- oder Hochdecker. Aufgrund der Interferenz zwischen Rumpf und Flügel hat die Position des Flügels einen großen Einfluss auf die Strömung am Übergang zwischen Flügel und Rumpf mit dem Risiko der Ablösung der Strömung* und daher zusätzlichem Widerstand* und geringerem Auftrieb*. Das ist ein immer noch interessantes Problem in der Flugzeugentwicklung. Spezifisch für diese Forschung ist das Hinzufügen von „Slats“ (Nasenklappen) und „Flaps“ (Klappen* an der Flügelhinterkante) sowie von Gondeln zum Flügel. Vorgesehen sind zunächst Kraftmessungen* für eine Matrix verschiedener Konfigurationen (siehe Abb. 9.2)²²¹ und die Visualisierung des Ablöseverhaltens der Strömung über dem Innenflügel*. Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob durch geringfügige Modifikationen (es wird auf eine englische Erfindung von sogenannten „Blisters“ verwiesen) das Überziehverhalten günstig beeinflusst werden kann, ohne dass ein zusätzlicher Widerstand bei hohen Geschwindigkeiten entsteht. Dieser Auftrag wird zunächst auf 5.000 Gulden geschätzt.





Modellanordnungen:				
Flügel allein	✗			
Mitteldecker, Gondeln auf Flügelunterseite	✗	✗	✗	✗
" Gondeln in Flügelhöhe	✗	✗	✗	✗
Hochdecker, Gondeln in Flügelhöhe		✗		✗
Tiefdecker, Gondeln in Flügelhöhe		✗		✗

Abb. 9.2 Messmatrix für den AVA-Auftrag [3010]. Ursprünglich als Konfigurationsstudie über eine Tragfläche mit Rumpf und zwei Gondeln in verschiedenen gegenseitigen Positionen angelegt. Im März 1942 wurde der Inhalt dieser Studie unter Beteiligung von Arado grundlegend geändert.

Änderungen an der Klappenstellung vorgeschlagen²²² und bald darauf wurde das Design der gesamten Studie radikal geändert.²²³ Darauf wird in Abschnitt 9.5 wegen des Zusammenhangs mit anderen Forschungsarbeiten noch einmal eingegangen.

[3011] Windkanalmessungen am Flügel mit Wölbungsklappen²²⁴

Ziel dieser Studie ist der Vergleich zwischen einer „Wölbungsklappe“ und einer „Spreizklappe“. Eine Wölbungsklappe* ist eine Klappe an der Flügelhinterkante, die sich um eine feste Achse dreht und bis zu einem Winkel von 70 Grad ausfahren werden kann. Bei einer Spreizklappe* wird nur die Hinterkante der Flügelunterseite über eine Strecke von etwa 20 % der Flügeltiefe nach unten gedreht; die Flügeloberseite bleibt im gleichen Bereich stehen. Die Flügelunterseite spreizt sich sozusagen, daher der Name. Das Hauptproblem in dieser Studie ist die Veränderung des maximalen Auftriebs*. Es gibt zwei Windkanalmodelle (die sich nur in der „Streckung“, dem Verhältnis zwischen Spannweite* und Flügeltiefe*, unterscheiden) mit einer trapezförmigen Grundrissform und einem Profil, das auf dem weit-hin bekannten US-Profil NACA-0012 basiert. Zunächst werden Kraftmessungen* (A.786) und anschließend Druckmessungen* (A.897) geplant. Die Messungen werden im Jahr 1942 im Großen Kanal durchgeführt (insgesamt 364 Stunden). Das NLL hatte bis dahin selbst nur wenig Forschung über Klappen betrieben, möglicherweise mit Ausnahme der projektbezogenen Forschung für Fokker und Koolhoven vor dem Krieg. Es ist plausibel, dass das NLL selbst ein starkes Interesse an dieser Forschung hatte. Nach dem Krieg wurde die Erforschung von Landeklappen zu einer der Hauptaufgaben des NLL.

In der Tat scheint es sich um eine allgemeine Studie zu handeln. Das NLL macht sich an die Arbeit, und Ende Juni 1941 wird in einem Schreiben an die AVA berichtet, dass der Bau des Modells begonnen hat. Auch danach werden Zeichnungen an die AVA geschickt, wovüber es zu Diskussionen kommt.

Im März 1942 wurden bei einem Besuch des AVA-Vertreters Dr. Luckert (zumindest so angekündigt) eine Reihe von

[3012] *Windkanalmessungen am Trapezflügel, der durch besondere Maßnahmen gegen Abkippen gesichert sein soll*²²⁵

Mit zunehmendem Anstellwinkel* des Flügels (Position des Flügels relativ zur Strömungsrichtung) nimmt der Auftrieb des Flügels zu, bis ein Maximalwert erreicht wird, der maximale Auftrieb*. Der Auftrieb kann dann nicht weiter zunehmen, weil die Strömung der Kontur des Flügels nicht mehr folgen kann und sich von der Oberfläche ablöst: „der Flügel gerät in den Strömungsabriss*“. Diese Ablösung* erfolgt nicht gleichmäßig über die gesamte Spannweite. Beginnt die Ablösung an der Flügelspitze, entsteht eine gefährliche Situation: Der Auftrieb an der Flügelspitze fällt weg, der Flügel beginnt dadurch abrupt zu „rollen“*, und das Flugzeug kann in ein Trudeln* („vrille“) geraten, eine unerwünschte Situation. Es ist viel besser, das Flugzeug so zu konstruieren, dass die Ablösung schrittweise von der Flügelwurzel aus erfolgt. Dies führt zu einer wesentlich moderateren Rollbewegung des Flugzeugs. Die Forschung sollte sich darauf konzentrieren, den Flügel so zu konstruieren, dass der Strömungsabriss allmählich eintritt. Der Strömungsabriss ist ein dynamischer Prozess, und für eine gute Abschätzung aller Auswirkungen ist es wichtig, auch das Rollmoment zu messen, wenn sich das Modell schnell um seine Längsachse dreht*. Dies wird als separater Koeffizient (c_{mq}) ausgedrückt, der die Änderung des Rollmoments* aufgrund der Rollbewegung selbst darstellt. Um diese Größe zu ermitteln, ist eine separate Messaufstellung erforderlich, das so genannte „Trudelfluggerät“. Dadurch kann sich das von einem Elektromotor angetriebene Modell sehr schnell um seine Längsachse drehen; die dafür benötigte Leistung wird dann gemessen. Als ersten Teil der Aufgabe verfasst das NLL einen Forschungsvorschlag, in dem auf der Grundlage der US-Literatur zwei Flügel entworfen werden, einer mit und einer ohne zusätzliche Krümmung* an der Flügelspitze. Die Form dieser Flügel kann mit einer speziellen Berechnungsmethode bestimmt werden, die auf der von Irmgard Lotz an der AVA entwickelten Theorie basiert. Diese Berechnungsmethode wurde im Rahmen des NLL-Programms „Eigenarbeit“ bereits seit einiger Zeit entwickelt. Das Interesse an dieser Methode war auf deutscher Seite groß. Sowohl der Bericht A.557²²⁶ als auch der Bericht A.768 wurden in deutscher Sprache verfasst und der AVA zugesandt. Die so entworfenen Modelle müssten dann im Kleinen Kanal untersucht werden. Dieser besondere Fall ist ein gutes Beispiel für eine Forschung, die ganz im Einklang mit dem bereits laufenden Programm „Eigenarbeit“ des NLL steht. Er zeigt auch, wie man mit theoretischen Mitteln den Entwurf von Flügeln verbessern kann, was für die damalige Zeit ziemlich bahnbrechend war. Dieser Vorschlag ist im Bericht A.861 beschrieben, der der AVA am 28. Oktober 1942 übermittelt wurde.²²⁷ Mehr als drei Monate später antwortet die AVA:²²⁸ „Zurzeit nicht wichtig genug.“ Von den ursprünglich veranschlagten Kosten in Höhe von 7.000 Gulden wurden dann etwa 3.000 Gulden verwendet. Das „Trudelfluggerät“ kam schließlich im Rahmen des weiter unten zu erwähnenden Auftrags zustande [3014]. Es ist nicht klar, warum diese Forschung eingestellt wurde. Hielt man sie nicht für wichtig genug, obwohl sie für die damalige Zeit recht

innovativ war? Oder haben es die Mitglieder der AVA vorgezogen, dies selbst zu tun?

[3013] *Messungen des Bodeneinflusses bei Hochauftriebsflügeln*²²⁹

Diese Aufgabe ist komplementär zur Aufgabe [3011]. Es ist bekannt, dass sich in Bodennähe die Tragfähigkeit des Flügels deutlich erhöht, ein Effekt, der als „Bodeneinfluss“* oder „Bodeneffekt“ bezeichnet wird. Die Messung dieses Effekts im Windkanal ist möglich, indem das Modell in verschiedenen Abständen nahe der Kanalwand positioniert wird oder indem eine Bodenplatte (eine „falsche“ Wand) im Windkanal angebracht wird. Für eine schnelle Vorhersage der Start- und Landeleistung während der Flugzeugentwicklung ist es wichtig, diesen Effekt als eine Art Korrektur auf das Ergebnis der üblichen Messungen mit dem Modell in der Mitte des Windkanals anzuwenden. Der besagte Effekt wurde im Windkanal experimentell ermittelt und mit einigen bestehenden Theorien verglichen. Diese Aufgabe dient der Validierung einer Berechnungsmethode und hat somit auch eine wichtige theoretische Komponente.

[3014] *Messungen am Flügel mit Betz-Schlitzzen und mit festen Flügelschlitzzen im Außenflügel*²³⁰

Die sogenannten Betz-Schlitzze* sind feste Schlitzze in der Flügelnahe, die von der Ober- zur Unterseite des Flügels²³¹ verlaufen. Außerdem ist der Außenflügel unmittelbar hinter der Flügelvorderkante geschlitzt. Unterhalb dieses Schlitzzes befindet sich ein abgedichteter Bereich, der unter dynamischen Bedingungen als eine Art Pufferbehälter fungiert. Ziel ist es, die Flugeigenschaften bei Flugmanövern zu verbessern und/oder Trudeln zu verhindern*. Möglicherweise handelt es sich bei den beiden Schlitzzen um patentierte Erfindungen von Betz, der eine Vielzahl von Patenten besitzt. Es ist geplant, auch dieses Modell, nachdem es vom NLL hergestellt wurde, auf dem „Trudelfluggerät“ im Windkanal zu testen. Diese Forschung kann als die Erforschung eines neuen aerodynamischen Konzepts angesehen werden und ist daher allgemeiner Natur.

Im April 1941 schreibt Koning an Betz und bittet um weitere Erläuterung der Konfiguration: „Käüfl hat uns gesagt, dass es ein modernes Jagdflugzeug sein sollte ...“²³² und Betz antwortet:²³³ „Die Versuche sind von grundsätzlicher Art, außerdem sind sie nur als Vorversuche zu werten.“ Aus diesem kurzen Briefwechsel geht hervor, dass Koning Bedenken hat, gegen seinen Willen an kriegswichtigen Arbeiten beteiligt zu werden, und dass Betz sein Bestes tut, diese Bedenken zu zerstreuen. Aber Käüfl hat auch Recht: Wenn dieses Konzept erfolgreich sein sollte, wird es auf ein modernes Kampfflugzeug angewendet werden. Der Briefwechsel veranschaulicht somit sehr direkt das Dilemma, in dem sich Koning und Chaillet bei den deutschen Aufträgen befinden: Grundsatzforschung kann immer „kriegswichtig“ werden.

In der Zwischenzeit arbeitet das NLL weiter an den Vorbereitungen für diesen Test. Im April 1942 erhält die AVA die Zeichnungen, und im August holt das NLL bei verschiedenen Firmen (u.a. Kromhout, Hemweg, Werkspoor und Machinefabriek „Voorwaarts“) Angebote für das „Trudelfluggerät“ ein. „Voorwaarts“ erhielt den Zuschlag. Mit diesem ausgeklügelten System soll sich das Windkanalmodell mit bis zu 200 Umdrehungen pro Minute drehen können. Siehe Abb. 9.3 für den gesamten Aufbau. Käußl vermittelt eine „Dringlichkeitsbescheinigung für Deutsche Wehrmachtsaufträge“ u.a. für den Kauf von SKF-Kugellagern.²³⁴ Das „Trudelfluggerät“ wird am 23. Dezember 1942 ausgeliefert und im März des folgenden Jahres im Großen Kanal getestet. Im selben Monat wird beschlossen, dass „Voorwaarts“ auch den Flügel des Modells fertigen darf. Dies geht jedoch nicht vorwärts. In der Zwischenzeit beschwert sich die AVA beim NLL, dass das alles sehr lange dauert. Das NLL antwortet, dass es sich um einen komplexen Test mit zahlreichen Unteraufträgen handelt. Am 20. August 1943 schickt das NLL ein Schreiben, in dem sie Druck auf „Voorwaarts“ ausübt: „Zweifelloos haben auch Sie Schwierigkeiten mit der Arbeit“. Die Auswirkungen des Arbeitseinsatzes machen sich bemerkbar. Das Modell wird Ende Oktober 1943 ausgeliefert, kommt aber erst im August 1944 in den Großen Kanal. Nach geraum einer Woche wird es wieder ausgebaut, weil die Farbe auf

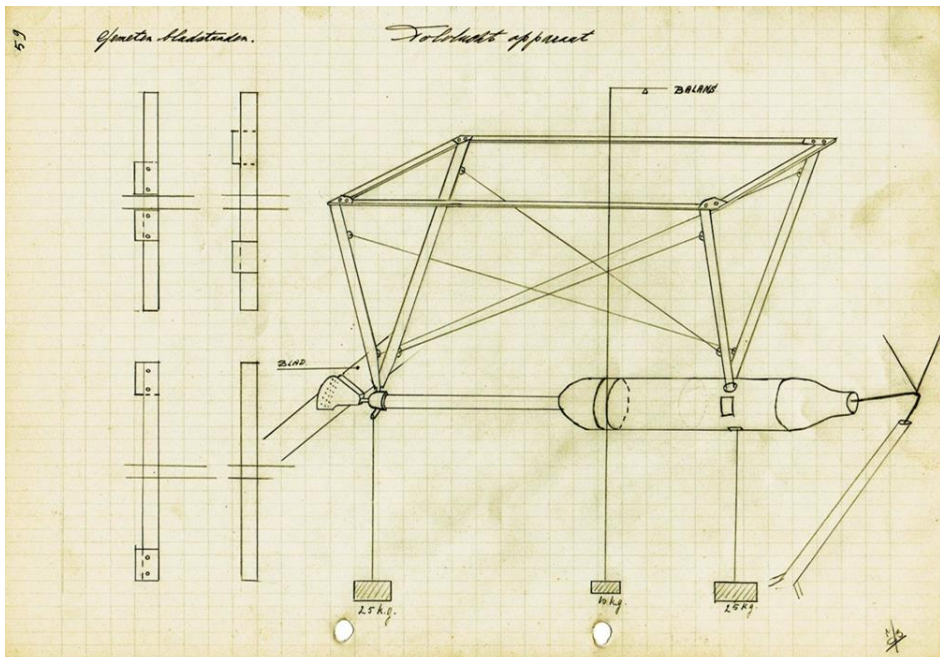


Abb. 9.3 Dieser Testaufbau für Truderversuche wurde vom NLL entwickelt, um einen Flügel (als „Blad“ bezeichnet) mit hoher Geschwindigkeit im Kanalstrom zu drehen. So konnten die aerodynamischen Eigenschaften während des Trudelflugs oder bei Manövern untersucht werden. Dieser Aufbau war für das Modell mit Betz-Spalten vorgesehen, aber dazu ist es nie gekommen.

dem Modell abblättert. Danach kehrt das Modell nicht mehr in den Kanal zurück, da dieser am 6. September 1944 geschlossen wird. Die Kriegssituation hat sich dramatisch verändert. Der Süden der Niederlande wird befreit. Käufl wird abberufen. Die geschätzten Kosten sind nun von 6.000 Gulden auf 15.000 Gulden gestiegen. Übrigens ist dieser Aufbau im Kleinen Kanal nur ein sehr bescheidenes Abbild ähnlicher Aufbauten im großen Windkanal der AVA in Göttingen. Damit werden komplette Flugzeugmodelle herumgeschleudert (siehe Abb. 9.4).

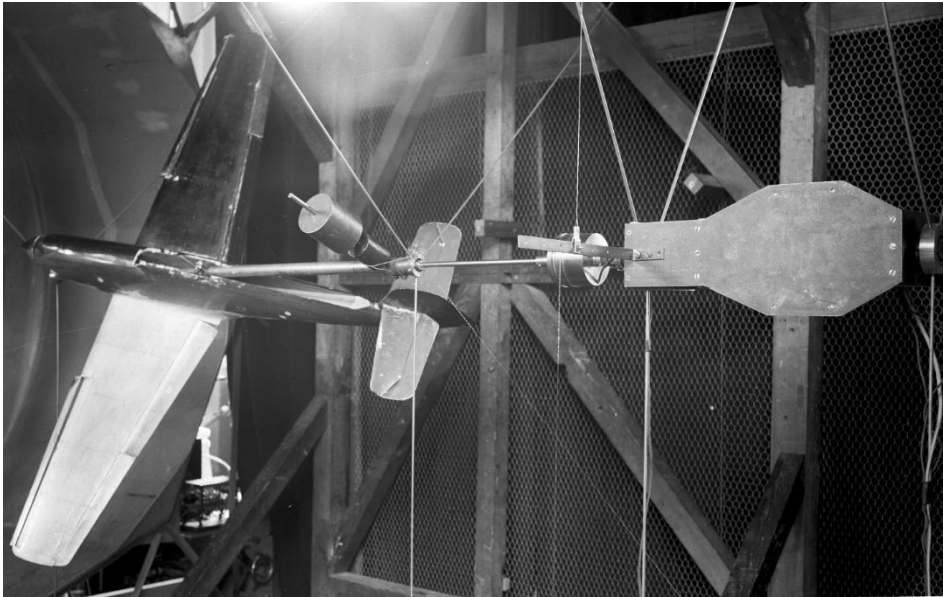


Abb. 9.4 Betz von der AVA war auch ein Spezialist für Trudelversuche. Mit diesem Modell einer Me 109 wurden in dieser Anordnung im AVA-Windkanal Trudelversuche durchgeführt. Das Modell konnte sich frei um seine Längsachse drehen. Gewichte wurden benötigt, um das Modell auszubalancieren. Mit dem vom NLL entwickelten Testaufbau für Trudelversuche (Abb. 9.3) wurde das Modell aktiv angetrieben.

[3015] Druckverteilungsmessungen am Leitwerk mit Ruderspalt²³⁵

Hier ginge es um Druckmessungen* an einem sehr dünnen Leitwerk zum Vergleich mit der Theorie. Es sollten verschiedene Anstellwinkel und Ruder untersucht werden. Am 24. Februar 1942 meldete das NLL, dass es nun an der Zeit sei, diesen Auftrag (und den Auftrag [3012]) vorzubereiten. Koning meint hier wahrscheinlich die Arbeit am Windkanalmodell. Jedenfalls berichtet die AVA ein paar Wochen später, dass die Arbeit an beiden Aufträgen ([3012] und [3015]) eingestellt werden könne: „... da diese Untersuchung jetzt nicht mehr wichtig genug ist“. Dieser Fall zeigt auch noch etwas anderes. Offenbar war es dem NLL nicht möglich, alle geplanten Untersuchungen gleichzeitig durchzuführen. Zuerst muss das Modell vom NLL-Konstruktionsbüro entworfen werden, dann wird es in der Werkstatt hergestellt und erst

dann kann es im Kanal vermessen werden. Es ist unvermeidlich, dass die Arbeiten in Phasen durchgeführt werden müssen.

Warum die dünnen Tragflächen*? Um den Luftwiderstand bei hohen Flugeschwindigkeiten zu verringern, werden dünne Tragflächen verwendet. Der Nachteil wiederum ist, dass die Strömung um dünne Flächen herum anfälliger für „Ablösung“* ist. Durch die Messung von Druckverteilungen auf den dünnen Flächen können Einblicke in die Entwicklung der Strömung gewonnen werden und eine bessere Validierung der Theorie wird ermöglicht. Daher passt diese Forschung zum Interesse der AVA an der Hochgeschwindigkeits-Aerodynamik, mit Anwendungen auf Flugzeuge wie die Messerschmitt 262 oder die Arado 234. Die Ziele dieser Forschung waren vielleicht so wichtig, dass die AVA selbst daran gearbeitet hat und glaubt, nun genug zu wissen.

[3016] Theoretische Untersuchungen über den Einfluss des Schraubenstrahles auf die Auftriebsverteilung eines im Strahl liegenden Flügels²³⁶

Dieser Auftrag fügt sich nahtlos in die Eigenarbeit des NLL ein. Es geht um die Frage, wie der Propellerstrahl* die Auftriebsverteilung* über dem Flügel beeinflusst. Koning hatte bereits 1935 zu Durands Standardwerk zu diesem Thema beigetragen.²³⁷ Offenbar bestand auf beiden Seiten das Bedürfnis, diese Frage weiter zu untersuchen. Und das auch noch gegen Bezahlung. Aber der grundlegende Charakter bedeutete nicht, dass die AVA diesem Auftrag weniger Aufmerksamkeit schenkte: die Forschung hat die „Dringlichkeit“ SS. Von Paris aus schreibt Käußl am 21. April 1941 einen langen Brief an Betz als Fortschrittsbericht, in dem er auch erwähnt, dass Koning mit seinen Berechnungen zum Propellerstrahl weit vorangeschritten ist, aber noch nicht zu einem Ergebnis gekommen ist.²³⁸ Am 25. Februar 1942 findet eine Sitzung im NLL statt, bei der Käußl, Stüper und Himmelskamp von der AVA anwesend sind. Stüper, der auch schon früher zu diesem Thema publiziert hatte, plädiert dafür, diese Arbeit fortzusetzen. Und am 10. Juni 1942 schlägt das NLL vor, die Untersuchung auf vier Bereiche auszudehnen. Eine ausführliche Begründung bezieht sich auf Durand. Möglicherweise hat auch in diesem Fall das Interesse an höheren Fluggeschwindigkeiten mit dem Interesse der deutschen Seite an dieser Forschung zu tun. Durch den Strahl verursachte Übergeschwindigkeiten am Flügel können zusätzlichen Widerstand verursachen. Es wird eine Aufstockung der Mittel beantragt. In einem Fortschrittsbericht vom 28. November 1942 werden der Bericht A.785 (bereits versandt) und mindestens vier weitere Berichte erwähnt. Keiner dieser letztgenannten Berichte ist in den Archiven des NLR-Erbgutes vorhanden; auch die Titel sind unbekannt. Warum das so ist, ist nicht klar. Wurde die Arbeit doch noch eingestellt? Wahrscheinlich ja. Von den zugewiesenen Mitteln in Höhe von etwa 12.000 Gulden werden letztendlich über 8.000 Gulden verwendet.

Alle oben genannten Forschungsarbeiten sind aerodynamischer Natur und umfassen hauptsächlich die Erstellung von Windkanalmodellen und deren Untersuchung im Windkanal, mit Ausnahme der theoretischen/aerodynamischen Arbeiten

zum Propellerstrahl. In der AVA selbst war darauf hingewiesen worden, dass der Mangel an Windkanal-Kapazitäten der Hauptgrund für die Einschaltung des NLL war. In ihren ersten Gesprächen mit der AVA betonte das NLL jedoch, dass auch Arbeiten für andere Abteilungen willkommen seien. Obwohl der Name vermuten lässt, dass sich die AVA hauptsächlich mit Aerodynamik beschäftigt, ist das Institut auch in vielen Randbereichen der Aerodynamik aktiv. Unter Betz gibt es neben den „Windkanälen“ (unter der Leitung von Reinhold Seiferth) und der „Theoretischen Aerodynamik“ (unter der Leitung von Albert Betz selbst) eine Reihe weiterer Institute mit starken aerodynamischen Schnittstellen. Darüber hinaus gibt es weitere Forschungsinstitute außerhalb Göttingens wie die Luftfahrtforschungsanstalt LFA in Braunschweig und die Deutsche Versuchsanstalt DVL in Berlin. Können die anderen NLL-Abteilungen auch für eines dieser Institute arbeiten? Dies scheint in der Tat möglich zu sein, und die folgenden beiden Aufträge wurden daher der ursprünglichen Liste hinzugefügt.

[3017] Ausarbeitung einer Determinante für theoretische Flatteruntersuchungen²³⁹

Das erste Institut, das ebenfalls Arbeiten an das NLL vergeben hat, ist das AVA-Institut für „Instationäre Aerodynamik“ unter der Leitung von Hans-Georg Küssner. Dieses Institut befasst sich insbesondere mit dem Flattern, einer instabilen Schwingung der Struktur. Die Vorhersage von Flattern ist von großer praktischer Bedeutung, und die dafür erforderlichen Berechnungen sind komplex und zeitaufwändig. Das Göttinger Institut verfügte nicht über ausreichend freie Kapazität für diesen Zweck²⁴⁰ und die Auslagerung einiger Berechnungen könnte dabei helfen.

Greidanus, der Spezialist auf diesem Gebiet beim NLL, wird diese Aufgabe übernehmen. In Kapitel 8.3 wurde bereits die Flatterforschung für den Luftfahrtendienst erwähnt. Für Greidanus ist die Sache also klar und deutlich. Er benötigt nur ein paar Monate, und Ende November 1940 ist der Bericht V.1242 bereits abgeschickt, noch bevor die offizielle Auftragsbestätigung von der AVA eingegangen ist. In einem Brief an Koning bedankte sich Küssner sehr herzlich dafür und äußerte die Hoffnung, Koning bald persönlich zu treffen, nachdem er ihn vor 11 Jahren dazu eingeladen hatte.²⁴¹ Die Flatterforschung ist ein wichtiges Anliegen der AVA und dieser Auftrag ist daher der erste einer ganzen Reihe. Dieser spezifische Auftrag kann daher als „Eignungsprüfung“ angesehen werden, die Greidanus mit Bravour besteht. Die Bedeutung dieses Themas wird auch aus Tabelle 9.1 ersichtlich, aus der hervorgeht, dass 42 % aller Arbeiten für die AVA auf Flatterstudien entfallen. Dies wird in Kapitel 9.4 eingehend erörtert.

[3018] Untersuchungen der Dauerfestigkeit von Flugspanndrähten²⁴²

Diese Forschung wird nicht für die AVA durchgeführt, sondern für Dirksen, den Leiter des Instituts für Festigkeit der Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring in Braunschweig (LFA). Verwaltungstechnisch sollte dieser Auftrag über die AVA laufen, aber Dirksen trifft die Vereinbarungen direkt mit seinem Amtskollegen beim

NLL, Van Ewijk. Wie der Titel schon sagt, handelt es sich dabei um die Ermüdungsforschung von Metallen, bei der ein Probekörper über lange Zeiträume hinweg unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt wird. Dies erfordert den Bau einer speziellen Maschine. Am 4. November 1940 schreibt Chaïllet einen Brief an Käufl,²⁴³ in dem er u.a. darauf hinweist, dass angesichts der Investitionen für eine solche Maschine eine schriftliche Vereinbarung für diese Aufgabe dringend erforderlich ist. In demselben Schreiben, das einen Rückblick auf einige der ersten Aufträge gibt, wird auch ein Besuch des NLL durch Dirksen (Braunschweig), Bussmann und Meuth (DVL, Berlin) am 7. Oktober 1940 erwähnt. Bei diesem Besuch kam diese „Ermüdungsmaschine“ ebenso zur Sprache wie eine weitere geplante Untersuchung von Bolzen-Loch-Verbindungen. Die ganze Aufmerksamkeit des NLL richtet sich auf diese Einrichtung, die in dem „Blechzelt“ untergebracht werden muss, von dem Brethouwer in seinem Vermerk „Platzmangel im neuen Gebäude“ von Anfang 1941 spricht.²⁴⁴ Diese Anordnung erfordert auch eine gusseiserne Säule, die extern geordert werden muss. Der Lieferant, J. Zimmer und Söhne, bittet in einem Schreiben ausdrücklich um eine Erklärung, dass es sich bei dieser Säule ausschließlich um ein Gerät für das NLL handelt. Befürchtet diese Firma vielleicht, einen deutschen Auftrag zu Gunsten der Kriegsanstrengungen zu bearbeiten? Wenn ja, wäre dies das einzige Beispiel dafür im Korrespondenzarchiv, soweit wir wissen. Auch während Van Ewijks Internierung von Juli bis August 1942 (mehr dazu in Kapitel 11.1) wird an diesen Forschungen weitergearbeitet, bis Käufl am 20. November 1942 meldet, dass eine Fortsetzung nicht erwünscht ist. Andere Ermüdungsforschungen, diesmal zu Bolzenverbindungen, treten an ihre Stelle (siehe Kapitel 9.3).

Alle diese Recherchen werden hier recht ausführlich behandelt, da es sich um Aufträge handelt, die aus dem ersten technisch-inhaltlichen Gespräch zwischen der AVA und dem NLL am 19. Juli 1940 unter der Leitung von Betz und Koning resultieren. Im Anschluss an dieses Gespräch schreibt das NLL im dritten Quartalsbericht des Jahres, dass die besprochenen Forschungen nicht zum deutschen Kriegsbedarf beitragen und grundsätzlicher Natur sind.²⁴⁵ Klar ist, dass die oben genannten Aufträge fast ausschließlich von der AVA und in einem Fall von ihrem Schwesterinstitut LFA kamen. Die Beteiligung anderer Parteien, wie z.B. der Flugzeugindustrie, ist daher unwahrscheinlich. Die meisten dieser Aufgaben fügen sich nahtlos in das NLL-Eigenarbeitsprogramm ein. Dies war auch der Grund für ihre Auswahl. Andere Studien befassen sich mit neuen Konzepten, die auch für das NLL aus aerodynamischer Sicht interessant sind. Was den Zeitplan betrifft, so ist die AVA zunächst sehr entspannt. Kurzum, Koning und Chaïllet waren Ende 1940, als die Aufträge offiziell vergeben wurden, wahrscheinlich nicht der Meinung, dass von der mit Baeumker und der AVA vereinbarten Linie abgewichen worden war.

Wie sich im Nachhinein herausstellte, hatten sieben der neun erteilten Aufträge die damals höchste „Dringlichkeitsstufe“ SS („sehr schnell“). Dies deutet darauf

hin, dass die Forschung eine gewisse Bedeutung hatte und sich in ein breiter angelegtes Programm mit einer spezifischen militärischen Bedeutung einfügte. Aber das NLL ist sich dessen überhaupt nicht bewusst.

9.3 Arbeit in Hülle und Fülle

Schon bei den ersten Kontakten mit der AVA wurde von NLL-Seite angeregt, nicht nur die Windkanäle, sondern auch andere Abteilungen in mögliche deutsche Aufträge einzubeziehen. Dies geht u.a. auch aus einem Brief Käufls an Betz vom 25. Juli 1941 hervor:²⁴⁶ „Die Abteilung der Flugversuche in Amsterdam wäre in der Lage noch Arbeit auf sich zu nehmen. Ich bitte, dies Herrn Doktor mitzuteilen. Vielleicht besteht die Möglichkeit Instrumenten-Entwicklungen dorthin zu vergeben.“ „Herr Doktor“ ist Dr. Joseph Stüper, Leiter des Instituts für Flugversuche der AVA. Er war auch schon Teil der AVA-Delegation, die am 19. Juli 1940 das NLL besuchte. Da das NLL während des Krieges keine Flugversuche durchführen durfte, konnte die Flugzeugabteilung Arbeit gebrauchen. Innerhalb der AVA gibt es eine Reihe von Instituten, die in angrenzenden Bereichen arbeiten, darunter: Theoretische Aerodynamik (unter der Leitung von Betz), Flugversuche (unter der Leitung von Joseph Stüper), Entwicklung von Instrumenten (unter der Leitung von Otto Mühlhäuser) und das Institut für Instationäre Vorgänge (unter der Leitung von Hans-Georg Küssner). Alle diese Institute haben klare Schnittstellen zur Aerodynamik. Die Bereiche Festigkeitslehre und Werkstoffe liegen jedoch völlig außerhalb des Geltungsbereichs der AVA. Für die Vermittlung dieser Disziplinen nutzt die AVA Kontakte zu ihren Schwesterinstituten: dem Institut für Festigkeit (Leitung: Flügge) der DVL (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin/Johannisthal-Adlershof) und der LFA (Institut für Festigkeit (Leitung: Dirksen) der Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring in Braunschweig).

AVA (Abteilung Flugversuche): Entwicklung von Instrumenten²⁴⁷

Arbeiten für die Flugzeugabteilung finden sich in der Entwicklung eines Variometers* [2534], eines künstlichen Horizonts* [3273] und eines Längs- und Querneigungsmessers* [1404]. Das Prinzip des Schnellvariometers beruht auf der Verwendung eines Hitzdrahtes* zur Messung der Geschwindigkeit der Luft, die in eine Öffnung eines ansonsten geschlossenen Puffergefäßes ein- oder ausströmt (eine Idee von Betz). Diese Entwicklung hat einige Rückschläge erlitten und kommt nur sehr langsam voran. Die AVA ist auch mit den Fortschritten bei der Entwicklung der Längs- und Querneigungsmesser nicht zufrieden. Ein Prototyp wurde nie realisiert, und die viermonatige Lieferzeit für einen Satz Linsen²⁴⁸ verzögerte die Auslieferung bis nach dem Kontaktabbruch der AVA im September 1944. Die Entwicklung, die dem Interesse des NLL am ehesten entsprach, war der „automatische Beobachter“* [3106]. Bei der Durchführung von Flugversuchen ist es wichtig, die Cockpit-Instrumente in Abhängigkeit von der Zeit ablesen zu können. Schon vor

dem Krieg führte dies zur Entwicklung des „automatischen Beobachters“, einer Instrumententafel, auf der Messgeräte (je nach Bedarf) montiert werden können. Diese Instrumente werden dann gefilmt. Nach dem Flugtest kann der Film am Boden entwickelt und in einer speziellen Einrichtung ausgelesen werden. Auf diese Weise kann der gesamte Flugverlauf einfach aufgezeichnet und analysiert werden. Schon vor dem Krieg wurde der automatische Beobachter vom NLL bei Flugversuchen eingesetzt. Die AVA ist offenbar sehr daran interessiert und gibt dieser Einrichtung den vielsagenden Namen „Stummer Beobachter“. Das NLL entwickelt dann einen Prototyp, der an die AVA geliefert wird (Abb. 9.5). Offenbar sind sie damit zufrieden, denn kurz darauf folgt ein Auftrag über 10 Stück. Eine solche Serienproduktion kann kaum als wissenschaftliche Kerntätigkeit des NLL angesehen werden. Dieser Auftrag wird daher weitgehend an andere Unternehmen vergeben, insbesondere an die Maschinenfabrik „Voorwaarts“. Es ist nicht ganz klar, ob ernsthaft an diesem Thema gearbeitet wurde. Anfang 1944 wird von Problemen bei der Materiallieferung berichtet, und es ist möglich, dass die Arbeiten danach zum Stillstand kamen. Über die endgültige Lieferung ist nichts bekannt.

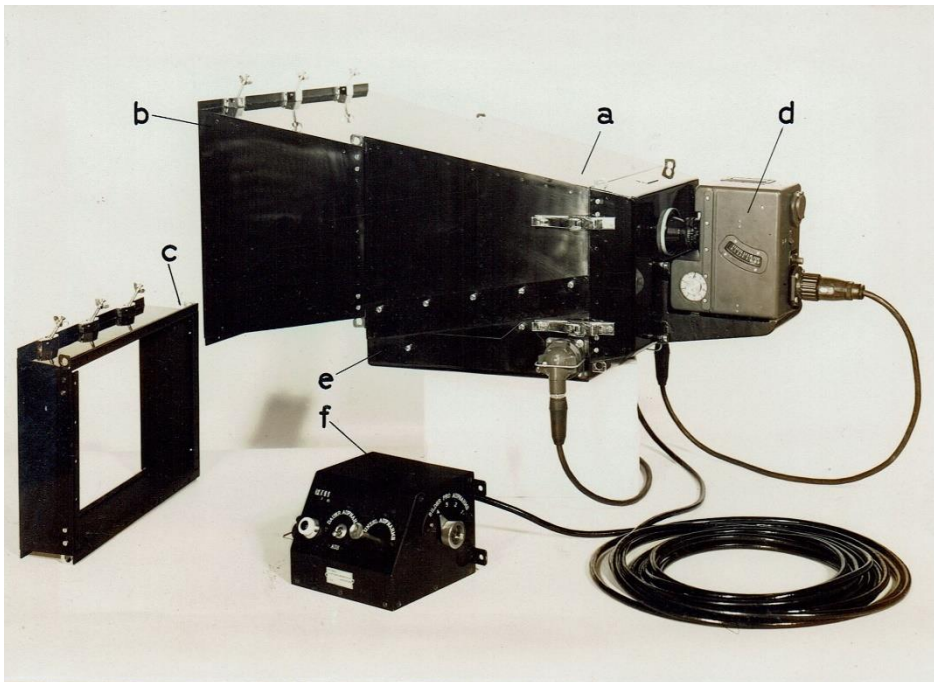


Abb. 9.5 Vor dem Krieg hatte das NLL einen „automatischen Beobachter“ für die Flugprobung entwickelt. In dem Gerät wurden die Daten der Instrumente auf Film registriert. Für AVA wurde ein Prototyp mit einer deutschen Kamera entwickelt. Es folgte eine Bestellung von weiteren zehn „Stummen Beobachtern“, wie die AVA das Gerät bezeichnete. Es ist wahrscheinlich, dass diese nie gebaut wurden.

AVA (Abteilung für Flugversuche): Messungen an einem Rechteckflügel mit Bremschraube²⁴⁹

Dieser Auftrag [3647-15] wurde zwar von Stüper vom Institut für Flugversuche erteilt, betrifft aber im Wesentlichen eine Windkanalstudie. Das Windkanalmodell (ein gerader Flügel), das an Drähten an der externen Waage aufgehängt ist, ist mit einem frei drehenden, windgetriebenen Propeller ausgestattet, dessen Blattwinkel* eingestellt werden kann. Ziel ist es, die auf den Flügel wirkenden Kräfte zu messen. Der zweite Teil dieser Studie umfasst die Messung des Strömungsfeldes hinter dem Propeller. Außerdem werden die Belastungen auf eine hinter dem „Flügel mit Propeller“ angeordnete Tragfläche untersucht.

Vordergründig scheint diese Forschung interessant für die Wechselwirkung eines Schraubenstrahls* mit dem Flügel und die Auswirkungen eines frei drehenden Propellers. Ein Forschungsbericht von Stüper aus dem Jahr 1943 zeigt jedoch, dass es sich um die Verwendung des Propellers als Luftbremse während eines Sturzfluges eines Sturzkampfbombers handelt. Je nach Verstellwinkel der Blätter kann ein freilaufender Propeller als „aerodynamische Bremse“ eingesetzt werden. Dieses Konzept wurde bereits bei der Me 109 und den FW 190 Sturzkampfbombern²⁵⁰ angewendet. Ein herausragendes Problem dabei war das Strömungsfeld hinter dem Propeller und seine Wechselwirkung mit dem Heck. Die NLL-Forschung konzentriert sich insbesondere auf diese Punkte.²⁵¹ Die genannten deutschen Berichte sind in Amsterdam natürlich nicht bekannt.

LFA (Abteilung für Materialien): Ermüdungsprüfung²⁵²

Die Materialforschungsarbeiten sind das Ergebnis von Konsultationen zwischen Dirksen von der LFA (Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring in Braunschweig) und Van Ewijk, dem Leiter der Materialabteilung des NLL. Der erste Auftrag des LFA betrifft die Untersuchung von Flugspanndrähten (Auftrag [3018], siehe Kapitel 9.2), eine Untersuchung, die von Käußl Ende 1942 abgebrochen wird. In den Archiven finden sich nur wenige Informationen darüber, was tatsächlich geschah, außer der möglichen Entwicklung einer speziellen Prüfmaschine. Zu Beginn des Jahres 1941 wurde auch mit der Erforschung von Bolzenverbindungen begonnen, genauer gesagt mit der Erforschung der Flächenpressung in Bolzenlöchern [414-14]. Auch hierfür soll eine spezielle Prüfmaschine entwickelt werden [140/4073], der sogenannte „Mechanische Pulser“, mit dem die Ermüdung simuliert werden kann. Ende 1941 wurde diese Maschine fertiggestellt (Abb. 9.6) und der entsprechende Bericht (M.983) an Dirksen gesandt. Statische Tests sind durchaus möglich, aber die Maschine erfüllt die Anforderungen für Ermüdungsprüfungen nicht vollständig. Van Ewijk macht sich Gedanken über mögliche Verbesserungen. Mitte 1942 wird er jedoch für etwa zwei Monate in Haaren in Nordbrabant interniert (mehr dazu in Kapitel 11.1). Auch dort, in deutscher Gefangenschaft, arbeitet er weiter an möglichen Verbesserungen. In der Korrespondenz wird erwähnt, dass ein „6-Tonnen-Pulser“ extern angeschafft werden sollte, aber Ende 1942 kann

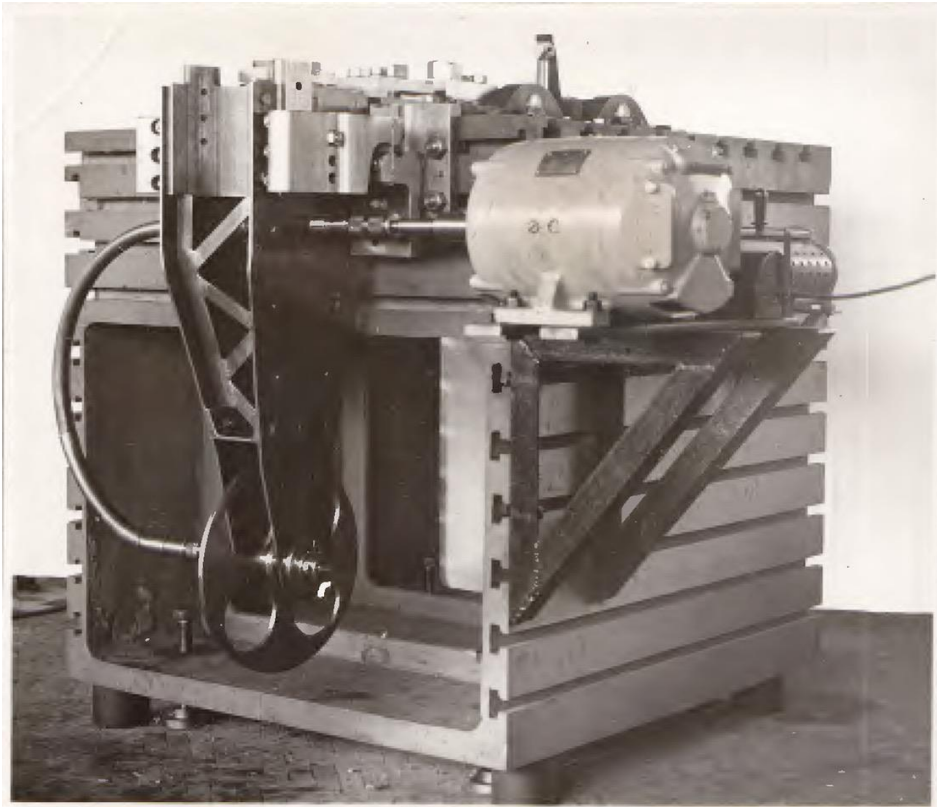


Abb. 9.6 Der von Van Ewijk entwickelte „Mechanische Pulser“. Die Kontaktperson auf deutscher Seite war Dirksen von der Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring. Mit dieser Maschine wurden mehrere statische Tests durchgeführt, die Berichte hierüber sind jedoch außergewöhnlich beschränkt.

Van Ewijk berichten, dass inzwischen technische Verbesserungen an dem bestehenden Gerät vorgenommen wurden.²⁵³ Über die Ergebnisse der statischen Tests wurde berichtet (der sehr kurze Bericht M.1026), aber die Informationen sind bruchstückhaft, und andere Berichte fehlen. Es ist nicht möglich, sich ein richtiges Bild von dieser Forschung zu machen. Ob die Ermüdungstests ordnungsgemäß durchgeführt wurden [1683-14], ist ebenfalls unklar. In seinen Kriegserinnerungen schreibt Van der Neut über Van Ewijk und diesen Auftrag:²⁵⁴ „Während des Krieges erhielt er von Zeit zu Zeit Besuche des deutschen Professors Dirksen, um einen deutschen Auftrag zu besprechen – was nicht viel bedeutete. Dies war der einzige Deutsche, der uns besuchte und der hoffte, dass Nazi-Deutschland besiegt würde.“ Und weiter: „Die Durchführung eines Testprogramms – falls es eines gab – wurde nie in Angriff genommen ... Dieser Umstand hat meines Erachtens weniger mit Sabotage zu tun als mit der Arbeitsweise vor Ort. Dass sich Prof. Dirksen mit diesem Mangel an Fortschritt zufrieden gab, war vielleicht seinerseits als Sabotage gedacht.“

Tatsache ist, dass von allen deutschen Ermittlungen dieser LFA-Auftrag in den Archiven kaum sichtbar ist.²⁵⁵ Van der Neut erwähnt hier nicht die Internierung Van Ewijks (siehe Kapitel 11.1). Während seiner Internierung wurden fünf Mitinternierte hingerichtet, was ihm die Willkür und den Terror der Besatzungsmacht sehr nahebrachte. Van Ewijk war zu Beginn seiner Internierung möglicherweise noch geneigt, bei dieser Untersuchung mitzuarbeiten. Es ist aber nicht auszuschließen, dass die Ereignisse in Haaren dazu geführt haben, dass er für diesen Auftrag nicht mehr motiviert war. In diesem Sinne mag es nicht nur bei Dirksen, sondern auch bei Van Ewijk einen passiven Widerstand gegeben haben. Dirksen und Van Ewijk stehen auch außerhalb der AVA in direktem Kontakt. Dies ist möglicherweise der Grund, warum der archivierte Schriftverkehr und die Berichterstattung unvollständig sind. Das NLL ist Dirksen zu Willen, wann immer es geht: Das NLL bestellt für ihn bei Philips einen „Empfänger Philetta mit Ultrakurzwellen“.²⁵⁶

*DVL (Abteilung für Flugzeugstrukturen): Untersuchungen zur Schalenstabilität*²⁵⁷

Das Institut für Festigkeit in Berlin hat mehrere Aufträge im Konstruktionsbereich vergeben. Beim NLL ist Van der Neut der zuständige Wissenschaftler. Alle beinhalten Untersuchungen der Stabilität der versteiften Zylinderschale*. Ausgangspunkt der Arbeit ist die Habilitationsschrift von Dr. Flügge, der bei der DVL tätig ist. Van der Neut wurde gebeten, die Gleichungen für die Knicklast* von versteiften Zylindern aufzustellen [4439]. Welche Anwendung die DVL hier im Sinn hatte, ist nicht klar. Schließlich werden zwei Berichte von Van der Neut verfasst. In der zweiten Hälfte des Jahres 1943 folgt dann eine weitere Studie über Sandwichpaneele* [1111-14]. Die hier durchgeführten Arbeiten sind vor allem theoretischer Natur und die Anwendung ist eher weit entfernt.

Über die Forschung zur Stabilität kreiszylindrischer Schalen (dünnwandige Strukturen) schreibt Van der Neut in seinem Jahre später niedergeschriebenen Erinnerungen:²⁵⁸

Ich habe diese Forschung mit besonderem Vergnügen betrieben. Ich halte es für meine beste Forschungsarbeit. Bei der Erteilung dieses Auftrags war ich davon überzeugt, dass es sich nicht um ein Thema von militärischem Interesse handelte, da diese Art von Knickung, bei der sich auch die Fachwerke verformen, nur bei Flugzeugen mit großem Rumpfdurchmesser, d. h. bei großen Verkehrsflugzeugen, auftreten kann ... Nach dem Krieg fand ich heraus, dass es sich doch um ein militärisches Thema handelte, nämlich um Raketen, von denen die erste die V2 war. Bei diesen Raketen ist eine äußere Längsversteifung ohne Bedenken möglich. Bei einem Besuch des AGARD-Gremiums in Huntsville, dem von Wernher von Braun geleiteten NASA-Institut, fragte ich den Chefkonstrukteur, einen Deutschen aus Peenemünde, ob sie meine Arbeit bei der Konstruktion der V2 verwendet hätten. Zu meiner großen Erleichterung lautete die Antwort, dass das Design bereits 1942 festgelegt wurde. Aber es hätte anders sein können, wenn z. B. der Krieg länger gedauert hätte, so

dass meine Arbeit, die ich so gerne gemacht habe, ein kleiner, aber immerhin ein Beitrag zum deutschen Kriegspotential gewesen wäre.

Van der Neut war Realist genug, um davon auszugehen, dass der „kriegswichtige“ Charakter des Werks doch nicht völlig ausgeschlossen werden konnte.

Diese Arbeit fand später im NLL selbst Anwendung. Der Hochgeschwindigkeits-Windkanal HST, der von Van der Neut in den späten 1950er Jahren konstruiert wurde, hat eine außen versteifte Struktur, die leicht und elegant ist.

9.4 Flatterforschung²⁵⁹

Wie bereits in Kapitel 9.2 unter dem Auftrag [3017] erwähnt, wurde der erste deutsche Auftrag im Bereich des Flatterns schon sehr früh in die ursprüngliche Liste der sieben für die Forschung am NLL in Frage kommenden Themen aufgenommen. Nach und nach wurde diese Forschung jedoch immer wichtiger, und schließlich erwiesen sich mehr als 40 % der für die AVA durchgeführten Forschung (gemessen in Geld) als flatterbezogen (siehe Tabelle 9.1 in Kapitel 9.7). An der AVA in Göttingen wird das Problem vor allem aus der Sicht der Aerodynamik betrachtet, und es wurde sogar ein eigenes Institut dafür eingerichtet: das „Institut für Instationäre Vorgänge“ unter der Leitung von Dr. Hans-Georg Küssner. Neben der Flatterforschung beschäftigte sich dieses Institut auch mit der Aerodynamik von Hubschraubern.

Flattern* ist eine instabile Schwingung, die durch aerodynamische Belastungen auf eine verformte Struktur entsteht. Sie kann als ein kritisches Zusammenspiel zwischen elastischen Kräften und Trägheitskräften aufgrund der Steifigkeit und des Eigengewichts der Struktur und den aerodynamischen Kräften, die durch die Verformungen dieser Struktur entstehen, beschrieben werden. Bei diesen Verformungen kann es sich um periodische Schwingungen z. B. des Flügels selbst (aufgrund von Biegung oder Torsion) oder von Flugzeugteilen (z. B. des Querruders oder eines Höhenleitwerks) handeln. Die zusätzlichen aerodynamischen Kräfte, die sich aus den periodischen Verformungen ergeben, dämpfen normalerweise die Schwingungsbewegung, können sie aber mit zunehmender Fluggeschwindigkeit sogar verstärken. Die Verformungen nehmen dann zu und können sogar einen fast explosiven Charakter erreichen, wodurch die Konstruktion zusammenbrechen kann. Die Fluggeschwindigkeit, bei der dies geschieht, wird als „kritische Geschwindigkeit“* bezeichnet. Bei der Konstruktion eines Flugzeugs muss unbedingt darauf geachtet werden, dass diese kritische Geschwindigkeit während des Fluges nicht erreicht wird. Das NLL verfügte über die notwendige Erfahrung in der Flatterforschung. Bereits 1923 untersuchten Koning und von Baumhauer einen Fall von Flügelrudersflattern beim Wasserflugzeug Van Berkel W.B.²⁶⁰ Sie haben wahrscheinlich die erste theoretische Erklärung für das Flattern gefunden. Koning entwickelte die Theorie dazu, während von Baumhauer unterstützende Forschung im Windkanal betrieb.²⁶¹ Die Erforschung des Flatterns war von eminenter Bedeutung für die Flugsicherheit.

Um weitere Arbeiten in dieser Richtung zu ermöglichen, wurde noch vor dem Krieg ir. J.H. (Johannes) Greidanus eingestellt. Er trat 1937 im Alter von 26 Jahren in die Flugzeugabteilung des NLL ein und war ein hervorragender Ingenieur und Mathematiker, der sich in nur wenigen Jahren zu einem Spezialisten auf diesem Gebiet entwickelte. Kurz vor dem Krieg hatte Greidanus die „kritische Geschwindigkeit“ für die Koolhoven FK.56, die FK.58 und die Schelde S.21 berechnet. Im Januar 1940 schrieb Greidanus den Bericht V.1146: „Verhinderung instabiler Schwingungen von Flugzeugteilen im Flug“. Im gleichen Zeitraum arbeitete er an der Publikation V.1252 (ebenfalls in der Reihe „Berichte und Abhandlungen“ veröffentlicht), die von der Zivilluftfahrtbehörde in Auftrag gegeben wurde: „Die Berechnung der kritischen Geschwindigkeit für instabile Schwingungen von Flugzeugflügeln“. Dieser Bericht konzentriert sich auf ein Querrudersystem, bei dem Biegung, Torsion und die erste Oberwelle der Biegung mit symmetrischen und begrenzten asymmetrischen Schwingungsmoden betrachtet werden. Teil II dieser Studie erschien 1943 als Bericht V.1304. Und darin heißt es: „*Seitdem* (d.h. seit dem Erscheinen von Teil I) wurden die Forschungen fortgesetzt, wobei die unerwartete Gelegenheit genutzt wurde, die entwickelten Berechnungsmethoden auf eine Reihe von Beispielen aus der Praxis anzuwenden, die numerisch im Detail ausgearbeitet werden sollten.“ Diese Beispiele waren die von AVA vorgelegten Aufträge. Das Interesse der deutschen Seite an dem Flatterproblem kam für das NLL also gerade zur rechten Zeit.

Die Berechnung oder, wenn man so will, die Vorhersage des Auftretens von Flattern ist eine mathematisch äußerst komplexe Angelegenheit. Im einfachsten Fall handelt es sich um „einen Freiheitsgrad“, z. B. die Wechselwirkung zwischen Flügelverwindung und Aerodynamik. Es kann aber auch mehrere Freiheitsgrade geben, wie z. B. das gleichzeitige Auftreten von Flügelbiegung, Flügelverwindung und Querruderbewegung. Dann gibt es noch drei, die jeweils auf eine bestimmte Weise mit der Aerodynamik kombiniert werden müssen. Dies erfordert eine genaue Kenntnis der Schwingungsformen der Struktur und der damit verbundenen Steifigkeit und Dämpfung. Bei einem vorhandenen Flugzeug können diese Schwingungseigenschaften durch einen so genannten Standschwingungsversuch* ermittelt werden. Das Flugzeug (oder ein Teil davon) wird in geeigneter Weise abgestützt und dann mechanisch (durch einen so genannten „Schwingungserreger“) in Schwingungen versetzt. Mit Hilfe von Beschleunigungsmessern, die an vielen Punkten des Flügels angebracht sind, kann dann die Schwingungsform bestimmt werden. Der Flugzeughersteller will die Schwingungseigenschaften bereits bei der Konstruktion des Flugzeugs kennen. Diese können teilweise durch Berechnungen vorhergesagt werden, aber diese Technik war zu dieser Zeit sicherlich nicht zuverlässig.

Zusätzlich zu den „Schwingungsformen“ der Struktur werden auch Informationen über die damit verbundenen „aerodynamischen Kräfte“ benötigt. Dabei wird ermittelt, welche zusätzlichen aerodynamischen Kräfte eine bestimmte Schwingungsform erzeugen. So wie die Schwingung selbst einen periodischen Charakter mit einer bestimmten Eigenfrequenz hat, hat auch die von ihr erzeugte aerodynamische Kraft einen periodischen Charakter mit der gleichen Frequenz wie die der

Schwingungsform. Bei sehr langsamer Bewegung, die als „quasistationär“ bezeichnet wird, sind die Schwingungsform und die entsprechende aerodynamische Kraft „im Gleichschritt“. Bei schnelleren Bewegungen kann diese Kraft jedoch hinter der Schwingungsform zurückbleiben: Es kann eine Phasendifferenz auftreten. Genau diese Phasendifferenz ist ausschlaggebend dafür, ob ein Flattern auftritt oder nicht.²⁶² Das aerodynamische Problem ist also im Wesentlichen „nicht-stationär“ (gewöhnlich „instationär“ genannt). Theoretisch können diese instationären aerodynamischen Eigenschaften nur für vereinfachte Fälle geschätzt werden. Die Messung dieser Eigenschaften in einem Windkanalexperiment, auch zur Überprüfung der Theorie, war 1940 praktisch unmöglich. Und doch wird es geschehen.

Eine Berechnung der Flattereigenschaften ist mit viel Arbeit verbunden. Zunächst müssen die Masse- und Schwingungseigenschaften einer gegebenen Struktur bestimmt werden. Darüber hinaus muss für die gegebene äußere Form die instationäre Aerodynamik bestimmt werden. Erst dann kann berechnet werden, ob es tatsächlich zum Flattern kommt. Diese Berechnung ist komplex und sehr iterativ.²⁶³ Prof. H. Bergh, Greidanus' Nachfolger am NLL, bezeichnete in seiner Antrittsrede 1968 „den Aufwand für Flatterberechnungen ohne elektronischen Rechner während der Entwicklung eines neuen Flugzeugs als praktisch undurchführbar“. Während des Krieges werden diese Berechnungen von einem Team von Kalkulatoren durchgeführt. Die Flatterforschung wird an dieser Stelle etwas ausführlicher erläutert, da alle ihre Elemente in der in enger Absprache zwischen der AVA und dem NLL vereinbarten Folgeforschung wiederkehren.

Mitte Februar 1941 findet im NLL eine Besprechung statt, bei der u.a. Küssner und Käufel von der AVA anwesend sind, während auf Seiten des NLL Koning, Greidanus, Van der Neut und Marx teilnehmen.²⁶⁴ Während dieser Konsultationen wird ein Programm vereinbart, das die folgenden drei Elemente umfasst:

- (1) Ausarbeitung von Flatterdeterminanten mit Hilfe einer beschleunigten Methode (die dem NLL offenbar zur Verfügung stand); Auftrag [578] oder [578 (1)],
- (2) Eine theoretische/experimentelle Untersuchung eines (Messerschmitt) Me 109-Flügels (eines der meistgenutzten Kampfflugzeuge der deutschen Luftwaffe), um zu untersuchen, ob die Steifigkeitseigenschaften dieses Flügels aus Berechnungen vorhergesagt werden können; Auftrag [578 (4)],
- (3) und schließlich wird das NLL gebeten, einen Vorschlag für eine experimentelle Studie auszuarbeiten, die im Kleinen Kanal durchgeführt werden soll, um die instationären Eigenschaften eines schwingenden (zweidimensionalen*) Flügel-Ruder-Systems zu messen; Auftrag [578 (2) und (3)].

Das NLL erstellt dann Kostenvoranschläge, und es dauert einige Zeit, bis die Aufträge vergeben werden. Dies liegt auch daran, dass die AVA die Erlaubnis des RLM einholen muss, um bestimmte Daten an das NLL weiterzugeben. In einem Brief

vom 25. Juni 1941 bittet Käüfl Stabsingenieur Jennissen vom RLM um die Erlaubnis, Konstruktionszeichnungen eines Me 109-Flügels zum Zwecke einer theoretischen Studie weiterzugeben: „*Es ist zu bemerken, dass Herr Prof. Messerschmitt selbst das oben genannte Problem vor zwei Jahren aufgeworfen hat und dass sich der Me 109 - Flügel besonders dafür eignet, weil er einen einfachen Aufbau hat.*“²⁶⁵ Ziel der Studie ist es, so Käüfl, theoretische Ergebnisse mit Messungen an Me 109-Flügeln aus Flugzeugwracks (!) zu vergleichen. Darüber hinaus wird das RLM gebeten, die Ergebnisse eines in Deutschland durchgeführten Standschwingungsversuchs sowie die Planform mit Massenverteilung eines Ju 52-Flügels zu übermitteln. Es handelt sich um einen Fall von Flügelflattern, der bei einer älteren Version dieses Flugzeugs auftrat. „*Die Durchführung dieser ... Untersuchung ist in der AVA aus Zeitmangel einstweilen nicht möglich. Andererseits sind in Amsterdam hochwertige Fachleute vorhanden, welche die neueren Methoden der Flattertheorie beherrschen und eine derartige Untersuchung durchführen können.*“ Die vorgesehenen Flatterberechnungen beziehen sich also auf das „Arbeitspferd“ der deutschen Luftwaffe, die Junkers Ju 52, die wegen ihrer großen Beliebtheit auch „Tante Ju“ genannt wird. Keines der Schreiben der AVA verweist darauf, aber es ist möglich, dass das NLL sich dessen bewusst war. In einer nach dem Krieg veröffentlichten englischen Fassung des entsprechenden Berichts wird die Ju 52 namentlich erwähnt.

Greidanus ist in der Lage, mit diesen Daten loszulegen, und am 17. Oktober 1942 wird ein vorläufiger Bericht (V.1284) an die AVA geschickt. Am 14. November antwortet Küssner, dass die Ergebnisse mit den Beobachtungen übereinstimmen. Der Abschlussbericht folgt am 12. Dezember (V.1284a). In diesem umfassenden Bericht wird festgestellt, dass es sich um eine Schwingung in der horizontalen Ebene (eine Gierbewegung) handelt, die mit der Querruderbewegung gekoppelt ist. Es werden drei „Kopplungsmechanismen“²⁶⁶ unterschieden, von denen einer das Flattern hervorruft. Am 11. Januar 1943 antwortet Küssner: „*Die Ergebnisse sind sehr interessant*“. Und das ist noch nicht alles. Anschließend wird eine Reihe von Folgestudien [1804] und [2967-6] definiert. Dabei handelt es sich um eine zusätzliche Parameterstudie und eine Untersuchung der Auswirkungen des Querruderausgleichs. Das NLL wurde zuvor (Auftrag [2853] vom 7. Dezember 1942) gebeten, eine Analyse eines anderen Flatterunfalls mit einem Gö 4-Segelflugzeug durchzuführen. Dieses Segelflugzeug wird für die Pilotenausbildung verwendet. In diesem Fall erhält das NLL sogar das komplette Flugzeug zur Durchführung von Standschwingungsversuchen. Auch in diesem Fall erteilt das RLM die Genehmigung für diese.²⁶⁷ Im Februar 1943 trifft das Flugzeug in gutem Zustand bei der NLL ein. Greidanus hat in der Zwischenzeit einen vielversprechenden Ingenieur für diese Forschungen eingestellt, ir. A.I. van de Vooren, der Ende 1941 im Alter von 22 Jahren zum NLL kam. Im November 1943 geht er nach Göttingen, um sich mit Küssner über verschiedene Flatterberechnungen zu beraten. In der auf ihn abgeschlossenen Reiseversicherung heißt es, dass die Leistung nur erbracht wird, „*wenn sich der Unfall in Ausübung seiner Tätigkeit in einem wehrmachtsähnlichen Betrieb (wie in Ihrem Fall in einem Labor der Wehrmacht) ereignet.*“²⁶⁸ Dass nun ein erhöhtes Risiko besteht,



Abb. 9.7 Das Segelflugzeug Gö 4 wurde von der Luftwaffe für die Pilotenausbildung eingesetzt. Das Flugzeug war flatteranfällig. Dies Exemplar wurde zum NLL transportiert, um dort Standschwingungsversuche für die Flutterberechnungen durchzuführen. Das Flugzeug wurde nie zurückgegeben und nach dem Krieg als NLL-Testflugzeug verwendet. Das Flugzeug erhielt dann den Namen „TROMP“, Chaillets Widerstandsname während des Krieges. Auf dem Bild erhält Prinz Bernhard (links im Cockpit) seine Feuertaufe in einem Segelflugzeug

zeigt sich daran, dass der Zug, in dem Van de Vooren unterwegs ist, auf der Strecke beschossen wird.²⁶⁹ Am 13. Mai 1944 werden die Ergebnisse für die Gö 4 als Bericht

V.1302 übermittelt. Die Schlussfolgerung ist, dass es sich um eine Kombination aus asymmetrischer Flügel torsion und Querruderschwingungen handelt. Die „kritische Geschwindigkeit“ wird mit 210 km/h berechnet, was gut mit Messungen übereinstimmt, die einen Wert zwischen 200 und 230 km/h angeben. Küssner hat ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis erhalten. Danach wird das Flugzeug jedoch offenbar in Holland aufbewahrt. Am 19. August 1943 schickte Chaillet einen etwas kryptischen

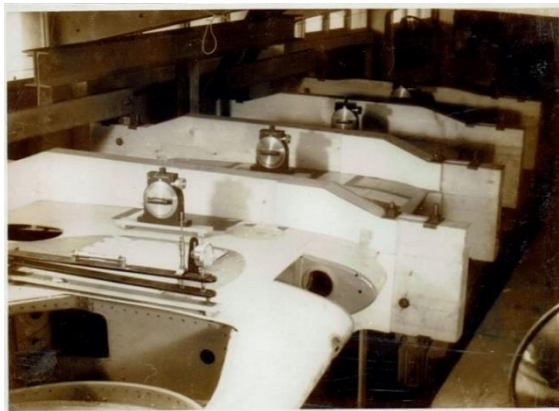


Abb. 9.8 Prüfstand zur Messung der Verformung unter Last eines Flügels des Jagdflugzeugs Me 109. Zu diesem Zweck wurde an verschiedenen Querschnitten die Durchbiegung mit Messuhren und die Verdrehung mit einem Neigungsmesser bestimmt. Ziel der Studie war es, herauszufinden, wie genau die Flügelverformung theoretisch für die Flutterberechnung bestimmt werden konnte.

Brief an Van der Maas in Delft, in dem er berichtete: „Am 30.7.43 haben wir Ihnen Teile eines Segelflugzeugs geschickt, das Sie für uns aufbewahren sollten. Fälschlicherweise haben wir auch Teile von der Gö 4 von AVA gesendet. Wir werden uns mit AVA beraten“.

Viel später gelingt es Van Oosterom²⁷⁰ zu sagen: „... , dass das Flugzeug unter einem Vorwand auf einem Dachboden in Delft gelagert wurde, mit der Absicht, es nach dem Krieg dem Segelflugverein NLL zu schenken“. Tatsächlich taucht das Flugzeug später wieder auf, und zwar als PH-111 auf dem Flugplatz Leende,²⁷¹ dem ersten Lager der niederländischen Se-

gelflieger nach dem Krieg. Es wird auch vom NLL für Testflüge genutzt. Das Flugzeug wird dann auf den Namen „Tromp“ getauft, und ein schönes Foto zeigt Prinz Bernhard im Cockpit bei seinem ersten Flug in einem Segelflugzeug (Abb. 9.7).

Zur gleichen Zeit, in der Greidanus die Flatterberechnungen für die Ju 52 durchführt, beginnt die Abteilung Festigkeit mit der Messung der Steifigkeitseigenschaften des Außenflügels der Me 109, Auftrag [578 (4)]²⁷² (Abb. 9.8). Am 3. Juni 1941 berichtet Käußl, dass er in Antwerpen drei solcher Flügel gefunden hat, die allerdings ziemlich beschädigt sind. Einige Monate später schickt die AVA die Konstruktionszeichnungen des Flügels. Im Laufe des Jahres 1942 werden die Messungen abgeschlossen und im August wird der Bericht S.259 übermittelt. Dieser Bericht besteht aus zwei Teilen, die sich mit der Berechnung bzw. Messung befassen. Über die Messung am zweiten Flügel wird in S.272 berichtet, die in etwa ähnliche Ergebnisse liefert. Es gibt aber auch signifikante Unterschiede, die möglicherweise mit der Beschädigung des zweiten Flügels zusammenhängen (verbogene Plattenfelder). Die Ergebnisse zeigen auch eine große Hysterese*. Der Bericht S.290 vergleicht schließlich Theorie und Experiment. Die gemessenen Steifigkeiten sind kleiner als die berechneten, aber die Unterschiede sind bei höheren Belastungen geringer. Nachdem die AVA die Ergebnisse untersucht hat, wird beschlossen, eine Folgestudie durchzuführen, um die Wirkung der Vorlasten zu überprüfen und auch die Torsionssteifigkeit für den vibrierenden Flügel zu bestimmen, Auftrag [3682].²⁷³ Dies geschah auf Anregung des NLL. Der Bericht S.291, der im Juni 1944 fertiggestellt wurde,

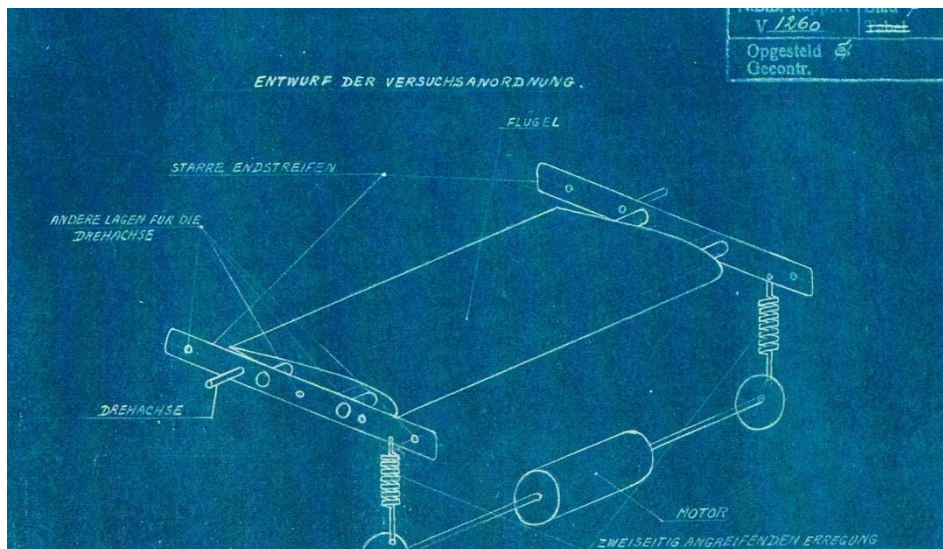


Abb. 9.9 Der erste Vorschlag an die AVA zur Durchführung von Flatterversuchen im Windkanal stammt vom Juni 1941. Es handelt sich um ein zweidimensionales Flügelmodell, das an Sprungfedern im Kleinen LST aufgehängt wird. Ein Motor (der Schwingungserreger) versetzt das Modell dann in Schwingung. Die auf das Modell wirkenden Kräfte werden mit Dehnungsmessstreifen unter Verwendung eines speziell modifizierten Oszilloskops gemessen.

beschreibt diese Ergebnisse. Wie zu erwarten, hat die gefundene Hysterese einen großen Einfluss auf die Flattereigenschaften.

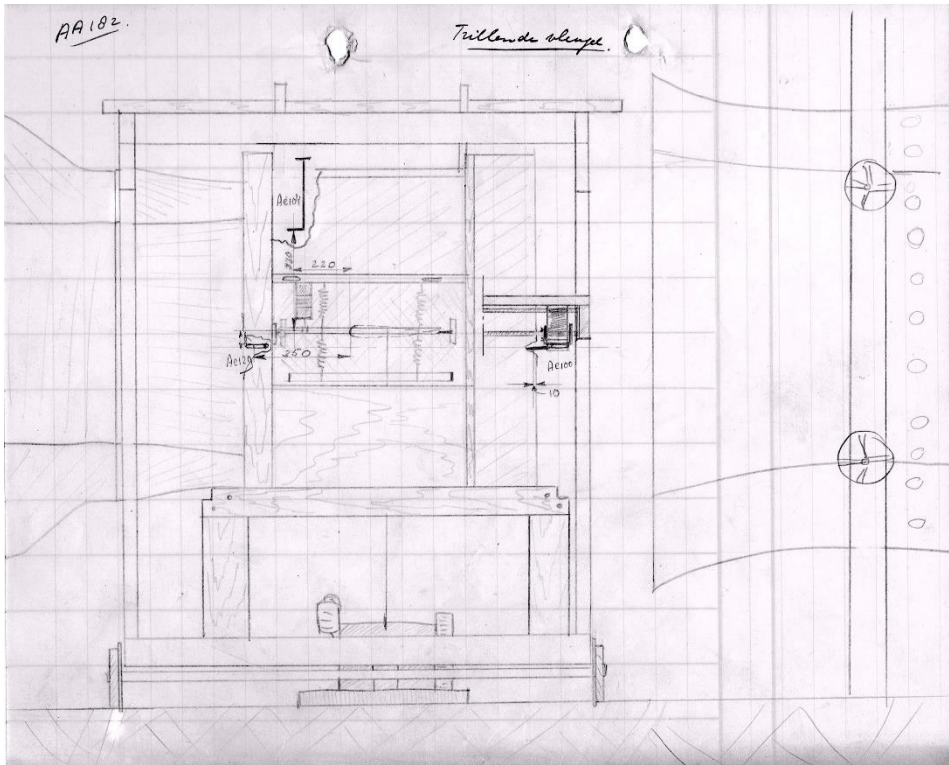


Abb. 9.10 Diese einfache Skizze aus dem Kanaltagebuch zeigt, wie das Modell schließlich 1944 im Kanal zusammengebaut wurde. Der „Schwingungserreger“ ist wahrscheinlich das Gerät auf dem Boden, das wie ein Elektromotor aussieht.

Schließlich bleibt noch die experimentelle Untersuchung eines schwingenden Flügels mit Ruder im Kleinen Kanal; Auftrag [578 (2)].²⁷⁴ Für Flatterberechnungen ist eine theoretische Abschätzung (ein mathematisches Modell) der zusätzlichen aerodynamischen Kräfte aufgrund der Schwingungen des Flügels unerlässlich. Eine solche Schätzung könnte mit der sogenannten „linearisierten Tragflächentheorie“* vorgenommen werden. In einem Brief an die DVL in Berlin vom 24. Januar 1941 schreibt Küssner,²⁷⁵ dass diese Theorie für vibrierende Flügel nun an ihre Grenzen gestoßen sei. Jetzt sind Experimente erforderlich, um voranzukommen. Das lässt nicht lange auf sich warten, denn bereits im Februar fordert er das NLL auf, einen Plan für experimentelle Forschung aufzustellen. Ein Gespräch mit Küssner kann im Mai stattfinden, und der Auftrag wird noch im selben Monat erteilt. Der betreffende Vorentwurf ist im Bericht V.1260 beschrieben. Es handelt sich um ein Flü-

gelsegment („zweidimensionaler“* Flügel), an dem ein Ruder mit Hilfe eines Blattfederelements befestigt ist (Abb. 9.9 und 9.10). Dadurch hat das Ruder einen eigenen (passiven) Freiheitsgrad erhalten. Es wird vorgeschlagen, den Flügel mit dem Ruder durch einen „Schwingererregger“ mit einer relativ hohen Frequenz (bis zu 1200 U/min!) um eine feste, aber einstellbare Drehachse in Schwingung zu versetzen. Diese Drehachse liegt parallel zur Flügelvorderkante. Entwurf und Fertigung des Schwingererreggers sind die erste technische Herausforderung, die es zu bewältigen gilt. Eine zweite Herausforderung ist die eigentliche Messung. Dabei wird die instationäre aerodynamische Kraft gemessen, die durch ihren Betrag und die Phasendifferenz zur Flügelbewegung zu charakterisieren ist. Dazu werden angesichts der hohen Frequenz Dehnungsmessstreifen* und ein Oszilloskop verwendet. Dieser Schwingererregger sollte von der Firma Wiener hergestellt werden, aber die technischen Schwierigkeiten erweisen sich als zu groß. Letztendlich werden die Artillerie-Einrichtungen (AI) ein funktionierendes Gerät liefern. Für Änderungen an bestehenden Messgeräten werden Absprachen mit Philips getroffen. Im November 1942 wird der Schwingererregger von der AI geliefert, woraufhin die Testläufe im NLL beginnen. Das ganze Jahr 1943 wird damit verbracht, verschiedene Probleme zu lösen, insbesondere in Bezug auf Schmierung, Lager und Kupplungen. Erst im März 1944 werden die ersten Messungen im Windkanal durchgeführt. Nach einigen aerodynamischen Anpassungen scheint das Ganze jetzt gut zu funktionieren. Ende Mai erfährt Küssner, dass die erste Messreihe gut verlaufen ist: Die Genauigkeit des Phasenwinkels liegt bei 1 bis 1½ Grad, die des Betrags bei 2 bis 3%, ein hervorragendes Ergebnis. Küssner ist sehr zufrieden und berichtet sogar, dass er im September wiederkommen will. Er schreibt: „Die AVA legt auf die Weiterführung dieser Messungen den größten Wert.“ Am 24. August 1944 schickt das NLL die ersten Ergebnisse an die AVA:²⁷⁶ „Es freut uns, Ihnen anliegend die ersten Ergebnisse der Windkanalversuche am schwingenden Flügel senden zu können.“ Zwei Ausrichtungen der Rotationsachse wurden nun untersucht. Tabellen und ein Diagramm zum Vergleich von Theorie und Experiment wurden hinzugefügt (Abb. 9.11). Die Übereinstimmung ist beeindruckend. Küssner ist zu einem baldigen Besuch eingeladen, etwa in der ersten Septemberhälfte.

Dazu wird es nicht kommen. Am 6. Juni 1944 landeten die Alliierten in der Normandie. Zunächst geht es nur langsam voran, doch im August wendet sich das Blatt. Am 25. August fällt Paris. Für viele Deutsche wird die Situation zu gefährlich und ganze Teile der deutschen Verwaltung ziehen aus den westlichen Niederlanden nach Osten ab. Käußl wird Ende August nach Göttingen zurückgerufen. Am 18. September kehrt er nach Amsterdam zurück, um weitere Gerätschaften abzuholen, darunter auch der Schwingererregger (siehe Kapitel 10). Dies bedeutet das Ende dieses wohl sehr speziellen Auftrags der AVA.

Noch im März 1944 hatte die AVA das NLL gebeten, bei den Artillerie-Einrichtungen (AI) einen zweiten Schwingererregger zu bestellen, der für den Einsatz in Göttingen vorgesehen war. Dieser Auftrag wurde der AI schließlich am 7. September 1944 erteilt. Nach dem Krieg, am 26. Juni 1945, storniert das NLL den Auftrag.

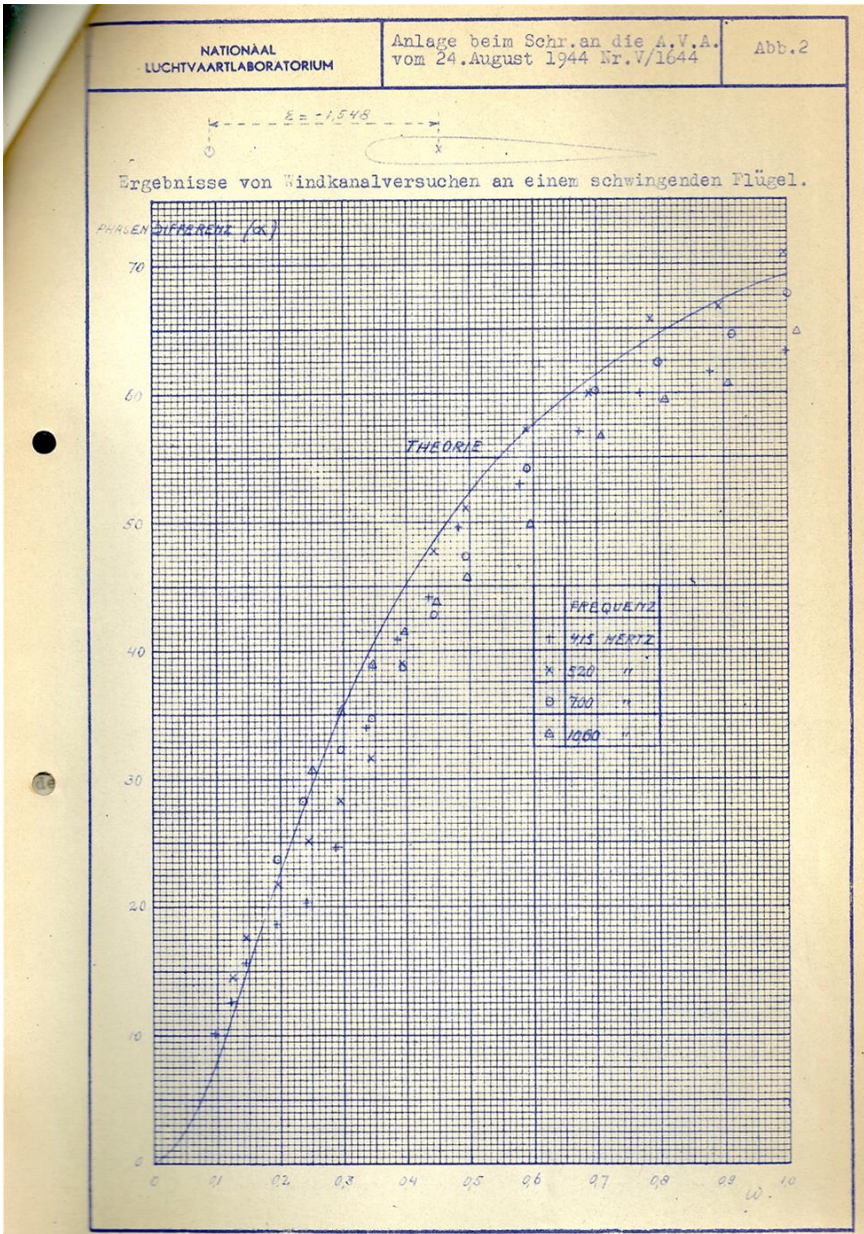


Abb. 9.11 Am 24. August 1944 schickte das NLL dieses Diagramm an Küssner, den Leiter des „Instituts für Instationäre Vorgänge“ in Göttingen. Es zeigt die gemessene Phasendifferenz zwischen der Bewegung des Flügels und der aerodynamischen Kraft in Abhängigkeit von der Antriebsfrequenz ω . Die gezeichnete Linie ist das theoretische Ergebnis, das von Greidanus berechnet wurde. Eine für die damalige Zeit beispiellose Leistung.

Dabei schreibt das NLL an AI: „*Wir hoffen, dass der erste Schwingungserreger, der bekanntlich nach Deutschland verbracht worden ist, wieder in unseren Besitz gelangt.*“ Nach dem Krieg schreibt das NLL einen weiteren Brief an die englischen Militärbehörden in Göttingen und bittet um Auskunft über den Verbleib des Schwingungserregers mit der Bitte, ihn zurückzugeben. Soweit bekannt ist, wurde er nicht zurückgegeben.

Die Nachwirkungen dieses Einsatzes zeigen auch, dass der Windkanal-Schwingungstest sowohl auf deutscher als auch auf niederländischer Seite als eine ganz besondere Leistung angesehen wird, die man sich nicht entgehen lassen will. Warum wird dieser Test als so wichtig angesehen? „*Die Versuche sind von grundsätzlicher Art*“, könnte man in diesem Fall zu Recht sagen, wenn auch auf einem außergewöhnlich hohen technischen Niveau. Die konkrete Anwendung liegt noch in weiter Ferne. Aber auch in diesem Fall besteht wahrscheinlich ein Zusammenhang mit der Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsflugzeugen, dem Hauptinteressengebiet der AVA. In jedem Fall ist das Flattern ein besonderes Phänomen, das ein großes Risiko für die Entwicklung eines neuen Flugzeugs darstellt. Die höheren Fluggeschwindigkeiten, die durch die Entwicklung des Düsentriebwerks möglich wurden, bringen auch die „kritische Geschwindigkeit“ für das Flattern näher. Messerschmitt scheint daher sehr an der Flatterforschung bei höheren Geschwindigkeiten interessiert zu sein. In einem Brief von Voigt von Messerschmitt an Betz vom 1. Februar 1944 wird erwähnt, dass im Hochgeschwindigkeits-Windkanal A2 des LFA Messungen an schwingenden Profilen durchgeführt wurden. Offensichtlich ist bei diesen Messungen etwas schiefgelaufen, denn das Modell flog durch den Kanal, wodurch die Anlage ein Vierteljahr (!) lang außer Betrieb war. Es wird vorgeschlagen, diese Forschungen in einem anderen, kleineren Windkanal fortzusetzen, aber das bedeutet nach den Skalierungsregeln, dass man mit einer viel höheren Frequenz messen muss, was nicht einfach ist. Voigt ergänzt: „*Die Firma Messerschmitt hat nur dann wesentliches Interesse an der Durchführung der Versuche, wenn sie möglichst bald ausgeführt werden können und für die Erprobung der Me 262 noch von Wert sein können.*“²⁷⁷ Da die Me 262 zu dieser Zeit bereits flugfähig war, kann es hier zu Weiterentwicklungen gekommen sein, wie z. B. der Pfeilflügelversion. Unter diesem Gesichtspunkt ist es verständlich, dass der Flatterforschung mit der Dringlichkeitsbezeichnung „SS“ Vorrang eingeräumt wird.

Nach dem Krieg stellen die Alliierten in Göttingen umfangreiche Recherchen an über das, was dort erreicht wurde. Auch die Wissenschaftler vor Ort werden befragt. Auf dem Gebiet des Flatterns schreiben Küssner und Betz sogar einen Vorschlag für zukünftige experimentelle Forschung.²⁷⁸ Es wird erklärt, dass die experimentelle Forschung aufgrund der erforderlichen hohen Frequenzen problematisch ist. Es wird auch erwähnt, dass das NLL solche Untersuchungen an einem schwingenden Profil für verschiedene Positionen der Drehachse durchführte, aber leider wurden diese Messungen im August 1944 abgebrochen. Während des Krieges wurden (in Deutschland) auch Forschungen über den Einfluss der Mach*-Zahl auf das Flattern durchgeführt. Bis zu Mach = 0,7 wurden keine wesentlichen Einflüsse festgestellt. Anschließend wird ein Programm für die Forschung bei noch höheren

Mach-Zahlen vorgeschlagen, neben 0,7 auch 1,25, 2,5 und sogar 5. Und das dann für den Fall der kombinierten Torsion und Biegung von Pfeilflügeln.

Mehr als fünfundzwanzig Jahre später wird im NLR ein umfangreiches Forschungsprogramm zu sogenannten „überkritischen Flügeln“ gestartet. Dabei geht es um eine wesentliche Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften von Tragflächen für Fokker-Transportflugzeuge bei Geschwindigkeiten um Mach = 0,75. Flattern gilt hier als zentrales Problemfeld, denn es besteht der Verdacht der „transsonischen Delle“: eine erhöhte Anfälligkeit für Flattern im transsonischen* Geschwindigkeitsbereich (mit Fluggeschwindigkeiten knapp unter und nahe der Schallgeschwindigkeit). Untersuchungen an zwei- und dreidimensionalen Modellen* in den transsonischen Windkanälen des NLR haben in der Tat die Existenz der „transsonischen Delle“ nachgewiesen. Auch diese Modelle wurden von einem Schwingungserreger angetrieben, einem Gerät, das heute (25 Jahre später) im Handel erhältlich ist. Das Ziel war ähnlich wie das von Küssner im Zweiten Weltkrieg: zu untersuchen, wie man mit Hilfe guter mathematischer Modelle die instationären Eigenschaften von schwingenden Flügeln theoretisch vorhersagen kann. Die Flatterforschung veranschaulicht die führende Rolle der AVA bei der Forschung für neue Flugzeugentwicklungen im Zweiten Weltkrieg und wie sehr das NLL daran beteiligt war, selbst an der Grenze des Möglichen.

9.5 Unvermutet „kriegswichtig“

[1460] *Rechteckflügel mit eingebautem Kühler*²⁷⁹

Noch zu Beginn des Krieges, am 5. Mai 1941, finden in Göttingen Beratungen zwischen Betz, Käufl und Winter statt. Winter ist ein Vertreter der Firma Messerschmitt in Augsburg. Es handelt sich um Messungen an einem bestimmten Modell mit verschiedenen Kühlerkonfigurationen²⁸⁰. Es ist geplant, diese Messungen in Amsterdam durchzuführen. Dabei wird Alfred Böck von Messerschmitt anwesend sein. So ist es vereinbart. Am 17. Mai schickte die Augsburger Firma Messerschmitt ein Auftragschreiben an die AVA für die „Durchführung von Windkanalmessungen an einem Rechteckflügel mit eingebautem Kühler“²⁸¹. Auf dem Schreiben hat die AVA mit Füller notiert: „Nach Amsterdam vergeben“. Etwa einen Tag später schickt Betz ein Schreiben an Käufl an die „AVA-Außenstelle“ in Paris, in dem er zu dieser Forschung anmerkt: „Offenbar soll ja das Institut in Amsterdam nicht erfahren, dass die Sache von Messerschmitt stammt, deshalb können auch die Modelle nicht von Messerschmitt an das Institut geschickt werden“²⁸². Die AVA wird auch den Besuch des Messerschmitt-Mitarbeiters Böck organisieren, der an den Messungen teilnehmen wird. Es hat ziemliche Eile. Bereits am 28. Mai wird das NLL mündlich beauftragt, diese Umfrage durchzuführen. Käufl schickt daraufhin ein weiteres dringendes Schreiben aus Paris, in dem er ankündigt, dass das Modell Mitte Juli geliefert wird.²⁸³ Das Modell trifft am 24. Juli im NLL ein und wird bereits am nächsten Tag im Großen Kanal installiert. Es handelt sich um drei verschiedene Kühlerkonfigurationen: jeweils ein

in die Flügelvorderkante eingepasster Einlauf mit unterschiedlich geformtem Kühlerkanal dahinter, der durch eine einstellbare Klappe geschlossen wird, die eine Optimierung der Strömung ermöglicht (Abb. 9.12). An sich eine Standardmessung. Kühler sind für das Triebwerk unverzichtbar, und bei der Konstruktion von Flugzeugen wird versucht, einen Kühler zu entwickeln, der die Kühlung maximiert und gleichzeitig den Luftwiderstand des Flugzeugs unter verschiedenen Flugbedingungen so gering wie möglich hält. Es ist offensichtlich, dass dieser Versuch nicht allgemeiner Natur ist, sondern auf die Entwicklung eines bestimmten Flugzeugs abzielt. Am 13. August werden die Messungen abgeschlossen und einige Tage danach werden die Messergebnisse in Form von Tabellen an Herrn Böck, p/a AVA, übermittelt. Der Bericht (A.825) folgt dann am 1. September, wie alle Berichte für die AVA in deutscher Sprache. Dort heißt es lapidar: „*Der Gang der Versuche wurde von einem Vertreter der AVA Göttingen Schritt für Schritt angegeben.*“ Das muss Alfred Böck aus Augsburg gewesen sein.

Betz war unmittelbar an der Erteilung dieses Auftrags durch die Industrie beteiligt. Der ausführliche NLL-Jahresbericht für 1941 nimmt übrigens sehr kurz auf diese Forschung Bezug, ohne jedoch AVA und schon gar nicht Messerschmitt zu erwähnen.²⁸⁴

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass ein ähnlicher Forschungsauftrag, der von Junkers ausgeht, nicht ausgeführt werden muss, nachdem Koning Betz dazu konsultiert hat (siehe Kapitel 6.1).

[1142] *Sechs Tragflügelmodelle mit Klappen*

[700] *Folgeuntersuchungen zu zwei dieser Flügel*²⁸⁵

Am 14. Juni 1941 erteilt die deutsche Flugzeugfabrik Arado der AVA einen Auftrag für die Vermessung von sechs Tragflügelmodellen. Käufl spricht dies noch im selben Monat beim NLL an. Das NLL müsste diese Modelle erstellen und anschließend messen. Eine erste Kostenschätzung geht von 9.000 Gulden aus. Auf dem NLL-Order Nr. Formular ist vermerkt, dass dieser Auftrag mündlich von Käufl erteilt wurde; hinter der Bezeichnung steht in Klammern „Arado“. Dies könnte von Käufl erwähnt worden sein, aber in der Korrespondenz auf deutscher Seite findet sich keine Spur davon. Darin wird die AVA immer wieder als Auftraggeber genannt. Die AVA berichtet, dass diese Messungen von großer Dringlichkeit sind. Nur der Kühlerflügel [1460] ist noch wichtiger. In der Zwischenzeit arbeitet das NLL an den Modellzeichnungen, von denen die ersten noch im Juli 1941 verschickt werden sollen. Danach beginnt die Modellvorbereitung. Die AVA bittet auch ausdrücklich darum, rechtzeitig über den Beginn der Messungen (voraussichtlich im Oktober) informiert zu werden, da sie einen Vertreter entsenden möchte.

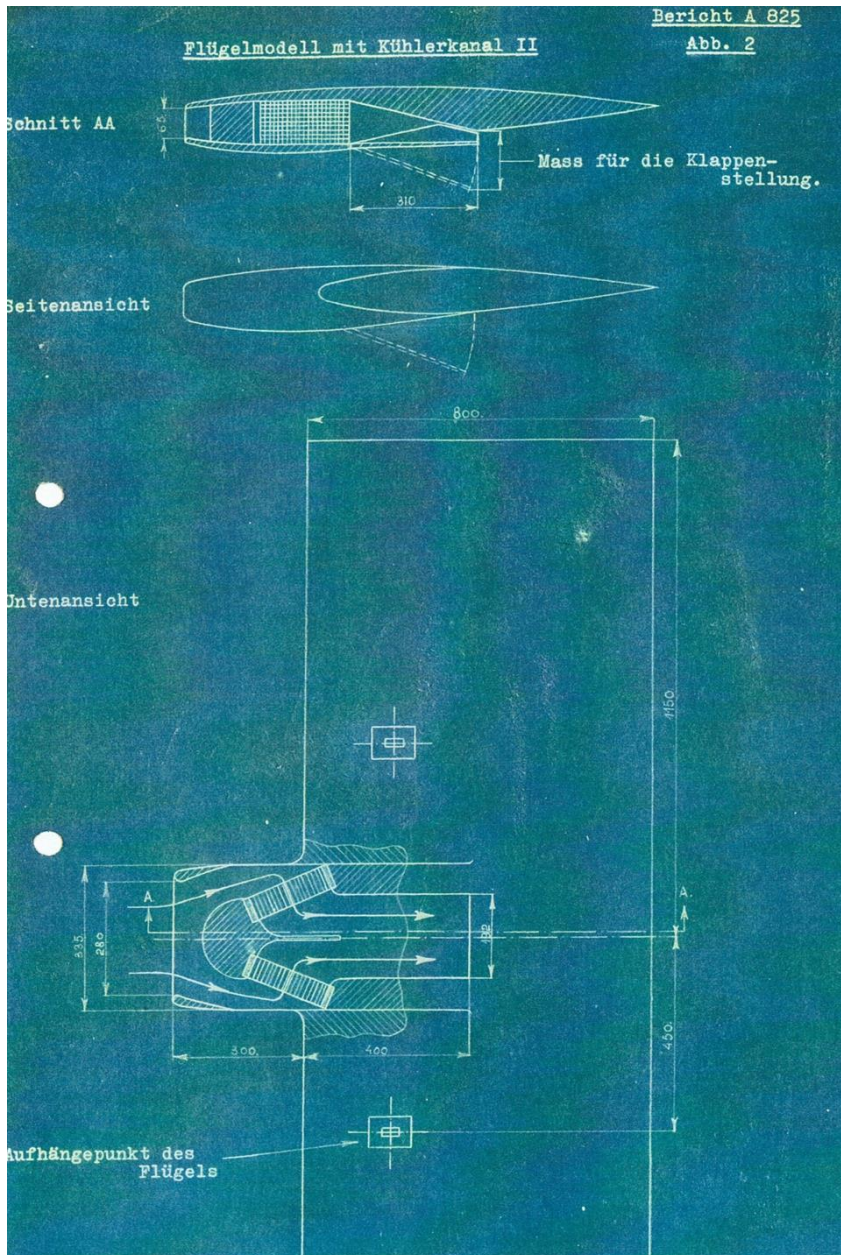


Abb. 9.12 Im Jahr 1941 wurden im Auftrag der AVA im Großen LST Messungen an drei verschiedenen Kühlerkonfigurationen durchgeführt, von denen eine hier abgebildet ist. Das Modell kam aus Deutschland. Für das NLL handelte es sich dabei um einen AVA-Auftrag, in Wirklichkeit aber kam er direkt von Messerschmitt. Dies ging aus internen deutschen Dokumenten nach dem Krieg hervor.

Käufel mischte sich auch in die Art und Weise ein, wie das NLL die Aufträge ausführte. Er war der Meinung, dass der Modellbau auf die in Göttingen übliche Weise viel effizienter sein könnte: ein Gestell aus passgenauen Stahlblechformen, die dann mit Gips gefüllt, geglättet und mit Zelluloselack überzogen werden. Zu diesem Zweck hat er zwei NLL-Mitarbeiter, Tak und Belderok, eingewiesen, wie dies zu tun ist, und möchte, dass sie anschließend in Göttingen praktische Erfahrungen sammeln. Es wurden diesbezüglich Vereinbarungen mit der AVA getroffen, aber die dafür erforderliche Genehmigung wurde unerwartet und zu einem sehr späten Zeitpunkt vom RLM gestoppt. Tak und Belderok hatten den Zug bereits bestiegen und wurden in Utrecht aus dem Zug geholt. Schließlich wird die Erlaubnis doch noch erteilt. Aber dann mit der vom RLM auferlegten Einschränkung, dass die Herren nur arbeiten dürfen „... *in einem Raum außerhalb des Instituts.*“²⁸⁶ Von den umfangreichen Werkstätten, die der AVA in Göttingen zur Verfügung stehen, dürfen Tak und Belderok offenbar nicht allzu viel sehen. Aus dem Bericht, den die beiden Modellbauer nach dieser Reise geschrieben haben, geht hervor, dass sie nicht sehr beeindruckt sind: „*Ein Formenmesstisch mit Mikroskop war Herrn Schlieper völlig unbekannt.*“ Ohne zu wissen, was in Göttingen wirklich passiert, kehren sie zurück.²⁸⁷ Im NLL-Jahresbericht 1941 heißt es weiter: „*Aufgrund eines Missverständnisses konnte ihnen jedoch nicht gestattet werden, das gesamte Laboratorium der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu besichtigen.*“ Diese Wendung der Ereignisse zeigt, dass die AVA zumindest die Anweisungen des RLM richtig verstanden hatte.

Aufgrund von Problemen mit dem Antriebsfan des Großen Kanals (siehe Abschnitt 7.3) und weil die Modellerstellung mehr Zeit in Anspruch nimmt, werden die Messungen verschoben. Dies zum Unmut der AVA: „*Wir erinnern daran, dass die Messung dieser 6 Klappenflügel dringlicher ist als alle anderen für Ihren größeren Kanal vorgesehenen Arbeiten. Ist das Gebläse des großen Windkanals wieder in Ordnung?*“²⁸⁸

Sehr bald darauf, am 13. Februar 1942, schickt die AVA dem NLL ein Schreiben,²⁸⁹ in dem sie die vom NLL erhaltenen Zeichnungen kommentiert. Dies zeigt, dass die AVA mit dem vom NLL gewählten Entwurf nicht zufrieden ist und dass er geändert werden sollte. In der Antwort des NLL heißt es, dass die entsprechenden Zeichnungen bereits im Juli und August 1941 zur Genehmigung an die AVA geschickt worden seien und dass man danach nichts mehr gehört habe. Bald darauf begannen sie mit der Produktion. Etwas säuerlich schreibt das NLL in demselben Brief: „*Ein derartiger Lauf der Dinge ist sowohl für Sie als auch für uns unangenehm.*“ Und das NLL empfiehlt für die Zukunft: „... ,*dass wir mit der Herstellung der von uns gezeichneten Flügelmodellen nicht anfangen ehe wir Ihr Einverständnis mit den Zeichnungen empfangen haben.*“²⁹⁰ Der Vorfall zeigt, dass auch das NLL ein ordentliches Vorgehen schätzt, bei dem beide Seiten konstruktiv miteinander arbeiten.

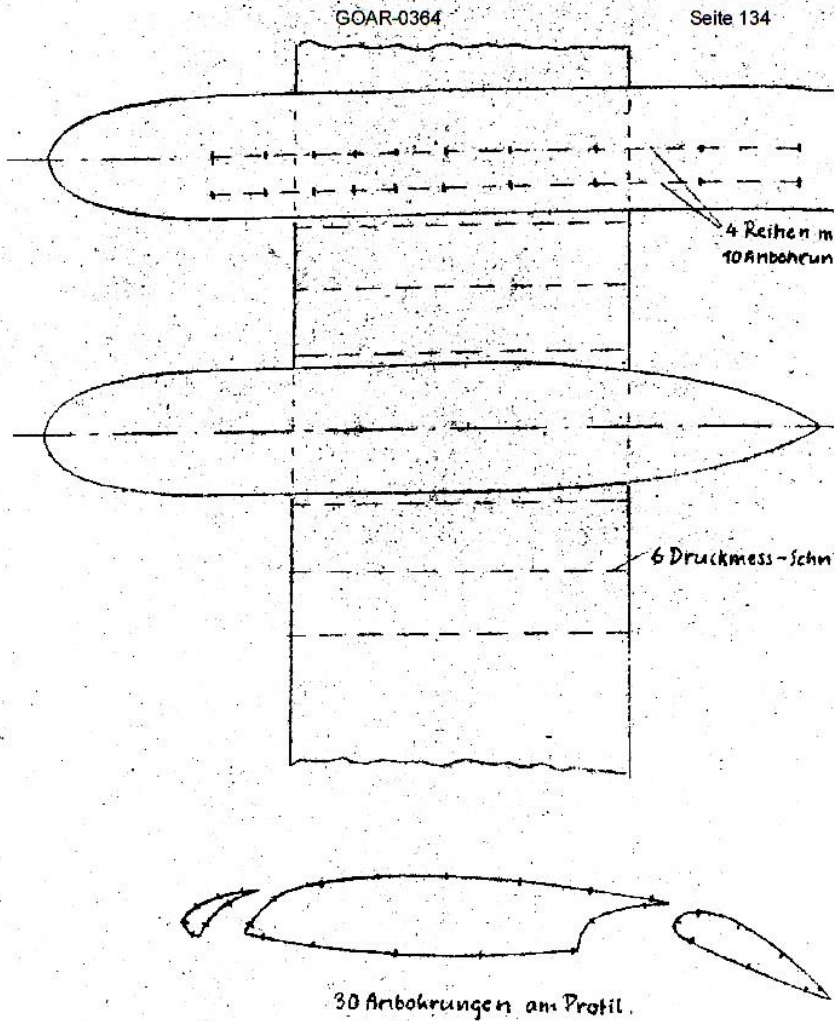


Abb. 9.13 1942 wurde der ursprüngliche Auftrag „Flügel mit Rumpf“ unter Beteiligung von Arado drastisch geändert (siehe Abb. 9.2). Die Studie wurde um Druckmessungen erweitert, obwohl nur die Konfiguration eines Hoch- und Mitteldeckers mit den Gondeln unter dem Flügel gemessen werden musste. Diese Situation ähnelt derjenigen der Ar 234.

Am 18. März 1942 schreibt die AVA an das NLL: „*Als unseren Vertreter schicken wir Herrn Dr. Luckert nach Amsterdam*“. Letzterer trifft in Amsterdam ein, und Anfang Mai werden die ersten Ergebnisse an die AVA übermittelt. Der Bericht A.824 folgt im August 1942. Interessant ist, dass Luckert nicht bei der AVA, sondern bei der Arado-Flugzeugfabrik in Potsdam bei Berlin beschäftigt ist. Soweit bekannt, wird dies jedoch nicht dem NLL gemeldet.

[3010; Fortsetzung] *Flügel mit Rumpf*²⁹¹

Luckert befasst sich nicht nur mit den „Sechs Flügeln mit Klappen“. Außerdem ist er bei Arado an der aerodynamischen Konstruktion verschiedener Flugzeugtypen beteiligt. Bei einem anschließenden Besuch im NLL berät Luckert, ob das Format der in Amsterdam geplanten Forschung noch geändert werden kann. Das NLL reagiert nicht abweisend. Auf Vorschlag von Luckert wird die Anzahl der zu messenden Konfigurationen deutlich reduziert. Von den Gondeln muss nur die lange Version gemessen werden, und auch nur in einer Position unter dem Flügel. Noch wichtiger ist die Anbringung von sechs Reihen von Druckbohrungen an Flügel, Rumpf und Gondel zur Messung der Druckverteilung (Abb. 9.13). So gibt es zwar weniger unterschiedliche Konfigurationen, aber die Hinzunahme von Druckmessungen zusätzlich zu den bereits vorgesehenen Kraftmessungen bedeutet eine erhebliche Erweiterung des Messprogramms. Das Modell wird auch wesentlich komplexer. Und die Aufgabe selbst wird immer wichtiger. Im Juli 1942 berichtete die AVA: „*Die Untersuchung des Flügels mit Rumpf und Gondeln gilt von jetzt an als dringlicher als alle anderen bereits laufenden Windkanalarbeiten.*“

Beide Aufträge, der „Flügel mit Rumpf“ und die „sechs Tragflügelmodelle mit Klappen“, sind möglicherweise eng miteinander verwandt. Beide werden von Luckert bearbeitet, und im Schriftverkehr mit der AVA werden die Auftragsnummern verwirrend vermischt.

Die zahlreichen Änderungen an den ursprünglichen Plänen haben natürlich erhebliche Auswirkungen auf die Kosten. Für den Auftrag [1142] „sechs Tragflügelmodelle mit Klappen“ steigen die Kosten von 9.000 auf 33.000 Gulden. Die AVA ist damit nicht sofort einverstanden und bittet um eine Erklärung, aus der wiederum hervorgeht, dass die AVA den vollen Aufschlagsprozentsatz von 200% zahlt: „*Bedingungen, welche von unserem Vorstand für die vom NLL. durchzuführenden Arbeiten festgestellt sind.*“ berichtet das NLL sehr nüchtern.²⁹² Der Auftrag [3010], „Flügel mit Rumpf“ hat eine noch größere Kostensteigerung: die ursprüngliche Schätzung von 5.000 Gulden steigt bis Mitte 1944 auf 47.000 Gulden an. Außerdem wird berichtet, dass die Messungen an der Tragfläche ohne Rumpf (mit und ohne Gondeln) abgeschlossen sind und dass die Messungen an Rumpf und Tragfläche zur Hälfte abgeschlossen sind. Zwischen März und August 1944 werden im Großen LST insgesamt 370 Stunden lang Messungen durchgeführt. Da der Windkanal im September 1944 geschlossen wurde, wurden die Messungen nie fertiggestellt. Zwei Berichte über

diese Messungen wurden jedoch nach dem Krieg im Rahmen der Eigenarbeit veröffentlicht (A.794 und A.986; letzterer nur mit Tabellen). Das NLL war eindeutig an dieser Forschung interessiert. Und auch Fokker war interessiert. Beeling, der Leiter des Konstruktionsbüros bei Fokker, schreibt in einer nach dem Krieg veröffentlichten Notiz²⁹³, dass „... *das NLL sich in den Kriegsjahren leider vor allem durch die ihr übertragenen Arbeiten für deutsche Einrichtungen hervorgetan hat.*“ Er hofft, dass diese Berichte nach dem Krieg trotz der Geheimhaltung auch Fokker zur Verfügung gestellt werden.

Worin das deutsche Interesse bestand, ist aus deutschen Archiven einigermaßen ersichtlich. Arado, eine Flugzeugfabrik in Brandenburg bei Berlin, arbeitete an einer Reihe verschiedener Flugzeugtypen. Das Amphibienflugzeug, die Ar 233, wird später behandelt. Zu den weiteren Projekten gehört die Ar 240, ein schweres Jagdflugzeug, das als Nachfolger der Me 110 gedacht war. Außerdem wird an der Ar 232 „Tausendfüßler“ oder „Tatzelwurm“ gearbeitet, einem schweren Transportflugzeug, das als Nachfolger der Ju 52 vorgesehen ist. Und schließlich ist die Ar 234 zu nennen, ein Bomber und/oder Aufklärungsflugzeug mit Strahltriebwerken. Viele der Arado-Konstruktionen verfügten über so genannte Fowler-Klappen*, Klappen, die, wenn sie ausgefahren waren, auch nach hinten wanderten und so die Flügelfläche effektiv vergrößerten. Alle diese Modelle haben zwei Triebwerke in oder unter der Tragfläche, nicht weit vom Rumpf entfernt. Diese Regelung scheint jedoch problematisch zu sein.

Aus deutschen Archiven geht hervor, dass am 15. Mai 1942 ein Treffen im RLM mit Vertretern von Arado, Messerschmitt, DFS und AVA²⁹⁴ stattfindet. Thema sind „Interferenzfragen“, insbesondere die Strömung an der Tragfläche zwischen Rumpf und Gondel. Seiferth, Leiter der Abteilung Windkanalforschung, nimmt im Namen der AVA an dieser Diskussion teil. Er bittet Luckert, bei seinem nächsten Besuch in Amsterdam zu prüfen, ob eine Abänderung des Versuchsplans der bereits bei NLL begonnenen Forschung an einem Rumpf mit Flügel [3010] noch möglich ist. Luckert berichtet daraufhin am 6. Juli, dass dies kein Problem ist.

So wird die ursprünglich sehr allgemein gehaltene Forschung zur optimalen Flügelposition (siehe Kapitel 9.2) in eine Forschung umgewandelt, die darauf abzielt, ein spezifisches Problem beim Entwurf einiger Flugzeuge zu lösen. Die Bedeutung dieser Probleme wurde ein Jahr später bei Windkanalmessungen bei der AVA am Düsenbomber Ar 234 deutlich. Dort wurde eine Version der Ar 234 mit zwei mal zwei („gebündelten“) Strahltriebwerken gemessen, eine Konfiguration, die sich von der Version mit zwei separaten Triebwerken unterscheidet. Diese Messungen zeigen eine große Verschiebung des Neutralpunktes* mit erheblichen Auswirkungen auf die Konstruktion. In diesem Zusammenhang werden im Kanal VI der AVA neue Messungen an einem „Flügel mit Rumpf und Gondeln“ durchgeführt, die denen im NLL ähnlich sind. Die Entwicklung der Ar 234, des ersten Düsenbombers der Welt (Abb. 9.14), hat hohe Priorität. Obwohl mit der Entwicklung bereits 1940 begonnen wurde, findet der Erstflug erst im Juni 1943 statt, da es noch keine Dü-

sentriebwerke gab. Es folgten zahlreiche Modifikationen und die Entwicklung neuerer Versionen, unter anderem als Aufklärungsflugzeuge. Es handelt sich um ein hochmodernes Flugzeug, das aufgrund seiner hohen Höchstgeschwindigkeit für die alliierten Jäger unerreichbar ist. Die ersten Kriegseinsätze werden im Juli 1944 durchgeführt. Die Entwicklung ist damit nicht abgeschlossen. Für 1944 sind weitere Messungen an einer Pfeilflügelversion sowohl im Niedergeschwindigkeitsbereich bei der AVA als auch im Hochgeschwindigkeitsbereich bei den beiden anderen Großforschungseinrichtungen DFS und LFA²⁹⁵ geplant. Auch in diesem Fall scheint das NLL also indirekt an Entwicklungen an der Grenze der technischen Leistungsfähigkeit der deutschen Luftfahrtindustrie beteiligt zu sein, ohne sich dessen bewusst zu sein.



Abb. 9.14 Die Ar 234 war der erste Düsenbomber/Langstreckenerkunder der Welt, ausgestattet mit zwei Jumo 004-Düsentriebwerken. Der erste Flug fand am 15. Juni 1943 statt. Die Geschwindigkeit des Flugzeugs machte es für die englischen Jäger unerreichbar. Weitere Entwicklungen folgten. Mehr als 200 Flugzeuge wurden gebaut und einige von ihnen eingesetzt.

*[1570] Versuche zur Bestimmung der Kanalkorrektur*²⁹⁶

Anfang 1942 findet in Amsterdam eine Diskussion über mögliche neue Messungen statt. Zwei Themen werden erörtert: die Bestimmung der optimalen Form eines Rumpfes für ein bestimmtes Volumen und eine Untersuchung des „Einflusses der Windkanalwände“. Von deutscher Seite sind Luckert, Göthert und Eulitz vertreten.²⁹⁷ Göthert ist Experte für transsonische* Strömungen (hohe Geschwindigkeit) und „Kanalwandeinfluss“. Im Juli 1942 informiert das NLL in einem Schreiben über den Stand dieser möglichen Aufträge. Beide Untersuchungen erfordern eine große Anstrengung der Holzbearbeitungsabteilung, und dafür haben sie im Moment Zeit, schreibt Chaillet. Dann, im September, erhält das NLL den Auftrag zur

Erforschung des Kanalwandeinflusses im Kleinen Kanal. Von der Rumpfuntersuchung ist nichts mehr zu hören.

In der Auftragsbeschreibung wird sehr detailliert angegeben, wie der Kleine Kanal „umgebaut“ werden sollte, um eine halbgeschlossene Messstrecke zu schaffen (nur obere und untere Wände, d.h. die Seitenwände bleiben offen).²⁹⁸ Die Ergebnisse der Messungen in dieser Windkanalkonfiguration sollten dann mit Messungen in der vollständig geschlossenen und der vollständig offenen Messstrecke (einem „offenen Strahl“) verglichen werden. Zusätzlich zu diesen Messungen sollten auch die Wandeinflusskorrekturen nach der Theorie von A. Toussaint,²⁹⁹ veröffentlicht in Durand (Band III),³⁰⁰ bestimmt werden.

Messungen in Windkanälen werden durch das Vorhandensein von Windkanalwänden beeinflusst. Daher unterscheiden sich die Messergebnisse im Kanal von denen im freien Flug. Dieses Problem wird als „Kanalwandeinfluss“^{6*} bezeichnet und hat bis heute zur Entwicklung von Korrekturmethode geführt, mit denen diese Effekte theoretisch bestimmt werden können. Die Entwicklung dieser Korrekturmethode ist auch mathematisch anspruchsvoll. Die Forschung über den Einfluss der Wände ist Bestandteil der Windkanalmesstechnik und kann somit als generische oder allgemeine Untersuchung angesehen werden.

Die deutsche Korrespondenz zeigt, dass auch hier Arado der Auftraggeber ist.³⁰¹ Es überrascht zunächst, dass Arado als Flugzeughersteller dem Einfluss der Wände so viel Aufmerksamkeit schenkt, und zwar für eine ganz spezielle Messstreckenkonfiguration: einer rechteckigen Messstrecke mit zwei offenen und zwei geschlossenen Wänden. Der Grund dafür scheint der Bau eines Windkanals durch Arado in Brandenburg zu sein. Es handelt sich um einen großen neuen Windkanal mit Messstreckenabmessungen von 3 mal 3,75 m², in dem komplette Konfigurationen maßstabsgetreu vermessen werden können, um Stabilitäts- und Steuereigenschaften zu bestimmen.³⁰² Arado ist besorgt über den Einfluss der Wand auf das Höhenleitwerk (verursacht durch die „Stromlinienkrümmung“^{6*}), für den noch keine einfachen Korrekturen möglich sind. Etwa ein Jahr vor der Auftragsvergabe veröffentlichte Carl Wieselsberger in der Zeitschrift „Luftfahrtforschung“³⁰³ einen Artikel über den Wandeinfluss. Wieselsberger war zusammen mit Betz einer der ersten Schüler Prandtls. Nach seinem Studium in Göttingen wurde er als Professor nach Aachen berufen, wo er unter anderem die ersten Überschallwindkanäle entwickelte. In dem erwähnten Artikel zeigt er, dass bei einer halboffenen/halbgeschlossenen Messstrecke der Wandeinfluss sehr gering ist. Arado findet diese Idee offenbar so attraktiv, dass sie das Design ihres neuen Windkanals auf diese Weise anpassen wollen. Und um das Konzept zu validieren, möchten sie dies im Kleinen Kanal des NLL ausprobieren. Die AVA ist bereit, diesen Auftrag an das NLL zu vergeben, erinnert Arado jedoch erneut daran, dass „... dem NLL wurde bisher nicht mitgeteilt, dass diese Versuche für den Arado Windkanal bestimmt sind und bitten Sie, auch in Zukunft diese Tatsache nicht zu erwähnen.“³⁰⁴ Die Tatsache, dass Arado ein starkes Interesse an einem eigenen großen Windkanal hat, hängt mit der inzwischen problematischen Verfügbarkeit der bestehenden deutschen Windkanäle zusammen. Der Druck, Messungen

in den bestehenden Windkanälen durchzuführen, ist so groß, dass die Forschungsleitung (FoFü) Prof. Quick vom DVL in Berlin-Adlershof zum „*Fachberater für Gesamtmodelle im Rahmen des Sonderausschusses Windkanäle*“ ernannt hat. Dies gibt ihm die Befugnis, den verschiedenen Messungen an kompletten Flugzeugmodellen Priorität einzuräumen.

Möglicherweise spielt bei diesem Auftrag ein anderes Interesse eine Rolle. An den Hochgeschwindigkeitsmessungen der Industrie im LFA-Kanal in Braunschweig ist Göthert zur Bestimmung des Wandeinflusses³⁰⁵ beteiligt. Göthert ist bei der DVL in Berlin-Adlershof beschäftigt. Eine halboffene/halbgeschlossene Messstrecke könnte sehr vorteilhaft sein, um den Wandeinfluss auch im transsonischen Geschwindigkeitsbereich zu minimieren, wie bereits von Wieselsberger aufgezeigt. Wandeffekte in geschlossenen Windkanälen machen Messungen im transsonischen Geschwindigkeitsbereich fast unmöglich. Eine halboffene/halbgeschlossene Messstrecke könnte dann dieses Problem lösen. Nach dem Krieg wurde dieses Konzept in Amerika weiterentwickelt, unter anderem von Göthert, der damals dort tätig war, und es entstanden die sogenannten geschlitzten Wände. Auch die Messstrecke des nach dem Krieg am NLL gebauten Hochgeschwindigkeits-Windkanals HST war mit solchen geschlitzten Wänden ausgestattet.³⁰⁶

Der neue Windkanal, der sich bei Arado im Bau befand und für den die oben erwähnten Forschungsarbeiten die Konstruktion unterstützen sollten, wurde während des Krieges nicht fertig gestellt.

[1693] *Untersuchungen der Stabilität eines zweimotorigen Modells mit angetriebenen Schrauben; (Gesamtmodell Ar 233 Maßstab 1:10)*³⁰⁷

Es gibt ein Projekt von Arado, bei dem die Tatsache, dass es sich um einen industriellen Auftraggeber handelt, keineswegs verborgen geblieben ist. Es handelt sich um ein zweimotoriges Amphibienflugboot, die Ar 233, ein Verbindungsflugzeug für sechs bis acht Passagiere. Das Flugzeug ähnelt dem Flugboot „Consolidated PBY Catalina“, das im Zweiten Weltkrieg im Pazifik eine wichtige Rolle als Verbindungsflugzeug, aber auch als Bomber für japanische Konvois spielte. Die Entwicklung der Ar 233, die bei Arado um 1940 begann, wurde an das „Bureau d'Études“ des französischen Flugzeugherstellers Dewoitine in Paris übergeben. Dewoitine war ein französischer Flugzeughersteller aus Toulouse. Vor dem Krieg wurden jedoch die meisten französischen Flugzeugwerke verstaatlicht; nur die Entwurfsabteilungen durften unabhängig bleiben. Zu Beginn des Krieges versuchte Dewoitine, sein Wissen in Amerika einzusetzen, kehrte aber schließlich nach Paris zurück. Nach dem Krieg lief er zu Péron nach Argentinien über, um an der Entwicklung der militärischen Luftfahrt mitzuwirken. In Argentinien entschied man sich jedoch für Kurt Tank, den Flugzeugkonstrukteur von Focke-Wulf.³⁰⁸

Dewoitine will also um jeden Preis Flugzeuge konstruieren und stellt sein Wissen und seine Erfahrung allen Interessierten und damit auch Arado zur Verfügung. Die von Käufl besetzte „Verbindungsstelle“ in Paris spielt dabei offenbar eine Rolle. In

für den Antrieb mit größerer Leistung als beim NLL. Das NLL ist bereit, die zusätzlichen Kosten dafür zu übernehmen, was aber letztlich von der AVA nicht akzeptiert wird. Ein weiteres interessantes Detail ist, dass Seiferth am 16. September 1943 einen Brief an Luckert von Arado schreibt, in dem er ihm mitteilt, dass Prof. Quick entschieden hat, dass die Windkanalmessungen an der Ar 233 in Amsterdam und die an der Ar 240 in Göttingen (ein Jagdflugzeug) nicht mehr als ausreichend wichtig angesehen werden.³¹⁰ Seiferth fügt vorsichtig hinzu, dass die Messungen am Ar 233 bereits durchgeführt wurden und die am Ar 240 in Arbeit sind. Der Vorfall zeigt, dass die Koordinierung und Prioritätensetzung des FoFü nicht immer einwandfrei ist.

[94-14] Messungen an acht Pfeilflügeln für die Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen³¹¹

[93-14] Rechteckflügel mit Landeklappen und Durchfluss Unterbrecher, Zeichnung VII/35

[28] Rechteckflügel mit Landeklappen und zwei Unterbrecherklappen nach Zeichnung VII/36

Diese drei Aufgaben sind im Verwaltungsprozess ständig miteinander verwoben, sowohl bei der AVA als auch beim NLL.

Die am NLL durchgeführten Untersuchungen an acht Pfeilflügeln betreffen eine systematische Untersuchung des Einflusses des Flügelprofils auf die Langsamflugeigenschaften. Diese Flügel haben eine Pfeilung von 30°. Vier der acht Flügel sind 12% dick, die anderen vier 15% (d.h. eine Flügeldicke von 0,12 bzw. 0,15-mal der Länge der lokalen Flügeltiefe). Für jede Dicke werden vier verschiedene Nasenradien von 1 bis 2,5 % der Flügeltiefe untersucht. Die Windkanalmodelle werden aus Deutschland geliefert. Sie kommen am 10. Juni 1943 im NLL an und werden dann zwischen dem 29. Juni und dem 6. August im Großen Kanal gemessen (Abb. 9.17). Am 2. Dezember desselben Jahres wird der Bericht A.927 nach Göttingen geschickt.

Auch bei den beiden anderen genannten Aufträgen ist die Eile größer als normal. Das NLL ist nun für den Modellbau zuständig. Am 2. April 1943 wird der Auftrag erteilt und berichtet: „Diesen Auftrag bitten wir als vordringlich zu betrachten; alle anderen noch in Vorbereitung befindlichen Windkanalarbeiten sind weniger dringlich; an zweiter Stelle hinsichtlich der Dringlichkeit liegt der Flügel mit Rumpf und Motorgondeln.“³¹² Das Modell sollte bis Ende Oktober fertig sein, aber das gelingt nicht. Am 28. September berichtet Koning an Betz:³¹³ „Der Modellentwurf empfindet große Verzögerung da einige unserer eingearbeiteten Konstrukteure nach Deutschland abgezogen sind. Die Modelherstellung geht personalmangelswegen zu langsam; es ist aber unmöglich hier gute Arbeitskräfte zu finden.“ Die Messungen im Großen Kanal beginnen im November 1943 und dauern bis Ende März 1944. Der Bericht A.941 folgt dann im Mai des folgenden Jahres.

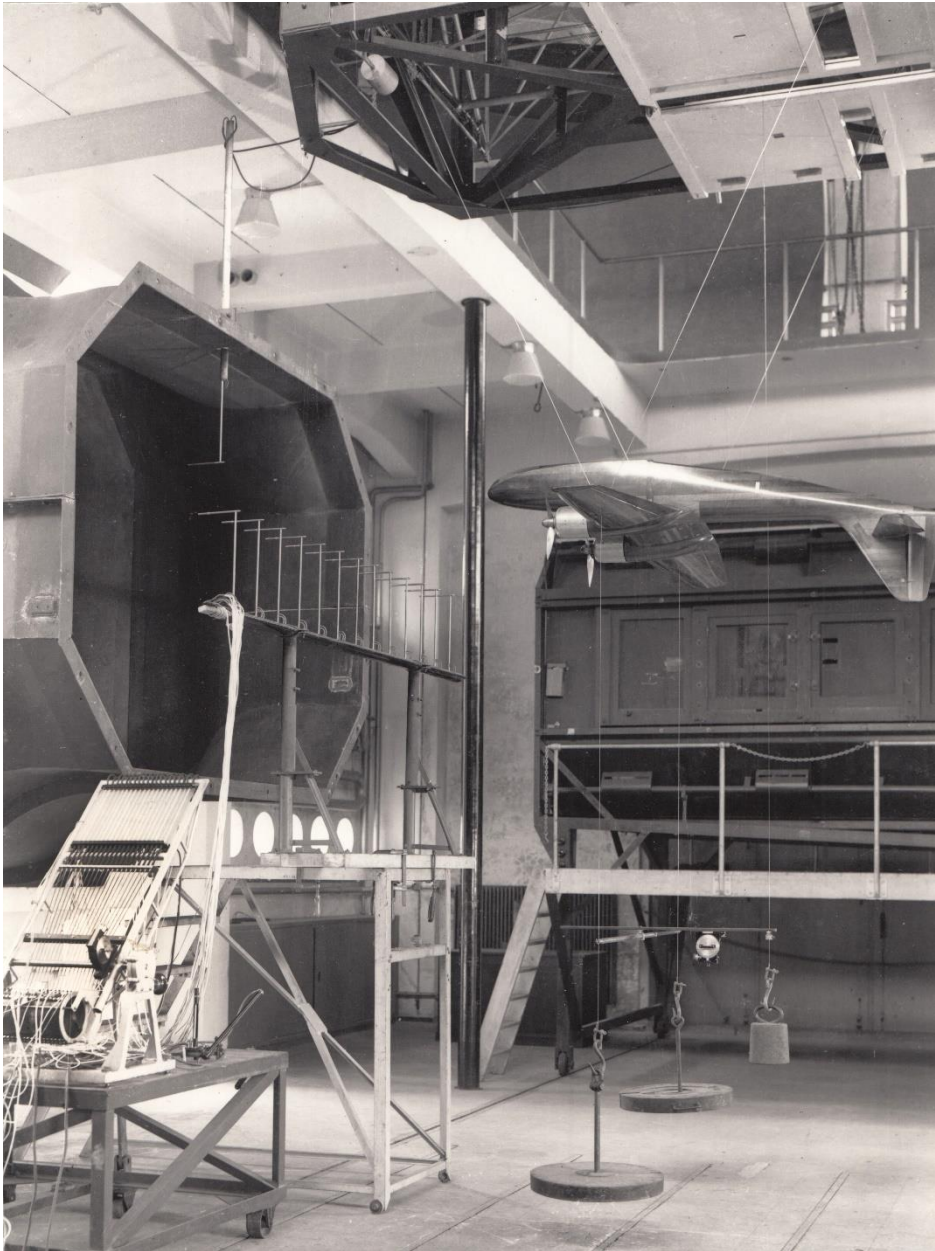


Abb. 9.16 In der offenen Messstrecke des Großen LST wurden in der ersten Hälfte des Jahres 1943 Messungen an einem Windkanal-modell des Amphibienflugbootes Arado 233 durchgeführt. Ziel war es, seine Stabilität- und Steuereigenschaften zu bestimmen. Das Modell konnte mit Propellern ausgestattet werden, die von Elektromotoren angetrieben wurden. Aber als der Test durchgeführt wurde, erwiesen sich die Motoren als nicht stark genug, woraufhin davon abgesehen wurde.

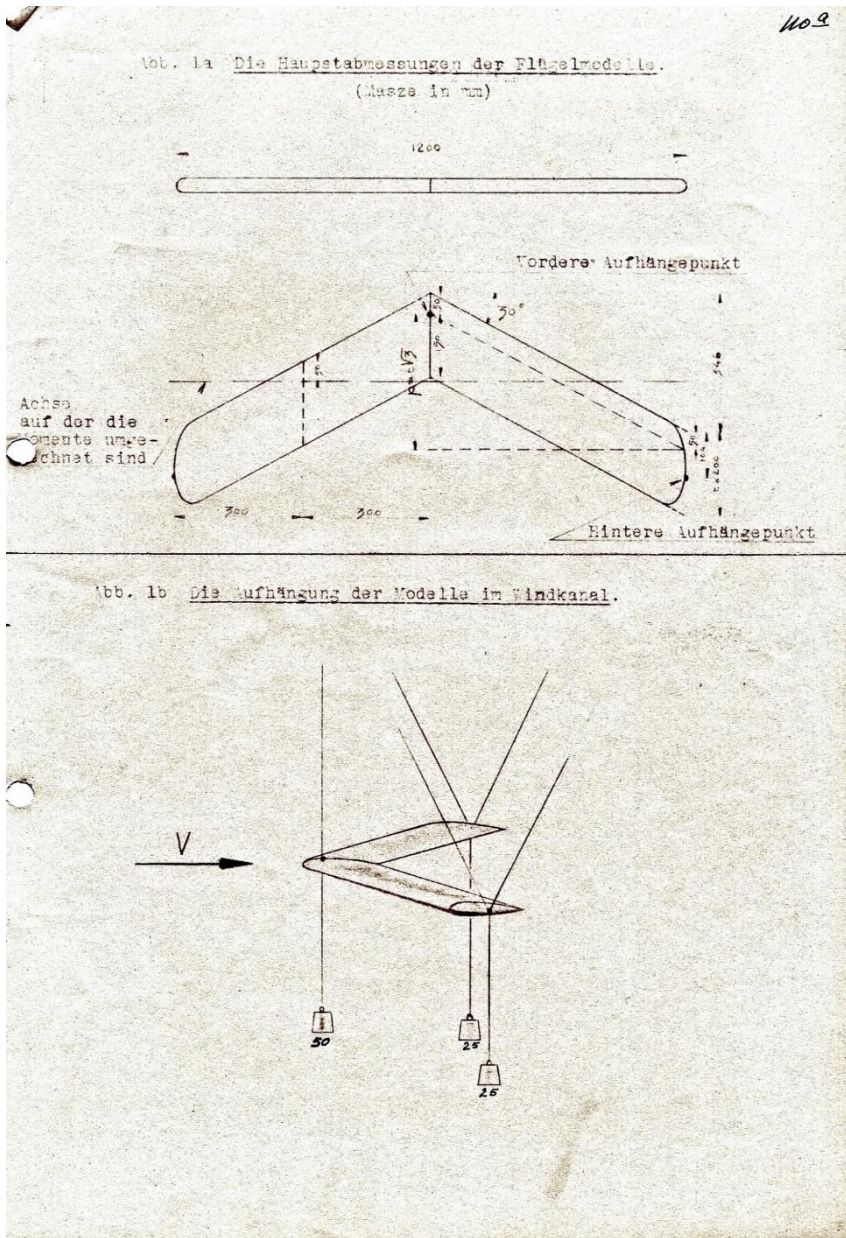


Abb. 9.17 Mit dieser Messaufstellung wurden im Juli 1943 im Großen LST acht verschiedene Pfeilflügel gemessen, darunter drei mit unterschiedlichen Dicken und drei mit unterschiedlichen Flügelnasenformen.

An den Pfeilflügeln wurden insgesamt etwa 220 Stunden gemessen, an den „Unterbrecherklappen“ doppelt so viel. Alle drei genannten Aufträge scheinen laut AVA-Archiv³¹⁴ von Messerschmitt gekommen zu sein. Dies könnte auch der Grund dafür sein, dass sie verwaltungstechnisch ein wenig durcheinander sind.

Der erstgenannte Auftrag, die Messung an acht Pfeilflügeln, deutet eindeutig auf eine Weiterentwicklung der Messerschmitt Me 262 hin, obwohl der Name des Auftrages explizit auf AVA hinweist. Die Me 262 ist das erste mit Düsentriebwerken angetriebene Kampfflugzeug der Welt. Seine Entwicklung beginnt im Jahr 1939 mit dem Projekt P1065. Am 31. Januar 1940 gibt das RLM grünes Licht für die Entwicklung von 20 Versuchsflugzeugen. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich zwei Triebwerke noch in der Entwicklung: das BMW 3302 und das Junkers Jumo 004. Beide Motoren sind Kandidaten für den Einsatz in der Me 262. Sie konzentrieren sich zunächst auf eine Konfiguration mit trapezförmigem Innenflügel und einem leicht gepfeilten Außenflügel (Abb. 9.18), die als Jagdflugzeug mit dem später vergebenen Reiznamen „Heimatschützer“ gedacht war. Die Entwicklung verzögert sich, da die Motorenentwicklung mehr Zeit in Anspruch nimmt. Anfang 1944

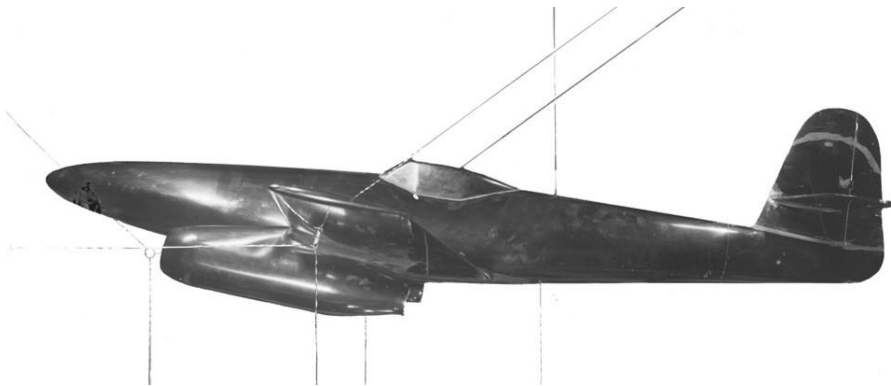


Abb. 9.18 Bereits 1940 wurde in Göttingen ein Modell der Me 262, des ersten einsatzfähigen Düsenflugzeugs der Welt, vermessen. Dieses Modell hatte noch einen geraden Flügel wie die erste Serienversion. Später wurden Messungen an Konfigurationen mit Pfeilflügeln durchgeführt (Anmerkung: Dieses Modell hing verkehrt herum im Windkanal, ist aber aus Gründen der Übersichtlichkeit so dargestellt).

konnten die ersten Serienflugzeuge einsatzbereit sein (Abb. 9.19). Messerschmitt selbst hatte bereits 1940 den Einsatz von Pfeilflügeln für die Me 262 vorgesehen, doch da der schnelle Einsatz Vorrang hatte, konnte daran nur im Hintergrund gearbeitet werden. Im Juli 1943 ließ Winter von Messerschmitt in einem Bericht vermerken: „Unsere Me 262 fliegt zurzeit bei einer Mach-Zahl von 0,75, also hart an der Grenze, von der aus sich die Kompressibilitätseinflüsse stark bemerkbar machen.“³¹⁵ Durch die Pfeilung des Flügels können diese „Kompressibilitätseffekte“* auf höhere Mach-Zahlen verschoben werden, was noch schnellere Flüge ermöglicht. Die Entwicklung



Abb. 9.19 Die mit zwei Jumo 004-Triebwerken ausgestattete Me 262 war das wichtigste Düsenjagdflugzeug der Luftwaffe. Nach dem Erstflug am 18. Juli 1942 dauerte es bis zum Juli 1944, bis das Flugzeug operationell eingesetzt werden konnte. Insgesamt wurden mehr als 1.400 Me 262 gebaut. Eine spätere experimentelle Entwicklung, die mit einem Pfeilflügel ausgestattet war, erreichte eine Geschwindigkeit von rund 1100 km/h.

der Hochgeschwindigkeitskonfiguration kommt jedoch zu spät, um noch von Bedeutung zu sein. Ein Großteil der Windkanalforschung hierfür wird bei DVL und LFA³¹⁶ durchgeführt, aber auch die AVA ist an dieser Entwicklung beteiligt (Abb. 9.20).

Die Pfeilung der Flügel verbessert die aerodynamischen Eigenschaften bei hohen Fluggeschwindigkeiten, wirkt sich aber nachteilig auf die Eigenschaften bei niedrigen Geschwindigkeiten aus, d. h. bei Start und Landung. Dies muss bei der Auswahl der besten Hochgeschwindigkeitskonfigurationen gebührend beachtet werden. Dies erfordert Windkanaltests bei niedriger Geschwindigkeit, für die der NLL-Kanal geeignet ist. Messerschmitt ist der eigentliche Auftraggeber für diese Messungen und hat auch selbst einen deutschen Möbelhersteller mit der Herstellung der Modelle beauftragt. Am 3. Dezember 1943 fragt Messerschmitt in einem Brief an die AVA, wie es um die Pfeilflügelmessungen in Amsterdam steht und fügt hinzu: „Im Hinblick auf die letzten Untersuchungsergebnisse der DVL kommt diesen Messungen eine erhöhte Bedeutung zu.“³¹⁷ Möglicherweise handelt es sich dabei um eine Hochgeschwindigkeitsforschung, die inzwischen bei der DVL durchgeführt wurde. Etwas mehr als eine Woche später kann die AVA berichten, dass die Messungen nun durchgeführt wurden und die Berichterstattung im Gange ist.

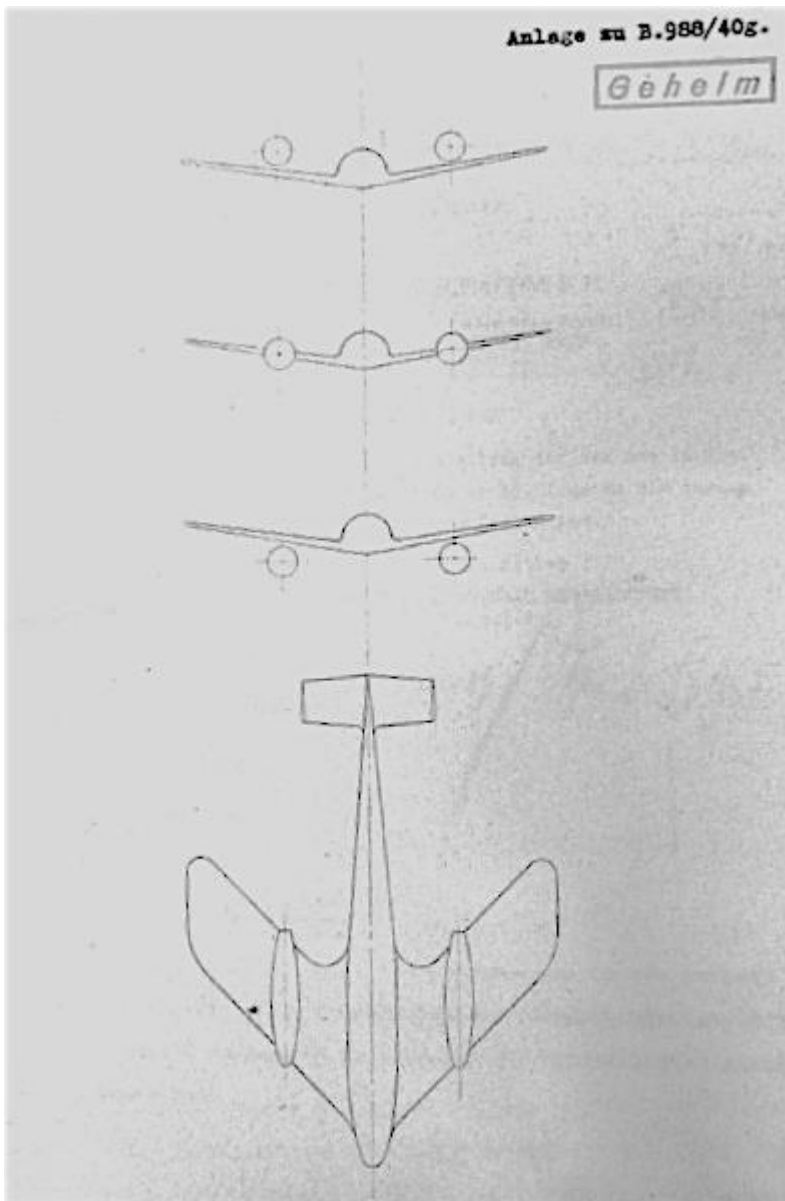


Abb. 9.20 Die AVA war eng in die Forschung zur Integration von Strahltriebwerken in die Flugzeugkonstruktion eingebunden. In einem Schreiben der AVA-Göttingen vom 25.11.40 an das RLM in Berlin wurden diese Skizzen gezeigt, um das RLM über mögliche Messungen im großen Hispano-Suiza-Windkanal in Paris zu informieren, der unter der Leitung der AVA stand.

Um die Langsamflugeigenschaften zu verbessern, sind die Flügel an der Vorder- und Hinterkante mit Klappen versehen. Ein Beispiel für die Erforschung eines solchen Klappensystems ist der Auftrag [3011] („Windkanalmessungen am Flügel mit Wölbungsclappen“). Aber auch bei Auftrag [3010] („Rumpf mit Flügel und Gondeln“) lag der Schwerpunkt auf den Eigenschaften des Innenflügels, der mit einer Vorder- und Hinterkantenklappe ausgestattet ist. Bei den diesbezüglichen Diskussionen im RLM („Interferenz Fragen“; siehe [3010, Fortsetzung] Kapitel 9.5) saß daher neben Arado auch der Messerschmitt-Konstrukteur Winter mit am Tisch. Bei den beiden anderen oben genannten Anordnungen („Störclappen“ oder „Unterbrecherclappen“) handelt es sich um einen Klappentyp, der die Strömung am Flügel unterbricht. Sie können eingesetzt werden, um das Flugzeug im Sturzflug oder bei der Landung abzubremsen oder um die Manövrierfähigkeit des Flugzeugs im Luftkampf zu verbessern. In der Korrespondenz zu diesem Thema wird von „Sturzflugbremsen“ oder „Unterbrecher Quersteuerung“ gesprochen. Frühere Forschungen dazu waren bei der AVA im Zusammenhang mit der Me 210 und der Me 309 durchgeführt worden, die als Nachfolger der Me 109 vorgesehen waren. Beide Entwürfe waren nicht besonders erfolgreich. Es ist möglich, dass es sich in diesem Fall um eine Weiterentwicklung handelt oder dass sich die Forschung, wie die Pfeilflügel-forschung, auch auf die Konfiguration Me 262 bezieht. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass ein weiterer Messerschmitt-Entwurf mit Pfeilflügeln ausgestattet war. Dabei handelte es sich um das raketentriebene und auch operativ eingesetzte Abfangjagdflugzeug Me 163. Es gibt keine konkreten Hinweise darauf, dass die durchgeführten Untersuchungen mit dieser Entwicklung in Zusammenhang stehen. Da dieser Typ aber nur im Gleitflug als Segelflugzeug landen kann, ist eine effektive aerodynamische Steuerung der Flügelströmung in der Endphase des Fluges von großer Bedeutung.

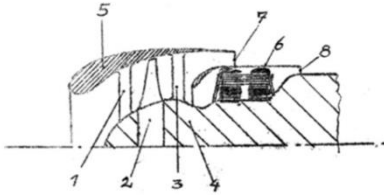
Bei diesen Messungen ist auch ein Vertreter des eigentlichen Auftraggebers anwesend, der sich als AVA-Mitarbeiter ausgibt: *„Wenn sie einen Bearbeiter hinschicken wollen, muss dieser lt. Vorschrift des RLM als Vertreter der AVA auftreten; der Auftrag gilt als durch die AVA erteilt, und die Tatsache, dass Messerschmitt der Auftraggeber ist, muss vor dem NLL geheim gehalten werden.“*³¹⁸

9.6 Gondelforschung durch Käufli

[1456-14, 1459-14 und 1457-14, 1458-14] Gondelforschung³¹⁹

AVA war sowohl in der aerodynamischen Hochgeschwindigkeitsforschung, einschließlich der Entwicklung des Pfeilflügels, als auch in der Entwicklung von Strahltriebwerken* stark engagiert. Beide Entwicklungen steckten 1939 noch in den Kinderschuhen. Aus einem Teil der vorhandenen Korrespondenz geht hervor, dass die AVA in Göttingen zwischen 1939 und 1944 hauptsächlich für BMW arbeitete. Es

werden zwei Arten von Motoren erwähnt: das ML oder „Motor-Luft-Gerät“ und das TL oder „Turbine-Luft-Gerät“.



- 1) Eintrittsleitapparat
- 2) Laufrad
- 3) Austrittsleitapparat
- 4) Nabe
- 5) Gehäuse
- 6) Kühltaube und Motorverkleidung
- 7) Strahldüsenmündung
- 8) Kühltluftaustritt

Abb. 9.21 Zeichnung des „Motor-Luft-Gerätes“, einer Alternative zum Düsentriebwerk, wie es zu Beginn des Krieges bei der AVA erforscht wurde. Bei diesem Konzept dreht sich der Propeller, der von einem herkömmlichen Kolbenmotor angetrieben wird, im Inneren der Gondel. Mit einer geeigneten Gondelkonstruktion ist dieser Motortyp bei höheren Geschwindigkeiten besser einsetzbar als ein herkömmlicher Propeller. Käuffel wurde 1943 beauftragt, dieses Konzept am NLL weiter zu untersuchen.

Bei einem herkömmlichen Propeller wird die Luftströmung durch den Propeller beschleunigt, wodurch Schub erzeugt wird. Bei höheren Fluggeschwindigkeiten nähert sich die effektive Luftgeschwindigkeit an der Propellerspitze der Schallgeschwindigkeit. Dann treten so genannte Kompressibilitätseffekte*

auf, die den Wirkungsgrad des Propellers in unzulässiger Weise verringern.

Beim ersten Motortyp, dem „Motor-Luft-Gerät“ (Abb. 9.21), dreht sich der Propeller (in diesem Fall üblicherweise „Propfan“ genannt) innerhalb einer Motorgondel. Durch geeignete Gestaltung der Gondel können die Strömungsverhältnisse am Propfan so günstig beeinflusst werden. Dies kann durch die Gestaltung der Gondel als Diffusor erreicht werden: Der Durchmesser vergrößert sich in Strömungsrichtung, wodurch die Geschwindigkeit an der Stelle des Propellers verringert wird. Bei diesem Konzept wird der Propfan selbst von einem herkömmlichen Kolbenmotor angetrieben, allerdings in einer Ausführung mit dem kleinstmöglichen Durchmesser. Äußerlich sieht es aus wie ein Düsentriebwerk, aber im Inneren scheint ein herkömmlicher Motor einen internen Fan anzutreiben. Daher ist dieser Motortyp bei höheren Geschwindigkeiten nützlicher als ein herkömmlicher Propeller. Der große Vorteil dieses Konzepts ist, dass es auf weitgehend bekannte Techniken zurückgreift, was das technologische Risiko erheblich verringert.³²⁰ Der Nachteil ist das zusätzliche Gewicht und der Reibungswiderstand der größeren Gondel.

Der andere Triebwerkstyp ist das „Turbine-Luft-Gerät“, der Prototyp des heute klassischen Strahltriebwerks. Eine Reihe von Kompressorschaukeln verdichtet die Luft, die dann mit Kraftstoff vermischt und in einer Brennkammer gezündet wird. Die heißen Gase aus der Brennkammer verlassen das Triebwerk am Heck über eine Turbine und sorgen für Schub. Die Turbine wird für den Antrieb des



Abb. 9.22 Das Jumo 004 ist ein von Junkers im Auftrag des RLM entwickeltes Strahltriebwerk. Der erste 30-minütige Lauf fand am 11. Oktober 1940 statt. Die Ar 234 und die Me 262 waren damit ausgerüstet. Rund 6.000 Motoren wurden gebaut, zum Teil von KZ-Häftlingen im Nordhäuser Kanalkomplex unter schrecklichen Bedingungen.

Verdichters benötigt (Abb. 9.22). Eine solche Konstruktion ist jedoch technologisch wesentlich anspruchsvoller, nicht zuletzt wegen der Konstruktion der Verdichter- und Turbinenschaufeln. Die AVA war vor allem an der Entwicklung der Turbinen- und Verdichterschaufeln beteiligt.

Das derzeitige Düsentriebwerk mit hohem Nebenstromverhältnis kann als eine Kombination aus einem Motor-Luft-Gerät und einem Turbinen-Luft-Gerät betrachtet werden. Ein Düsentriebwerk im Kern des Triebwerks treibt dann den Propfan in der Gondel an. Kurz vor dem Krieg war noch nicht klar, welches Konzept letztendlich bevorzugt werden würde. Doch zu Beginn des Krieges wird die Entwicklung des ML-Gerätes vom RLM gestoppt, so dass sich alle Anstrengungen auf das TL-Gerät konzentrieren können. Weitere Entwicklungen bei BMW (Projekt P3302) brachten schließlich den BMW 003-Motor hervor. Dieses Triebwerk sowie das ähnliche Jumo 004 von Junkers wurden sowohl in der Me-262 als auch in der Arado 234 eingesetzt.

Ende 1940 sieht es auch so aus, als könnten die Düsentriebwerke tatsächlich zum Einsatz kommen. Am 20. Dezember 1940 schrieb Betz an das RLM (Abt. LC3) „Wie Sie ja wohl wissen, sind die neuen Strahltriebwerke jetzt in einem Stadium, dass sich auch die Flugzeugfirmen bereits den Kopf über den Einbau und die Flugeigenschaften zerbrechen.“³²¹ Bereits einen Monat zuvor hatte er ebenfalls an das RLM geschrieben (diesmal Abschnitt LC1): „Zunächst sind auf Grund von Besprechungen mit den Firmen Arado und Messerschmitt Versuche über die Stabilität von Flugzeugen mit Strahltrieb vorgesehen. Die Versuche müssen über verschiedene Betriebsverhältnisse von Start bis zum Schnellflug ausgedehnt werden.“³²² Das Schreiben verdeutlicht die besondere Beziehung der AVA zu Arado und Messerschmitt und ihr großes Interesse an der Entwicklung von Düsenantrieben. AVA war direkt an der Erforschung der internen Aerodynamik und der Integration der Triebwerke in das Flugzeug beteiligt. Für letzteres wollte die AVA auch den Windkanal von Hispano-Suiza in Paris nutzen (Abb. 9.20). Diesen Kanal für die Forschung nutzbar zu machen, war die Hauptaufgabe von Käußl in Paris

neben seiner Arbeit in den Niederlanden am NLL. Auf die Bedeutung dieses Windkanals für die AVA und die Beteiligung von Käüfl an ihm wird im nächsten Kapitel näher eingegangen.

Im Januar 1943 wird bekannt, dass der Hispano-Suiza-Windkanal in Paris vom RLM an die DVL abgetreten wurde. Damit droht die Beteiligung der AVA an dieser Forschung zu scheitern, und ein wichtiger Teil von Käüfls Arbeit geht zu Ende. Es scheint, dass Betz die Motoruntersuchung in Amsterdam fortsetzen wollte und Käüfl damit beauftragte.³²³ In einer Sitzung am 13. September 1943, an der unter anderem Betz, Käüfl und Küchemann³²⁴ teilnehmen, werden zwei Themen besprochen. Der Schwerpunkt scheint auf dem ML-Gerät von BMW und auf dem Aufbau eines Absaugsystems zu liegen. Es geht schnell, denn schon einen Tag später, am 14. September, werden Briefe an das NLL geschickt, die ein Gesamtpaket von Aufträgen in Höhe von 65.000 Gulden enthalten, 15 % des gesamten Jahresbudgets des NLL.³²⁵

Es ist geplant, die zu Beginn des Krieges eingestellten Forschungen am ML-Gerät wieder aufzunehmen. Dem Sitzungsbericht zufolge soll dieses Gerät mit einer anderen Einlassform ausgestattet werden, die von Küchemann entworfen und anschließend neu vermessen wird. Käüfl ist der Mann, der diese Forschung persönlich leiten wird.

In der Korrespondenz ist von einem „Gebläse“ die Rede, das in den NLL-Rechnungen als „Gondelforschung“ bezeichnet wird [1459-14]. Es handelt sich wahrscheinlich um ein maßstabsgetreues Modell des Triebwerkeinlaufs der Gondel des ML-Gerätes, das im Juni 1944 im Kleinen Kanal vermessen wurde. Der beiliegende Bericht (A.963) (auf Niederländisch, weil Käüfl Niederländisch lesen kann?) trägt den Titel „Forschung an einer Motorgondel mit NACA-Haube und eingebauter Widerstandsscheibe“. Das Modell ist in der Tat einer NACA-Haube sehr ähnlich, einer Vorkriegsverkleidung, die von der amerikanischen NACA um den Motor herum entwickelt wurde, um die Luftkühlung zu verbessern.

Es ist auch die Rede von „Kühlermessungen“. Möglicherweise handelt es sich um Messungen an dem Motor, der später in die Gondel eingebaut werden soll. Möglicherweise handelt es sich sogar um ein Testmuster eines BMW-Motors, das von Göttingen zum NLL geschickt wurde, um in voller Größe getestet zu werden. Die Firma HEEMAF,³²⁶ die mit der Überholung dieses Motors beauftragt wurde, spricht von einer „sehr interessanten Motorenkonstruktion“, doch sind keine weiteren Einzelheiten bekannt. Ein wesentlicher Bestandteil des ML-Gerätes ist die Konstruktion der Gondel, die eine Zwangsluftkühlung des Motors ermöglicht.

Es handelt sich hier eindeutig um einen Versuchsaufbau von beträchtlicher Größe. Denn neben dem Motor selbst werden Einrichtungen benötigt, die hinter dem Motor einen Unterdruck erzeugen, um den erforderlichen Luftstrom im Motor zu simulieren. Diese Einrichtungen (eine Strahlpumpe und ein Gebläse) könnten aus dem Kraftwerk in Espinette bei Brüssel stammen (siehe auch Kapitel 10). Um diese Anlage zu bauen, muss an der Rückseite des NLL-Gebäudes ein Anbau an den Windkanal errichtet werden, der auf einer schweren Betonplatte mit einer

schweren Metallplatte darauf ruht. Der Auftrag wird an das niederländische Unternehmen Bakker vergeben, nachdem die Architekten Van Tijen & Maaskant einen Entwurf erstellt haben. Teile der Anlage sind auf dieser Platte zu montieren. Aus dem verbleibenden Schriftverkehr geht nicht hervor, wie weit sie mit dieser Vereinbarung letztlich gekommen sind. Teile einer Stahlbetonplatte wurden später bei der Renovierung des NLR im Jahr 2017 auf der Rückseite des Hauptgebäudes in der Nähe des Windkanals im Boden gefunden und mühsam entfernt.

Wie bereits erwähnt, war Käufl selbst für diese Forschung verantwortlich. Außerdem wurde vereinbart, dass ein Teil dieser Forschung „inoffiziell“ bleiben sollte.³²⁷ Die Kosten können mit anderen Auftragsnummern verrechnet werden. In der deutschen Korrespondenz findet sich daher kaum etwas über diese Aufträge, abgesehen von dem oben erwähnten Diskussionsbericht, in dem die Durchführung dieser Forschung vorgeschlagen wird. Ist dies ein „Hobby“ von Betz und Küchermann, für das kein formeller deutscher Auftrag erteilt wurde? Die etwas verschleierte Benennung der verschiedenen damit verbundenen Teiluntersuchungen lässt dies vermuten.

9.7 „Kriegswichtig“ oder „generisch“: eine Analyse

Mit den Angaben in den Anhängen E und F sowie den oben angeführten Beschreibungen der für die AVA durchgeführten Recherchen, die sich teilweise auf die deutschen Archive stützen, konnte die Essenz der für die AVA durchgeführten Aufgaben konkretisiert werden. Inwieweit war diese Forschung nun „kriegswichtig“? Oder handelte es sich doch um eine „allgemeine Forschung“, die sich nahtlos in das Programm „Eigenarbeit“ des NLL einfügte? Um dies besser zu verstehen, werden in der nachstehenden Tabelle (Tabelle 9.1) die Kosten für die einzelnen Disziplinen zusammengefasst und gleichzeitig ein Hinweis auf den „kriegswichtigen“ oder „generischen“ Charakter der Forschung gegeben.

Die ersten drei Spalten dieser Tabelle zeigen die ursprünglich geschätzten Kosten und das endgültige Ergebnis. Die Tabelle zeigt, dass die ursprünglich veranschlagten Kosten in vielen Fällen deutlich überschritten wurden. Diese Überschreitungen waren fast immer das Ergebnis einer Unterschätzung zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe, manchmal verursacht durch unvorhergesehene Komplikationen. Im Prinzip arbeitete NLL auf der Grundlage einer Nachkalkulation: Die tatsächlichen Kosten wurden nach der Fertigstellung in Rechnung gestellt. Erwartete Kostenüberschreitungen wurden gemeldet und fast immer von der AVA akzeptiert. Gelegentlich waren etwas mehr Erklärungen erforderlich. Erweiterungen oder Fortsetzungen einer bestimmten Studie erfolgten in der Regel in Form eines neuen Auftrags.

Die letzten drei Spalten geben Aufschluss über den kriegswichtigen Charakter des Werkes und seine Beziehung zur Eigenarbeit des NLL. Mit einigem Recht kann man behaupten, dass alle durchgeführten Forschungen „kriegswichtig“ waren, da

Tab. 9.1: Zusammenfassung aller von der AVA vergebenen Aufträge³²⁸

Zusammenfassung nach Disziplinen	Erste Schätzung	Geschätztes Endergebnis		Direkt kriegswichtig niedrige Schätzung	Direkt kriegswichtig hohe Schätzung	Im Einklang mit NLL-Eigenarbeit
		(Gulden x 1000)	(Gulden x 1000)	(% bis)	(% bis)	
Aerodynamik/Windkanalforschung	34,7	95,1	18	-	2	13
Andere AVA-Institute (hauptsächlich Instrumentierung)	64,1	45,1	8	-	-	7
Flattern (inkl. Windkanalversuche)	92,3	222,6	42	-	11	42
Festigkeit und Werkstoffe	27,2	33,8	6	-	-	3
Industrie (inkl. Windkanal Forschung)	60,6	101,9	19	17	17	2
Motorenforschung (Käufel)	65,6	36,9	7	-	-	-
GESAMT	299,5	535,3	100	17	30	67

sie Teil eines Forschungsprogramms waren, das auf die Stärkung der deutschen Luftwaffe ausgerichtet war. Dies war nach der Gründung des FoFü Mitte 1942 und der Ausrufung des „Totalen Krieges“ ein halbes Jahr später im Februar 1943 durchaus der Fall. Andererseits liegen die Anwendungen der Forschung allgemeinerer Art noch weit in der Zukunft. Siehe auch den Anfang dieses Kapitels unter 9.1. Aus diesem Grund wurde in der Tabelle eine engere Definition von „kriegswichtig“ verwendet. Aufträge werden nur dann als „kriegswichtig“ bezeichnet, wenn eine direkte militärische Anwendung offensichtlich war: Entwicklungen für einen bestimmten Flugzeugtyp im Hinblick auf militärische Anwendungen. Häufig, aber nicht ausschließlich, handelte es sich dabei um projektbezogene Forschung im Auftrag der Industrie, obwohl aus den Dokumenten nirgends hervorgeht, um welches Flugzeug es sich konkret handelte. Da die Linie nicht immer scharf gezogen werden

kann, wurde eine „niedrige“ und eine „hohe“ Schätzung vorgenommen. In der Tabelle in Anhang E kann sich der Leser selbst ein Bild davon machen, wo diese Grenze gezogen wurde.

Außerdem wird in der letzten Spalte angegeben, ob die Arbeiten im Rahmen des NLL-Eigenarbeitprogramms durchgeführt wurden, das bereits vor dem Krieg begonnen war und während des Krieges fortgesetzt wurde. Die Prozentangaben beziehen sich immer auf den prozentualen Anteil an allen von AVA erteilten Aufträgen. So passten 67% der AVA-Aufträge in die NLL-Eigenarbeit. 42% der AVA-Aufträge betrafen die Flatterforschung und 11% (hohe Schätzung) waren „direkt kriegswichtig“. Von der gesamten Flatterforschung waren also $11/42 = 26\%$ „direkt kriegswichtig“.

Zunächst fällt auf, dass mehr als 40% aller Arbeiten die Flatterforschung betreffen (Flatterberechnungen, experimentelle Ermittlung und Berechnung der Flügelverformung und der Windkanalversuche). NLL hatte einen gewissen Ruf in diesem Bereich und konnte auch qualitativ hochwertige Arbeit liefern, an der die deutsche Seite sehr interessiert zu sein schien. Außerdem war der Rechenaufwand für die Flatterbeträge extrem und erforderte viel „Frauenpower“. Das Flatterexperiment war sehr anspruchsvoll und erforderte viel externes Fachwissen. Wie Greidanus selbst hervorgehoben hatte und wie auch aus der Berichterstattung hervorgeht, können die für die AVA durchgeführten Untersuchungen als weitere Unterstützung der Arbeiten verstanden werden, die bereits im Rahmen der Eigenarbeit und im Auftrag der Zivilluftfahrtbehörde durchgeführt wurden. Es ist möglich, dass diese Forschungen einen direkten Nutzen für die Kriegsanstrengungen hatten, wo es um aktuelle Flatterprobleme ging, wie bei der Ju 52 und der Gö 4.

Nach dem Flattern scheint die aerodynamische Forschung im Windkanal stark vertreten zu sein. Dies ist nicht überraschend. Das Vorhandensein von Windkanälen mit technisch kompetentem Personal war der Hauptgrund für die AVA, Aufträge an das NLL zu vergeben. Etwa die Hälfte dieser bereits zu Beginn des Krieges in Auftrag gegebenen Forschungsarbeiten war „allgemeiner Art“ und für die NLL-Eigenarbeit relevant. Der „kriegswichtige“ Charakter war daher mit Ausnahme der „Bremsschrauben“-Arbeiten begrenzt. Die andere Hälfte der Windkanalforschung stammte aus der Industrie, was dem NLL während des Krieges jedoch bewusst verschwiegen wurde. Diese Forschungen, die größtenteils aus der zweiten Hälfte des Jahres 1942 oder später stammten, hatten wahrscheinlich eine direkte militärische Anwendung und waren für das NLL nicht von Interesse, mit Ausnahme der Forschungen über den Einfluss der Wände im Kleinen LST. Die Windkanalmessungen am Amphibienflugzeug Ar 233 zielten eindeutig auf die Entwicklung eines Flugzeugs für militärische Zwecke ab, obwohl auch zivile Anwendungen denkbar sind. Dies ist ein Beispiel für den sogenannten „dual use“ (Doppelnutzung). Die Kosten für die Windkanalforschung sind aufgrund der zusätzlichen Kosten für Windkanalmiete, Energie und Betriebspersonal relativ hoch. Die Inanspruchnahme des Konstruktionsbüros für den Bau der Windkanalmodelle und der Werkstätten für die

Herstellung der Modelle ist ebenfalls Teil der Kosten, einschließlich etwaiger Unterverträge mit anderen Unternehmen. Bei den Windkanalversuchen beschränkte sich das Engagement der Ingenieure auf die Überwachung der Modellherstellung und der Windkanalmessungen sowie das Verfassen eines sehr kurzen Berichts.

Die übrigen Forschungsarbeiten (21%) betrafen hauptsächlich Forschungsarbeiten für andere AVA-Institute zur Entwicklung von Instrumenten (8%) und Forschungsarbeiten für die DVL zur Stabilität von dünnwandigen Strukturen (6%). Diese Arbeit fügte sich vollständig in das NLL-Eigenarbeitsprogramm ein. Die Arbeiten, die Käußl speziell im Bereich der Motorenentwicklung zugewiesen wurden (7% des Gesamtvolumens), waren weder für das NLL noch für die Kriegsanstrengungen von Nutzen. Im Jahr 1943 war dieses Konzept überholt.

Diese Übersicht zeigt, dass rund zwei Drittel der für die AVA durchgeführten Forschungsaufträge ganz im Sinne der Eigenarbeit des NLL waren und als wissenschaftlich bezeichnet werden können. Dies schließt übrigens eine mögliche Anwendung im militärischen Sinne in etwas fernerer Zukunft keineswegs aus.

17% (niedrige Schätzung) bzw. 30% (hohe Schätzung) können als „kriegswichtig“ eingestuft werden. Hinzu kommen Arbeiten, die für das Van Berkel's Patent in Auftrag gegeben wurden und überwiegend militärischen Zwecken dienten. Das dürfte etwas mehr als 5% der Gesamteinnahmen von AVA ausmachen.

10 INTERMEZZO: Der „Beauftragte“ Käufl

Vom 18. Mai 1940 bis zu seiner Abreise Anfang September 1944³²⁹ ist Dipl. Ing. Josef Käufl die Kontaktperson zwischen dem NLL in Amsterdam und der AVA in Göttingen (Abb. 10.1). Sein offizieller Titel lautet „Beauftragter des Generalluftzeugmeisters“ und als solcher ist er dem Reichsluftfahrtministerium (RLM) in Berlin unterstellt. Dort untersteht er der Abteilung Technisches Amt (LC1) in Berlin. LC1 geht 1943 in die Reichsstelle Forschungs-Führung des Reichsministers der



Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe (FoFü) über, eine Koordinierungsstelle mit einem aus vier Wissenschaftlern bestehenden Aufsichtsgremium, dessen Vorsitzender Prandtl ist. Dort hat es Käufl mit Dr. Lorenz und Prof. Seewald³³⁰ zu tun, die der Abteilung LC3 angehören. Der „Generalluftzeugmeister“ hatte auch eine „Verbindungs-

Abb. 10.1 Dipl. Ing. Josef Käufl war vom Reichsluftfahrtministerium RLM in das NLL berufen worden als „Beauftragter des Generalluftzeugmeisters“, eine Organisation die für die Beschaffung der Ausrüstung der Luftwaffe zuständig war. Wahrscheinlich blieb er bei der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen beschäftigt, wo er zuvor für den Windkanal VI zuständig war.

stelle“ in Amsterdam an der Herengracht 380. Dieses Gebäude beherbergt heute das NIOD, das Institut für Kriegs-, Holocaust- und Völkermordstudien. Käüfl soll engen Kontakt mit dem RLM halten. In der Praxis ist jedoch die AVA sein Hauptansprechpartner, wenn es um die Arbeit geht. Er kommuniziert direkt mit Betz, dem Leiter der AVA, und Seiferth, der für die Windkanäle zuständig ist. In einem Schreiben vom 2. März 1943³³¹ (mehr dazu später) beschreibt er, dass er bei seiner Ernennung 1940 ausdrücklich beauftragt wurde, die Zusammenarbeit mit dem NLL weiter auszubauen. Käüfls Hintergrund als Ingenieur, der an den Windkanälen in Göttingen beteiligt war, war dafür ideal geeignet.

Käüfl wurde 1907 geboren. Er studierte in München, wo er 1930 sein Studium des Maschinenbaus abschloss. Anschließend trat er in die Firma Bosch ein, für die er zwischen 1931 und 1935 nach Tilburg in den südlichen Niederlanden abgeordnet war. Im Februar 1935 trat er in die AVA in Göttingen ein, wo er im Januar 1940 Gruppenleiter des Windkanals VI wurde. Seine Kenntnis der Niederlande mag bei seiner Stationierung in Amsterdam eine Rolle gespielt haben. Nach seiner Ankunft im Mai 1940 leitet er in aller Eile Informationen über das NLL und über Koning, Van der Maas (inzwischen hat er das NLL verlassen), Van der Neut und Van Ewijk an Deutschland weiter. Er macht die ersten Vorschläge zu möglichen Themen für Aufträge an das NLL.³³² Er gehört auch zu der Gruppe mit Betz, Engelbrecht und anderen, die vom 18. bis 27. Juli 1940 nach Brüssel und Paris reist, um die Laboratorien auf dem Gebiet der Strömungsforschung kennenzulernen.³³³ In Paris besuchten sie unter anderem den alten Windkanal von Eiffel, der als Modell für den ersten Windkanal des RSL (Reichsstudiendienst für die Luftfahrt; Vorgänger des NLL) in der Marinewerft³³⁴ diente. Im Bericht heißt es: *„Der alte Eiffelsche Kanal in Auteuil erweckt den Eindruck, als ob seit 1913 nichts mehr daran geändert oder ergänzt sei.“* Viel wichtiger sind jedoch die Besuche in Saint Cyr (mit einem Eiffelkanal von 2 m Messstreckendurchmesser) und im großen Eiffelkanal von Hispano-Suiza (mit einem Durchmesser von 5 m). Die letztgenannte Anlage eignet sich aufgrund ihrer Größe und ihrer Offenheit sehr gut für die Erforschung der Installationseffekte* von Düsentriebwerken. Experimentelle Düsentriebwerke können dort in voller Größe in Kombination mit einer Tragfläche oder einem Rumpf gemessen werden. Daher zieht dieser Kanal sofort die Aufmerksamkeit der deutschen Industrie auf sich. Bereits im Herbst 1940 erprobt BMW den Kanal zu Forschungszwecken für sein in Entwicklung befindliches Düsentriebwerk. Die Strömungsqualität dieses Kanals ist jedoch äußerst schlecht, so dass die AVA vorschlägt, zu untersuchen, ob sie verbessert werden kann. Dies ist eine Aufgabe für Käüfl und führt dazu, dass er den größten Teil seiner Zeit in Paris mit der Arbeit am Hispano-Suiza-Kanal verbringen wird. Darüber hinaus ist er auch Ansprechpartner für die anderen französischen Institute, insbesondere für St. Cyr. Dabei wird ein ähnlicher Modus Operandi wie beim NLL vereinbart: Die AVA wird Aufträge erteilen, die gegen Bezahlung ausgeführt werden. Der große Hispano-Suiza-Kanal wird jedoch als strategisch so wichtig erachtet, dass er vollständig in die Zuständigkeit der AVA fällt. Damit wird die „Außenstelle Paris der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen“ geschaffen,

für die Käüfl verantwortlich sein wird. Darüber hinaus gibt es in Paris wie auch in Amsterdam eine Verbindungsstelle für den „Generalluftzeugmeister“, unter die auch die Kontakte zur Industrie fallen.



Abb. 10.2 Bis Mitte 1943 hielt sich Käüfl hauptsächlich in Paris auf, wo er Leiter der „AVA-Außenstelle Paris“ war. Er fuhr mit diesem Citroën zwischen Paris und Amsterdam hin und her und hatte sich zu diesem Zweck einen eigenen Benzinvorrat angelegt. Einige NLL-Mitarbeiter, die sich am Widerstand beteiligten, machten davon dankbar Gebrauch (Standbild aus einem NLL-Film).

In der Praxis bedeutet dies, dass Käüfl in Amsterdam nur sehr wenig präsent ist. Er fährt zwischen Amsterdam und Paris in einem „Citroën Traction Avant“ hin und her, für den er auf dem NLL-Gelände in Amsterdam einen Benzinvorrat angelegt hat (Abb. 10.2). Aus den Archiven geht hervor, dass er in Amsterdam hauptsächlich als Schmiermittel bei der Ausführung von Aufträgen für die AVA

fungiert. Unzählige Male vermittelt er eine „Dringlichkeitsbescheinigung“, wenn für die Ausführung eines Auftrags besondere Teile wie spezielle Materialien oder deutsche Instrumente benötigt werden. Er stellt die Kontakte her, wenn AVA-Vertreter das NLL besuchen, um an Windkanalforschungen teilzunehmen oder Gespräche zu führen. Und wenn Mitarbeiter des NLL persönlich bei deutschen Instanzen vorstellig werden, versucht er, seinen Einfluss geltend zu machen. In Kapitel 6.2 wird bereits beschrieben, wie er dies tut, um die Entlassung von Spitz zu verhindern. Das nächste Kapitel beschreibt seine Bemühungen, die NLL-Mitarbeiter vor dem Arbeitseinsatz zu bewahren. Dort wird auch beschrieben, wie er versucht, die deutschen Behörden dazu zu bewegen, inhaftierte NLL-Mitarbeiter oder sogar mögliche zukünftige NLL-Mitarbeiter, die inhaftiert wurden, freizulassen.

Inhaltlich mischte er sich bis auf gelegentliche Ausnahmen relativ wenig in die Aufträge und Windkanalmessungen ein. So richtet er am 12. Juni 1941 ein eindringliches Schreiben aus Paris an das NLL, in dem er mitteilt, dass Van Berkel's Patent für die Firma Junkers Anfang Juli Windkanalmessungen an „Schneekufen“ durchführen will. Mitte Juli folgt der „Kühlerflügel“. Der Brief trägt die Unterschrift „*Mit freundlichen Grüßen und Heil Hitler*“ sowie einen Stempel mit einem Hakenkreuz und dem Text „*Der Beauftragte des Generalflugzeugmeisters am NLL.*“ (Abb. 10.3). Es ist das einzige gestempelte Schreiben mit dieser Unterschrift, das an das NLL³³⁵ gerichtet ist. Es ist möglich, dass Käüfl diesen Stempel in Briefen an Stellen außerhalb des

NLL verwendete, um das Gewicht seiner Position zu verdeutlichen. Betz unterzeichnet Schreiben an das NLL normalerweise nur mit seiner Unterschrift und einem neutralen „mit freundlichen Grüßen“. Briefe an andere deutsche Stellen, auch von Betz, endeten jedoch immer mit einem „Heil Hitler“.

Mit freundlichen Grüßen und
Heil Hitler !



Abb. 10.3 Unterschrift eines Schreibens von Käußl aus Paris an das NLL. Dies ist eines der wenigen Beispiele dafür, dass Käußl Teil des nationalsozialistischen Deutschlands war.

heim muss.³³⁶ Es ist kein Foto von ihm in Uniform bekannt. Er hatte also keine militärische Funktion. Es ist ein Filmausschnitt erhalten geblieben, der ihn in Zivil zusammen mit anderen NLL-Mitarbeitern beim Betrachten von Trümmern eines Flugzeugs zeigt, das hinter dem NLL-Gebäude niederging, nachdem es von den in der Nähe des NLL aufgestellten Flugabwehrkanonen beschossen worden war (Abb. 10.4).³³⁷



Abb. 10.4 In der Nähe des NLL befand sich deutsche Flugabwehrartillerie. Hier steht Käußl (mit Pfeife) mit anderen NLL-Mitarbeitern und betrachtet einige Trümmer, die in der Nähe des Personaleingangs auf der Rückseite des Gebäudes heruntergekommen sind (Standbild aus dem NLL-Film).

Käußl beteiligt sich schon intensiv an der Windkanalforschung für das Amphibienflugzeug Ar 233, das in Dewoitine in Frankreich auf dem Reißbrett steht (siehe Kapitel 9.5). In der zweiten Hälfte des Jahres 1941 stagnieren die Kontakte zum NLL, als Käußl wegen einer schweren Lungenentzündung für einige Zeit ins Krankenhaus und anschließend in ein Genesungs-

Die meisten Kontakte zu den Aufträgen der AVA an das NLL finden direkt per Brief zwischen Betz und Koning statt, was den Inhalt und die Ausführung der Aufträge betrifft, und manchmal zwischen Engelbrecht und Chaillet, was die finanzielle Abwicklung betrifft. Der Kontakt zwischen Koning und Betz ist effektiv und, wie der geführte Schriftverkehr beweist, äußerst reibungslos. Die Rolle von Käußl ist jedoch nicht zu unterschätzen: Er ist formal der Vertreter des RLM, agiert also gewissermaßen neben Betz und

wird auch als solcher angesprochen. Dies verschafft ihm eine klare Position bei Konsultationen mit Gremien, die nicht zu der eher wissenschaftlichen Welt gehören, in der NLL und AVA tätig sind. Bei Kontakten mit der Rüstungsinspektion in den Niederlanden, mit Fokker oder mit deutschen Gremien wird seine Rolle als

Vertreter des RLM-Generalluftzeugmeisters mehr Gewicht haben als seine wissenschaftlichen Kontakte. Das Ausmaß des Schutzes, den das NLL durch seine ausschließlichen Kontakte zur AVA genießt, ist nicht selbstverständlich. Im Juni 1941 schreibt Betz einen Brief³³⁸ an Käüfl, „... die Schließung des Amsterdamer Instituts ist offenbar noch nicht ganz erledigt, da anscheinend irgendjemand auf die Sache zurückgekommen ist.“ Worum es sich dabei genau handelt, ist leider nicht bekannt. Es existiert nur eine (informelle) Nachricht, die Käüfl Betz am 25. Juli 1941 überreichen lässt: „Zu Händen von Herrn Professor Betz“ und in der er berichtet³³⁹: „Die Verhandlungen mit der dortigen obersten militärischen Dienststelle, General Sieburg, haben sich unverhältnismäßig lange hingezogen. Die neue Attacke gegen das Luftfahrtlaboratorium ging ... von der Firma Fokker aus. Diese bemühte sich, dem General glaubhaft zu machen, dass am NLL sowieso nichts getan würde und außerdem die Leute dort ohne Aufsicht stünden“. Fokker wollte, dass das NLL bei der Produktion des Bucker-Trainingsflugzeugs mitarbeitet, für das kürzlich ein Auftrag erteilt worden war. General Sieburg war Generalleutnant in den Niederlanden und Kommandeur des Luftgaaues Holland. Käüfl gelang es, Sieburg zu erklären, dass wissenschaftliche Arbeit einfach etwas anderes sei als die Mitarbeit im Flugzeugbau. Er überreichte ihm auch die Entscheidung über seine eigene Ernennung durch den Generalluftzeugmeister. Und so hofft er, das Problem beseitigt zu haben. Berlin ist noch nicht ganz überzeugt. Im August desselben Jahres teilt Käüfl Betz mit, dass Lorentz der Meinung ist, das NLL tue nichts.³⁴⁰ Um dies zu widerlegen, schickte Käüfl auf Anfrage von Lorentz eine Reihe von NLL-Berichten über theoretische Berechnungen auf dem Gebiet der Aerodynamik und der Flatterforschung an ihn. Mit diesen hofft er, Lorentz ausreichend überzeugt zu haben. Aber nicht ganz, wie sich anderthalb Jahre später zeigen wird.

Dann gibt es in Paris Veränderungen zu vermelden. Es ist Ende 1942, Anfang 1943. Die Kriegssituation hat sich geändert. Die Offensive an der Ostfront ist ins Stocken geraten, Stalingrad droht zu fallen. Milch selbst, nach Udets Selbstmord nun „Generalluftzeugmeister“, erhält von Hitler den Auftrag, die Versorgung Stalingrads mit Ju 52-Transportflugzeugen sicherzustellen. Vergeblich, wie sich herausstellt. Und die Bombardierung Deutschlands durch die Alliierten hinterlässt nun deutlich ihre Spuren. Hitler erklärt „den totalen Krieg“. Neue Anstrengungen in der Forschung und in der Kriegsproduktion sind ein Teil davon.

Im Januar 1943 erfährt Käüfl, dass der Hispano-Suiza-Windkanal, den er gerade verbessert hat, an die DVL übergeben werden soll. Einige Tage später schreibt er einen Brief an Ludwig Prandtl, den Dreh- und Angelpunkt des FoFü, in der Hoffnung, dass dieser noch etwas hiergegen unternehmen kann.³⁴¹ Und am 6. Februar teilt Betz Käüfl mit, was genau passiert ist. Rechlin (die große Erprobungsstelle der Luftwaffe, in der die Erprobungsflüge fast aller neuen Flugzeugkonstruktionen, einschließlich der V-1, stattfinden) hat Milch gegenüber festgelegt, dass der Hispano-Suiza-Windkanal an die DVL in Berlin verlegt und ausschließlich für die Triebwerksforschung genutzt werden soll.³⁴² Dabei geht es um Messungen am Argus-Rohr, dem Schubtriebwerk der V-1. Die AVA ist damit nicht einverstanden und hat sich mit Seewald, dem Ansprechpartner beim RLM in Berlin, in Verbindung gesetzt.

Betz befürchtet, dass man nicht mehr viel dagegen tun kann. Seewald wird auf jeden Fall nach Paris reisen, um sich vor Ort zu informieren.

Zu allem Überfluss schreibt Pleines, der technische Direktor von Fokker, auch noch einen Brief an Lorenz³⁴³ (Seewalds Kollege im RLM in Berlin), in dem er sich erneut darüber beschwert, dass im NLL Techniker unbeaufsichtigt herumlaufen, obwohl sie für alle Arbeiten bei Fokker dringend benötigt werden. Er war bisher nur einmal im NLL und kann sie daher nicht wirklich gut beurteilen, aber er fährt fort: *„Ich bin aber in jedem Falle grundsätzlich der Auffassung, dass aus den Holländern nur dann ein Maximum an Leistung herausgeholt werden kann, wenn sie, gleichgültig ob es sich um Forschung, Entwicklung oder Fertigung handelt, dauernd unter Aufsicht von reichsdeutschen oder politisch 100%ig zuverlässigen Holländern stehen.“* Diese Ansicht spiegelt die auf deutscher Seite verbreitete Ansicht wider, dass niederländische Unternehmen zunehmend weniger geneigt sind, mit Deutschland zusammenzuarbeiten.³⁴⁴

Seewald kommt zu Konsultationen nach Paris. Er ist der Meinung, dass der Übergang des Windkanals zur DVL nicht mehr aufzuhalten ist. Aber er sagt Käüfl auch, dass das NLL als *„rein-holländischer Betrieb“* der *„Sauckel-Aktion“* zum Opfer fallen wird. Gemeint sind die Maßnahmen der Besatzungsmächte zur Aufrechterhaltung der Kriegsproduktion in Deutschland durch Zwangsarbeit (Arbeitseinsatz; siehe auch Kapitel 5 und 11.2). Käüfl informiert Betz daraufhin in einem ausführlichen Schreiben vom 18. Februar 1943.³⁴⁵ Er schreibt, dass Seewald bei seinem Besuch in Paris Käüfl bat, mit dem NLL über eine Übernahme durch die AVA zu beraten: *„Im Auftrag von Herrn Prof. Seewald soll ich versuchen, das NLL in einen deutschen Betrieb zu überführen, um das dortige Personal in die AVA zu übernehmen. ... Zur Durchführung dieses Planes ist es erforderlich, dass sich in Amsterdam ein ständiger Vertreter der AVA befindet.“*

Eine solche Aktion löst eine Reihe von Problemen auf einen Schlag: Das NLL wird ein deutsches Unternehmen, das seine Mitarbeiter vom Arbeitseinsatz befreit, einige der entlassenen leitenden Angestellten des Hispano-Suiza-Windkanals können dann in Amsterdam übernommen werden (daran waren sie sehr interessiert) und Pleines wird der Wind aus den Segeln genommen. Schließlich wird es eine Aufsicht geben.

Käüfl bespricht dies dann mit der NLL-Führung, Blackstone und Koning. Wie der weitere Verlauf zeigt, wehren sie sich jedoch gegen eine mögliche Übernahme durch die AVA. Käüfl fährt daraufhin nach Göttingen und berät sich am 2. März mit Betz und Engelbrecht über den Plan zur Übernahme des NLL. Käüfl selbst sagte später aus,³⁴⁶ dass beide Männer damit einverstanden waren und dass Engelbrecht tatsächlich *„begeistert“* war. Ob bei diesem Gespräch auch die ablehnende Haltung des NLL zur Sprache kam, ist nicht klar. Gestärkt durch die Unterstützung von Betz und Engelbrecht schickte Käüfl noch am selben Tag einen Brief³⁴⁷ an Seewald, in dem er berichtete: *„Leider habe ich die Erfahrung machen müssen, dass die einzelnen holländischen Instanzen all unseren Vorschlägen grundsätzlich ablehnend gegenüberstehen.“* Käüfl betont in diesem Schreiben, dass die Zwangsübernahme des NLL durch die AVA dennoch durchgesetzt werden soll. Der Brief an Seewald ist in einer für

Käüfl ungewöhnlich scharfen Sprache verfasst. Seine Argumentation läuft darauf hinaus, dass die ursprüngliche Absicht, das NLL-Personal für Deutschland zu gewinnen, nicht gelungen ist, dass das Personal immer feindseliger wird und dass es daher unvermeidlich ist, das NLL unter die direkte Kontrolle der AVA zu stellen. Wenn das NLL dabei nicht kooperieren will, sollte der SD (der berüchtigte Sicherheitsdienst) eingeschaltet werden. *„Alle einschneidenden Maßnahmen, welche von der dortigen Sicherheitspolizei augenblicklich getroffen werden müssen, geben von der Erkenntnis aus, dass sich der Holländer immer noch und jetzt erst recht als unser Feind betrachten und als solcher behandelt werden muss.“* Seltsamerweise werden Betz und Engelbrecht nicht direkt informiert. Eine Kopie dieses Schreibens wird nur an Seiferth geschickt, der bei AVA für die gesamte Windkanalforschung zuständig ist.

Es kann davon ausgegangen werden, dass Betz dieses Schreiben bald darauf gesehen hat. Er wird auch aktiv. Am 26. und 27. März wird ein neues Treffen in Göttingen einberufen, bei dem Betz, Engelbrecht und Käüfl anwesend sind.³⁴⁸ Dann erklärt Betz, dass die AVA doch nicht an einer Übernahme des NLL interessiert ist. Der Hauptgrund für diese Entscheidung ist, dass die AVA kein Personal hat, das eine Übernahme durchführen könnte. Engelbrecht wird demnächst nach Amsterdam reisen, um die Personalsituation zu prüfen. Das entsprechende Besprechungsprotokoll enthält auch einige Punkte, die sich auf den Vertreter der AVA in Amsterdam, d.h. Käüfl, beziehen. Seine Aufgabe ist die inhaltliche und verwaltungstechnische Unterstützung bei deutschen Aufträgen. Dies ist nicht neu, aber der letzte hinzugefügte Punkt lautet: *„Darüber hinaus soll der Vertreter selbst Aufträge zur eigenen Bearbeitung erhalten, welche unter dem Namen der AVA und seinem Namen veröffentlicht werden können. Mit den hierzu erforderlichen Messungen soll das NLL beauftragt werden.“* Mit anderen Worten: Käüfl wird sein eigenes Stück Arbeit bekommen. Als Trostpflaster? Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich dabei um die in Kapitel 9.6 besprochene „Motorenuntersuchung“ oder „Gondeluntersuchung“.

Zwei Tage nach dem Treffen in Göttingen, am 29. März, schickte Betz selbst ein Schreiben an Pleines,³⁴⁹ in dem er erklärte, dass das NLL sehr wichtige und „kriegswichtige“ Arbeit leiste. Dies wurde dem NLL jedoch aus Gründen der Geheimhaltung nicht mitgeteilt.

Es scheint, dass Betz hier eingegriffen hat. Weil er erkannt hat, dass eine erzwungene Übernahme zu größeren Problemen führen würde? Weil er schockiert war über die sehr harten Worte, die Käüfl gegen das NLL gebrauchte, und meinte, dass er das seinem geschätzten Kollegen Koning nicht antun könne? Sollte dies auch eine mögliche Vereinbarung zwischen Betz und Koning (siehe Kapitel 6.1) über die Art der auszuführenden Arbeiten bestätigen, nämlich alle Arbeiten nach außen hin „kriegswichtig“ zu nennen?

Unabhängig davon wird der ursprüngliche Plan von Seewald und Käüfl nicht umgesetzt. Käüfl wird in der Sitzung Ende März zurückgepfiffen und nimmt dann eine sehr bescheidene Haltung ein, wie ein Schreiben beweist, dass er einige Tage später, am 1. April, an Betz schickt.³⁵⁰ Er weist erneut darauf hin, dass er vom RLM ernannt wurde und diesem gegenüber rechenschaftspflichtig ist. Er fühlt sich auch

innerhalb der AVA persönlich angegriffen, weil ihm vorgeworfen wird, nur in seinem eigenen Interesse zu handeln. Dem widerspricht er jedoch entschieden. Ihm ging es ausschließlich um einen besseren Einsatz des NLL. Er schließt mit dem Satz „... und freue mich wieder Gelegenheit zu wissenschaftlicher Arbeit zu finden.“

Tatsächlich kam Engelbrecht im April in die Niederlande. Es ist möglich, dass er zu diesem Zeitpunkt auch mit Koning gesprochen hat. Auf jeden Fall beriet er sich um den 15. April 1943 mit den deutschen Behörden, und zwar mit Stüler, der direkt Wimmer, dem Generalkommissar für Verwaltung und Justiz, unterstellt war. Stüler war als Leiter der Hauptabteilung Inneres auch an den Beratungen über die Vereinbarung zwischen dem RLM und dem NLL beteiligt (siehe Kapitel 6). Eine erhaltene handschriftliche Notiz³⁵¹ zeigt, wie Engelbrecht Stüler die Bedeutung des NLL für die AVA erklärt: „Am 2.3.43 habe ich in Göttingen Käüfl gesagt, wir wollen das NLL nicht beschlagnahmen.³⁵² Die Arbeit des NLL war immer tadellos! NLL hat zu 75 % (Gesamtetat 400.000 Gulden) Aufträge der AVA. NLL muss arbeitsfähig erhalten werden (keine NSB-Mitglieder!). Direktor Koning ist große Kapazität! Beschlagnahme würde das Laden platzen lassen. An der totalen Lauterkeit ist nicht zu zweifeln. Deutsche Aufträge erhalten nach wie vor den Vorrang (Besprechung zwischen Engelbrecht und Koning). Käüfl bisher in Paris sehr tatkräftig u. sehr selbständig, kommt jetzt wieder nach A'dam zurück. Will sich dort Generaldirektor-Posten verschaffen. Koning und Chaillard [sic] wollen mit Käüfl durchaus zusammenarbeiten. Die Treuhandgesellschaft hat bei Prüfung alles in Ordnung gefunden. Alles soll beim Alten bleiben! Auch keine Beschlagnahme! Käüfl wird Vertreter der AVA und sitzt in A'dam! (schon jetzt Angestellter der AVA). Keine ‚Übernahme in deutsche Regie‘ (mit Generaldirektor Käüfl). Die Direktion bleibt wie bisher. Kollegiales Zusammenarbeiten mit Käüfl. Koning und Chaillard werden alle Auskünfte an K. erteilen wie bisher.“. Diese Notiz, die offenbar während oder kurz nach diesem Gespräch angefertigt wurde, gibt einen besonderen Einblick in die Bemühungen von Engelbrecht und damit auch von Betz, die deutschen Behörden davon zu überzeugen, dass das NLL mehr oder weniger unabhängig weiterarbeiten sollte. Auch aus Sicht der AVA war ein erheblicher Druck erforderlich. In demselben Vermerk erklärte Stüler, dass es Beratungen mit Wimmer gegeben habe und dass Spitzen und Kan sowie Dr. Plutzar darüber informiert werden sollten, dass alles so bleiben würde, wie es war. Offensichtlich waren Spitzen als Generalsekretär des Ministeriums für Wasserwirtschaft (dem federführenden Ministerium) und Kan vom Ministerium des Inneren bereits über eine mögliche Übernahme informiert. Angesichts der Beziehungen und der Bedeutung des Falles ist das verständlich. Die Tatsache, dass auch Dr. F. Plutzar, „SS-Hauptsturmführer“ und Leiter der „Hauptabteilung Wissenschaft, Volksbildung und Kulturpflege“ des „Reichskommissariats“, beteiligt war, deutet jedoch darauf hin, dass die Interventionen von Seewald und Käüfl in nationalsozialistischen Verwaltungskreisen Fuß gefasst hatten.

Anschließend führte Engelbrecht in Begleitung von Käüfl, Stüper und Seiferth weitere Beratungen mit dem NLL-Vorstand und den Delegierten durch. Über die frühere Beratung mit Käüfl Ende Februar/Anfang März sowie über die Beratung im April heißt es im Jahresbericht 1943 sehr trocken und neutral: „Diese Gespräche betrafen die Zusammenarbeit zwischen dem NLL und der AVA. Obwohl – auch von anderer

Seite – abweichende Meinungen geäußert wurden, kam man schließlich zu dem Schluss, dass es nicht wünschenswert ist, den tatsächlichen Ablauf der Ereignisse zu ändern.“ Am Rande dieser Beratungen wurde wohl auch versucht, die Abschiebung von Spitz zu verhindern.³⁵³ Es besteht kein Zweifel daran, dass die Umsetzung von Käüfls Plänen erhebliche Folgen für das NLL gehabt hätte. Wichtig in dieser Angelegenheit ist auch, dass Betz' Position so stark war, dass er bereits getroffene Vereinbarungen mit dem RLM in der Person von Seewald und möglicherweise mit Stüler rückgängig machen konnte.

Die Position des NLL bleibt also unverändert, die Aufträge gehen über die AVA ein und werden so geplant und ausgeführt, als wäre die AVA einer der NLL-Kunden, wenn auch der bei weitem wichtigste. Käüfl reist bis zum zweiten Quartal 1943 zwischen Amsterdam und Paris hin und her. Nach der Auflösung der Außenstelle Paris ließ er sich in Amsterdam nieder.

Von Dezember 1942 bis Juli 1943 ist Käüfl persönlich an der Durchführung der Windkanalforschung an der Arado 233 beteiligt, die auch in Kapitel 9.5 behandelt wird. Es ist die einzige Messung, bei der in den Windkanaltagebüchern erwähnt wird, dass Käüfl selbst anwesend und an der Durchführung der Forschung beteiligt war. Die mit dem Modell gelieferten Motoren sind nicht stark genug, um die erforderliche Leistung zu erbringen, und Käüfl versucht vergeblich, eine Lösung zu finden. Ende Juni wird der Test ohne Messungen bei laufenden Motoren abgeschlossen.

Im August 1943 besuchte Käüfl mehrere Forschungslaboratorien in Belgien, darunter das des Verkehrsministeriums in „Espinette Centrale“. Es handelt sich um das „Laboratoire Aérotechnique de Belgique“ in der Nähe von Brüssel, wo viel später, 1956, das „Von Kármán-Institut für Strömungslehre“ gegründet wird. Dort fand er Teile eines Windkanals mit einem Messstreckenquerschnitt von zwei Metern, dessen Antriebseinheit noch einigermaßen intakt zu sein scheint. Der Luftgau Brüssel verfügt darüber, und es besteht Interesse aus Göttingen. Das belgische Ministerium ist nur bereit, Forschung zu betreiben, wenn sie „nicht-kriegswichtig“ ist. Andere Laboratorien wollen für die AVA auf der gleichen Grundlage wie die der Vereinbarung mit dem NLL arbeiten.

Am 13. September 1943 findet in Göttingen ein Treffen statt, bei dem u.a. Betz, Käüfl und Küchemann³⁵⁴ anwesend sind.³⁵⁵ Thema des Treffens ist die „Fortsetzung der Arbeit von Käüfl in Amsterdam“. Diese Arbeit wurde bereits in Kapitel 9.6 unter „Gondelforschung“ behandelt. Für diese Aufgaben werden wahrscheinlich Anlagen aus der bereits erwähnten „Espinette Centrale“ in der Nähe von Brüssel eingesetzt werden.

Am 14. September kündigt Baeumker, der sich zu diesem Zeitpunkt in Paris aufhält, seine Absicht an, Amsterdam zu besuchen und bittet Käüfl um seine Anwesenheit. Ende September kommt Baeumker nach Amsterdam.³⁵⁶ Am 20. September besichtigt er dann in Anwesenheit von Koning und Käüfl den Großen Kanal, in dem sich zu diesem Zeitpunkt der Bremsschraubenflügel dreht (siehe Kapitel 9.5). Was Baeumker zu diskutieren hat, ist nicht klar. Der Besuch selbst wird jedoch

im Jahresbericht 1943 erwähnt. Handelte es sich um einen Routinebesuch oder doch um eine Folge des Briefwechsels mit Pleines?

Der Reichskommissar
für die
besetzten niederländischen Gebiete

DEN HAAG, den 5. Juli 1944

Betriebs(Werks) Nr.: 611.004
S-Betriebs-Nr.: 3095

Bescheinigung

Der Reichskommissar für die besetzten niederländischen Gebiete erklärt hiermit den

Betrieb: Nationaal Luchtvaartlabor.
in: Amsterdam zum S-BETRIEB.

Die dieser Bescheinigung beigefügte Bekanntmachung ist sichtbar an der für Betriebsnachrichten üblichen Stelle auszuhängen.

I. Die Erklärung zum S-Betrieb bringt der Betriebsführung folgende Vorteile:

- a) Der gegenwärtige Arbeiterstand des Betriebes ist mit Ausnahme gewisser Sonderregelungen von anderweitigen Dienstverpflichtungen ausgenommen.
- b) Die Arbeitskräfte, die zur Erfüllung der dem Betriebe anvertrauten deutschen und holländischen Programme nachweisbar zusätzlich erforderlich sind, unterliegen ebenfalls dem unter a) genannten Schutz.
- c) Die Schutzgewährung zu a) und b) gibt dem Betrieb die Möglichkeit, ein kontinuierliches Anlernen von Fachkräften zur Leistungssteigerung innerhalb des Betriebes durchzuführen.

II. Die vorgenannten Vorteile sind jedoch von der Erfüllung folgender Verpflichtungen abhängig:

- a) Der Betrieb hat alles daranzusetzen, dass die ihm anvertrauten Programme fristgemäß und in qualitativ einwandfreier Ausführung durchgeführt werden.
- b) Minderleistungen oder Produktionsstörungen durch unwillige oder unfähige Mitarbeiter und Arbeitskräfte des Betriebes müssen unverzüglich mit allen Mitteln behoben werden. Nottfalls sind entsprechende Entlassungen mit Einverständnis der zuständigen Arbeitseinsatzdienststellen vorzunehmen.
- c) Die Betriebsführung ist für den rationellen Einsatz von Material, Rohstoffen und Arbeitskräften voll verantwortlich. Entbehrliche Arbeitskräfte sind aus eigener Initiative der Betriebsführung oder auf Verlangen hierzu ermächtigter Kommissionen oder Organe zu entlassen oder zur zeitweisen Beschäftigung in anderen Betrieben freizugeben.

Diese Erklärung zum S-Betrieb und die daraus folgenden Vorteile werden nur aufrecht erhalten, wenn der Betrieb die vorerwähnten Bedingungen in korrekter Weise erfüllt.

Die Betriebsführung hat somit alle Maßnahmen zu treffen, die den Betrieb zur Höchstleistung bringen.

Die Erfüllung der vorgenannten Verpflichtungen wird laufend von den zuständigen Dienststellen kontrolliert werden, die weitestgehend in der Durchführung ihrer Aufgaben von der Betriebsführung zu unterstützen sind.

Rüstungsinspektion Niederlande des Reichsministers für Rüstung u. Kriegsproduktion Der Rüstungsinspekteur L a m p r e c h t Vizeadmiral	Der Reichskommissar für die besetzten niederländischen Gebiete Rüstungs- und Beschaffungskommission Niederlande F i e b i g Vorsitzer
---	---

1047

In Käufe

Abb. 10.5 Am 6. Juli 1944 erhält das NLL die „Bescheinigung“ des „Reichskommissars für die besetzten niederländischen Gebiete“, in der das NLL als „S-Betrieb“ („Schutzbetrieb“) bezeichnet wird und damit von der Bereitstellung von Arbeitskräften im Rahmen des „Arbeitseinsatzes“ befreit ist.

Für die Durchführung aller AVA-Aufträge war es unerlässlich, dass das NLL-Personal vom Arbeitseinsatz ferngehalten wurde. Am 13. Mai 1943 berichtet Käüfl immer noch, dass alle Arbeiter zwischen 18 und 45 Jahren einberufen worden sind, dass es ihm aber noch gelungen ist, sie zurückzuhalten. Aber am 11. August schreibt er, dass 15 wegen des Arbeitseinsatzes nach Deutschland gehen werden.³⁵⁷ Sie sollen durch junge, unerfahrene Arbeitnehmer ersetzt werden. Erst viel später, im Jahr 1944, gelingt es Käüfl, dass das NLL zum S-Betrieb (Schutz- oder Sperrbetriebe) erklärt wird. Damit ist ein geschützter Betrieb gemeint, der aus dem Arbeitseinsatz herausgehalten werden kann.³⁵⁸ Am 5. Juli 1944 unterzeichnete der „Reichskommissar für die besetzten niederländischen Gebiete“ eine entsprechende offizielle Bescheinigung (Abb. 10.5). Damit waren alle NLL-Beschäftigten vom Arbeitseinsatz befreit.

In der Zwischenzeit standen die Chancen noch schlechter für Deutschland. Am 6. Juni 1944, dem D-Day, landen die Alliierten an der Küste der Normandie. Weniger als drei Monate später wird Paris befreit und damit auch die Außenstelle Paris der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen aufgelöst. Ende August wird dann auch Käüfl aufgefordert, das NLL zu verlassen. Im Windkanaltagebuch des Kleinen Kanals vom 29. August 1944 vermerkt der Leiter der Windkanäle, Drent:

„Abbau der Einrichtung Schwingungserreger, Verschiffung des Gerätes nach Deutschland (Ir. Käüfl); weitere Aufräumarbeiten. Kanal für andere Messungen in Ordnung bringen. Diese Messungen konnten jedoch aufgrund von Strommangel nicht durchgeführt werden.“ Der Große Kanal läuft noch bis zum 6. September mit Messungen für Fokker an einem Flügelprofil für ein Flugzeug für zukünftige Transatlantikflüge, „Entwurf-180“.

Am 4. September verlässt Käüfl das NLL und kehrt am 18. September für einen Tag zurück, um sich um weitere Geschäfte zu kümmern.³⁵⁹ Im Oktober erstellt er zusammen mit einem Verwalter der AVA Inventarlisten, die den Wert der mitgenommenen und zurückgelassenen Güter sowohl in Paris als auch in Amsterdam ausweisen.³⁶⁰ Im November tritt er dann in die Luftfahrtforschungsanstalt München (LFM) ein. Nach dem Krieg geht er zur FFA, der „Flygtekniska Försöksanstalten“ in Schweden.

Wie ist Käüfl im NLL in Erinnerung geblieben? Chaillet sagt in seiner Präsentation vor dem NLL-Vorstand bei der Besprechung des Vertragsentwurfs zwischen NLL und AVA im März 1941: „Der Kontakt mit Herrn Käüfl ist von angenehmer Natur“.³⁶¹ De Lathouder gibt in einem Interview vom 17. Januar 2003 unter anderem an „... , dass Käüfl Lebensmittel, Anthrazit und Benzin geliefert hat. Die zugesandten Arbeitseinsatzformulare wurden verbrannt.“³⁶² Van der Neut schreibt in seinen Erinnerungen an die Kriegszeit (niedergeschrieben 1983)³⁶³ „Die Einmischung des Beauftragten, ing. J. Käüfl beschränkte sich auf die Geschäftsführung und das auch nur während eines kleinen Teils der Zeit. In der Tat war Käüfl auch Beauftragter bei ONERA in Paris und er zog es vor, in Paris zu bleiben. Der Mann machte einen etwas langsamen, müden Eindruck. Ein deutlicherer Vertreter des Herrenvolks hätte uns viel mehr Schwierigkeiten bereitet.“ Im NLL-Jahresbericht 1944/1945 nach dem Krieg heißt es: „Es muss jedoch anerkannt werden, dass dieser

Mann in den Jahren, in denen er für die Pflege der Kontakte zwischen dem NLL und den deutschen Behörden zuständig war, sein Bestes getan hat, um das Laboratorium aufrechtzuerhalten und es so weit wie möglich vor ausländischen Eingriffen zu schützen.“ Van der Blik, ehemaliger Direktor des NLR, fügt dem Bericht über das oben zitierte Interview mit de Lathouder eine Bemerkung hinzu, die sich auf Marx bezieht. Letzterer war während des Krieges nach dem Weggang von Van der Maas Abteilungsleiter der Flugzeugabteilung geworden. Später wurde er Direktor des NLR, bevor er 1976 von Van der Blik abgelöst wurde. Van der Blik schreibt in Bezug auf die Feier zum 40. Jubiläum von Marx im Jahr 1974: „Prof. van Oosterom [1974 der Leiter der Flugzeugabteilung] schlug mir dann vor, Käufl einzuladen, weil er dachte, dass es Marx gefallen würde. Ich habe mich dagegen ausgesprochen. Hinterher habe ich das Marx erzählt, und er hat bei dem Gedanken halb geflucht, ... Van Oosterom hatte eine ganz andere Vorstellung von den Beziehungen, die damals bestanden.“ In derselben Fußnote schreibt Van der Blik auf der Grundlage von Gesprächen, die er mit Marx über Käufl geführt hat: „Ich glaube nicht, dass er [Käufl] ein echter Freund von Koning war [wie De Lathouder behauptete]. Das könnte man vielleicht von Prof. Albert Betz sagen, der damals Leiter der DVL [gemeint ist natürlich AVA] in Göttingen war. Ich vermute, dass Käufl obnein eine Art Vasall des Reichs-Ministeriums für Luftfahrt war und dass er (glücklicherweise) auf Anweisung von Betz arbeitete. Außerdem schien er die Art von Person zu sein, die nach Wegen suchte, alles geschickt zu überstehen.“ Die oben zitierte Charakterisierung von Käufl, die indirekt von Marx stammt, scheint das Bild von Käufl, wie es sich aus den Archivalien ergibt, recht gut zu unterstützen.

Ein Bericht über ein Interview mit Map Ockhuysen-Habermehl erschien in der Trouw-Beilage „De Verdieping“ vom 29. April 2013.^{364, 365} Im April 1943 wurde sie beim NLL als „Rechenmädchen“ eingestellt, um aerodynamische Berechnungen numerisch auszuarbeiten. In diesem Bericht heißt es: „Der deutsche Vervalter des Labors war kein schlechter Mensch ... Nach Feierabend ging er gerne mit ihr in die Stadt. Zunächst war sie nicht begeistert davon, aber später sah sie darin eine Chance. Mit ihrem deutschen Begleiter konnte sie gefahrlos Pakete mit der illegalen Zeitung ‚Trouw‘ ausliefern. Der Deutsche hat ihr sogar manchmal die Tasche gehalten.“

Diese Anekdote hat etwas von einer Metapher für das NLL als Ganzes.

11 Bis zum „Dolle Dinsdag“, 5. September 1944³⁶⁶

11.1 Der Krieg macht sich bemerkbar

Vielleicht gab es im ersten Kriegsjahr in den Niederlanden aus Notwendigkeit eine gewisse Akzeptanz für die „Neue Ordnung“, die Deutschland ganz Europa aufzwingen wollte. Obwohl die niederländische Verwaltung mit dem Kollegium der Generalsekretäre als oberstem Gremium für die Leitung der verschiedenen Ministerien intakt blieb, hatte letztlich das Reichskommissariat mit Seyss-Inquart an der Spitze das Sagen. Man muss einfach das Beste daraus machen. Außerdem gehen viele davon aus, dass die Besetzung nur von kurzer Dauer sein werde, was vielleicht ein Wunschdenken war. Durch das Vorgehen der Besatzungsmacht wird jedoch bald klar, dass die nationalsozialistische Ideologie tief in die niederländische Gesellschaft eindringt. Dies beginnt bereits Ende August 1940 mit Wimmers Brief, in dem er die ersten Maßnahmen gegen Juden ankündigt, gefolgt von der ersten Razzia im Februar 1941 und den anschließenden Deportationen.

Kapitel 6 beschreibt, wie der technische Zeichner Groen und der Ingenieur Spitz, die beide mehrere jüdische Großeltern hatten, auf Anordnung der deutschen Behörden entlassen werden.

Wie haben die Kollegen von Groen und Spitz reagiert? Van der Neut schreibt dazu nach dem Krieg: *„Kein einziger Mitarbeiter konnte den Mut aufbringen, sich mit ihnen*

zu solidarisieren, indem er sich weigerte, die Ariererklärung abzugeben. Ich auch nicht. Einer seiner Kollegen bot Spitz an, unterzutauchen, aber er lehnte ab. (Es sei daran erinnert, dass zu Beginn der Besatzungszeit die Flucht noch nicht in Mode war). Groen verließ das NLL unter Tränen ...“.

Wie ist es Ihnen ergangen? Mehr als 100.000 niederländische Juden werden deportiert, in fast allen Fällen über das Transitlager Westerbork in den östlichen Niederlanden. Ihr Schicksal während des Krieges ist unklar, nur dass man nach ihrer Abreise nichts mehr von ihnen hört. Die meisten Niederländer sehen das mit Empörung,³⁶⁷ ein kleiner Teil bietet den Untergetauchten Schutz.

Wie in Kapitel 6 beschrieben, wurde Groen mit Wirkung vom 1. März 1941 bei voller Bezahlung entlassen. Zusammen mit seiner Frau Esther Groen-van Cleef und der 11-jährigen Tochter Rosy Henriëtte wurde er am 20. Juli 1943 vom Lager Westerbork³⁶⁸ in den Osten deportiert und drei Tage später, am 23. Juli 1943, im Konzentrationslager Sobibor ermordet. Ein Foto von ihnen aus glücklicheren Zeiten ist auf der Website „Joodsmonument“ zu sehen (Abb. 11.1).^{369,370}



Abb. 11.1 Die Familie Groen in glücklichen Zeiten. Rechts Hartog Groen, in der Mitte seine Frau Esther Groen-van Cleef und ganz links ihre kleine Tochter Rosy Henriëtte, die am 23. Juli 1943 im Alter von 11 Jahren zusammen mit ihren Eltern in Sobibor ermordet wurde.

Durch die Intervention von Chaillet konnte Spitz bis Ende September 1941 im Dienst bleiben, um seinen Nachfolger einzuarbeiten, allerdings von zu Hause aus. Anschließend unterrichtete Spitz unter anderem an einem Lehrerseminar in Amsterdam und an einem „Lyzeum für Schüler jüdischen Blutes“ in Hilversum. Schließlich wird er im Lager Vught³⁷¹ im sogenannten Philips-Kommando (Spezialwerkstatt Gerätefabrik Nr. 677 Vught) eingesetzt. Chaillet setzt sich weiterhin dafür ein, dass Spitz nicht nach Deutschland

deportiert wird. So versucht er über den Generalsekretär des Ministeriums für Wasserverwaltung, Spitz auf Grundlage eines sehr lobenswerten NLL-Zertifikats auf der Frederiks-van Dam-Liste zu platzieren.³⁷² Dabei erhält er Hilfe von einem Mitarbeiter des Ministeriums oder Luftfahrtendienst (LD), der schreibt: „Der kaufmännische Direktor des NLL, Herr Chaillet, hat mir die Angelegenheit, die ansonsten klar ist, noch einmal erläutert und darauf hingewiesen, dass große Eile geboten ist, wenn es nicht zu spät sein soll.“ Am 8. April 1943 richteten die NLL-Direktoren ein Schreiben an den Kommandanten des Lagers in Vught, in dem sie darum baten, ihn so lange dort zu behalten, bis klar sei, was aus dem Antrag auf Aufnahme von Spitz in die Liste von Frederiks-van Dam³⁷³ werden würde. Doch am 21. April 1943 erhält Chaillet eine Nachricht³⁷⁴ von Frederiks (?), dass „da durch meine Vermittlung viel mehr Personen in

Barneveld untergebracht worden sind, als mir ursprünglich zugestanden wurde, derzeit keine Möglichkeit besteht, neue Personen für die Unterbringung zu benennen“. Laut einer Notiz auf dem Brief selbst wird diese Nachricht dem Pförtner am Hintereingang des Kolonialinstituts (jetzt Tropeninstitut) übergeben, wo sie von einem Mitarbeiter des NLL abgeholt wird. Das hindert Koning nicht daran, am 17. Mai 1943 ein Schreiben an die Behörden zu richten, um die Deportation von Spitz' Mutter nach Deutschland zu verhindern, die seitdem im Lager Westerbork interniert ist.³⁷⁵ Darin teilt er ihnen mit, dass ein Antrag auf Aufnahme von Spitz in die Frederiks-van-Dam-Liste anhängig ist, und fügt hinzu, dass „dieser Antrag von unmittelbarem Interesse für die Mutter von Herrn Spitz ist“. Vier Tage später, am 21. Mai 1943, wurde sie in Sobibor ermordet. Inzwischen finden auch Konsultationen mit Göttingen statt. Chailet berichtet in einem an Herrn J.B. Kan (p/a Ministerium des Inneren³⁷⁶) gerichteten Schreiben: „... dass meine Bemühungen bei den deutschen Herren aus Göttingen, die uns in diesen Tagen besuchten [möglicherweise handelt es sich um Engelbrecht bei einem Besuch in Amsterdam; siehe auch Kapitel 10], vergeblich waren. Man gab mir sogar zu verstehen, dass es sich für einen Deutschen nicht gehöre, eine Empfehlung zugunsten eines Juden auszusprechen, und wies darauf hin, dass es vor einigen Jahren einige auffällige Fälle gleicher Art bei Mitarbeitern der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen e.V. (AVA) gegeben habe, deren frühere Verdienste außer Zweifel standen.“³⁷⁷ Alle Bemühungen erwiesen sich als vergeblich.

Spitz starb Mitte Februar 1945 in Dachau an Typhus, so die Aussage eines zurückkehrenden Kameraden (Abb. 11.2).³⁷⁸



Abb. 11.2 Ein Stein in der Wand des Holocaust-Mahnmals in Amsterdam trägt den Namen von Alfred Spitz. Er starb im Februar 1945 in Dachau.

Die anderen Mitarbeiter, die auf jüdische Familienbeziehungen hingewiesen hatten, Hartog und Burgerhout, überlebten den Krieg. Dies gilt auch für Dubiez, der in der zweiten Instanz nur ein leeres Formular eingereicht hatte.

Dem wissenschaftlichen Ausschuss des NLL gehört Prof. Dresden an. Dresden, ebenfalls jüdischer Abstammung, war vor dem Krieg Direktor einer Turbinenfabrik in Utrecht und Professor für Pumpen in Delft. Bereits im November 1940 erhielt er ein Schreiben von Spitzen, dem Staatssekretär des Ministeriums für Wasserverwaltung, in dem dieser ihm mitteilte, dass er von seinen Aufgaben als Ausschussmitglied entbunden worden war. Am Rande der Kopie dieses Schreibens, die im Ministerium aufbewahrt wird, findet sich der Vermerk *„Ir. Blackstone informierte mich, dass die Kommissionsmitglieder es nicht für notwendig halten, die Stelle von Prof. Dresden neu zu besetzen“*.³⁷⁹ Sie wollen wahrscheinlich nicht riskieren, dass ein NSB-Mitglied seinen Platz einnimmt. Seine Stelle bleibt bis zum Ende des Krieges unbesetzt, danach kehrt er als stellvertretender Vorsitzender des Wissenschaftlichen Ausschusses zurück.³⁸⁰ Dresden weiß offenbar, dass er auf der Frederik-Van Dam-Liste für jüdische Niederländer „für besondere Verdienste“ steht. Bis Ende September 1943 wohnen er und seine Familie im Schloss „De Schaffelaar“, einem der drei „Judenheime“ in Barneveld. Die Familie wurde dann in das Lager Westerbork verlegt, wo sie bis zum Ende des Krieges als „Geschenk“ der deutschen Behörden an die niederländische Intelligenz bleiben durfte.³⁸¹ Philip Mechanicus erwähnt ihn in seinem „Tagebuch aus Westerbork“³⁸² im Zusammenhang mit einer Beschreibung der dortigen Schikanen: *„Ja, so behandelt man studierte und hervorragende Juden, Intellektuelle, die unter dem Schutz des Generalsekretärs Federiks stehen ...“*. Dresden hat den Krieg überlebt.³⁸³

Wie die Mitarbeiter des NLL den Krieg persönlich erlebt haben, ist aus den Archiven kaum zu erfahren. In der Tat scheint es, als ob der Krieg in ihnen fast gänzlich abwesend ist. In den Windkanaltagebüchern ist von „Luftalarm“ die Rede, um die Stunden zu erfassen, in denen keine Arbeit geleistet werden konnte. Das für die Herstellung von Windkanalmodellen erforderliche Material und die Ausrüstung für die Durchführung der Aufgaben sind oft nicht erhältlich, so dass eine so genannte „Dringlichkeitsbescheinigung“ erforderlich ist. Und häufig wird auf „die Bedingungen der Zeit“ verwiesen. Doch der Krieg hinterlässt kaum Spuren in der täglichen Schreibarbeit.

Im Jahr 1942 verschlechtert sich die Ernährungslage so sehr, dass eine Rationierung notwendig wird. Durch die Vermittlung von Spit, der im Namen von KLM im NLL-Vorstand sitzt, können NLL-Mitarbeiter Mahlzeiten von der Stiftung Zentrale Küche beziehen. An fünf Arbeitstagen in der Woche können sie eine warme Mahlzeit ohne Lebensmittelschein (Suppe oder Eintopf) zu einem Preis von 18 Cent oder, bei einem Einkommen von weniger als 2.000 Gulden pro Jahr, für 10 Cent erhalten.^{384,385}

Jeder hat mit kleinen Ärgernissen zu kämpfen. So wurden alle Fahrräder von den Besitzern konfisziert und Chaillet schreibt in einem Brief an Koning:³⁸⁶ *„Ich hatte demzufolge mein Fahrrad auf dem Polizeirevier eingeliefert und im Korridor abgestellt. Als ich dies melden wollte, war es bereits gestohlen. Es ist eine seltsame Zeit!“*

Im Jahr 1929 wurde anlässlich des zehnjährigen Bestehens des RSL (der Vorgänger des NLL) ein Foto des Personals gemacht (siehe Abb. 2.4). Ganz links neben

Direktor Wolff steht Van Ewijk, Leiter der Materialabteilung. Zu Beginn des Krieges erhält er über die AVA einen Auftrag zur Ermüdungsforschung von Dirksen, Leiter des Instituts für Festigkeit der LFA (Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring) in Braunschweig (siehe Kapitel 9.2 Auftrag [3018]). Doch am 13. Juli 1942 wurde Van Ewijk völlig unerwartet vom Sicherheitsdienst gefangen genommen und in der Groot-Semenarie in Haaren (Nordbrabant) interniert. Bereits einen Tag später gelingt es Chaillet, Blackstone und dem Ministerium für Wasserverwaltung zu melden, dass es sich um eine Geiselnahme handelt. Käüfl, der sich zu dieser Zeit in Paris aufhält, wird von Chaillet in einem ausführlichen Brief informiert, in dem er fragt, ob er etwas in dieser Angelegenheit unternehmen kann.³⁸⁷ Der genaue Grund für seine Geiselnahme wird nirgends erwähnt. Er gehört wahrscheinlich zu einer Gruppe von ursprünglich 800 Personen, die als „Anti-Widerstandsgeiseln“ oder „Präventivgeiseln“ bezeichnet werden, zumeist prominente Niederländer, die als Geiseln genommen wurden, um den Widerstand zu bremsen.³⁸⁸ Die Bedrohung ging weiter: Fünf von ihnen wurden im August 1942 als Vergeltung für einen Anschlag auf einen Wehrmachtzug hingerichtet. Ein außergewöhnliches Detail ist, dass Van Ewijk sehr bald nach seiner Internierung Kontakt mit dem NLL aufnahm mit der Bitte, ihm einen Teil seines Forschungsmaterials zu schicken, damit er die Arbeit an dem Auftrag für Dirksen aus Haaren fortsetzen könne. Koning schreibt dann an Chaillet „... , dass es möglich wäre, eine solche Untersuchung für Dirksen aus der Ferne effektiv zu leiten, erscheint mir jedoch als Wahnsinn“. Dennoch geschieht dies, und zwar auch in ganz technischen Details. In einem späteren Schreiben werden nicht weniger als 18 Punkte aufgeführt, die beachtet werden müssen!³⁸⁹ En passant berät er auch bei der Wahl des Materials für die Antriebsschaube des LST, die einige Zeit zuvor ausgefallen war (siehe Kapitel 7.3). Über Käüfl wird versucht, Van Ewijk zu besuchen. Dirksen ist ebenfalls besorgt über sein Schicksal. Er plant, ihn aufzusuchen und sich an Käüfl zu wenden, um seine Freilassung zu erreichen. Das NLL besucht seine Frau regelmäßig und leistet finanzielle Unterstützung. Ein kleiner Sohn von ihm (Van Ewijk hat vier Kinder) besucht das NLL. Er wurde wahrscheinlich im August 1942 entlassen. Es ist nicht auszuschließen, dass sich Van Ewijks Haltung gegenüber seinen deutschen Auftraggebern infolge dieser Ereignisse drastisch änderte, aber es gibt keine Gewissheit darüber. Auf jeden Fall beendete er seine deutschen Aufträge danach nicht ordnungsgemäß (siehe Kapitel 9.3 „LFA: Materialien“), ganz im Gegensatz zu seinem Eifer, während seiner Internierung weiter für Deutschland zu arbeiten.

Jeder kennt wohl jemanden, der direkt vom Krieg betroffen ist. NLL-Beschäftigte aus den Gebieten Haarlemmermeer, Amstelveen und Ouderkerk wurden zur Arbeit im Raum Schiphol herangezogen. Wenn möglich, unterstützt das NLL einen Antrag auf Freistellung. Es besteht eine unmittelbare Bedrohung durch den Arbeitsinsatz, über den später mehr zu erfahren ist. Die Untergrundpresse berichtet über die Lage an der Ostfront und in Nordafrika. Mit dem Fall von Stalingrad kehrt sich die Lage im Osten um. Die alliierten Truppen durchqueren Italien von Süden nach

Norden. Im Mai 1944 fällt Monte Cassino. Am 4. Juni wird Rom von den Alliierten befreit. Und am 6. Juni ist der D-Day, die Landung der Alliierten in der Normandie.

Im NLL werden diese Entwicklungen aufmerksam verfolgt. Nach Angaben von Van der Neut findet in einem Raum eines der Ingenieure täglich ein „Kriegsrat“ statt, bei dem nach jüngsten BBC-Berichten eine Karte des Einsatzgebiets aktualisiert wird.³⁹⁰ Van der Neut erwähnt auch, dass „*Spiele*“ miteinander gespielt werden, um „*bestimmten Leuten politisch die Hölle heiß zu machen*“. Man rief einen Kollegen unter dem Vorwand an, um Unterstützung für die „Winterhilfe“, eine von der NSB betriebene Hilfsorganisation, zu erbitten, oder um Wehrmachtssoldaten für einen Betriebsfestabend zu gewinnen. „*Im Zimmer des Pseudo-Staatssekretärs oder Wehrmachtsoffiziers hört eine große Gruppe amüsiert zu. Es handelt sich um unziemliche plumpe Spiele. Die Belustigung darüber ist fehl am Platze, denn es zeigt sich, dass die Schicht des politischen Widerstands sehr dünn sein kann.*“, sagte Van der Neut. Zeigt dies auch, dass nicht alle Menschen dezidiert antideutsch sind?

Im Jahr 1919 wurde der Reichsstudiendienst für die Luftfahrt RSL, der Vorläufer des NLL, gegründet. Ist das 25 Jahre später ein Grund zum Feiern? Im Protokoll der Vorstandssitzung vom März 1944 heißt es: „*Weder die Tatsache des 25-jährigen Jubiläums noch die Tatsache, dass sich einige Personen 25 Jahre lang für den Dienst eingesetzt haben, wurde offiziell gewürdigt. Dies wurde absichtlich nicht erwähnt, da die damaligen Umstände nicht für eine feierliche Gedenkfeier geeignet waren.*“ Der PV (Personalverein) hat jedoch beschlossen, sich darum zu kümmern. Das NLL verfügt über einen sehr aktiven Personalverein, in dem fast alle Mitarbeiter Mitglied sind (siehe Kapitel 7.1). Es gibt eine Theater-Gruppe, eine Leichtathletik-Gruppe und eine Film-Gruppe. Aber die Menschen wollen sicher nicht, dass das 25-jährige Jubiläum unbemerkt bliebe. Wenn auch nicht mit voller Hingabe, wie eine unterzeichnete Petition mit folgendem Text beweist:³⁹¹

Die Unterzeichner begrüßen die Feier des Jahrestages sehr, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1. *Die Feier ist ein Jubiläum des NLL und keine Veranstaltung des PV (was bedeutet, dass die Rolle des PV derjenigen des NLL-Managements untergeordnet ist).*
2. *Das Hauptthema der Feier wird das Gedenken sein, der Grundton ist ernst. Es wird über die Geschichte des NLL und die Bedeutung unserer Arbeit für die Zukunft der niederländischen Luftfahrt berichtet (bei dieser Gelegenheit soll ein Gegengewicht zum bestehenden Nihilismus gegenüber der Arbeit geschaffen werden). Die Figur des Dr. Wolff steht im Mittelpunkt. Es wird anerkannt, dass die Schatten der Besatzung, die Abwesenheit unserer jüdischen Kollegen und unserer Kollegen, die wegen ihres Arbeitseinsatzes deportiert wurden oder untergetaucht sind, auf diesen Jahrestag fallen.*
3. *Die Feierlichkeiten haben einen intimen Charakter (dies bedeutet, dass der Beauftragte gebeten wird, dies zu respektieren).*

Unterzeichnet von 21 Personen mit Van der Neut als Erstunterzeichner. Eine zweite Petition ist am Ende dieser Petition zu lesen:

Anfrage:

Bitte beachten Sie bei der Zusammenstellung des Programms, dass der 6. April in die Stille Woche des Kirchenjahres fällt.

Der letztgenannte Antrag wurde von 11 Personen unterzeichnet, wobei Van der Neut auch der Erstunterzeichner war.

Die Feier findet in der Halle des großen Windkanals (Kanal 3) statt. Eine Woche lang, vom 4. bis 8. April, werden die Messungen dort unterbrochen. Dies ist auch der einzige Zeitraum während des gesamten Krieges, in dem der Kanal nicht wegen eines technischen Problems oder eines Luftalarms geschlossen ist. Zu dieser Zeit finden übrigens auch Messungen an Windgeneratoren für die niederländische Industrie statt. Trotz der Petition wird der Jahrestag am 6. April, eine Woche vor Ostern, begangen. Blackstone und Koning halten Reden, Marx, Vorsitzender des PV, überreicht im Namen des Personalvereins eine von der Schreinerei angefertigte Bank, die in der Halle stehen wird.³⁹² Anschließend gibt es ein festliches Programm mit verschiedenen Theaterstücken, Musik, einem indischen Tanz und der Vorführung eines alten Films über den RSL.

11.2 Wachsender Widerstand

Der NLL-Vorstand hat offensichtlich Bedenken, dass deutsch gesinnte Personen in den Vorstand kommen. Die Situation beim Niederländischen Luftfahrtverband (K)NVvL, („Königliche“ darf auf Anordnung der Besatzungsmacht nicht mehr verwendet werden) mag hier als Beispiel dienen.³⁹³ Dort drängte sich der KLM-Pilot J.B. Scholte, Mitglied des NSB, als „Bevollmächtigter des Kommissars für nicht-kommerzielle Gesellschaften“ in den Vorstand der (K)NVvL. Er konnte dies aufgrund einer Verordnung des Reichskommissars Seyss-Inquart tun. Am 13. Juli 1942, einige Wochen nach Erhalt des Schreibens, in dem dies angekündigt wurde, trat der Vorstand der (K)NVvL zusammen. Auf dieser Sitzung treten die meisten der gewählten Mitglieder zurück, darunter Koning und Damme, der auch Vorsitzender ist (Damme sitzt auch im Namen des Ministeriums des Inneren im NLL-Vorstand). Blackstone und Van Ede van der Pals (beide auch Mitglieder des NLL-Vorstands, ersterer als Vorsitzender, letzterer im Namen des Luftfahrtdienstes) bitten darum, das Mandat aufgrund seiner Verbindung mit anderen Ämtern weiterführen zu dürfen. Einige Zeit zuvor hatte Koning im Zusammenhang mit einem Verbot der deutschen Behörden, die Bezeichnung „Club“ im Namen des „Clubs für wissenschaftliche Luftfahrttechnik“ (einer Mitte 1941 gegründeten Unterabteilung des (K)NVvL) zu verwenden, in einem Brief an Blackstone festgestellt, dass „... *Sie sind mit der von uns verfolgten Linie völlig einverstanden, ... dass wir nicht die Haltung des ‚Totstellens‘ einnehmen sollten, ohne dass dies unbedingt notwendig ist.*“

Der Verlauf der Ereignisse um den (K)NVVL ähnelt dem der Berufsvereinigung der Ingenieure. So erhält beispielsweise das Niederländische Institut für Ingenieure (Nederlandsch Instituut voor Ingenieurs (K)NIVI; auch hier sollte das „Königliche“ den Namen KIVI ablegen) einen neuen Vorsitzenden, E.A. van Genderen Stort, der von der Besatzungsmacht vorgeschlagen wurde. Achtzehn prominente Mitglieder kündigten daraufhin ihre Mitgliedschaft, woraufhin ein regelrechter Exodus der Mitglieder einsetzte.³⁹⁴

Es wurde bereits erwähnt, dass die Stelle von Prof. Dresden im Wissenschaftlichen Ausschuss nicht neu besetzt werden wird. Ein ähnlicher Ansatz wird für den NLL-Vorstand verfolgt. Im Protokoll seiner 13. Sitzung vom 19. Dezember 1945 heißt es: *„In den letzten anderthalb Jahren der Besetzung wurden keine weiteren Änderungen im Vorstand vorgeschlagen. Wenn Mitglieder in den Ruhestand treten wollten, wurden die betroffenen Dienststellen nicht informiert, um Einmischungen von unerwünschter Seite zu vermeiden ...“*³⁹⁵ Die durch das Ausscheiden des Vorstandsmitglieds Van Tijen (Direktor von Fokker) im Jahr 1941 frei gewordene Stelle wurde also nicht neu besetzt. Formal hatte Van Tijen im Namen des Verbandes niederländischer Flugzeughersteller im Vorstand gesessen, aber das Ende von Koolhoven bedeutete faktisch, dass diese Vereinigung aufhörte zu existieren, wie Van Tijen selbst argumentiert hatte.³⁹⁶ Unter anderen Umständen wäre es durchaus sinnvoll gewesen, dass Fokker im Vorstand vertreten ist. Aber man wollte offensichtlich nicht riskieren, dass der Deutsche Pleines, der dem NLL sicher nicht wohlgesonnen war, die Nachfolge Van Tijens antritt.

Ebenso erwähnenswert ist der Platz der Vertreter des Verteidigungsministeriums. Im Jahr 1939 waren Vizeadmiral A. Vos und Generalleutnant P.W. Best im Vorstand des NLL. 1940 wurde Vos durch Konteradmiral L.A.C.M. Doorman ersetzt, dem zwei Jahre jüngeren Bruder von Karel Doorman, der in der Schlacht in der Javasee fiel. Ihre Namen werden in den Jahresberichten des NLL genannt, allerdings ab 1941 ohne Angabe des Ministeriums, das sie vertreten (die Zugehörigkeit der Vorstandsmitglieder wird dann nicht mehr erwähnt). Best weigert sich, die „Ehrenerklärung“³⁹⁷ zu unterzeichnen, woraufhin er in Deutschland interniert wird. Sein Gesundheitszustand verschlechtert sich rapide, woraufhin er „unter Protest“ und auf Anraten des Arztes im Oktober 1941 doch noch die „Ehrenerklärung“ zur Rückkehr in die Niederlande unterzeichnet. Mit Wirkung vom 1. November desselben Jahres wird er ehrenvoll aus dem Militärdienst entlassen. Doorman geriet ebenfalls in Kriegsgefangenschaft und gelangte über das Lager Nürnberg-Langwassen nach Stanislaw (bei Lemberg). Als dieses Lager im Januar 1944 aufgelöst wurde, gelang es ihm, in Bukarest zu entkommen und offenbar England zu erreichen. Nach der Befreiung der südlichen Niederlande wird er Kommandant der Marine in Zeeland. Während dieser ganzen Zeit werden Best und Doorman in den Jahresberichten des NLL erwähnt, bis aus dem nach dem Krieg verfassten kombinierten Jahresbericht 1944-1945 hervorgeht, dass Ersatz gesucht wird. Im Protokoll der NLL-Vorstandssitzung vom März 1943 heißt es, dass Doorman, Verniers van der Loeff und Kramer, alle drei Offiziere, *„aus bekannten Gründen an der Teilnahme verhindert“* waren. Sie befanden sich also in Gefangenschaft.

NLL-Arbeitnehmer entgehen auch nicht der Verlegung nach Deutschland durch den Arbeitseinsatz.³⁹⁸ Die NLL-Leitung versuchte, Käüfl zu engagieren, um dies durch eine Ausnahmeregelung für einzelne Mitarbeiter (Bescheinigung nach Eintragung als Spezialkraft) zu verhindern. Im Jahresbericht 1943 wird jedoch erwähnt, dass am 3. Februar 1943 im Rahmen der „Sauckel-Aktion“ dennoch ein kleiner Teil der Belegschaft für den Einsatz in Deutschland bestimmt wurde. Und im August 1943 schreibt Käüfl an Betz, dass 15 Mitarbeiter durch den Arbeitseinsatz nach Deutschland gehen und durch neue, unerfahrene Arbeitskräfte ersetzt werden müssen.³⁹⁹ *„Ein schwerwiegender Rückschlag in der Arbeit einiger Dienststellen konnte daher nicht vermieden werden.“*⁴⁰⁰ Am 30. September schickt er Betz ein Schreiben mit den Namen der aus dem NLL ausgeschiedenen Mitarbeiter und die neu ernannten acht Mitarbeiter⁴⁰¹ werden in Interviews mit den ehemaligen Mitarbeitern Willegers⁴⁰² und Hoogendoorn,⁴⁰³ die lange nach dem Krieg geführt wurden, namentlich erwähnt. Das wären die Jahrgänge im Zeitraum 1922 bis 1924. Es ist daher nicht ganz klar, wie viele NLL-Mitarbeiter letztendlich in Deutschland eingesetzt wurden, vielleicht weniger als die von Käüfl erwähnten 15. Es ist auch gut möglich, dass eine Reihe von Mitarbeitern untergetaucht ist, wie Van der Neut anmerkte.

Schließlich wird das NLL, wahrscheinlich auf Betreiben von Käüfl, den Status eines S-Betriebes erhalten (siehe Abb. 10.5); danach wird es keine Beschäftigung mehr in Deutschland geben.

Die Arbeit für Deutschland und insbesondere AVA bietet einen gewissen Schutz. Wissenschaftler aus anderen Instituten haben sich das offenbar zunutze gemacht. Aber auch andere, die einen sicheren Hafen suchen. Im Bericht der NLL-Vorstandssitzung vom 30. März 1944 heißt es: *„Außerdem sind einige Personen aus zeitlichen Gründen vorübergehend dem Nationalen Luftfahrtlaboratorium zugeteilt.“*⁴⁰⁴ Dieser etwas kryptische Satz wird im zusammengefassten Jahresbericht 1944/1945 etwas besser erklärt, wenn man nicht mehr mit Mehl im Mund sprechen muss: *„Die Auffassung der betroffenen deutschen Behörden, dass das NLL beibehalten werden sollte, bot eine willkommene Gelegenheit, die Arbeiter vor dem ‚Arbeitseinsatz‘ zu schützen. Dieser Schutz erstreckte sich nicht nur auf die eigenen Mitarbeiter, sondern auch auf andere, die entweder in einer für sie mehr oder weniger geeigneten Position im Laboratorium beschäftigt waren oder nur formell in der Personalakte geführt wurden und daher eine ‚Bescheinigung‘ erhalten konnten. Die letztgenannte Gruppe bestand hauptsächlich aus wissenschaftlichen Mitarbeitern anderer Institute, die sich im Hinblick auf das deutsche Interesse in einer weniger günstigen Situation befanden.“*

Um Sauckels gewünschte Quote an Arbeitskräften für den Arbeitseinsatz zu erfüllen, wird Anfang 1943 beschlossen, alle Soldaten, die 1940 gekämpft haben, einzuberufen.⁴⁰⁵ Darüber hinaus werden einige der Studenten auch zu Einsätzen in Deutschland herangezogen. Letzteres führt zu einem Streik der Studenten, der vom „Rat der Neun“ organisiert wird, einem im März 1942 gegründeten Beratungsgremium der Studenten aller Universitäten. In Delft führt der wachsende Widerstand zu einer Razzia am 6. Februar 1943, bei der 215 Studenten verhaftet werden. Als Reaktion auf diese Proteste wird eine große Gruppe von Studenten in Vught interniert, und alle Studenten werden aufgefordert, eine so genannte „Loyali-

tätserklärung“ zu unterzeichnen: Die Studenten müssen ihre Loyalität gegenüber dem deutschen Regime erklären, wenn sie ihren Abschluss erhalten und nicht zum Arbeitseinsatz kommen wollen. Beide Maßnahmen der deutschen Besatzungsmacht führten zu einem breiten gesellschaftlichen Protest, der sich unter anderem in landesweiten Streiks im April und Mai 1943 äußerte, die wiederum Repressalien nach sich zogen.

In Delft rät der TH-Senat zur Unterzeichnung der so genannten Loyalitätserklärung, nachdem diese am 12. März 1943 veröffentlicht wurde. Aber Van der Maas, der im Mai 1940 zum Professor für Luftfahrttechnik ernannt wurde und immer noch Berater des NLL ist, riet den Studenten damals, einen Repetitor zu nehmen. Er selbst tauchte später mit seiner Familie unter und nutzte die Zeit des Untertauchens unter anderem dazu, ein Vorlesungsdiktat über „Flugmechanik“ mit dem Titel „In Duikvlucht“ („Im Sturzflug“) zu schreiben⁴⁰⁶. Auch in anderen Studentenstädten gibt es Widerstand. So wird beispielsweise der Amsterdamer Mathematikstudent Johan Jilles de Jongh aus unklaren Gründen im Lager Amersfoort interniert. Das NLL will den brillanten Mathematiker (er wird später Professor in Nijmegen) für die Flatterforschung einsetzen und lässt Käüfl im November 1943 ein entsprechendes Schreiben an den Sicherheitsdienst schicken.⁴⁰⁷

Verschärfte Maßnahmen für den Arbeitseinsatz verstärken den offenen Widerstand in den Niederlanden. Dazu trägt auch die sich verschlechternde Kriegssituation für Deutschland bei. In dem in Kapitel 10 zitierten Schreiben an Seewald vom RLM⁴⁰⁸ (als Antwort auf dessen Pläne, das NLL in die AVA einzugliedern) stellt Käüfl Überlegungen zur Situation in den Niederlanden an, die sich seiner Meinung nach in letzter Zeit stark verändert hat. So sieht er beispielsweise einen Zusammenhang mit der „... *militärischen Lage der letzten Zeit. Parallel dazu hat die Arbeitswilligkeit der Holländer im letzten Monat sehr stark nachgelassen, so dass man schon fast von passivem Widerstand sprechen kann.*“ Die „Sicherheitspolizei“ geht davon aus, dass „... *der Holländer immer noch und jetzt erst recht uns als Feind betrachtet und als solcher behandelt werden muss.*“ Die Verhaftung von Reserveoffizieren und Studenten unterstreicht dies. Und er fährt fort: „*Auf mein persönliches Ersuchen hin wurde von einer weiteren Verhaftung des NLL-Personals bisher abgesehen.*“ Käüfl erklärt dann, dass alle deutschfreundlichen Mitarbeiter nun (von der Geschäftsleitung) entlassen worden seien und dass die Mitarbeiterschaft „... *grundsätzlich reaktionär eingestellt ist*“. Er schlägt dann vor, das NLL zu übernehmen und dass diejenigen, die nicht kooperieren wollen, doch zur „... *Sauckel Aktion zur Verfügung ...*“ gestellt werden sollten. All dies hat er bereits mit dem örtlichen „Generalluftzeugmeister“ besprochen. Hat Käüfl hier mehr Druck gemacht, um seinen „Masterplan“, die Übernahme der Leitung des NLL durch die AVA, durchzusetzen? Wahrscheinlich ja, aber es ist ebenso plausibel, dass die Einstellung des NLL-Personals zunehmend antideutscher geworden ist, wie überall im Lande. Für die Beobachtung, dass das NLL in den ersten Kriegsjahren angeblich pro-deutsches Personal entlassen hat, gibt es keine Belege. Van der Neut schreibt: „*Unter den etwa 60 Mitarbeitern befanden sich keine NSB- oder deutschen Sympa-*

thisanten. In der Tat gab es nie Beweise für verräterische Aktivitäten. Allerdings waren Mitarbeiter in die Illegalität verwickelt.“ NLL-Mitarbeiter Frits Gramberg erinnert sich daran, dass es zwei NLL-Mitarbeiter mit NSB-Sympathien gab.⁴⁰⁹ Einer trat im März 1941 in die SS ein, um an der Ostfront zu kämpfen, der andere verließ das NLL im Mai 1942.

Der „Rat der Neun“ des studentischen Widerstands steht teilweise hinter einer Initiative für einen nationalen Zusammenschluss von Widerstandsgruppen. Zu diesem Zweck wandten sie sich an A. van Velzen, einen Geschäftsmann aus Den Haag mit indonesischem Hintergrund. Dieser wiederum wandte sich an L. Neher, den Direktor der Haager Telefongesellschaft, der 1943 entlassen wurde, weil er sich weigerte, mit dem Arbeitseinsatz zusammenzuarbeiten. Auch Chaillet, der in Den Haag lebt, wird sich dieser Gruppe anschließen. Neher und Chaillet kannten sich aus dem Rotary Club in Den Haag. Daraufhin gründeten sie das „Nationale Komitee des Widerstands“ (NC). Dieses Komitee tritt erstmals bei den oben erwähnten Streiks im April/Mai mit einem Pamphlet „An das niederländische Volk“ an die Öffentlichkeit: „... *Es wurde hart und sorgfältig gearbeitet, und aus verschiedenen Widerstandsaktionen entstand das Nationale Komitee des Widerstands ... Bilden Sie jetzt selbst unter Freunden und Kollegen einen kleinen Kreis von vertrauenswürdigen Personen, auf die Sie zählen können ... Das Nationalkomitee stellt sich die Aufgabe, bestehende Kräfte zu mobilisieren, neue Kräfte zu wecken und zu unterstützen, zusammenzuführen, zu einer nationalen Kraft zu vereinen*“.

Chaillet scheint also nicht nur der „Kaufmännische Direktor“ zu sein, der sich mit Käufl und Engelbrecht berät, der über deutsche Aufträge korrespondiert und der den NLL-Vorstand über das Wachstum des NLL aufgrund dieser deutschen Aufträge informiert. Möglicherweise engagiert er sich bereits Ende 1942 in dieser Widerstandsgruppe.⁴¹⁰ In verschiedenen Provinzen werden „Inspektoren“ ernannt, die bei der Sammlung und Weitergabe relevanter Informationen behilflich sind, z. B. darüber, wie bestimmte Kontrollen vereitelt werden können oder wie man dem Arbeitseinsatz am wirksamsten begegnen kann. Der Ausschuss ist hauptsächlich in offiziellen Kreisen tätig. Durch Kontakte in Regierungs- und Wirtschaftskreisen erhält der NC viele nützliche Informationen. So werden beispielsweise Anweisungen an Beamte und Unternehmensleiter durch schablonierte Dokumente erteilt. Chaillet spielt auch eine Rolle bei der Vorbereitung des Eisenbahnerstreiks, bis er dazu nicht mehr in der Lage ist. André Wilteng, ein weiteres NC-Mitglied, erinnert sich, dass „Tromp“ der Name des Widerstands von Chaillet war. Diesen Namen erhielt das Segelflugzeug Gö 4 nach Kriegsende, das nach der vom NLL durchgeführten Flatteruntersuchung (siehe Kapitel 9.4) in den Niederlanden zurückblieb. De Jong zufolge hat der NC nicht so sehr die bestehenden Widerstandsbewegungen überdacht, sondern vielmehr eine neue Organisation geschaffen.⁴¹¹ Chaillet gelang es, die privilegierte Stellung des NLL in vollem Umfang auszunutzen, wie das folgende Ereignis verdeutlicht. Chaillet, der in Den Haag lebte, musste umziehen, um Platz für den Bau des Atlantikwalls zu schaffen. Er möchte, dass sein Telefon mit ihm umzieht und lässt Käufl einen Brief an den Nationaler Telefondienst schreiben, um

einen Telefonanschluss in seinem neuen Haus zu bekommen „... im Hinblick auf die Kriegswichtigkeit des Rüstungsbetriebes NLL“.⁴¹²

Seine Widerstandsaktivitäten fanden ein jähes Ende, als Chaillot am 12. April 1944 verhaftet und im Gefängnis an der Weteringsschans in Amsterdam inhaftiert wurde.⁴¹³ Er selbst gibt als Grund für seine Verhaftung an: „*Verdacht der Unterstützung jüdischer Niederländer, später (ohne Entlassung) der Beteiligung an illegaler Arbeit (Nationalkomitee)*“.⁴¹⁴ Am 28. April 1944 schreibt Käufl einen Brief an Betz und informiert:⁴¹⁵ „... Herr Chaillot, vom Sicherheitsdienst verhaftet worden. Trotz meiner mehrmaligen Bemühungen ist es mir nicht gelungen mehr zu erfahren als dass es sich um einen Prozess wegen Feindbegünstigung handelt. Bei meinem gestrichen Besuch wurde mir mitgeteilt, dass die Verhandlung abgeschlossen sei, Herr Chaillot gestanden hätte und seine Überführung ins Konzentrationslager bevorstehe.“ Käufl konnte noch einen Besuch von Koning bei ihm organisieren. Koning bittet Käufl auch, Betz zu fragen, ob er etwas tun kann. Nicht nur Koning, sondern auch seine Sekretärin Bea Wenting (Abb. 11.3) darf ihn im Gefängnis besuchen. Nach Angaben ihrer Vertrauten⁴¹⁶ erhielt sie bei dieser Gelegenheit von



Abb. 11.3 Bea Wenting, die Chefsekretärin von Koning und Chaillot während des Krieges. Im August 1944 wurden sie und Boelen verhaftet und im Gefängnis in der Havenstraat inhaftiert, aber nach einer Woche wieder freigelassen.

Chaillot genaue Anweisungen, was mit dem im NLL vorhandenen belastenden Material geschehen sollte. Anschließend wurde Chaillot am 16. Mai 1944 nach Vught und nach der Auflösung dieses Lagers am 5. September nach Sachsenhausen (nördlich von Berlin) verlegt. Dort wurde er in den Heinkel-Flugzeugwerken (sic) eingesetzt.

Vier Monate nach der Verhaftung von Chaillot werden Adriaan Boelen und Bea Wenting am 12. August 1944 verhaftet. Boelen ist Leiter der Abteilung Aerodynamik an Konings Stelle, als er Direktor wurde. Sie werden in das Gefängnis in der Havenstraat in der Nähe des Labors gebracht. Dort stürzt Bea Wenting die Treppe hinunter und erleidet dabei bleibende Rückenschäden. Sie wird nach einer Woche entlassen, Boelen erst nach sechs Wochen. Es ist nicht bekannt, warum sie verhaftet wurden und ob ihre Verhaftung etwas mit den Widerstandsaktivitäten von Chaillot zu tun hatte.

Aus anderen Quellen geht hervor, dass Chaillot seine Position innerhalb des NLL nutzte, um den Widerstand zu unterstützen. In dem Buch „Things we couldn't say“ (Dinge, die wir nicht sagen konnten) der ehemaligen Widerständlerin Diet Eman schreibt sie über ihren Verlobten Hein Sietsma:⁴¹⁷

... Hein traf einen Mann namens Louis Chaillot. Schon damals, zu Beginn des Krieges, war es schwierig, jemandem zu vertrauen ... vertraute er Chaillot sehr schnell. Chaillot verschaffte ihm eine Stelle in Amsterdam im Nationalen Luftfabriklaboratorium, obwohl er wusste, dass Hein falsche Papiere hatte. Eines Tages sagte Hein zu mir: Diet, ich habe

jemanden kennengelernt, der entweder wirklich toll ist oder aber ein sehr gefährlicher Mensch. Wenn mir etwas zustoßt, möchte ich, dass du dafür sorgst, dass dieser Mann, Louis Chaillet, beseitigt wird ... Durch ihn bekam Hein eine Stelle in Amsterdam ... In Amsterdam gab es einen großen Vorrat an Benzin für Forschungsexperimente, und der Untergrund brauchte dringend Benzin für viele illegale Aktionen. Hein freundete sich im Laboratorium mit einem jungen Friesen namens Gosse van den Berg⁴¹⁸ an. Gosses Freundin Corrie arbeitete ebenfalls für jemanden tief im Untergrund, und gemeinsam stahlen die beiden eine Menge Benzin für den Widerstand ... Die Leute, die in dem Labor arbeiteten, hatten durch Louis Chaillet, der, wie wir später erfuhren, in der Résistance sehr weit oben stand, große Freiheiten.

Laut Personalunterlagen arbeitete Hein Sietsma vom 27. Januar bis zum 1. September 1941 beim NLL. Er war in der Résistance aktiv, wurde aber verhaftet. In einem seiner letzten Briefe vom 29. August 1944 an Diet schreibt er: „*Würdest Du bitte John Wassenaar [falscher Name für Louis Chaillet vom Luftfahrtlaboratorium in Amsterdam] für mich besuchen und ihm meine besten Grüße ausrichten.*“ Dazu wird es nicht kommen, denn Chaillet selbst ist zu diesem Zeitpunkt bereits verhaftet worden. Sietsma⁴¹⁹ wird nach dem Krieg als „*Gründer und erster Leiter der ‚Gruppe Hein‘*“ bezeichnet, „*die immer eng mit der L.O. zusammenarbeitete und später in ihr aufging. Ein Mann, der den Feind nicht aus Abenteuerlust, sondern aus Prinzip bekämpfte.*“⁴²⁰

Nach dem Krieg, als Chaillet aus dem Konzentrationslager zurückgekehrt war, teilte er dem Vorstandsvorsitzenden des NLL schriftlich mit, dass zwei Mitarbeiter des NLL während des Krieges ums Leben gekommen waren:⁴²¹ H. Sietsma im März 1945 in einem Konzentrationslager in Deutschland und J. Heijen, der zwischen dem 24. Juli 1941 und dem 1. Mai 1944 beim NLL beschäftigt war und am 8. März 1945 von den Besatzern hingerichtet wurde. Johann H. Heijen⁴²² war zu Beginn des Krieges Fliegerleutnant auf dem Militärflugplatz Soesterberg und trat im Juli 1941 in das NLL ein. Er war im Widerstand aktiv und Mitbegründer einer Widerstandsgruppe in Bussum. Im Mai 1944 verließ er das NLL. Anschließend war er an der Operation Pegasus II beteiligt, um den alliierten Soldaten nach der Schlacht von Arnheim bei der Flucht in befreite Gebiete zu helfen. Bei dieser Aktion wurde er gefangen genommen und im März 1945 von den Besatzern in Woeste Hoeve als Vergeltung für das Attentat auf den Obergruppenführer der niederländischen SS, Hanns Rauter, hingerichtet.

Mehr NLL-Mitarbeiter waren an den Widerstandsaktivitäten beteiligt. Am Ende von Kapitel 10 wird Map Ockhuysen-Habermehl erwähnt, das „*Rechenmädchen*“, das die illegale Zeitung „*Trouw*“ vertrieb. De Lathouder, Ingenieur in der Abteilung Aerodynamik, sagt viel später in einem Interview mit der Erbgut Stiftung des NLR:⁴²³ „*1944 wurden uns (wegen der Risiken für das Labor) einige Waffen vom Direktor geliefert. Diese waren unter den Pflanzkübeln auf unserem Dachgarten versteckt.*“ Frits Gramberg⁴²⁴ sagt in einem ähnlichen Interview, dass eine Reihe von Mitarbeitern (möglicherweise sechs Männer) an der „*Rolls Royce*“-Gruppe beteiligt waren, einer Gruppe, die sich hauptsächlich mit dem Sammeln von Informationen befasste.

Dazu beobachten sie vom NLL-Gebäude aus die Verkehrsbewegungen auf dem Sloterweg. Wie das berühmte Automobil gleichen Namens arbeiten auch sie im Stillen. Diese Gruppe wächst im letzten Kriegsjahr zu einer Widerstandsgruppe heran, die zur „Motorisierten Reserve“ der Abteilung „Zivile Stoßtruppen“ (Burgerstoottroepen) gehört. Schießübungen werden im Kellergang abgehalten.⁴²⁵ Diese „Widerstandsgruppe“ aus zumeist NLL-Mitarbeitern war im letzten Kriegsjahr als Teil der „Inneren Streitkräfte“ (Binnenlandse Strijdkrachten BS) aktiv. Im September 1944 ging die BS aus einem Zusammenschluss der bestehenden Widerstandsgruppen hervor. Im Jahresbericht des NLL für 1944/1945 heißt es:⁴²⁶ *„Es wurden verschiedene Arbeiten für illegale Organisationen durchgeführt, die hauptsächlich in der Wartung und Reparatur von Waffen bestanden. Zunächst fand dies in der NLL-Werkstatt außerhalb der Arbeitszeiten statt. Später, als der Transport auf der Straße zu riskant wurde, wurden sie in einer Fabrik in Haarlemmermeer durchgeführt, wofür einige Werkzeuge und ein Instrumentenbauer ausgeliehen wurden“*. Im selben Jahresbericht wird die Verhaftung der Mitarbeiter Hengeveld und Binkhorst erwähnt, die jedoch später wieder freigelassen wurden. Der Grund für ihre Verhaftung ist ebenfalls unbekannt.

Van der Neut schrieb nach dem Krieg, dass das Personal Chaillet verdächtige, in Widerstandsaktivitäten verwickelt zu sein, nachdem er 1944 nicht mehr im NLL auftrat. Daraus lässt sich nicht ableiten, dass Chaillet innerhalb des NLL eine zentrale Rolle bei den Widerstandsaktivitäten der NLL-Mitarbeiter spielte. Es scheint wahrscheinlicher, dass verschiedene Gruppen mit jeweils eigenen Kontakten mehr oder weniger getrennt voneinander operierten.

12 Das letzte Jahr: September 1944 bis Mai 1945

Ab Mitte 1944 verschlechtert sich die Kriegssituation für Deutschland rapide. Im Juli bestimmt Hitler („Führerbefehl“), dass Terroristen und Saboteure (Widerstandskämpfer) ohne Gerichtsverfahren hingerichtet werden dürfen. In den Monaten Juli, August und September werden etwa 450 Häftlinge aus dem Lager Vught, d.h. aus der Zeit, in der Chaillet dort ebenfalls inhaftiert war, erschossen (die so genannten Deppner-Exekutionen). Am 4. September erklärt Seyss-Inquart das Kriegsrecht („Ausnahmestand“): „... *jeder Widersetzlichkeit, jede Störung der Ordnung des öffentlichen Lebens, jede Beeinträchtigung des Arbeitslebens und jedes Verhalten, das die Versorgung gefährdet, wird mit dem Tode oder schweren Freiheitsstrafen geahndet.*“ Der folgende Tag, der 5. September 1944, wird als „Dolle Dinsdag“ (Verrückter Dienstag) in die Geschichte eingehen, als große Gruppen von NSB-Mitgliedern und deutschen Soldaten flohen, weil, wie später gezeigt wird, falsche Gerüchte über eine schnelle Einnahme der Niederlande durch die Alliierten kursierten. Auch Käufl wird abberufen und beendet damit den Kontakt zur AVA.

Über die Zeit danach bis zum Ende des Krieges ist in den Archiven wenig zu finden. Der Grund dafür ist, dass das Leben verstummt ist. Im Jahresbericht des Personalvereins für die Jahre 1944-1945 heißt es: „*Nach August 1944 wurde die Tätigkeit des Vereins aufgrund des Ausnahmestandes vollständig eingestellt.*“ Das NLL schreibt keinen Jahresbericht für 1944, sondern fasst die Jahre 1944 und 1945 nach dem

Krieg zusammen. Dieser Bericht gibt einen detaillierten Überblick über die Ereignisse in der letzten Phase von September 1944 bis zur Befreiung am 5. Mai 1945. Da kein anderes Stück die Ereignisse so genau beschreiben kann, wird der Text unten vollständig wiedergegeben.⁴²⁷

Die Wende in der allgemeinen Situation, die im September 1944 eintrat, führte zu großen Veränderungen in der Arbeitsweise des Laboratoriums.

Ende August wurde der ‚Beauftragte‘, Herr Käußl, nach Göttingen zurückgerufen. Er reiste am 4. September ab, kehrte aber am 18. September für einen einzigen Tag zurück, um sich um einige Angelegenheiten zu kümmern. Im Auftrag des Reichsluftfahrtministeriums nahm er einige Geräte mit, die im Auftrag der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen (AVA) teils vom NLL, teils von der Industrie hergestellt worden waren. Diese Abreise wurde mit Freude begrüßt, da sie ein Symptom für die veränderte Situation war. Es muss jedoch eingeräumt werden, dass dieser Mann in den Jahren, in denen er für die Pflege der Kontakte zwischen dem NLL und den deutschen Behörden zuständig war, sein Bestes tat, um das Laboratorium zu erhalten und es so weit wie möglich vor ausländischen Eingriffen zu schützen.

Am 5. September teilte das städtische Elektrizitätswerk mit, dass die Stromversorgung des NLL und vieler anderer Unternehmen in Kürze eingestellt werden würde. Auf Anordnung der Rüstungsinspektion Niederlande wurde diese Maßnahme sofort wieder aufgehoben und ein Stromverbrauch von 50 Prozent des Normalwerts zugelassen. Im öffentlichen Interesse wurde jedoch beschlossen, diesen Goodwill nicht zu nutzen, und es wurde beschlossen, die Windkanäle als überwiegend größte Stromverbraucher einzustellen und den Stromverbrauch auf das notwendige Minimum zu beschränken. Obwohl die Stromversorgung für andere Nutzer am 9. Oktober unterbrochen wurde, blieb die Stromversorgung des Laboratoriums bis zum 19. Oktober erhalten. Dies führte dazu, dass alle elektrisch betriebenen Geräte, soweit sie noch in Gebrauch waren, abgeschaltet wurden, und auch die Möglichkeit einer normalen Beleuchtung und Zentralheizung entfiel.

Da absehbar war, dass der Betrieb nicht in gewohnter Weise weitergeführt werden konnte und die Gefahr von Kriegs- und Plünderungsschäden zunahm, wurde beschlossen, den Teil des Inventars zu sichern, der verwertbar war und nicht für den unmittelbaren Gebrauch benötigt wurde. Dies wurde am 8. September eingeleitet. Es wurden Werkzeuge und Geräte aus den Werkstätten, Geräte und Instrumente aus den anderen Abteilungen sowie Akten, Berichte und Forschungsergebnisse gelagert. Große Gegenstände wurden in den Schuppen der Gärtnereien in der Umgebung gelagert, Werkzeuge und einige Instrumente in den Wohnungen der Mitarbeiter, der Rest in einem Teil des Kellergeschosses des Laboratoriums, das zugemauert und aus den vorhandenen Plänen des Gebäudes entfernt wurde. Später, als es im Untergeschoss aufgrund eines ungewöhnlich hohen Grundwasserspiegels zu Wasserproblemen kam, wurde der Inhalt der Bibliothek in die Röhre des großen Windkanals verlegt. Dass solche Sicherheitsmaßnahmen nicht ganz unbegründet waren, zeigte sich am 28. November beim Besuch eines Offiziers eines ‚Feldwirtschaftskommandos‘.

Seine Aufgabe war es, zu prüfen, was noch ‚gesichert‘ werden konnte. Als er zu der Überzeugung gelangte (ohne einen Blick in das Laboratorium zu werfen), dass er sich geirrt hatte, d.h. dass er in einer normal arbeitenden Anlage statt in einer stillgelegten gelandet war, ging er ohne weiteres Interesse weg.

Die Anwesenheit des Personals wurde stark beeinträchtigt, zunächst durch Verkehrsprobleme, später auch durch drohende Razzien und Schwierigkeiten bei der Lebensmittelversorgung und anderen haushaltstechnischen Gebieten. Die ersten Verkehrsschwierigkeiten betrafen natürlich die Pendler, später nahmen auch die Schwierigkeiten der Stadtbewohner aufgrund von Streiks im Straßenbahnverkehr, der Beschlagnehmung von Fahrrädern und der Abnutzung von Fahrrädern und Reifen überhand. In Anbetracht dieser Umstände wurde viel Zusatzurlaub gewährt oder eine Abweichung von der Arbeitszeit oder Heimarbeit zugelassen. Darüber hinaus wurden viele unzulässige oder nicht nachweisbare Abwesenheiten zunächst geduldet. Gegen Ende des Jahres 1944 nahmen diese jedoch so stark zu, dass strengere Maßnahmen ergriffen werden mussten. Die Möglichkeit, realen Schwierigkeiten in ähnlicher Weise wie bisher zu begegnen, wurde offengehalten und auch häufig genutzt. Darüber hinaus wurde jedoch eine Regelung eingeführt, wonach bei unentschuldigtem Fernbleiben von der Arbeit ein Bußgeld verhängt wird. Damit wurde das Problem zwar nicht völlig verdrängt, aber vielen Missbräuchen wurde ein Ende gesetzt.

Die Arbeit des Laboratoriums litt natürlich sehr unter den bereits erwähnten und weiteren Schwierigkeiten. Die experimentelle Forschung war aufgrund des Mangels an elektrischer Energie völlig unmöglich geworden; die theoretische Arbeit, die Ausarbeitung der zuvor gewonnenen Ergebnisse, wurde jedoch in begrenztem Umfang fortgesetzt. Auch die Werkstätten, die nun vollständig auf Handarbeit angewiesen waren, waren sehr unproduktiv. Ein großer Teil der Arbeit bestand in der Herstellung von Notkochern, Karbidlampen und anderen Haushaltsgegenständen für das Personal. Darüber hinaus musste eine Menge Arbeit geleistet werden, die mit den Vorkehrungen im Laboratorium für den Notfall verbunden war.

Angesichts dieser Schwierigkeiten stellte sich die Frage, ob es nicht besser wäre, das Laboratorium vorübergehend zu schließen. Es gab jedoch zahlreiche Gründe für die Entscheidung, diese Maßnahme nicht durchzuführen. Die wichtigsten dieser Gründe sind: besserer Schutz des Personals vor Maßnahmen der Besatzungsmacht, Schutz des Laboratoriums vor Plünderungen, Möglichkeit zur Arbeit zur Linderung der Bedürfnisse des Personals, z. B. im Bereich der Lebensmittelversorgung, Vorbereitung auf kommende Ereignisse, Stärkung der Arbeitsmoral und schließlich der Wille zum Weitermachen. Es kann mit Genugtuung festgestellt werden, dass die Idee, die Arbeit unter diesen schwierigen Umständen fortzusetzen, bei einem großen Teil des Personals auf Zustimmung stieß und dass sie selbst mit Begeisterung mitarbeiteten.

In Anbetracht der zunehmenden Engpässe, denen sich das Personal bei Transport, Beleuchtung, Verpflegung und anderen Hausarbeiten gegenüber sah, wurde die Arbeitszeit schrittweise reduziert, bis sie im Dezember die Mindestarbeitszeit von 27 Stunden pro Woche erreichte. Mit der Verlängerung der Tage wurde sie wieder leicht erhöht.

Um außerhalb der Arbeitszeiten einige Personen zur Verfügung zu haben, die im Notfall handeln oder in der Nähe wohnendes Personal alarmieren könnten, wurde eine Wache eingerichtet. Außer dem Wächter bestand sie aus vier Männern, die von Freiwilligen ernannt wurden. Das Feuerwehrtteam und das Erste-Hilfe-Team, die Teil der zuvor gegründeten NLL-Luftschutzgruppe waren, wurden regelmäßig und intensiv geschult. Es wurde Kontakt mit dem Amsterdamer Luftschutzdienst gehalten, mit dem eine Vereinbarung über die Unterstützung im Falle von Luftangriffen in der Nähe des Laboratoriums getroffen wurde.

Da die Zentralheizung nicht funktionierte, musste das Personal in einer begrenzten Anzahl von Räumen untergebracht werden. So wurde das Kalibrierungslabor der Luftfahrzeugabteilung geräumt und in einen Arbeitsraum für alle Mitarbeiter umgewandelt. Dieser Raum und die Werkstätten konnten mit Öfen beheizt werden.

Das Personal zeigte nicht nur tagsüber Interesse an dem Laboratorium. Oft übernachteten dort auch viele, denen der Heimweg zu beschwerlich war oder die glaubten, hier eine sicherere Unterkunft zu finden. Einmal, als die Stimmung in der Stadt sehr angespannt war, wurden über 40 Gäste gezählt, darunter einige vertrauenswürdige Eingeladene!

Am 9. September endete die Zusatzverpflegung des Personals, da die Stiftung Zentrale Betriebsküche ihre Tätigkeit einstellen musste. Als klar wurde, dass die kommende Zeit ein Hungerwinter werden würde, beschloss man, gemeinsam zu versuchen, Lebensmittel zu beschaffen. Ein aus dem Personal gebildeter Ausschuss für die Lebensmittelversorgung wurde mit dieser Aufgabe betraut, während weiteres Personal für die Suche, den Einkauf, den Transport und die Verteilung der Lebensmittel zur Verfügung gestellt wurde.

Die ‚Lebensmittelexpeditionen‘ arbeiteten hauptsächlich im Haarlemmermeer und im nördlichen Teil von Nordholland und drangen gelegentlich bis nach Friesland vor. Sie brachten die notwendigsten Lebensmittel (Kartoffeln, Weizen, Hülsenfrüchte, Wintergemüse und Zuckerrüben), die zu nicht allzu schwarzen Preisen erhältlich waren. Bei manchen Gelegenheiten konnte ein kleines Extra angeboten werden. Wenige Tage vor Weihnachten kam zum Beispiel ein Wagen mit zwei geschlachteten und ordentlich zerlegten Schafen an, während eine befreundete Fabrik in Friesland eine Ladung Butter, Käse und Kunsthonig schickte. Der Transport erfolgte in der Regel mit einem gemieteten LKW und wurde dann mit ‚deutschen‘ Papieren abgedeckt, die zwar nicht ganz echt waren, aber immer einen ausreichenden Schutz boten. Die eingehenden Lieferungen wurden je nach Bedarf und zum Selbstkostenpreis an die Mitarbeiter verteilt. Insgesamt wurden 40 Tonnen Lebensmittel zu einem Preis von 22.000 Gulden verkauft.

Hilfe wurde auch auf andere Weise geleistet. Solange elektrischer Strom zum Aufladen zur Verfügung stand, wurden in Notfällen Batterien mit dazugehörigen Lampen ausgeliehen.

Der Teil des Kohlevorrats, der für die begrenzte Beheizung des Labors nicht benötigt wurde, wurde an das Personal verteilt.

Der Kontakt zur Außenwelt war offensichtlich sehr begrenzt. Zweimal gelang es dem wissenschaftlichen Direktor, dem Vorsitzenden des Vorstands einen kurzen Besuch abzustatten; außerdem führte er einige Gespräche mit Herrn Veenendaal. Die Zahl der Besuche im Laboratorium war äußerst gering. Am bemerkenswertesten ist der Bericht eines aus der Gefangenschaft entkommenen amerikanischen Fliegers, der am 2. Mai 1945 in Begleitung von Herrn De Winter das NLL besuchte und von dort aus den Abwurf von Lebensmitteln in Schiphol durch seine Kollegen beobachtete.

Die Kontakte zu den Untergrundorganisationen wurden fortgesetzt, einschließlich der Überlegungen, das Laboratorium in einen Verteidigungszustand zu versetzen, was jedoch aus taktischen Gründen aufgegeben wurde. Aus der Belegschaft bildete sich eine Widerstandsgruppe (KP-Gruppe⁴²⁸), die an freien Tagen im Gebäude trainierte und den Kellergang als Schießstand nutzte.

Im September wurde beim NLL ein Beobachtungsposten eingerichtet, der Daten über den militärischen Verkehr auf dem Sloternweg sammeln sollte. Dieser Posten war mit NLL-Personal besetzt.

Auch die deutsche Polizei war in dieser Zeit nicht untätig. Die Herren Hengeveld und Binkhorst wurden verhaftet; die Bearbeitung ihrer Fälle verlief jedoch so langsam, dass sie nach der Kapitulation der deutschen Truppen freigelassen werden konnten.



Abb. 12.1 Im „Hungerwinter“ 1944-1945 gab es weder Nahrung noch Heizung. Das spärliche Essen wurde auf speziellen Notkochern zubereitet, die mit sehr wenig Holz oder Kohle für etwas Wärme sorgten. Solche Öfen wurden in den Werkstätten des NLL hergestellt (Standbild aus einem NLL-Film).

Der Winter 1944/1945 ist sehr streng. Wegen des Bahnstreiks und der Gefahr von Bombenangriffen ist der Transport von Treibstoff und Lebensmitteln nicht möglich. Es kommt zu einer schweren Verknappung. Schätzungen zufolge sind während des „Hungerwinters“ in den Niederlanden mindestens 20.000 Menschen gestorben.⁴²⁹ Im Westen des Landes und vor allem in Amsterdam ist die Lage sehr schlecht. Die Menschen versuchen auf jede erdenkliche Art und

Weise, sich warm zu halten, indem sie alles lose und feste Holz, das sich finden lässt, aufschüren. In der Werkstatt des NLL werden in Handarbeit Notkocher hergestellt, die etwas Wärme liefern und auf denen, wenn überhaupt, Lebensmittel zubereitet werden können (Abb. 12.1). Die Holzpfähle, die das NLL-Gelände abgrenzen, verschwinden in den Notkochern. Nicht nur die Stangen, sondern auch der Boden, auf

dem sie stehen, wird geschürt. Der Boden vor Ort besteht aus Torf, der nach dem Trocknen verbrannt werden kann⁴³⁰ (Abb. 12.2). Zuvor hatten die Mitarbeiter hinter dem NLL-Gebäude einen Gemüsegarten angelegt, um die Lebensmittelversorgung etwas zu ergänzen. Doch im Winter bringt das keine Erleichterung mehr. Die Menschen müssen jetzt ihre Lebensmittel vor allem aus dem östlichen Teil der Niederlande selbst besorgen.

Noch während des Krieges, am 21. März 1945, schreibt Van der Neut einen persönlichen Brief an seinen ehemaligen Kollegen Van der Maas in Delft.⁴³¹ Es ist ein Brief, der die Situation von Anfang 1945 sehr ergreifend schildert. Nach einem Bericht über den Zustand seiner Familie schreibt er:

Unsere Lebensmittelsituation hat sich in letzter Zeit verbessert; sie ist im Vergleich zu den meisten Menschen durchaus günstig. Trotzdem beträgt mein Nettogewicht nur 55 kg; das liegt aber sicher nicht nur am Nahrungsmangel, denn darunter leide ich kaum, sondern ist sicher größtenteils psychisch bedingt. Der Kampf, meine Familie so gut wie möglich durch diese Zeit zu bringen, verlangt uns viel ab. Das NLL hat sich im Dezember um die Lebensmittelversorgung gekümmert. Koning unternimmt nichts dagegen, nicht einmal für



Abb. 12.2 Das NLL steht auf Torfboden. Da Torf verbrannt werden kann, wenn er ausreichend getrocknet ist, wurde er während des Hungerwinters abgebaut. Gleichzeitig verschwanden die Holzpfosten des Zauns um das NLL in verschiedenen Öfen. Rechts ein Teil des Hauptgebäudes, das sich am noch ländlichen Sloterweg befindet

seine eigene Familie. Das Personal ist hier tatkräftig. Die Aktion bringt viel. Auf meiner wöchentlichen Radtour nehme ich durchschnittlich 30 kg Lebensmittel mit: hauptsächlich Wintergemüse, aber auch Kartoffeln, Getreide, Hülsenfrüchte und sogar einmal Butter und Käse. Dadurch ist die Versorgung des Personals relativ leichter geworden. Das NLL ist durchgehend geöffnet; freitags und samstags haben wir geschlossen, damit alle im Haushalt und bei der Lebensmittelsuche helfen können. Wir wohnen alle zusammen im Kalibrierungslaboratorium, also ein Trubel, in dem nicht viel von Arbeit kommt. Jetzt, bei dem sonnigen Wetter, gehen viele in ihre Zimmer.

So schlecht die Lage auch ist, und wieviel Zeit und Mühe die Ernährungssituation auch erfordert, so sehr ist man auch auf die Zukunft des NLL nach dem Krieg konzentriert. Seine Sorge gilt unter anderem Koning:

Er tut so, als würden nach dem Krieg die gebratenen Flugzeuge einfach in unsere Mäuler fliegen [...] und bereitet nichts vor. Das Schlimmste ist, dass er sich keine Gedanken darüber gemacht hat, dass in dieser Situation so wenig vorbereitet werden kann. Ich habe mit ihm darüber gesprochen, aber seine Gelassenheit scheint mir beunruhigend. Ich selbst sehe auch keine Lösung, aber wir als Abteilungsleiter haben uns jetzt darauf geeinigt, dass wir uns Gedanken darüber machen, was nach der Befreiung zu tun ist, und wenn wir das getan haben, werden wir mit K. darüber sprechen. K. ist sehr zufrieden mit sich, wenn er nachts von 8 bis 12 oder 1 Uhr gearbeitet hat und sich dann mit einem Bericht beschäftigt, der ihn interessiert. Einen großen Teil des Tages verbringt er damit, seinen eigenen Brei mit kleinen, nachdenklichen Stuppsern umzurühren.

In den folgenden Zeilen beschreibt er, wie man der Erschöpfung nahe ist:

In letzter Zeit beunruhigt mich der Gedanke, dass unser Volk nach der Befreiung körperlich und geistig zu ausgezehrt sein wird, um die gewaltige Aufgabe des Wiederaufbaus zu bewältigen. Wegen der Unterernährung und wegen der Frontverkürzung [?] ist die Luft raus. Wir sind an einem Punkt angelangt, an dem wir uns selbst als das Volk betrachten, das vom Rest der Welt unterstützt werden muss: eine umfassende Aktion des Roten Kreuzes. Ich selbst empfinde das auch so. Die elementare Brotfrage verbraucht praktisch alle Energie, und das weitgehend zu Recht, denn unsere Volksgesundheit ist eine wichtige und notwendige Grundlage für den Wiederaufbau. Aber der Geist schmachtet.

Ist dies auch eine Erklärung für Konings Verhalten? Nach der Verhaftung von Chaillot lag die Verantwortung für das NLL unter diesen schwierigen Umständen fast ausschließlich auf seinen Schultern. Koning, der Wissenschaftler, muss sich damit schwergetan haben. Die geistige und körperliche Erschöpfung wird ihm dies nur noch schwerer gemacht haben.

Dieser Brief und Van der Neuts spätere Erinnerungen passen gut zu dem oben zitierten Jahresbericht.⁴³² Außer in Nordholland werden auch Lebensmittelexpeditionen in das Gebiet jenseits der IJssel und bis nach Friesland durchgeführt. Für diese „Hungertouren“ wird ein kleiner Lastwagen gemietet, „... dessen Brandstoff aus feinem Anthrazit (Nüsschen) durch einen Gasgenerator produziertes Gas verwendet. Die Miete

nurde in Form von feinem Anthrazit bezahlt. Das NLL hatte einen anständigen Vorrat davon für die Zentralheizung bestimmt und aus weniger schlechten Zeiten gebortet. Der Vorrat war zu klein, um die Heizung damit zu betreiben. Die Nahrungsexpeditionen waren im Allgemeinen erfolgreich. Vor allem bei der Überquerung der IJssel bestand die Gefahr, dass die Wehrmacht die Ladung beschlagnahmte. Um dagegen gewissermaßen gewappnet zu sein, führte der Begleiter eine Erklärung mit dem gefälschten Stempel des Befehlshabers der Wehrmacht in den Niederlanden mit sich.“ Der von Van der Neut gefälschte Stempel stammte aus einer Genehmigung der Wehrmacht zur Kennzeichnung von Teilen, die aus einem Transportflugzeug Ju 52 stammten, das auf einem Rangierbahnhof gelandet war.

Auch nach dem Ausscheiden von Käüfl wurde der Status als S-Betrieb weiterhin dankbar genutzt. In den Archiven finden sich Kopien von „Genehmigungen“ für Reisen innerhalb der Niederlande oder „Genehmigungen“ für den Kauf von Lebensmitteln. Einige Mitarbeiter verfügen über Reisegenehmigungen, um vom NLL bereitgestellte Notfalleinrichtungen zu überprüfen. Ein weiterer NLL-Mitarbeiter darf „als Berater für aerodynamische Fragen im Molkereiverfahren bei der N.V. Lympf, Potmarge 5, Leeuwarden“ nach Leeuwarden und zurück reisen. Koning unterschreibt dann mit dem Zusatz „im Auftrag von Käüfl“. Eine maschinengeschriebene Kopie der „Bescheinigung“, die als „S-Betrieb“ zu qualifizieren ist, liegt dann bei.⁴³³

Das NLL befindet sich am Stadtrand von Amsterdam am Sloterweg. Entlang dieser Straße liegen Bauernhöfe, hinter denen sich lange, schwer zugängliche Landstreifen befinden (Abb. 12.3). Es ist ein Gartenbaugebiet. Dies macht es zu einem geeigneten Umfeld für den „schwarzen“ Verkauf von Lebensmitteln, die heimliche

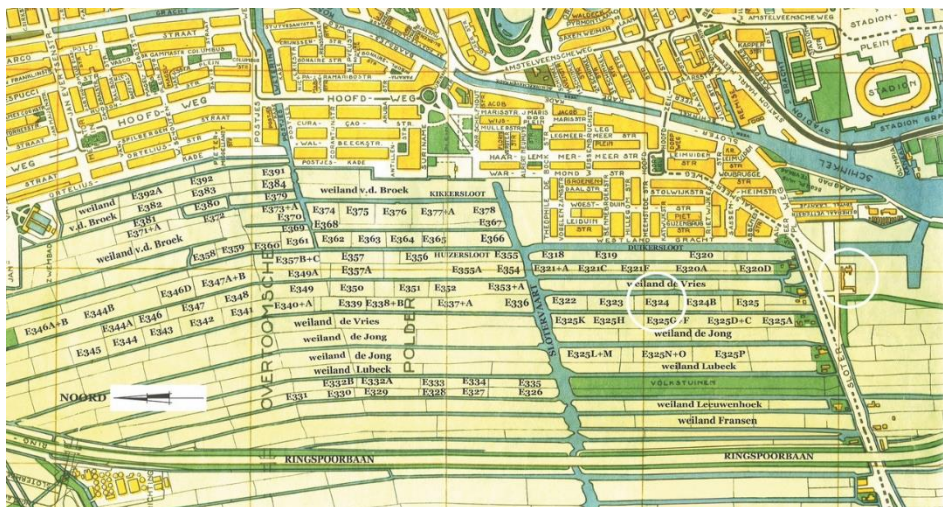


Abb. 12.3 Entlang des Sloterwegs, an dem sich das NLL befand, gab es Bauernhöfe an der Spitze von langgestreckten Ländereien. Es war ein Mischgebiet aus Viehzucht und Gartenbau. Die Werkstattmaschinen des NLL wurden Ende 1944 auf dem Grundstück E324 von Nelis Bakker versteckt (siehe Kreise).

Destillation von Jenever und das illegale Schlachten. Ein während des Krieges gedrehter NLL-Film zeigt die Verteilung von Kohle an die NLL-Mitarbeiter. Während des Hungerwinters versuchen viele Amsterdamer immer noch, dort Lebensmittel zu bekommen. So schreibt der Bauer Jan Rijnierse, der ebenfalls am Sloteweg wohnt, im Januar 1945 in sein Tagebuch: „*Der Strom der Menschen, die um Milch, Lebensmittel und belegte Brote bitten, hält an und wird von Tag zu Tag größer*“. Und drei Wochen später: „*Das, wovon die Menschen in der Großstadt jetzt leben müssen, während sie bereits jetzt ausgehungert sind, ist sehr wenig und bedeutet eine vollständige Hungersnot.*“ Das letzte Kriegsjahr verbrachte das NLL damit, seine Maschinen im Haus des Landwirts Nelis Bakker zu lagern, der ein Grundstück ungefähr gegenüber dem NLL-Gelände besitzt. Das Land eignet sich auch hervorragend zum Verstecken, wozu im Torf Schutzhütten gebaut wurden. Dies ist auch das Gebiet der Widerstandsgruppe „Sloten“ der Inneren Streitkräfte (Binnenlandse Strijdkrachten BS). Die von allen Seiten durch Wasser umgebenen Stückchen Land sind nur per Boot zu erreichen und daher können Kontrollen von deutscher Seite aus rechtzeitig bemerkt werden.⁴³⁴ In diesem Gebiet, dem Sloterpolder, befindet sich auch deutsche Flugabwehrartillerie zum Schutz des Flughafens Schiphol. In diesem Gebiet wurden zahlreiche Flugzeuge abgeschossen (siehe auch Abb. 10.2). Auch aus diesem Grund ist für das NLL besondere Wachsamkeit geboten.

13 Rund um die Befreiung

13.1 Ausrichtung auf die Zukunft

Auf der jährlichen Vorstandssitzung⁴³⁵ von 1943 sagte Van Iterson, der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Ausschusses, er sei schockiert gewesen, als er hörte „... *das die Flugzeugfabriken derzeit weniger Interesse an der Arbeit dieses ausgezeichneten Laboratoriums haben können, aber es ist zu hoffen, und dies war ein ausführlicher Diskussionspunkt in der Kommission, dass Zeiten kommen werden, in denen die Fabriken die Dienste des Labors wieder eifrig nutzen werden.*“

Als im weiteren Verlauf des Krieges der Vormarsch der deutschen Armee zum Stillstand kam und die alliierten Streitkräfte die deutschen Armeen an der Ostfront, im Mittelmeerraum und schließlich an der Westfront zurückdrängten, kam das Ende des Krieges in Sicht und man sah sich zunehmend veranlasst, die Entwicklung der Luftfahrt für die Zeit nach dem Krieg zu planen.

In Kapitel 8 wurde bereits beschrieben, wie KLM, Fokker, eine Reihe von Reedereien und mehrere Privatpersonen neue technische Möglichkeiten erforschen, die die Zukunft bringen könnte. So beruft Plesman beispielsweise ein Treffen mit Koning und Van der Neut an seiner Fluchtadresse im Osten des Landes ein. Und Beeling, Leiter des Fokker-Konstruktionsbüros, schreibt im April 1945 das Memorandum „De Nederlandsche Luchtvaart na den Oorlog“⁴³⁶ (die niederländische Luftfahrt nach dem Krieg).

Auch innerhalb des NLL beschäftigte man sich mit dem Kriegsende. Am 5. Mai 1944 (wohlgemerkt 1944!) schickt Koning einen Brief an Van Ede van der Pals, den Direktor des Luftfahrtendienstes, als Antwort auf die Glückwünsche zum 25-jährigen Bestehen von RSL/NLL. Genau ein Jahr vor der endgültigen deutschen Kapitulation schreibt Koning: *„Wir teilen Ihre Überzeugung, dass sich unsere niederländische Fliegerfamilie nach dem Waffenstillstand noch intensiver und mit noch größerem Eifer auf ihre Aufgabe stürzen wird, die sie immer mit so viel Hingabe erfüllt hat, die wir aber in den letzten Jahren zu einem großen Teil ruben lassen mussten. Das NLL schätzt sich glücklich, auch zu dieser Familie zu gehören, und wird es daher sehr zu schätzen wissen, zur Entwicklung unserer niederländischen Luftfahrt beitragen zu können, die nach dem Krieg sicherlich gesünder und stärker sein wird als zuvor. Schließlich hoffen wir, dass der Zeitpunkt, an dem wir mit dieser Arbeit in Frieden beginnen können, sehr bald kommen wird.“*⁴³⁷

Im September 1944 verfasste Marx als Leiter der Flugzeugabteilung ein Memorandum „Flugversuche und Laboratoriumflugzeuge.“⁴³⁸ Seit dem Ausbruch des Krieges hatte die Flugzeugabteilung keine Möglichkeit mehr, Flugversuche durchzuführen. Das Laboratoriumflugzeug, eine Fokker F-VIIa mit dem Kennzeichen PH-NLL, war zu Beginn des Krieges aus Sicherheitsgründen vom Flughafen Schiphol abgezogen und auf der „Jachtwerf van Dam“ im nahe gelegenen Oude Wetering gelagert worden. Ein weiterer Besuch auf dieser Werft fand im April 1944 statt, um die Flugzeuge zu inspizieren.⁴³⁹ Er ist noch in einem guten Zustand, obwohl der Motor zu rosten beginnt. Es müssen dringend Erhaltungsmaßnahmen ergriffen werden. Aber dieses Flugzeug sollte während des Krieges nicht geflogen werden. Noch vor Kriegsende will Marx als Leiter der Flugzeugabteilung den Luftfahrt-dienst über die Zweckmäßigkeit einer „NLL-Flugzeugflotte“ informieren, wenn es möglich ist, wieder zu fliegen.⁴⁴⁰ Eine solche Flotte sollte aus einem zweimotorigen Passagierflugzeug und einem Segelflugzeug mit eigener Kontrolle bestehen. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit bestehen, Flugversuche mit einem kleineren, aber schnelleren Flugzeug, einem Kampfflugzeug (gemeinsam mit der Luftwaffe), einem modernen mittelgroßen Verkehrsflugzeug (gemeinsam mit KLM) und einem Hochleistungssegelflugzeug durchzuführen.

Auch die Abteilung für Festigkeit blickte in die Zukunft. Van der Neut, ebenfalls Abteilungsleiter, schreibt in seinen eigenen Erinnerungen an den Krieg: *„Neben der Auftragsarbeit konnte der größte Teil der Arbeitszeit für eigene Forschungen verwendet werden. So beziehen sich die meisten der genannten Berichte auf eigene Forschung.“* Der Bericht S.302 „Elementare Elastizitätstheorie“ von W.T. Koiter dient zur Veranschaulichung. In diesem Bericht heißt es, dass er auf eine Reihe von Vorträgen zurückgeht, die der Autor im Winter 1944-1945 vor Mitarbeitern des NLL gehalten hat. Koiter trat 1936 in den RSL ein und wechselte nach der Aufteilung in NLL und LD (Luftfahrt-dienst) zunächst in die Patentabteilung und bald darauf in die Kommission für die Inspektion von Luftfahrtausrüstung (Commissie voor de Keuring van Luchtvaartmaterieel CKL). Im August 1943 vereinbarten NLL und LD, dass Koiter für 5/6 seiner Zeit in das NLL eintreten konnte. Dort leistete er sehr nützliche Arbeit und

legte den Grundstein für eine völlig neue Methode zur Berechnung von Spannungsverteilungen in dünnwandigen Strukturen. Diese Methode basiert auf Überlegungen zum Arbeitsaufwand für Verformungen dieser Struktur. Koiter wurde bald nach dem Krieg Professor in Delft.

Schon vor dem Krieg war klar, dass sich die Fluggeschwindigkeiten in der Luftfahrt weiter erhöhen würden. Die Beschränkungen waren vor allem technischer Natur, sowohl im Hinblick auf den Antrieb als auch auf die Aerodynamik. Höhere Fluggeschwindigkeiten sind mit einer Reihe von Phänomenen verbunden, die mit der Bildung von Stoßwellen zusammenhängen. Das ansprechendste Beispiel ist der so genannte „Überschallknall“ beim Durchbrechen der Lärmgrenze. Bei Fluggeschwindigkeiten um die Schallgeschwindigkeit herum führen diese Stoßwellen zu einem stark erhöhten Luftwiderstand und einem ungünstigen aerodynamischen Verhalten. Eine der ersten Konferenzen, die sich mit diesem Thema befasste, war die in Kapitel 2 erwähnte fünfte Volta-Konferenz von 1935. Während des Krieges wird in Deutschland mit großem Nachdruck an diesen Problemen gearbeitet, was zur Entwicklung des modernen Jagdflugzeugs mit Pfeilflügel* und Strahltriebwerk führt. Dabei spielt die AVA in Göttingen eine wichtige Rolle. Außerdem entwickelt die Heeresversuchsstelle Peenemünde die ballistische Rakete V-2*, eine noch nie dagewesene technologische Herausforderung, deren Folgen sich erst nach dem Zweiten Weltkrieg zeigen werden. Beide Entwicklungen sind so geheim, dass sie dem NLL nicht bekannt sind, obwohl es selbst indirekt an der Entwicklung des Pfeilflügels beteiligt war. Die Arbeiten in derselben Richtung auf alliierter Seite sind ebenfalls geheim und dem NLL aus der Kriegszeit natürlich völlig unbekannt. Dem NLL ist aber auch klar, dass, um weiter in den Hochgeschwindigkeitsbereich vorzudringen, dafür geeignete Windkanäle gebaut werden müssen. Dabei scheint es zunächst ausreichend, sich auf den transsonischen* Geschwindigkeitsbereich zu konzentrieren, den Geschwindigkeitsbereich um die Schallgeschwindigkeit, etwa 1.200 Stundenkilometer.

Bereits während des Krieges finden die ersten Messungen zu diesem Zweck im Kanal 2 statt, einem kleinen Windkanal im Maßstab 1:10, der als Modell für den Großen Kanal gedient hatte. In die Messstrecke werden Einsätze mit kleinerem Querschnitt eingesetzt, wodurch grundsätzlich höhere Geschwindigkeiten erreicht werden können. Aus diesen Untersuchungen wird schnell klar, dass der so genannte „Diffusor“*, der Teil der Windkanalröhre unmittelbar hinter der Messstrecke, in dem sich der Kanalquerschnitt wieder verbreitert, um die Geschwindigkeit zu verringern, eines der kritischsten Elemente eines Hochgeschwindigkeitskanals ist. Schon während des Krieges, und wahrscheinlich vor allem in dessen letzte Periode, wurde intensiv daran gearbeitet, die technischen Probleme eines solchen Windkanals zu ermitteln und mögliche Lösungen dafür zu finden. Die Ergebnisse werden erst nach dem Krieg in einer Reihe von Berichten festgehalten. Ihre Titel spiegeln die Entwicklung wider:

„Vorstudie für den Bau eines Hochgeschwindigkeits-Windkanals“

- Teil I: Allgemeine Einführung. Studien zur Nutzbarkeit des Windkanals 3 für die Hochgeschwindigkeitserzeugung (A.865)
 Teil II: Theoretische Grundlagen (A.921)
 Teil III: Beschreibung einiger Hochgeschwindigkeits-Windkanäle [es handelt sich hauptsächlich um amerikanische Vorkriegs-Windkanäle] (A.973)
 Teil IV: Die nützliche Wirkung von Diffusoren (A.974)
 Teil V: Prüfung eines Testdiffusors (A.975)
 Teil VI: Vorentwurf für den Bau eines Hochgeschwindigkeitswindkanals (A.976)⁴⁴¹

Alle diese Berichte erscheinen im Juli 1945, zwei Monate nach der Befreiung, mit Ausnahme des letzten Berichts, der später erscheint. Diese Berichte bilden die Grundlage für den Entwurf des Hochgeschwindigkeitswindkanals HST, der später gebaut werden soll.⁴⁴²

Um die Luft in einem Windkanal umzuwälzen, wird ein Antriebsfan benötigt, ähnlich wie ein Propeller in einem Flugzeug oder ein Kompressor in einem Düsentriebwerk. Dies ist das Spezialgebiet von ir J.G. Slotboom, der 1941 als junger Ingenieur zur NLL kam. Er untersuchte auch die Funktionsweise des Düsentriebwerks, dessen Prinzipien bereits vor dem Krieg bekannt waren. Im Dezember 1944 verfasste er den Bericht A.961 „Reaktionsantrieb“ zu diesem Thema. Während er an dieser Studie arbeitet, organisiert Koning im März 1944 ein Treffen zum Thema Düsenantrieb, das „dem vielfach geäußerten Wunsch entspringt, etwas mehr vom NLL zu erfahren“. Das Kuriose an diesem Treffen sind die Teilnehmer. Neben dem Luftfahrtendienst (Van der Heijden und de Kat), Fokker (mit Beeling und Van Meerten⁴⁴³), KLM (Driessen) und Van der Maas (TH-Delft) ist auch Käüfl vertreten. Von allen Anwesenden ist er zweifellos der am besten Informierte, da er die Arbeiten in Göttingen über Strahltriebwerke, seine eigenen Aktivitäten in Paris und die von ihm geleiteten Forschungen in Amsterdam (Gondelforschung; siehe Kapitel 9.5) kennt. Leider geht aus dem Bericht⁴⁴⁴ nicht hervor, ob und was er inhaltlich beigetragen hat.

Etwa einen Monat nach Kriegsende schickt Marx am 7. Juni einen Brief an Van der Maas.⁴⁴⁵ Darin schreibt er u.a.: „Es geht um die Frage, wie wir das Laboratorium wieder in die Form bringen können, die die niederländische Luftfahrt braucht, und wie wir ihm den Platz einräumen können, den es in ihr einnehmen sollte. Meiner Meinung nach ist dies ein Thema, bei dem wir nicht warten können. Es ist ein Irrtum zu glauben, dass man beim Wiederaufbau dem Laboratorium automatisch den ersten Platz zuweisen und bereits jetzt vorbereiten wird. Wenn wir einen angemessenen Platz einnehmen wollen, um der Luftfahrt in Zukunft wirklich dienen zu können, müssen wir jetzt handeln.“ Wie bei Van der Neut zeugt auch dieses Schreiben von großem Engagement und dem Willen, das NLL wieder aufzubauen.

13.2 Neuanfang

So wie der offizielle Jahresbericht des NLL für die Jahre 1944 und 1945 sehr detailliert die Ereignisse des letzten Kriegsjahres schildert, so gibt er auch ein gutes zeitgenössisches Bild von der Befreiung selbst und der Zeit unmittelbar danach. Er wird daher auch im Folgenden vollständig wiedergegeben:

Als am 5. Mai 1945 die Kapitulation der deutschen Armee offiziell verkündet wurde, wurde die seit acht Monaten vorbereitete Fahne zu Ehren des Sieges gehisst und das Laboratorium zu Ehren der Befreiung für einige Tage geschlossen; letzteres, um den Mitarbeitern die Möglichkeit zu geben, ihre Freude über diese Tatsache so gründlich wie möglich anzuleben.

Die bereits früher gegründete Widerstandsgruppe agierte als Teil der Inneren Streitkräfte (BS).⁴⁴⁶ Da sie jedoch nicht mehr unter Beschuss geriet, beschränkte sich ihre Arbeit auf das Aufsammeln unerwünschter Elemente und den Verzehr der für die damalige Zeit fantastischen Rationen. Infolgedessen kehrten ihre Mitglieder, wie die meisten anderen, die anderswo in den BS eingesetzt wurden, bald gesättigt zu ihrer alten Arbeit zurück.

Als die Arbeit wieder aufgenommen wurde, konnte mit Freude festgestellt werden, dass das NLL als Organisation den Krieg ohne Schäden überstanden hatte, während die Schäden an Gebäuden und Ausrüstung relativ gering waren. Natürlich wies das Gebäude viele Spuren der Nutzung im letzten Winter auf und machte dabei einen etwas baufälligen Eindruck. Dies machte eine große Anzahl kleinerer Reparaturen erforderlich.

Am 14. Mai begannen die Arbeiten zur Umgestaltung des Laboratoriums und zur Verlagerung von Geräten und Werkzeugen, so dass ab dem 13. Juni wieder Strom zur Verfügung stand.

Infolge der Entbehrungen und Schwierigkeiten zeigten viele der Mitarbeiter Anzeichen schwerer körperlicher und seelischer Erschöpfung. In dieser Situation brachte die am 24. Mai wieder erteilte zusätzliche Nahrung nur eine langsame Verbesserung. Es dauerte dabei mehrere Monate, bis der Arbeitsfortschritt und die Arbeitsleistung wieder als einigermaßen normal angesehen werden konnten.

Der Kontakt zur Außenwelt wurde bald wieder hergestellt. Insbesondere ein baufälliger DKW, der ab dem 20. Juni gemietet werden konnte, eröffnete in diesem Bereich Möglichkeiten, die vorher für unwahrscheinlich gehalten wurden. Am 17. Mai fand ein erstes Treffen mit Herrn De Winter und Herrn Koiter vom Luftfahrtdienst statt, während am 24. Mai ein Besuch beim Vorsitzenden des Vorstands und dem Direktor des Luftfahrtdienstes stattfand. Die Besuche im Laboratorium waren zunächst auf Offiziere der Streitkräfte beschränkt (RAF am 14. Mai, LSK am 18. Mai).⁴⁴⁷ Später folgten viele andere in zunehmendem Tempo. Es sollte erwähnt werden, dass Minister Van Schaik sehr bald sein Interesse am NLL durch einen Besuch bekundete.



Abb. 13.1 Am 2. Mai warfen Flugzeuge der USAAF rund um den Flughafen Schiphol Lebensmittel ab: Operation „Chowhound“. Einige NLL-Mitarbeiter schauen vom Dach des NLL aus zu.

der Nachkriegszeit geht auch hervor, dass die Filmkommission, bestehend aus den Herren Van Oosterom, Buhrman und Lucassen, weiterhin an einem Film arbeitet, der Einzelheiten des NLL-Lebens während des Krieges festhält. Dieser Film wird



Abb. 13.2 Aufsammeln der abgeworfenen Lebensmittel vor dem NLL am Slotterweg.

während des Kalten Krieges, ein Film über die Spionage im NLR in den Windkanälen gedreht. Der Film zeigt auch historisches Filmmaterial, wie z. B. Aufnahmen vom Dach des NLL, die den Abwurf von Nahrungsmitteln im Rahmen der Operation „Chowhound“ durch B-17-Maschinen des Geschwaders 569 der 390. Bomber Group der USAAF zeigen. Diese Abwürfe beginnen am 2. Mai und dauern bis zum 7. Mai (Abb. 13.1 und 13.2). Es gibt aber auch Bilder vom Einzug der Kanadier auf der Berlage-Brücke in Amsterdam und vom Einzug Churchills auf dem Slotterweg. Eine sehr bewegende Passage sind die Bilder von Chaïllet bei seiner Rückkehr in das NLL (Abb. 13.3) mit Koning, der ihm begegnet. Gemeinsam hielten sie das

Die Kontakte mit den Befreierern beschränkten sich nicht auf formelle Besuche und Gespräche. Im Jahresbericht 1945 des Personalvereins werden mehrere Fußballspiele gegen die Befreier mit folgenden Ergebnissen erwähnt: NLL gegen die Royal Air Force 3-1, gegen die Royal Engineers 3-5, und gegen das Royal Army Service Corps 2-9 und 4-5. Das NLL-Team kommt gar nicht so schlecht weg, oder zumindest könnte es schlimmer sein! Aus dem Bericht des Personalvereins aus

ein Jahr später fertiggestellt und kann immer noch angesehen werden.⁴⁴⁸ Es ist nicht ganz klar, welcher Teil während des Krieges und welcher Teil nach dem Krieg gedreht wurde. In jedem Fall zeichnet der Film ein ganz besonderes Bild der Kriegszeit. Es gibt eine Menge lahmen Blödsinns mit slapstickartigen Szenen. Der Film ist wahrscheinlich weniger als Dokument, sondern eher als Unterhaltung gedacht. In dieser Tradition wurde auch später,

Labor während des Krieges am Laufen. Beide waren durch das letzte Kriegsjahr gezeichnet: Koning durch den Hungerwinter, Chaïllet durch das Konzentrationslager Sachsenhausen.



Abb. 13.3 Im Juni 1945 kehrt der Finanzdirektor Chaïllet, der das KZ Sachsenhausen überlebt hat, in das NLL zurück. Er wird von seinem engen Kollegen und Generaldirektor Koning (mit Stock) empfangen, der ihn zum Eingang des NLL-Gebäudes begleitet. Das letzte Jahr des Krieges hat seine Spuren hinterlassen. Drinnen wird er von den Mitarbeitern herzlich empfangen (Standbild aus dem NLL-Film).

Chaïllet überlebte das Konzentrationslager. Am Ende des Krieges, noch vor dem Vormarsch der russischen Armee, begeben sich die etwa 35.000 Häftlinge von Sachsenhausen auf einen Fußmarsch an die Ostseeküste. Nachdem die deutschen Wachen abgezogen sind, nimmt die Gruppe, die jetzt nur noch 18.000 Mann umfasst, am 2. Mai Kontakt mit der US-Armee auf.⁴⁴⁹ Es ist möglich, dass Chaïllet unter ihnen war. Er selbst schreibt, dass er am 2. Mai befreit wurde und dann vom Büro der „Allied Expeditionary Forces of Displaced Persons“ registriert wurde. Am 15. Mai erreicht er die niederländische Grenze, wo er am nächsten Tag registriert und in das Notkrankenhaus des Roten Kreuzes in Winschoten gebracht wird.⁴⁵⁰ Im Juni kam er in das NLL, wo die Mitarbeiter ihm einen herzlichen Empfang bereiteten (Abb. 13.4). Kurz nach dem Krieg gibt es kaum noch Lebensmittel, und der Film zeigt, wie die Mitarbeiter ihm die gesparten Gutscheinkarten und Lebensmittel überreichen. Am 20. Juni schreibt er einen Brief an den NLL-Vorstand⁴⁵¹ und berichtet: „... , dass ich ab heute das Privileg habe, meine Arbeit im NLL wieder aufzunehmen.“ In diesem Schreiben teilt er auch mit, dass sein Austritt aus der Bataafsche Petroleum Maatschappij (BPM) zu Beginn des Krieges vom deutschen Verwalter für ungültig erklärt wurde und dass er in die BPM zurückkehren wird. Am 30. August trat er daher zurück und wurde von Jhr F.C. Beelaerts van Blokland als kaufmännischer Direktor abgelöst. Chaïllet stirbt 1958 im Alter von 69 Jahren.⁴⁵²

Der Jahresbericht für die Jahre 1944 und 1945 zeichnet ein Bild völliger Auflösung, was den Zustand der Gebäude betrifft. Die Holzpfosten des Zauns sind in Notkochen verschwunden. Im Inneren des Gebäudes ist es nicht angenehm. Die Fenster sind zerbrochen und mit Brettern vernagelt. Es gibt Wasserschäden durch den hohen Grundwasserspiegel, weil das Polderpumpwerk nicht funktionierte, und



Abb. 13.4 Im Inneren ist das gesamte Personal anwesend. Chaillet (stehend links) wird von Marx, dem Vorsitzenden des Personalvereins (stehend rechts), angesprochen. Dieser überreicht ihm ein Tablett mit Lebensmitteln und aufgesparten Gutscheinkarten. Chaillet wendet sich dann an das Personal (Standbild aus dem NLL-Film).

tet, im Juli 1945 ein Lieferwagen (ein Ford von 1933) und im August ein Pkw (ein Ford V-8), die beide aus der Armeedeponie stammen. Weiter heißt es in dem Bericht: *„Außerdem stellten einige Mitarbeiter ihre Motorräder als Dienstfahrzeuge zur Verfügung“*. Der bereits erwähnte NLL-Film aus der Kriegszeit zeigt, wie ein Teil der Werkstattmaschinen von den Gärtnerbetrieben zum NLL zurückgeschickt wird (Abb. 13.5). Aber nicht alles kehrt zurück. Im Jahresbericht heißt es weiter: *„Die Fräsmaschine, die Drehbank und der Schleifkopf, die an eine Widerstandsgruppe der ‚Inneren Streitkräfte‘ (BS) ausgeliehen waren, wurden vom Sicherheitsdienst beschlagnahmt“*. Außerdem gab es eine hohe Personalfluktuaton. Allein in der Abteilung Allgemeine Angelegenheiten verlassen 41 Mitarbeiter das NLL und 29 werden neu eingestellt. *„Diese hohe Fluktuaton ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass die vorübergehend abgeordneten Mitarbeiter nach der Befreiung an ihren ursprünglichen Arbeitsplatz zurückkehrten.“*



Abb. 13.5 Um zu verhindern, dass die Maschinen des NLL von den Deutschen geplündert werden, wurden Ende 1944 einige Maschinen im Gebiet gegenüber dem NLL an Stellen versteckt, die nur per Boot erreichbar waren (siehe auch Abb. 12.3). Kurze Zeit nach dem Krieg wurden sie zurückgebracht. Im Hintergrund die Wohnhäuser an der Westlandgracht (Standbild aus dem NLL-Film).

es gibt erhebliche Frostschäden durch den sehr kalten Winter 1944/45. Auch sind die elektrischen Anlagen kurz nach dem Krieg unbrauchbar. All dies muss erst einmal renoviert werden.

Inzwischen verfügte das NLL nicht mehr über einen eigenen Fuhrpark. Van der Neut beschreibt, dass im letzten Kriegsjahr ein kleiner Lastwagen gegen eine Sachleistung gemietet wurde: feine Anthrazitkohle, die nicht in der Zentralheizung des NLL verfeuert werden konnte. Unmittelbar nach der Befreiung wird zunächst ein DKW gemie-

All dies macht 1945 zu einem finanziell sehr schlechten Jahr. Wurden 1944 noch Aufträge in Höhe von 237.656 Gulden bearbeitet (etwas weniger als die 300.000 Gulden des Vorjahres), so sinkt dieser Wert 1945 auf magere 42.334 Gulden. Im Protokoll der ersten Vorstandssitzung nach dem Krieg, die am 19. Dezember 1945 stattfand, heißt es sehr trocken:⁴⁵³ *„Der Beauftragte des Nationalen Luftfahrtlaboratoriums ist am 4. September 1944 abgereist. Seitdem sind die Zahlungen eingestellt worden. Die AVA hat von ihrem Recht, die Aufträge zu stornieren, keinen Gebrauch gemacht.“* Aber noch sind nicht alle Rechnungen bezahlt, und Ende 1945 steht noch ein Betrag von 68.575,81 Gulden aus, der einzuziehen ist. Davon wird ein Betrag von 24.244,38 Gulden als Bezahlung für Ausrüstung, Bücher, Dokumente und das erhaltene Segelflugzeug Gö 4 abgezogen (siehe Kapitel 9.4; AVA: Flatter). Dieses Flugzeug mit dem Namen „Tromp“ (Chaillets Widerstandsname; siehe Kapitel 11.2) markiert zusammen mit einer Siebel 204-D, die Prinz Bernard freundlicherweise zur Verfügung stellt, den Beginn der Verwirklichung von Marx' Plan für die NLL-Flotte von Testflugzeugen.

Die meiste Aufmerksamkeit wird 1945 jedoch der Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft des Laboratoriums gewidmet. Es ist eindeutig zu früh, um völlig neue Entwicklungen im Rahmen von Eigenarbeit oder im Auftrag der niederländischen Luftfahrtindustrie in Angriff zu nehmen.

So heißt es im Jahresbericht 1944-1945:

Nach der Befreiung, als die Umstände eine allmähliche Ausweitung des Betriebs zuließen, wurden die ersten Arbeiten zur Wiederherstellung von Ausrüstung und Werkzeugen durchgeführt. Außerdem wurde die KLM beim Wiederaufbau ihres Geschäfts unterstützt. Eine Reihe von Aufträgen des R.L.V.D.⁴⁵⁴ wurde bearbeitet. Es wurde viel Wert darauf gelegt, den Kontakt zum Ausland wiederherzustellen, unter anderem durch Berichte in englischer Sprache über die während der Besatzung durchgeführten Arbeiten und die Übersetzung der Berichte über diese Arbeiten.

Die Aufzeichnungen darüber sind im Bericht „Activities in war time“ („Aktivitäten in der Kriegszeit“) nachzulesen.⁴⁵⁵ Diese Übersicht diente wahrscheinlich dazu, die Militärbehörde kurz nach dem Krieg zu informieren. Letztlich arbeitete das NLL für die Besatzungsmacht, was eine Erklärung erfordert. Dabei verzichteten sie darauf, die Eigenarbeit sowie die Arbeiten für den Luftfahrtdienst und für die AVA zu benennen. Wer jedoch der Auftraggeber war, geht (meist) aus dem Schriftverkehr im Korrespondenzarchiv und natürlich aus den Berichten selbst hervor. Die durchgeführten Arbeiten werden zusammengefasst, und dann auch noch in aller Kürze. Zum Beispiel wird über die Forschung an „Kühlern“ (wie später bei Messerschmitt, Auftrag [1460], Kapitel 9.5) nur Folgendes erwähnt: *„Ein Modell eines Flügels mit einem Kanalkühler wurde mit verschiedenen Formen des Kanals getestet“*. Typisch für die Art der Berichterstattung ist die Passage: *„In zwei Fällen wurde ein Modell mit laufenden Propellern getestet, das erste Modell war ein zweimotoriges Hochdecker-Transportflugzeug, das zweite ein zweimotoriges Passagier-Amphibienflugzeug.“* Wie in den Kapiteln 8 und 9 beschrieben, bezieht sich dies also auf die Messungen an der F. 24 für Fokker bzw. an der Arado 233 für die AVA. Auch die Arbeiten für Van Berkel's Patent

über „Schneekufen“ werden erwähnt, ohne dass sich daraus ableiten lässt, worum es eigentlich ging: *„Zusätzlich zu diesen Versuchen an Modellen kompletter Flugzeuge wurden die Eigenschaften einer Reihe von Modellen einer bestimmten Art von Fahrwerk gemessen.“* Van der Neut schreibt, dass der Bericht nicht alle Arbeiten auflistet, die für niederländische Auftraggeber ausgeführt wurden, und fügt hinzu: *„Die Themen der deutschen Aufträge sind unter ‚Aktivitäten in der Kriegszeit‘ aufgeführt, offenbar mit der Begründung, dass sie nach dem Krieg nicht mehr deutsches Eigentum waren. Sie werden jedoch nicht als deutsche Aufträge aufgeführt und als solche anerkannt. Ihre Herkunft könnte aus anderen Dokumenten ersichtlich sein, in denen die Berichtstitel verzeichnet sind, also auch deutsche Titel.“*

Neben dem Überblick in „Aktivitäten in der Kriegszeit“ werden die durchgeführten Arbeiten in den Berichten, in denen über die Forschung berichtet wurde, sehr viel ausführlicher beschrieben. Fast alle Arbeiten für die AVA wurden in deutscher Sprache gemeldet, in der Regel unter Hinzufügung einer NLL-Auftragsnummer, eines Datums und der deutschen Auftragsnummer. Die vollständige Liste dieser Berichte sowie der Berichte über Van Berkel's Patent ist in Anhang F enthalten.

Weder der Jahresbericht noch der Bericht „Aktivitäten in der Kriegszeit“ scheinen auf den ersten Blick Anlass zu geben, an der Auffassung des NLL zu zweifeln, dass die für Deutschland geleistete Arbeit „allgemein wissenschaftlicher Natur“ war. Die Informationen in den Kapiteln 8 und 9 zeigen, dass dies nicht ganz unumstritten ist. In diesem Sinne kann die Berichterstattung unmittelbar nach dem Krieg als „verdeckend“ eingestuft werden.

Intensive Kontakte zwischen der Technischen Universität Delft und dem NLL wurden während des Krieges fortgesetzt, insbesondere durch Van der Maas als NLL-Berater und Burgers als Mitglied des Wissenschaftlichen Ausschusses des NLL. Van der Maas ist inzwischen Rector Magnificus geworden. Er ist auch an den Säuberungen bei der TH beteiligt. Mit seiner mutigen Haltung bei der Unterzeichnung der Loyalitätserklärung ist er die richtige Person, um das Vertrauen zwischen den Studierenden und dem Senat wiederherzustellen. Aber das ist noch nicht alles. Es ist anzunehmen, dass er auch dazu beigetragen hat, dass Van der Neut ab November 1945 als Professor für Flugzeugbau nach Delft kam.

An der Personalfront gab es jedoch weitere Veränderungen im NLL. Van Ewijk trat im Oktober 1945 zurück, um das Labor von N.V. Industrie v/h van Lohuizen & Co in Vaassen zu leiten, einem Unternehmen, mit dem er schon während des Krieges gute Kontakte hatte, unter anderem wegen des Antriebsfans des Niedergeschwindigkeitswindkanals. Boelen, Leiter der Abteilung Aerodynamik, wird als Reserveoffizier zum Militärdienst einberufen und muss in Ostindien dienen. Nach seiner Rückkehr erleidet er einen Motorradunfall und wird danach im NLL keine große Rolle mehr spielen. De Lathouder, der Konstrukteur der Niedergeschwindigkeitskanäle, wird neuer Leiter der Abteilung Aerodynamik und wird sich speziell mit den neuen Windkanalplänen befassen. Greidanus wird sich in der Abteilung für Flugzeuge wahrscheinlich zunehmend fehl am Platz fühlen, da seine vorwiegend theoretischen Arbeiten zum Thema Flattern weitgehend aerodynamisch orientiert sind.

Daher wurde er 1946 zum Leiter einer neuen Abteilung mit der Bezeichnung „Sektion für Flatter- und allgemeine Strömungstheorie“, der F-Sektion, ernannt. Ende 1952 wechselte er zu Fokker, wo er u.a. die Entwicklung der F28 leitete.

Am 19. Dezember 1945 findet die erste Vorstandssitzung nach dem Krieg statt.⁴⁵⁶ Blackstone eröffnet die Sitzung als Vorsitzender: *„Seit der letzten Sitzung sind schwere Stürme über unser Land hinweggefegt, die das Laboratorium glücklicherweise nicht ernsthaft beeinträchtigt haben.“* Und dann erinnert er an die persönlichen Verluste, insbesondere von jüdischen Mitarbeitern und die Inhaftierung von Chaillet und zwei Abteilungsleitern (Boelen und Van Ewijk). Er skizziert auch den Zustand der niederländischen Flugzeugindustrie: *„Die Flugzeugindustrie war früher am Nationalen Luftfahrtlaboratorium interessiert und hatte zwei Vertreter des Verbandes niederländischer Flugzeughersteller im Vorstand, mit der das Reich einen Fünfjahresvertrag abgeschlossen hatte. Die Flugzeugfabrik Koolboven war bereits am 10. Mai 1940 durch Kriegsbandlungen zerstört worden und zog sich aus diesem Verband zurück ... Von der Fokker-Fabrik, die sich wie die Schelde und Aviolanda in deutscher Hand befand, war nicht mehr viel übrig. Es wurde versucht, Verbindungen zu der gegründeten Wirtschaftsorganisation herzustellen, deren Vorsitzender ein Deutscher war. Das hat zu nichts geführt.“* Bei dieser ersten Vorstandssitzung nach dem Krieg blickt Blackstone vor allem auf die vergangenen Jahre zurück. Diesem allgemeinen Eindruck schloss sich auch der Vertreter des (nunmehr umbenannten) Luftfahrtendienstes (Rijksluchtvaartdienst RLD), Van Ede van der Pals, an. Er *„... hält es für interessant, wenn die Geschichte des NLL während der Kriegsjahre schriftlich festgehalten wird. Der Vorsitzende wird diese Angelegenheit prüfen.“* Der ausführliche Jahresbericht für 1944/1945 sowie der NLL-Bericht „Aktivitäten in der Kriegszeit“ belegen dies schließlich.

Nach Kriegsende stellte sich die Frage in den Niederlanden, inwieweit Einzelpersonen und Unternehmen in unzulässiger Weise mit den Besatzungsmächten zusammengearbeitet hatten. In der Regierung und innerhalb der Berufsgruppen wurden zu diesem Zweck „Säuberungsausschüsse“ eingerichtet, die im Falle einer nachgewiesenen unzulässigen Zusammenarbeit mit den Besatzern Sanktionen gegen Einzelpersonen verhängen konnten, wie z. B. das Verbot, eine bestimmte Funktion auszuüben. Formaljuristisch gesehen konnten Kollaborateure und Kriegsverbrecher im Rahmen der so genannten „Sonderjustiz“ (Bijzondere Rechtspleging) vor Gericht gestellt werden. Entsprechende Dokumente befinden sich insbesondere im Besitz des (niederländischen) Nationalarchivs. Weder in Bezug auf die „Säuberungen“ noch in Bezug auf die „Sonderjustiz“ wurden in den Archiven spezifische Informationen über NLL-Mitarbeiter gefunden.

14 Der Krieg ist vorbei

14.1 Wiederaufbau

Die Niederlande sind nach dem Krieg ganz dem Wiederaufbau gewidmet. Auf einem stürmischen Plakat aus dieser Zeit ist zu lesen: *„eine Notwendigkeit für den Wohlstand: INDUSTRIALISIERUNG“* (Abb. 14.1). Dass die Luftfahrt dabei eine wichtige Rolle spielen muss, ist schnell klar. Im September bildet die Regierung einen Ausschuss mit der Bezeichnung „Interministerieller Beratender Ausschuss für den Bau von Flugzeugausrüstungen hier im Lande“. Dieser Ausschuss wird von T.P. Tromp geleitet, einem der Direktoren von Philips und für kurze Zeit Minister für Wasserverwaltung (von April bis Juni 1945) im dritten Kriegskabinett von Gerbrandy. Dieser Ausschuss formuliert die notwendigen Bedingungen für die Wiederherstellung einer „sich selbst schaffenden niederländischen Luftfahrtindustrie“ (Zelfscheppende Nederlandse Vliegtuigindustrie) wie es so schön heißt, über eine Reihe von Jahren. Die wichtigsten Elemente dieses Plans sind der Zusammenschluss der niederländischen Flugzeugindustrie, die Einrichtung eines Förder- und Entwicklungsfonds unter der Leitung des „Niederländischen Instituts für Flugzeugentwicklung“ (Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling NIV) und der weitere Ausbau des NLL für die Forschung in den Diensten der Industrie. So heißt es im Jahresbericht 1946 des NLL: *„Die grundsätzliche Entscheidung der Regierung, den Wiederaufbau der niederländischen Flugzeugindustrie und die damit verbundene Gründung der NIV zu unterstützen, bedeutete, dass sich das Laboratorium für die Aufgabe rüsten musste, die es in*

diesem Zusammenhang zu erfüllen hatte, d.h. in erster Linie jene Fragen zu untersuchen und jene Tätigkeiten auszuführen, die für die Wiederbelebung der Industrie unmittelbar notwendig sind.“



Abb. 14.1 Die Nachkriegsjahre sind ganz dem Wiederaufbau gewidmet. Dieses Plakat (ein Entwurf von Jan Lavies) macht das deutlich. Industrialisierung bedeutet auch Erholung der niederländischen Flugzeugindustrie. Das NLL wird dazu beitragen.

Das NLL hat also eine ganz besondere Aufgabe beim Aufbau der niederländischen Luftfahrtindustrie. Konkret, aber nicht ausschließlich, bedeutet dies für das NLL die Planung und den Bau neuer Windkanäle, insbesondere für hohe Geschwindigkeiten, eine Entwicklung, für die bereits in den letzten Kriegsjahren Vorbereitungen getroffen worden waren. Unmittelbar nach dem Krieg nahmen sie diese Aufgabe energisch wieder auf, und 1948 wurden die Pläne in einem Bericht von De Lat-houder mit dem Titel: „Die Entwicklung des Windkanal-Komplexes des Nationalen

Luftfahrtlaboratoriums“⁴⁵⁷ vorgestellt. Die Pläne drohten zu kostspielig zu werden, und 1949 griff die Regierung ein. Blackstone und Van Damme treten als Vorsitzender bzw. Mitglied des NLL-Vorstands zurück. Van der Maas tritt die Nachfolge von Blackstone als neuer Vorsitzender nicht nur des NLL, sondern auch des NIV an. Unter der treibenden Leitung von Van der Maas nehmen das NLL und die Luftfahrtforschung einen neuen Anlauf, wovon die 1960 bzw. 1963 eingeweihten neuen Windkanäle⁴⁵⁸ (der transsonische Kanal HST und der supersonische Kanal SST) ebenso zeugen wie die Entwicklung der Fokker F27 (Erstflug am 24. November 1955) und F28 (Erstflug am 9. Mai 1967).



Abb. 14.2 Im November 1945 findet im Kaufhaus „Bijenkorf“ in Amsterdam die Ausstellung „Vleugels der Victorie“ statt. Dieses Plakat wurde von Martin Lederman entworfen. Auch das NLL beteiligt sich an der Ausstellung.

im „National Physics Laboratory“ (NPL) und im „Royal Aircraft Establishment“ (RAE) in England folgen. Auch die Schweiz, wo große Pläne zum Bau neuer Windkanäle bestehen, wird besucht. Diese Schweizer Kontakte werden sich später beim Bau der neuen Hochgeschwindigkeits-Windkanäle als sehr wichtig erweisen. In den folgenden Jahren wurden diese und ähnliche Kontakte intensiviert, wozu auch die Gründung der „Advisory Group for Aeronautical Research and Development“ (AGARD)⁴⁵⁹ im März 1952 unter der inspirierenden Leitung von Von Kármán beitrug, einem hervorragenden Aerodynamiker, der vor dem Krieg bei Prandtl in Göttingen promoviert und dort mehrere Jahre als „Privatdozent“ gearbeitet hatte. Er wurde Professor in Aachen und ging im Dezember 1929 nach Amerika, wo er Direktor des Guggenheim Aeronautical Laboratory wurde, das zum CalTech in Pasadena, Kalifornien, gehört.

Das NLL möchte seine neue Mission weit- hin bekannt machen. Es beteiligt sich an einer Ausstellung „Flügel des Sieges“ in Amsterdam im Gebäude des Warenhauses De Bijenkorf (November 1945; Abb. 14.2) und wenig später präsentiert sich das NLL in den Messehallen (Jaarbeurs- hallen) in Utrecht mit seinen neuen Plänen für Windkanäle. Für die Zukunft des NLL ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Kontakte zu ähnlichen Instituten im Ausland wiederherge- stellt werden. Ende 1945 werden Studienreisen in die Vereinigten Staaten und zum schwedischen Schwesterinstitut des NLL, den „Flygtekniska Försöksanstalten“ (FFA) in Stockholm, unternom- men. Im darauffolgen- den Jahr werden Besuche

Von Kármáns Autobiographie⁴⁶⁰ enthält ein Foto, das bei seinem Besuch in Göttingen unmittelbar nach dem Krieg aufgenommen wurde (Abb. 14.3). Von Kármán war im Auftrag der US-Regierung vor Ort, um zu untersuchen, wie weit Deutschland in der Entwicklung der Luftfahrttechnologie war (Operation „Paperclip“). Das Bild zeigt den alten Prandtl zusammen mit seinem Schüler Von Kármán und dessen Lehrling Tsien. Letzterer legte den Grundstein für die chinesische Raketentechnik, nachdem er während der McCarthy-Ära gegen amerikanische Piloten ausgetauscht wurde, die im Koreakrieg von China gefangen genommen worden waren.⁴⁶¹ Die Göttinger Arbeiten zu Pfeilflügeln werden mit großer Dringlichkeit an die NACA und die US-Industrie weitergegeben. So kann sich deutsches Luftfahrtwissen in Amerika schnell verbreiten.



Abb. 14.3 Ein Foto von Prandtl (links), von Kármán (rechts) und Tsien, seinem Adjutanten, in Göttingen im April 1945 während einer Mission des US-Nachrichtendienstes. Von Kármán war ein Schüler Prandtls, emigrierte aber vor dem Krieg nach Amerika. Tsien hatte dort bei von Kármán studiert und ging später nach China, wo er die chinesische Raketentechnik leitete.

bereits ab, obwohl die NATO erst 1949 gegründet werden sollte. Die Gruppe suchte nach Möglichkeiten zur Förderung der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Bei diesem Treffen wurden erste Überlegungen angestellt, u.a. zur Gründung eines „Ausbildungszentrums für experimentelle Aerodynamik“ (heute Von-Kármán-Institut (VKI) in Brüssel) und der bereits erwähnten AGARD. Es ist durchaus möglich, dass die deutsche Organisation der Luftfahrtforschung und insbesondere die Zusammenarbeit zwischen Regierung, Industrie, Forschungsinstituten und Universitäten (siehe Anhang D) als Inspiration für die spätere AGARD-Organisation diente. AGARD selbst wurde schließlich 1952 nach Vorarbeiten von Wattendorf gegründet und entwickelte sich zu einer sehr fruchtbaren Zusammenarbeit von NATO-Partnern bei der technisch-wissenschaftlichen Forschung zum Nutzen der Luftfahrt.

Während dieser Mission fand in Volkenrode, dem Sitz der Luftfahrtforschungsanstalt „Hermann Göring“⁴⁶² in der Nähe von Braunschweig, ein bemerkenswertes Treffen einer ausgewählten Gruppe von US-Wissenschaftlern statt. Unter den Anwesenden waren Dryden (der bald darauf zum Direktor der NACA ernannt wurde), Schairer (Leiter der Aerodynamikabteilung bei Boeing), Wattendorf (von Kármáns Assistent am CalTech) und von Kármán selbst. Der Kalte Krieg zeichnete sich

Auch die Niederlande versuchen, mit technologischen Innovationen in der Luftfahrt ein Stück vom Kuchen abzubekommen. Ein niederländisches Forschungsteam, darunter TNO und Prof. A. Michels vom Van der Waals-laboratorium, reiste ebenfalls nach Deutschland. Michels lernte auf dieser Reise Siegfried Friedrich Erdmann kennen, einen jungen Ingenieur, der in Peenemünde arbeitete.⁴⁶³

1939 wurde der frischgebackene Absolvent Erdmann an der Heeresversuchsstelle Peenemünde eingestellt, um als Physiker in der Gruppe von Dr. Hermann⁴⁶⁴ an der Entwicklung der Messtechnik für Überschallwindkanäle mitzuarbeiten. Peenemünde gehörte nicht zum RLM, dem Reichsluftfahrtministerium, mit dem Göttingen eng verbunden war. Es war das größte und modernste Forschungsinstitut des Heereswaffenamtes, das speziell für die Entwicklung der Raketentechnologie unter der wissenschaftlichen Leitung von Wernher von Braun⁴⁶⁵ gegründet wurde.

Das „Heereswaffenamt Peenemünde“ ist eine riesige Organisation, die 1943 etwa 12.000 (!) Menschen beschäftigt, mit mehreren Laborkomplexen, eigenen Abschussanlagen, einem eigenen Transportsystem, um die Arbeiter in die nahe gelegenen Wohngebiete und Luxusbadeorte an der Ostsee zu bringen. Auf der Westseite des Geländes wird unter der Leitung des RLM an der Entwicklung des V-1 gearbeitet. Auf der Ostseite arbeitet von Brauns Gruppe an der Entwicklung der V-2, der ersten ballistischen Rakete, dem Inbegriff aller interkontinentalen ballistischen* Raketen des Kalten Krieges und darüber hinaus. Bald nach dem Start erreichte die Rakete Überschallgeschwindigkeiten, und Hermann verfügte über das Wissen, um Windkanäle zu bauen, in denen maßstabsgetreue Modelle der V-2 in diesem Geschwindigkeitsbereich auf ihre aerodynamischen Eigenschaften getestet werden konnten.

Organisatorisch hatten die V-2-Entwicklung und das RLM wenig miteinander zu tun, aber Göring war zweifelsohne an der Entwicklung neuer Waffen und am Wissensaustausch interessiert. Im Rahmen der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung organisierten die verschiedenen Disziplinen während des Krieges Tagungen, auf denen Informationen ausgetauscht und Veröffentlichungen vorbereitet wurden. Eine dieser „Tagungen“ findet am 4. Februar 1943 zum Thema „Stabilisierung ohne Drall“ statt. Dabei werden die Granaten mit Hilfe von Flossen stabilisiert. Betz führt in die Thematik ein und übergibt am Ende das Wort an Hermann, der einen Vortrag mit dem Titel „Entwicklung flugstabilisierter Geschosse zum Zweck der Leistungssteigerung“ hält, ein direkt anwendbares „Spin-off“ der Raketenentwicklung. Anwesend waren auch Walter Dornberger, der für Peenemünde-Ost zuständige General, und der junge Mitarbeiter Erdmann.⁴⁶⁶ Wenig später, im August 1943, wurde Peenemünde bombardiert und man beschloss, die Windkanäle nach Kochel bei München zu verlegen, wo sie Teil der noch im Bau befindlichen LFM (Luftfahrtforschungsanstalt München⁴⁶⁷) werden sollten. Nach eigenen Angaben versucht Erdmann auf Bitten von von Brauns, die Windkanäle in Peenemünde

noch einige Zeit offen zu halten, um den „Wasserfall“, eine hochentwickelte Flugabwehrrakete, zu entwickeln. Doch das wird von der SS, die nun die Führung in Peenemünde übernommen hat, nicht gedankt. Erdmann wird entlassen und entgeht nur knapp dem Kriegsdienst an der Ostfront. Von da an widmet er sich seiner eigenen Rehabilitation, um das anzufechten, was er für eine völlig ungerechte Entlassung hält.

Um ein Gefühl dafür zu bekommen, wie dieses wissenschaftliche Schattenreich im letzten Kriegsjahr funktionierte, wird im Folgenden aus einem Brief des Mathematikers Prof. W. Haack an Betz zitiert. In dem am 15. Januar 1945 geschriebenen Brief heißt es: *„Leider gestaltete sich die Lage in Karlsruhe so schwierig, dass an wissenschaftliche Arbeit nicht zu denken war. Es folgte ein Luftangriff dem andern, bis Mitte Dezember [1944] sogar Artilleriebeschuss auf Karlsruhe einsetzte. Wir haben die Arbeit unterbrochen und uns nach einem sicheren Arbeitsplatz umgesehen. Seit dem 1.1.45 konnten wir die Arbeit in Großsalsleben bei Oscherleben (Bode) wieder aufnehmen.“* Danach folgt die Frage, ob sein Manuskript noch für die „Abhandlungen“ angenommen werden könnte.⁴⁶⁸ Betz antwortet auf das Schreiben, dass er den genauen Status nicht kennt, aber glaubt, dass das Manuskript noch aufgenommen werden kann.

Der Entwurf der Tagesordnung für die Sitzung des Personalvereins (PV) am 24. September 1946 enthält den Punkt *„Diskussion über einen möglichen Beitritt eines Sondermitglieds der PV“*. Es handelt sich um das Mitglied Erdmann. Durch familiäre Beziehungen kommt er mit Michels während dessen Besuchs in Deutschland in Kontakt. Michels fragt ihn, ob er Interesse hätte, in den Niederlanden zu arbeiten. Erdmann besucht im April 1946 die Fokker-Fabrik, die sich nicht für ihn interessiert, und anschließend das NLL, wo er mit Koning und zwei weiteren Mitarbeitern spricht, von denen einer wahrscheinlich De Lathouder ist. Erdmanns Wissen über Überschallwindkanäle ist für das NLL äußerst interessant. Ein kleiner Überschallwindkanal ist Teil ihrer eigenen neuen Windkanalpläne, nur hat man kaum Kenntnisse auf diesem Gebiet. Es wird beschlossen, ihm einen Vertrag im NLL anzubieten. Bereits am 13. Mai 1946 tritt er in das NLL ein und beginnt seine Arbeit in der Abteilung von Greidanus.⁴⁶⁹ Dort schreibt er seinen ersten Bericht beim NLL *„Der Weg zum Überschall Verkehrsflugzeug“*,⁴⁷⁰ in dem er seine Erkenntnisse aus Peenemünde festhält. Als Deutscher kurz nach dem Krieg ist er in den Niederlanden ziemlich isoliert. Im NLL hat er zunächst nur Kontakt zu Greidanus. Eines Tages, als die Kaffeedame ihm seinen Kaffee bringt, fragt sie: *„Warum sind Sie hier: als Gast, als Angestellter oder als Kriegsgefangener?“* Als Erdmann antwortet, er sei ein Angestellter, verlässt sie kopfschüttelnd den Raum. Kurze Zeit später kommt er an der Tischtennisplatte ins Gespräch mit einigen anderen NLL-Leuten und spielt eine Partie mit. Am nächsten Tag besucht ihn De Lathouder in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des Personalvereins und fragt ihn, ob er seine Haltung zum Krieg erläutern wolle. Ein solches Gespräch findet dann im Beisein einiger anderer PV-Mit-

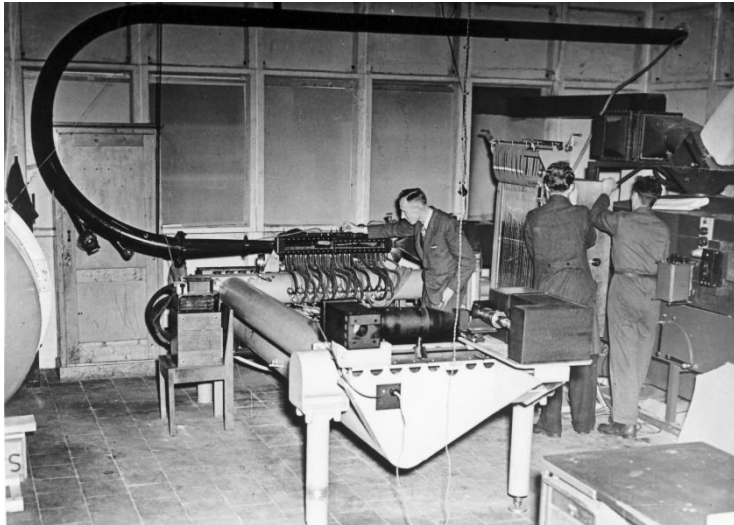


Abb. 14.4 Der deutsche Wissenschaftler S.F. Erdmann, der in Peenemünde an der Entwicklung der V-2 arbeitete, kam 1946 zum NLL. Dort baute er 1948 den ersten Überschallwindkanal der Niederlande, den so genannten „Drei-mal-drei-Kanal“. Erdmann ist links im Bild und kontrolliert die Position des Diffusors. Später baute er den großen Überschallkanal SST, der 1963 eröffnet wurde.

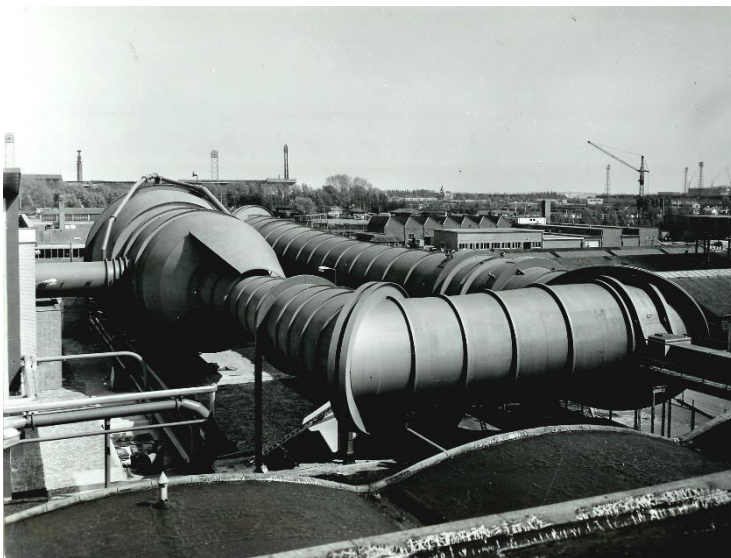


Abb. 14.5 Für den Wiederaufbau der Flugzeugindustrie baute das NLL neue große Windkanäle, darunter diesen transsonischen Windkanal von 1960. Prof. Van der Neut war für den Entwurf der Struktur verantwortlich, wobei er die während des Krieges für AVA/DVL entwickelte Theorie für dünnwandige Strukturen verwendete. Das Bild zeigt den stählernen Kanalkreislauf mit externer Versteifung.

gliedert statt. Das Ergebnis ist, dass Erdmann Mitglied des PV werden darf. Das NLL bietet ihm alle Möglichkeiten, einen Überschallwindkanal zu entwerfen. Bereits 1948 wird ein kleiner Überschallwindkanal gebaut, um Erfahrungen zu sammeln (der „Drei-mal-drei-Kanal“; Abb. 14.4). Dies führte schließlich zum SST, einem hochmodernen Überschallwindkanal für Geschwindigkeiten bis zum Vierfachen der Schallgeschwindigkeit, der 1963 in Betrieb genommen wurde. Ohne das Wissen von Erdmann wäre dies nicht möglich gewesen.⁴⁷¹

Nicht nur auf dem Gebiet des Überschalls wird das Wissen aus dem Krieg genutzt. Ein großes Problem bei der Konstruktion des transsonischen Kanals ist die Gestaltung der Messstrecke. Von Kármán bringt das NLL-Team auf die Spur des Schweizer Ingenieurs Hausammann, der aufgrund von Kontakten mit Busemann,⁴⁷² dem Erfinder des Pfeilflügels, der jetzt in Amerika arbeitete, die Lösung dieses Problems vorschlägt.⁴⁷³ So entsteht in Amsterdam ein hochmoderner Windkanal-Komplex, der nicht nur von der niederländischen, sondern auch von der europäischen Industrie und darüber hin aus genutzt werden wird (Abb. 14.5).

14.2 Göttingen danach

Um den Kreis zu schließen, springe ich ein paar Jahre in der Zeit voraus. Im September 1969 graduierte ich „in der Praxis“ beim Nationalen Laboratorium für Luft- und Raumfahrt NLR, die spätere Fortsetzung des NLL. Einer meiner beiden Abschlussprofessoren ist Erdmann, damals außerordentlicher Professor in Delft. Mein



Abb. 14.6 Carl Friedrich Gauß lebte von 1777 bis 1855 und war einer der größten Mathematiker. Er starb in Göttingen und ist dort begraben. Der „Satz von Gauß“ wird in der Aerodynamik häufig verwendet.

Diplomarbeitsthema ist die Messung des Wärmeübergangs in Überschall-Grenzschichten im Erdmannschen „Drei-mal-drei-Kanal“. Die Ergebnisse sollen mit einer von von Kármán-Tsien aufgestellten Theorie verglichen werden. Ich arbeite weiter am NLR und beschäftige mich mit Grenzschichten, ein Thema, für das Prandtl 1904 die Grundlagen gelegt hatte. Mai 1975, ich besuche Göttingen zum ersten Mal selbst. Es gibt ein AGARD-Symposium zum Thema „Flow Separation“.⁴⁷⁴ Ich muss dort einen Vortrag halten, mein erstes „Paper“ auf einer internationalen Tagung. Meine Präsentation wird gut aufgenommen. Am Nachmittag, im Halbdunkel des Raumes, sagt Steketee, mein anderer Abschlussprofessor: „*Bram, kommst du mit mir zum Grab von Gauß.*“ (Abb. 14.6). Steketee, ein Schüler von Burgers, wusste, wie man alle Statuen und Gräber von Mathematikern in ganz Europa findet, und in Göttingen arbeitete nicht der geringste von ihnen. In einem Park, in dem Kinder spielen und Studenten ein Sonnenbad nehmen, steht etwas weiter hinten ein Grabmal zu Ehren des „Königs der Mathematik“, der von 1777 bis 1855 lebte. Steketee hatte viel über ihn in mathematischen Begriffen erzählt. Die theoretische Aerodynamik ist ihm weitgehend zu verdanken. Damals wusste ich noch nicht, dass mein anderer Professor, Erdmann, 1943, in meinem Geburtsjahr, ebenfalls einen Vortrag in Göttingen in Anwesenheit von Betz gehalten hatte.

Danach war ich viele Male in Göttingen bei der DFVLR, der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt. Darin hatten sich die alte Göttinger AVA von Prandtl und Betz und die Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring aus Braunschweig mit einigen anderen Instituten zusammengeschlossen. Selbst in dem neuen Gebäude, in dem ich mich normalerweise aufhalten musste, war etwas von der alten Atmosphäre erhalten geblieben. Morgens wurde im Zimmer von Julius Rotta, einem Phänomen auf dem Gebiet der Grenzschichten und Turbulenzen, Kaffee serviert. Die Absicht war damals, dort interessante wissenschaftliche Gespräche zu führen. Ich hatte das Gefühl, dass man sich in Göttingen immer noch ein bisschen erhaben fühlte über das andere DFVLR-Institut in Braunschweig, das für ihren Geschmack zu sehr in den Diensten der Flugzeugindustrie stand. Als Wissenschaftler musste man seinen eigenen Weg gehen; diese Freiheit war eine Voraussetzung für gute Arbeit. Es war schon schlimm genug, dass sie mit diesen anderen Instituten in einer Organisation waren. Es war ein bisschen so, als ob der Geist von Betz noch da wäre. Hatte er nicht 1940 geschrieben, es sei gut, wenn eine Organisation: „... *den einzelnen Forschungsstätten die erforderliche Freiheit lässt.*“

Die Industrie sah das etwas anders. In den 1970er Jahren gab es in England, Frankreich, Westdeutschland und den Niederlanden Pläne zum Bau neuer, großer Niedergeschwindigkeits-Windkanäle. Für die Niederlande stellte ein solcher Kanal eine sehr bedeutende Investition dar. Könnte ein solcher Kanal nicht gemeinsam von Westdeutschland und den Niederlanden gebaut werden? Die DFVLR zögerte zunächst, dies zu tun. Auf Druck der deutschen Industrie werden jedoch Gespräche zwischen DFVLR (heute DLR) und NLR (früher NLL) aufgenommen, die sich als positiv erweisen. Ein gemeinsames deutsch-niederländisches Designteam wird ge-

bildet, um die Pläne weiterzuentwickeln. DLR und NLR schließen eine Vereinbarung über den Bau und Betrieb eines solchen Kanals. Dieser Windkanal (der spätere DNW, was für Deutsch-Niederländischer Windkanal steht) wird schließlich im Noordoostpolder gebaut, wo das NLR jetzt auch eine Niederlassung hat. In Amsterdam gibt es keinen Platz mehr für einen neuen Windkanal. Unter Beteiligung von DLR, NLR, Regierung und Industrie wird als Gründungsform die Stiftung gewählt. Die Mitarbeiter kommen sowohl aus Deutschland als auch aus den Niederlanden. Die Mutterinstitute unterstützen die Arbeit. Der Direktor ist immer ein Deutscher, der stellvertretende Direktor ein Niederländer. Im Jahr 1980 wird dieser neue Windkanal in Betrieb genommen. Zum Glück funktioniert die Zusammenarbeit reibungslos. So reibungslos, dass 1996 beschlossen wird, die wichtigsten Windkanäle von DLR und NLR in einer Organisation, den Deutsch Niederländischen Windkanälen, unter deutsch-niederländischer Leitung zusammenzufassen. Dazu gehören auch die in den 1960er Jahren gebauten Hochgeschwindigkeitskanäle. So entsteht eine neue Kooperation zwischen Amsterdam und Göttingen: Die beiden Welten von einst sind wieder miteinander verwoben. Und das zur Unterstützung der europäischen Luftfahrtindustrie.

15 EPILOG: Zwei parallele Welten

Arbeiten für die Besatzungsmacht?

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs scheint die gemeinsame Kriegsvergangenheit von NLR und DLR den beiden Instituten lange Zeit nahezu unbekannt geblieben zu sein. Im Jahr 2010 veröffentlicht der deutsche Historiker Florian Schmalz (damals Goethe-Universität Frankfurt) die Ergebnisse seiner Studie über die aerodynamischen Forschungen, die im NLL im Auftrag der AVA während des Krieges durchgeführt wurden.⁴⁷⁵ Er kommt zu dem Schluss, dass die „kriegswichtige“ Forschung für die AVA in einem viel größeren Umfang stattfand, als lange angenommen wurde. Das NLL konnte so seine Unabhängigkeit während des Krieges bewahren und sogar Widerstandsaktivitäten einzelner Mitarbeiter, wie die des Finanzdirektors Chaillet, zulassen. Diese Studie bildete den Ausgangspunkt für die vorliegende Publikation, die in Ergänzung zu den damaligen Forschungen von Florian Schmalz, den Verlauf der Ereignisse innerhalb der NLL während des Krieges detaillierter beschreibt.

Das NLL hat für die Zeit des Krieges nach außen hin Rechenschaft abgelegt. Noch während des Krieges erschienen Jahresberichte für die Jahre 1940 bis 1943, wenn auch in begrenztem Umfang. Der Jahresbericht 1944 erschien erst nach dem Krieg, zusammen mit dem Bericht über das Jahr 1945. Diese beiden letzten Jahresberichte befassten sich ausführlich mit der Situation des NLL in den letzten Kriegsjahren. Darüber hinaus erschien ein Beitrag mit dem Titel „*Activities in war time*“

(Aktivitäten in Kriegszeiten), ohne nähere Angaben darüber, von wem und unter wessen Verantwortung er erstellt wurde. Er war wahrscheinlich als Information für die Militärbehörde gedacht. In den Jahresberichten ist vermerkt, dass Konsultationen über die Durchführung von Aufträgen „für bestimmte wissenschaftliche Forschungen, die von der AVA zur Verfügung gestellt und bezahlt werden sollten“, stattgefunden haben. In „*Activities in war time*“ wird dies weggelassen. Einige der für die AVA durchgeführten Arbeiten werden jedoch (sehr allgemein) beschrieben, insbesondere in Bezug auf die NLL-Eigenarbeit. Es hat den Anschein, dass wesentliche Aspekte der für die AVA geleisteten Arbeit aus der Berichterstattung ausgeklammert wurden. Aus den internen Aufzeichnungen und allen archivierten Berichten lässt sich jedoch eindeutig rekonstruieren, welche Arbeiten tatsächlich durchgeführt wurden.

Was diese Aufträge für die AVA konkret beinhalteten, ist in Kapitel 9 beschrieben. Daraus lässt sich schließen, dass, wie Florian Schmaltz anführte, ein wesentlicher Teil der durchgeführten Arbeiten in den Diensten der Kriegsführung stand. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Unterscheidung zwischen „kriegswichtiger“ und „nicht kriegswichtiger“ Forschung eigentlich nicht so relevant ist: In der deutschen Kriegswirtschaft war alles kriegswichtig.

Zwischen Mai und Juli 1940 beschloss das NLL, Aufträge für die AVA auszuführen. Die Initiative dazu ging zunächst ausschließlich von deutscher Seite aus: Ein am 29. Mai offiziell übergebenes Schreiben des Reichsluftfahrtministeriums RLM um das NLL „sicher zu stellen“ ließ wenig Raum für das NLL. Durch Beratungen mit Vertretern der deutschen Forschungsinstitute, zum Teil noch aus der Vorkriegszeit bekannten Wissenschaftlern, wurde jedoch eine praktikable Form gefunden, bei der einerseits der eigenständige Charakter des NLL gewahrt blieb, andererseits bezahlte Forschung im Auftrag der AVA durchgeführt werden sollte. Die Behauptung, dass es sich dabei um eine Vereinbarung zwischen den beiden Direktoren Betz von der AVA und Koning vom NLL handelte, die Arbeit auf wissenschaftliche Forschung zu beschränken, kann nicht belegt werden. Es ist jedoch klar, dass die erste Reihe von Aufträgen einen starken wissenschaftlichen Charakter hatte. Als darüber Zweifel entstanden, hat Betz Koning in einem konkreten Fall erklärt, dass es sich um eine wissenschaftliche und allgemeine Forschung handelt. Erst im Laufe der Zeit nahmen einige der Arbeiten einen mehr kriegswichtigen Charakter an. Deutsche Archive enthüllten, dass die deutsche Industrie, insbesondere Messerschmitt und Arado, die wahren Auftraggeber waren, obwohl dies von deutscher Seite verschwiegen wurde. Einige der vom NLL während des Krieges durchgeführten Arbeiten hatten von Anfang an einen offenkundig militärischen Charakter. Dabei ging es um die Erforschung so genannter Schneekufen, die für Landungen auf Schnee verwendet werden konnten. Diese Forschung fand vollständig außerhalb der AVA statt und umfasste einen direkten Auftrag des niederländischen Unternehmens Van Berkel's Patent an das NLL.

So entkam auch das NLL nicht dem Dilemma, in dem sich die niederländische Regierung und Wirtschaft unmittelbar nach der deutschen Besetzung befand. Wel-

che Haltung sollte man gegenüber einem ideologisch verwerflichen Regime einnehmen, das das eigene Land besetzt? Welches Maß an Zusammenarbeit ist in diesem Prozess noch zulässig? Die Antwort auf diese Frage bestimmt noch immer weitgehend die Geschichtsschreibung und den Diskurs über den Zweiten Weltkrieg in den Niederlanden. Die Meinungen dazu scheinen sich im Laufe der Zeit zu ändern. Nicht unwesentlich ist, dass die schrecklichen Folgen der NS-Ideologie erst nach dem Krieg in vollem Umfang sichtbar wurden. Sie konnten daher während des Krieges bei den endgültigen Entscheidungen keine Rolle spielen.

Als Extreme des Spektrums gibt es hier die „Kollaboration“ (aktive Zusammenarbeit mit der Besatzungsmacht) auf der einen Seite und den „Widerstand“ (tatsächlicher Widerstand gegen die Besatzungsmacht) auf der anderen. Darüber hinaus kann dieses Dilemma von einem „formaljuristischen Ansatz“ (ist die Zusammenarbeit nach den eigenen Gesetzen erlaubt) oder von einem „moralischen Urteil“ (entspricht sie meinem Gewissen) aus betrachtet werden.

Ein hohes Maß an Sympathie für die nationalsozialistische Ideologie, Machtstreben oder persönliche Vorteile können die Grundlage für eine Kollaboration sein. Zwei Mitarbeiter des NLL waren bereits vor dem Krieg auf Einladung korrespondierende Mitglieder der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung geworden. Sie hatten dem zugestimmt, weil die wissenschaftlichen Kontakte mit Deutschland so wichtig waren. Dies bedeutete jedoch nicht, dass sie mit der deutschen Politik sympathisierten. Obwohl von deutscher Seite suggeriert wurde, dass „*Herr Ir. Koning*, (der NLL-Direktor) *eine anscheinend durchaus entgegenkommende Gesinnung gegen Deutschland zeigt*.“⁴⁷⁶ Gibt es keinen Hinweis darauf, eher das Gegenteil. Höchstens einige wenige NLL-Mitarbeiter sympathisierten mit der NSB, der niederländischen Partei, die die nationalsozialistische Ideologie vertrat. Es gab also keine ideologischen Beweggründe, für Deutschland zu arbeiten. Obwohl die Zahl der Mitarbeiter während des Krieges beträchtlich zunahm, war auch hier der Gewinn nicht das Ziel. Das NLL war eine gemeinnützige Stiftung. Die Regierung hat das Defizit ausgeglichen. Der Umfang der deutschen Aufträge hat es dem NLL ermöglicht, mehr Mitarbeiter einzustellen. Einige von ihnen, die den Arbeitseinsatz vermeiden wollten oder aus anderen Gründen einen sicheren Arbeitsplatz suchten, kamen von anderen Unternehmen. Dies ermöglichte es auch, die „Eigenarbeit“ mit Elan fortzusetzen und sich in den späteren Jahren auf eine Zukunft nach dem Krieg zu konzentrieren.

Nach der (internationalen) „Haager Landkriegsordnung“ und den (niederländischen) „Anweisungen“ (Aanwijzingen) durfte das NLL als halbstaatliche Einrichtung formell-rechtlich keine Arbeiten in den Diensten der Besatzungsmacht durchführen. Dennoch haben sich neben der Geschäftsführung auch die Vertreter verschiedener Ministerien im NLL-Vorstand bereit erklärt, Recherchen für die AVA durchzuführen. In den offiziellen Unterlagen ist immer von „wissenschaftlicher Forschung“ die Rede, aber wie die Archive zeigen, spricht vieles dagegen. Es ist denkbar, dass sich der Vorstand dessen nicht bewusst war, aber es ist wahrscheinlicher, dass seine Zustimmung eine allgemeinere Haltung der Regierung widerspie-

gelt. Das Kollegium der Generalsekretäre, die höchste Vertretung der niederländischen Behörden, war sehr daran interessiert, die Beziehungen zu den deutschen Besatzern so offen wie möglich zu halten, um Schlimmeres zu vermeiden. Ein sehr anschauliches Beispiel dafür ist der Handlungsspielraum, der den Artillerie-Einrichtungen (AI) geboten wurde, um Arbeiten für die Besatzungsmacht auszuführen (Kapitel 5). In den Kapiteln 4 und 6 wurde versucht, die Fakten der Entscheidungsfindung des NLL-Vorstands so genau wie möglich darzustellen. Aber eine Stellungnahme zu den Aktionen selbst geht über diese Studie hinaus.

Wahrung der Unabhängigkeit

In dem Buch „Wir wissen nichts von ihrem Schicksal“ (Wij weten niets van hun lot)⁴⁷⁷ zeichnet der Historiker Bart van der Boom ein Bild von der Ohnmacht des durchschnittlichen Niederländers während der deutschen Besatzung, die zu einer als „Akkommodation“ („accommodatie“) bezeichneten Haltung führte.⁴⁷⁸ Er beschreibt diesen Begriff als „eine Anpassung an die veränderten Machtverhältnisse. Nicht aus Sympathie für die neuen Machthaber – die gab es so gut wie gar nicht –, sondern weil es keine Alternative gab.“ Als Konsequenz daraus erwähnt er eine Haltung, die sich wie folgt beschreiben lässt: „Jetzt, da die Deutschen gewonnen hatten, war es wichtig, ihren Einfluss so weit wie möglich einzudämmen. Dies könnte durch eine korrekte und effiziente Zusammenarbeit mit ihnen erreicht werden, und zwar so korrekt und effizient, dass es sich für sie nicht lohnt, sich zu sehr einzumischen.“ Diese Aussage scheint die Situation im NLL recht gut zu beschreiben.

Eine solche Haltung hatte für das NLL wichtige praktische Vorteile, von denen die Wahrung der Unabhängigkeit zweifellos der wichtigste war. Gemäß der Vereinbarung, die das NLL mit dem RLM geschlossen hat, behielt das NLL seine Unabhängigkeit. Der vom RLM eingesetzte Beauftragte Käufel war bei der Durchführung der AVA-Aufgaben, und insbesondere bei den Kontakten zu den deutschen Behörden, sehr behilflich, mischte sich aber nicht in die Verwaltung und das Tagesgeschäft des NLL ein. Mit den deutschen Aufträgen sicherte sich das NLL ein Einkommen, mit dem es Gehälter zahlen und sogar zusätzliche Personen einstellen konnte, um dem Arbeitseinsatz zu entgehen. Dies ermöglichte es auch dem Finanzdirektor Chaillet, unter dem Deckmantel des NLL, eine Rolle im Widerstand zu spielen. Und durch sein Handeln haben auch andere einen sicheren Arbeitsplatz im NLL bekommen. Die NLL-Verwaltung konnte die Arbeit fortsetzen, die sie selbst für wichtig hielt, und sich sogar, insbesondere in den letzten Kriegsjahren, auf eine neue Zukunft konzentrieren.

Ebenso wichtig war, dass das NLL damit völlig außerhalb des Einflussbereiches der deutschen nationalsozialistischen Strukturen bleiben konnte. In vielen niederländischen Organisationen wurde die Führung auf Anordnung der Besatzungsmacht durch Deutsche oder deutsch gesinnte Niederländer ersetzt, so z. B. im (Königlichen) Niederländischen Luftfahrtverband (KNVvL) oder im (Königlichen) Institut der Ingenieure (KIVI). Dies erklärt auch, warum Vorstand und Verwaltung

des NLL keine freien Stellen im Vorstand und im wissenschaftlichen Ausschuss des NLL ausgeschrieben haben.

Das war nicht die einzige Gefahr. Schon bald nach Kriegsbeginn wurden die Fokker-Werke vollständig unter deutsche Kontrolle gestellt. Von dieser Seite aus hatte man ein Auge auf das NLL geworfen. Käufl berichtet im Juni 1941, dass die Stellung des NLL durch General Siburg, den Befehlshaber des „Luftgau Holland“, bedroht sei, die Gefahr aber abgewendet werden könne (siehe Kapitel 10). Viel gefährlicher war die drohende „Beschlagnahme“, die anscheinend im März 1943 von Seewald (vom RLM) mit aktiver Unterstützung von Käufl initiiert wurde und das NLL vollständig unter die direkte Verantwortung der AVA stellen sollte. Indirekt betraf dies auch Dr. Plutzer, „SS-Hauptsturmführer“ und Leiter der „Hauptabteilung Wissenschaft, Volksbildung und Kulturpflege“ des „Reichskommissariats“ in den Niederlanden. Die NLL-Leitung war eindeutig dagegen. War das der Grund, warum Betz letztlich nichts von einer solchen „Beschlagnahme“ hielt? Jedenfalls konnten Betz und Engelbrecht diese Gefahr abwenden: *„Es soll beim Alten bleiben.“* Diese Ereignisse zeigen, dass es Betz gelungen ist, das NLL vor einer Übernahme zu schützen.

Zwei parallele Welten

Die Nachkriegserinnerungen der NLL-Mitarbeiter zeigen, dass sie selbst die Arbeit für Deutschland als unbedeutend betrachteten. Der Umfang der vorliegenden Arbeit (Kapitel 9) zeigt das Gegenteil. Wie lässt sich das vereinbaren? Die Antwort auf diese Frage führt zu einer Interpretation, die sich am besten als die Existenz zweier „paralleler Welten“ beschreiben lässt, zweier Welten, die für sich stehen, aufeinander reagieren, aber kaum miteinander verwoben sind.

Wie sah diese Welt auf der deutschen Seite aus? Unmittelbar nach 1933 baute das RLM eine Forschungsstruktur auf, die es ermöglichen sollte, in kurzer Zeit die stärkste Luftwaffe der Welt aufzubauen. Diese Forschungsstruktur wird in Kapitel 3 beschrieben und in Anhang D schematisch dargestellt. In dieser Struktur nahmen Göttingen und insbesondere Prandtl einen wichtigen Platz ein. Nach 1942 und der Gründung von FoFü, der Forschungs-Führung, war Prandtl der Dreh- und Angelpunkt der Forschung. Die für die aerodynamische Forschung zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte und Kenntnisse stellten in dieser Hinsicht einen „Engpass“ dar, und der Aufbau von Partnerschaften mit Schwesterinstituten in den besetzten Gebieten, wie dem NLL, könnte dieses Problem vielleicht abmildern. Dies konnte dann am besten dadurch geschehen, dass man diesen Instituten einen großen Freiheitsgrad einräumte, wie es Betz zu Beginn des Krieges für das Schwesterinstitut der AVA in Braunschweig formulierte: *„... eine Organisation nach Art der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, die einerseits die erforderlichen Kontrollen ermöglicht, und andererseits doch den einzelnen Forschungsstätten die erforderliche Freiheit lässt.“* Die Bereitstellung von bezahlten Aufträgen, deren Ausarbeitung dem jeweiligen Institut überlassen wurde, war

ein geeignetes Mittel zu diesem Zweck. Allerdings war ein gewisses Maß an Geheimhaltung erforderlich, wie Betz in einem Brief an das RLM erklärte: „... *einige Forschungsarbeiten, die nach ihrem Dafürhalten ohne Bedenken bezüglich Geheimhaltung dem Nationaalen Luchtvaartlaboratorium in Amsterdam in Auftrag gegeben werden könnten. In der AVA müssen diese Aufgaben mit Rücksicht auf dringliche Arbeiten bisher immer wieder zurückgestellt werden.*“ Dabei ging es auch um eine solche „Geheimhaltung“, dass dem NLL nicht klar war, worum es genau ging. Streng geheime Aufträge wären dem NLL ohnehin nicht erteilt worden. Ein erheblicher Teil der am NLL durchgeführten Forschungsarbeiten gehörte jedoch zu den Prioritätsklassen S und SS und waren damit „... *durchaus kriegswichtig*“.⁴⁷⁹ Innerhalb der deutschen Forschungsstruktur gab es eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungslabors, wie Anhang D zeigt. Aus deutscher Sicht war es daher nicht so interessant, ob die ausgelagerten Arbeiten für die Industrie oder für die AVA durchgeführt wurden. Die Ergebnisse würden ohnehin weitergegeben. Die AVA gab vor, dass diese Aufträge von der AVA selbst kamen. Industriekontakte wurden dem NLL als AVA-Mitarbeiter vorgestellt. Dies erweckte den Eindruck, dass es sich um eine „wissenschaftliche Arbeit“ handelte, die die Mitarbeit des NLL sichern könnte. So könnte die AVA problemlos über eigene Forschungskapazitäten verfügen, die durch das NLL ergänzt werden. „*Die Arbeit des NLL war immer tadellos!*“ notierte „Regierungsvizepräsident“ Stüler⁴⁸⁰ aus dem Mund von Engelbrecht, dem Finanzdirektor an der Seite von Betz (Kapitel 10). Das NLL hingegen hatte keine Ahnung, welche Struktur sich hinter den Anordnungen der AVA verbarg. Dass in Göttingen eine Beratung zwischen Industrie und AVA über die vom NLL durchzuführende Forschung stattfand, war völlig unbekannt.

Wie sehr die AVA-Seite das wahre Ausmaß der deutschen Forschungsanstrengungen vor dem NLL verbergen wollte, zeigen die Ereignisse rund um die Reise zweier Werkstattmitarbeiter, Tak und Belderok, nach Göttingen, um dort den Bau von Windkanalmodellen zu erlernen (siehe Kapitel 9, Bestellnummer [1142]). Dass Tak und Belderok anscheinend nicht merkten, dass sie getäuscht wurden, spricht in diesem Zusammenhang Bände.

Aus Sicht des NLL handelte es sich, zumindest anfangs, nur um „wissenschaftliche“ Forschung im Auftrag der AVA. Diese Forschung bestand hauptsächlich aus dem Bau von Windkanalmodellen und der Durchführung von Windkanaluntersuchungen. Die Ergebnisse wurden in Form von Berichten mit Tabellen an die AVA weitergeleitet. Dies beinhaltete keine Interpretation der Ergebnisse. Dies wäre auch nicht möglich gewesen, da das NLL mit dem Kontext der Untersuchung nicht vertraut war. Daher war diese Arbeit aus wissenschaftlicher Sicht uninteressant. Wissenschaftlich interessant waren jedoch die Aktivitäten in der Flatterforschung und zu dünnwandigen Strukturen. Diese Aktivitäten fügten sich nahtlos in die „Eigenarbeit“ ein. Greidanus schreibt in einem Rückblick auf die Flatterforschung im Rahmen der Eigenarbeit, dass er in der glücklichen Lage gewesen sei, seine Flattertheorie anhand einiger praktischer Fälle, die ihm vorgelegt wurden, unter Bezugnahme auf die deutschen Arbeiten zu validieren. Van der Neut lobte sich selbst dafür, dass

er ungestört an der Theorie der dünnwandigen Strukturen arbeiten konnte. Gerade wegen ihres wissenschaftlichen Charakters wurde diese Arbeit vom NLL akzeptiert und sogar gewürdigt.

Bei der Durchsicht der NLL-Archive fällt auf, wie wenig der Krieg darin vorkommt, abgesehen von der (geschäftsmäßigen) Korrespondenz mit der AVA über Aufträge. Die Petition, die anlässlich des 25. Jahrestages 1944 in Umlauf gebracht wurde (Kapitel 11.1), ist eine der wenigen schriftlichen Äußerungen während des Krieges, die eine Beteiligung des Personals am Krieg erkennen lassen, einem Krieg, der oft mit Euphemismen wie „besondere Umstände“ und „die gegenwärtige Zeit“ bezeichnet wird. Die Petition zeigt ein NLL, das an die Zukunft der niederländischen Luftfahrt glaubt, das der Person Wolff Aufmerksamkeit schenkt, dem Direktor, der das NLL groß gemacht hat. Ein NLL, das auch über die Entlassung von jüdischem Personal und von Personen reflektiert, die wegen des Arbeitseinsatzes abwesend waren. Nichts deutet darauf hin, dass sich die NLL-Mitarbeiter daran stören, dass sie für die deutschen Besatzer arbeiten müssen. Van der Neut schreibt zum Beispiel nach dem Krieg über seine Arbeit am Me-109-Flügel: „Vielleicht war die wichtigste Bedeutung dieser Forschung, dass 2 ME-109-Flügel nicht für die Kriegsführung zur Verfügung standen.“ De Lathouder schreibt: „Neben unserer eigenen Arbeit musste gelegentlich auch ein deutscher Auftrag bearbeitet werden.“ „Gelegentlich auch ein deutscher Auftrag“, wenn rund 60 % der Windkanalarbeiten (an denen De Lathouder beteiligt war) deutsche Aufträge betrafen? Van der Neut schreibt auch: „Wenn ich dies niederschreibe, bekomme ich ein Gefühl der Schuld, dass ich mit Vergnügen zu einer Zeit arbeiten konnte, in der viele andere im Namen desselben Auftraggebers unvorstellbar tiefes Leid ertragen mussten.“ Als Max Farjon 2017, 75 Jahre später, gefragt wird, warum er während des Krieges dem NLL beigetreten ist, antwortet er sofort: „Weil das NLL als eine der wenigen Firmen nicht für Deutschland gearbeitet hat.“⁴⁸¹ Dies war offenbar das Bild, das nicht nur die Umwelt, sondern auch die Mitarbeiter selbst während und nach dem Krieg vom NLL hatten. Und das, obwohl der weitaus größte Teil der Auftrageinnahmen von deutscher Seite kam. In den Augen der meisten NLL-Beschäftigten hielten sie sich vom Krieg fern. So konnten die Voraussetzungen geschaffen werden, um sich auf die eigenen Interessen des NLL zu konzentrieren: die Betreuung der Mitarbeiter, die wissenschaftliche Forschung und die Zukunft der niederländischen Luftfahrt.

Zur Sicherung der eigenen Position und Ziele war es wichtig, dass diese beiden Parallelwelten, in denen dieselbe Forschung sowohl als „kriegerisch“ als auch als „friedlich“ bezeichnet wurde, weiterhin als getrennte Welten existieren konnten. Dass das NLL weiterhin unabhängig und mit eigenem Vorstand und Management arbeiten konnte, war in dieser Hinsicht unerlässlich. Ebenso wichtig war, dass die AVA den Raum hatte, die Kontakte zum NLL völlig unabhängig zu pflegen. Genauso wichtig war es, dass das NLL den Raum erhielt, um seine eigene Aufgabe wissenschaftlich zu erfüllen. Sowohl von Seiten der AVA als auch von Seiten des NLL schien es sinnvoll, diese Situation beizubehalten. Betz und Engelbrecht auf Seiten der AVA und Koning und Chaillet auf Seiten des NLL sahen das wahrscheinlich so. Dies ist möglicherweise der Hauptgrund, warum die „Übernahme“ oder

„Beschlagnahme“ durch die AVA im Jahr 1943 nicht zustande kam. Das hätte die Situation wesentlich verändert.

Die Wissenschaftler

Es gibt noch ein weiteres Element, das bei den Kontakten zwischen der AVA und der NLL eine wichtige Rolle spielte: eine große gegenseitige Wertschätzung für die wissenschaftliche Arbeit, die auf einer wissenschaftlichen Faszination für die Technik und die dahinterstehende Wissenschaft beruht. Die Praxis dieser Wissenschaft, deren markanteste Vertreter Koning und Betz auf Direktorebene und Greidanus und Küssner auf Arbeitsebene waren, bestand vor allem in der Herausforderung, mit physikalisch-mathematischen Mitteln Phänomene zu beschreiben, die bei so praktischen Ausgaben wie der Zugkraft eines Propellers, dem Flattern eines Flügels oder den Spannungskonzentrationen in dünnen Platten auftreten. Ihre Auswirkungen auf die Kriegsführung wurden in diesen mathematischen Gleichungen nicht berücksichtigt. Nicht etwa, weil das verschwiegen wurde, sondern weil die Lösung dieser Gleichungen in einer ganz anderen Welt lag, einer Welt mit ihrer eigenen Faszination und Schönheit, einer à-politischen Welt. Eine Welt, die auch in den Augen dieser Wissenschaftler und Techniker weit von der Realität des Nationalsozialismus entfernt war.

Der wissenschaftliche Gedankenaustausch war auch der Grund für die Kontakte der NLL-Ingenieure mit deutschen Kollegen schon vor dem Krieg. Konings Mitgliedschaft in der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung zusammen mit Van der Maas und Von Baumhauer galt als prestigeträchtige Angelegenheit, die den Kontakt der neutralen Niederlande zu Wissenschaftlern auf deutscher Seite förderte. Weder Betz noch Prandtl waren Mitglieder der NSDAP. Es ist jedoch bekannt, dass Prandtl die Position Deutschlands nach dem Versailler Vertrag als unangenehm empfand und unter diesem Gesichtspunkt auch Hitlers Entschlossenheit schätzte.⁴⁸² Die Tatsache, dass Göring ihm die Forschungsmöglichkeiten gab, für die er vor 1933 vergeblich plädiert hatte, wird wesentlich dazu beigetragen haben.

Wie in Kapitel 14.1 erwähnt, traf von Kármán im April 1945 in Göttingen seinen alten Lehrer Prandtl. Von Kármán tat dies in seiner Funktion als Leiter einer Sondergruppe des US-Geheimdienstes, die die Entwicklung der militärischen Luftfahrt in Deutschland überwachen sollte. Bei diesem Treffen erklärte Prandtl von Kármán, dass er kein Nazi sei, sondern sein Land verteidigen müsse. Von Kármán schreibt in seiner Biographie: „*Das ein intelligenter Mann nicht wusste, was in seinem eigenen Land vor sich ging, konnte ich nicht glauben.*“ Und er fügt hinzu: „*Ich konnte nicht sagen, ob Prandtl und seine Kollegen furchtbar naiv, dumm oder böse waren. Ich ziehe es vor zu glauben, dass es Naivität war.*“⁴⁸³

Waren alle Wissenschaftler so naiv? Nach dem Krieg wurden sie nur selten wirklich zur Rechenschaft gezogen. Der Abstand zwischen ihrer wissenschaftlichen Arbeit und deren späteren Anwendung war meist zu groß. Das entbindet die Wissenschaftler jedoch nicht von der Pflicht, sich nach so vielen Jahren immer wieder die

Frage zu stellen, wie der Zweite Weltkrieg in all seinen Facetten geschehen konnte. Welche Rolle die Wissenschaft dabei spielte. Und wie man sie in Zukunft verhindern kann.

...

Lasst diese Zeit nie wiederkehren
und nie mehr Hass die Welt zerstören:
Es wohnen Menschen, die ich liebe,
in Göttingen, in Göttingen

Doch sollten wieder Waffen sprechen,
es würde mir das Herz zerbrechen!
Wer weiß, was dann noch übrig bliebe
von Göttingen, von Göttingen

...

Aus „Göttingen“ von Barbara (1967)
(Übersetzung Walter Brandin)

Anhänge

Anhang A Glossar der Begriffe

NB: *Kursiv* gedruckte Wörter werden an anderer Stelle erläutert.

Ablösung

Bei der Umströmung einer *Tragfläche* oder eines Rumpfes bildet sich entlang der Wand eine dünne Luftschicht, die *Grenzschicht*, in der Viskosität und Reibung eine große Rolle spielen; dadurch wird die Strömung verlangsamt, und es besteht die Gefahr, dass sie der Wandkontur nicht mehr folgt: Die Strömung löst sich von der Oberfläche ab. Man spricht von *Strömungsabriss* oder Grenzschichtablösung.

Aerodynamik - Theorie

Auftrieb

Der Flügel erzeugt den Auftrieb (L), um das Flugzeug in der Luft zu halten; im stationären Flug ist L gleich dem Flugzeuggewicht W.

Auftriebskoeffizient oder Auftriebsbeiwert (Tragfähigkeit)

Die Auftriebskraft L wird üblicherweise dimensionslos durch den Koeffizienten $C_L = L / (\frac{1}{2} \rho V^2 S)$ ausgedrückt, wobei ρ die Luftdichte, V die Flugeschwindigkeit und S die Flügelfläche ist; C_L sagt etwas über das Auftriebsvermögen oder die Tragfähigkeit des Flügels aus: die aerodynamische Wirksamkeit eines Flügels; bei einer bestimmten Flügelform und -position (Anstellwinkel); abgesehen von *Skaleneffekten* sind durch die Verwendung von Koeffizienten die Ergebnisse von Windkanalmessungen (an einem Modell) auf das reale Flugzeug übertragbar.

Auftriebsverteilung

Die Verteilung des *Auftriebs* über die Spannweite; abhängig von lokalen *Profileigenschaften* und der *Planform* des Flügels.

Flächenbelastung

Die Belastung des Flügels durch die Luftkräfte, definiert als W/S , wobei W das Gewicht des Flugzeugs (gleich dem Auftrieb L) und S die Flügelfläche ist.

Grenzschicht (Theorie)

Der Einfluss der Viskosität („Zähigkeit“) der Luft wirkt in einer sehr dünnen Schicht über der Oberfläche des Flügels (der „Grenzschicht“); Prandtl entwickelte die Theorie 1904; die Grenzschichttheorie stellte zusammen mit der Traglinientheorie einen Durchbruch in der theoretischen Beschreibung der Umströmung von Flugzeugflügeln dar; die *Reynoldszahl* ist eine wichtige Größe für die Grenzschichtentwicklung.

Induzierter Widerstand

Anteil des *Luftwiderstands* eines Flugzeugs, der mit dem *Auftrieb* zusammenhängt; proportional zum Quadrat des Auftriebs und umgekehrt proportional zur *Streckung*; zusätzlich in erheblichem Maße durch die Auftriebsverteilung bestimmt.

Profilwiderstand

Eine aerodynamische Eigenschaft des *Profils*: Der Profilwiderstand, der über die Spannweite des Flügels summiert wird, bestimmt zusammen mit dem *induzierten Widerstand* den Widerstand des Flügels.

Tragfläche

Ein Teil des Flugzeugs, der Auftrieb erzeugt (Flügel, Höhen- oder Seitenleitwerk).

Traglinientheorie

Eine während und kurz nach dem Ersten Weltkrieg von Prandtl und Betz, Munk und Glauert entwickelte Theorie, die es ermöglicht, die *Auftriebsverteilung* von Flügeln bei gegebenen *Profileigenschaften* und einer bestimmten *Planform* des Flügels zu berechnen.

Widerstand

Der Luftwiderstand (D) ist die vom Flugzeug in Flugrichtung ausgeübte Kraft, die hauptsächlich durch die Reibung und einen Beitrag durch den *Auftrieb* bestimmt wird; im stationären Horizontalflug ist der Auftrieb $L=W$ (wobei W das Gewicht des Flugzeugs ist) und $D=T$ (wobei T der Schub des Propellers oder des Strahltriebwerks ist); der Auftrieb L und der Luftwiderstand D stehen senkrecht zueinander.

Widerstandskoeffizient: siehe *Auftriebskoeffizient*, jedoch formuliert für die Widerstandskraft.

Akademie („Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung“)

Wurde 1936 unter anderem auf Initiative von Baemker gegründet, um die Luftfahrtforschung in Nazi-Deutschland zu fördern.

Anstellwinkel

Die Position des Flügels oder des Flugzeugs relativ zur Bewegungsrichtung des Flugzeugs; innerhalb bestimmter Grenzen hängt der Auftrieb des Flügels linear vom Anstellwinkel ab, solange es keine *Ablösung* gibt.

Arado

Ein deutscher Flugzeughersteller mit Sitz in Warnemünde.

Ar 233

Amphibisches Flugboot, dessen ursprünglicher Arado-Entwurf an das Konstruktionsbüro von Dewoitine in Paris ging; Windkanalmessungen zur Stabilität und Steuerbarkeit fanden 1943 im NLL statt.

Ar 234

Eines der fortschrittlichsten Flugzeuge des Zweiten Weltkriegs; als Düsenbomber mit zwei oder vier Strahltriebwerken konzipiert; später als Aufklärungsflugzeug eingesetzt; zu schnell für alliierte Jagdflugzeuge.

Auftrieb, Auftriebsverteilung: siehe *Aerodynamik – Theorie*

Automatischer Beobachter

Eine von RSL/NLL entwickelte Einrichtung zur Registrierung von Messergebnissen bei Flugversuchen, bei der auf einer Platte montierte Instrumente in einem geschlossenen Kasten von einer Kamera gefilmt und die Bilder nach dem Flug ausgelesen werden.

(Van) Berkel's Patent

Fabrik für Fleischschneidemaschinen und Waagen, die zwischen 1918 und 1921 Flugzeuge baute; war auch während des Zweiten Weltkriegs im Flugzeugbau tätig.

Van Berkel's Patent W.A.

Ein für den Marinefliegerdienst gebautes Wasserflugzeug, eine Kopie der im Ersten Weltkrieg erbeuteten Hansa Brandenburg W-12.

Van Berkel's Patent W.B.

Ein von der Hansa Brandenburg W-29 abgeleitetes Wasserflugzeug, entwickelt von Von Baumhauer.

Beschleunigungsmesser

Ein Instrument zur Messung der Beschleunigung (der Geschwindigkeitsänderung); die Beschleunigung tritt z. B. beim Start, bei der Landung und beim Fliegen einer Kurve auf.

Betz Schlitz

Schlitz in der Vorderkante des Flügels, um die aerodynamischen Eigenschaften des Flügels bei *Strömungsablösung* (*Strömungsabris*) zu verbessern; patentiert von Betz.

Blattwinkel

Siehe *Steigung* (eines Propellers)

Bodeneinfluss

Der Auftrieb des Flügels steigt in der Nähe der Erdoberfläche; von Bedeutung bei Start und Landung.

Bugklappen oder Slats: siehe *Flügelteile*

Dehnungsmessstreifen oder Dehnungsmessgerät

Dehnung ist die Verformung z. B. eines Flügelholms oder eines Hautblechs unter Belastung; die Dehnung kann durch Messung des elektrischen Widerstands

eines sehr dünnen Drahtes bestimmt werden, der auf die Oberfläche geklebt ist und sich mit der darunter liegenden Struktur verformt.

Determinante

Ein mathematisches Konzept, das unter anderem bei der Lösung eines Systems linearer Gleichungen verwendet wird; wesentlich für die Lösung der Gleichungen, die das *Flattern* beschreiben.

Dewoitine

Der Name eines französischen Flugzeugherstellers in Toulouse vor und während des Zweiten Weltkriegs; Dewoitines Konstruktionsbüro befand sich in Paris und war am Entwurf der Arado 233 beteiligt.

Differentialgleichung

Eine mathematische Beziehung (vom Typ linke Seite = rechte Seite), in der nicht nur die Parameter selbst, sondern auch die Ableitungen dieser Parameter (zeitliche oder räumliche Veränderung) vorkommen; das Gleichungssystem zur Beschreibung der Luftströmung ist ein Beispiel für ein System von Differentialgleichungen.

Diffusor (Strömung)

Die Strömung in einem geschlossenen Rohr mit stromabwärts zunehmender Querschnittsfläche, wodurch die Geschwindigkeit abnimmt; infolgedessen besteht die Gefahr, dass sich die *Grenzschicht* entlang der Wände ablöst und die Strömung stark beeinträchtigt wird; Diffusorströmungen treten z. B. in Düsentriebwerken, Pumpen und Windkanälen (hinter der Messstrecke) auf.

DiFoGa

„Diepen Ford Garage“

Eine Initiative des Garagenbesitzers Frits Diepen zum Bau eines kleinen Geschäftsflugzeugs mit Schubpropeller; dieses Projekt wurde später von Fokker übernommen, woraus die Fokker F.24 „Promotor“ hervorging; sie erwies sich letztlich als erfolglos, unter anderem aufgrund von Vibrationen der Propellerwelle.

Dornier

Deutscher Flugzeughersteller, vor allem bekannt für den Bau von Flugbooten.

Do 24

Dreimotoriges Flugboot (Erstflug 1937), entwickelt für die niederländische Marine; eingesetzt unter anderem vom Marinefliegerdienst in Niederländisch-Ostindien als Nachfolger der Dornier „Wal“; gebaut von Aviolyanda und Maatschappij De Schelde.

Do J „Wal“

Sehr erfolgreiches deutsches Flugboot aus dem Jahr 1922; gebaut unter anderem von Aviolyanda.

Do X

Ein außergewöhnlich großes Flugboot mit sechs Motoren (Schub- und Zugpropeller); Erstflug 1929; überall eine Kuriosität, aber kein kommerzieller Erfolg.

Douglas

US-amerikanische Flugzeugfabrik, die kurz vor dem Zweiten Weltkrieg mit den Ganzmetallflugzeugen DC-2 und DC-3 „Dakota“ besondere Berühmtheit erlangte.

DC-2

Ein Ganzmetallflugzeug (Aluminium) für 14 Passagiere aus dem Jahr 1934; berühmt geworden durch den KLM-Flug der „Uiver“ beim Melbourne-Rennen ebenfalls 1934; die Uiver stürzte drei Monate später auf dem Weg nach Batavia im Irak ab; Van der Maas untersuchte den Flugzeugabsturz.

Drall (von Kugeln, Projektilen oder Flugkörpern):

Eine Drehung um die *Längsachse* zur Stabilisierung der Bewegung.

Druckmessungen: siehe *Windkanalmessungen***Düsentriebwerk, Düsenantrieb**

Wurde 1936 von Heinkel in Deutschland auf eigene Initiative von Pabst von Ohain entwickelt (erfolglos); es folgten die erfolgreiche BMW 003 und die Junkers Jumo 004 (die Nummer ist eine Ableitung der RLM-Auftragsnummer); eingesetzt in der *Me 262* und *Ar 234*; das Prinzip besteht darin, die Ansaugluft zu komprimieren, mit Treibstoff zu vermischen und dann zu zünden, wodurch ein Heißluftstrahl entsteht, der den Antrieb bewirkt; es gibt mehrere Typen, darunter

ML-Gerät (Motor-Luft)

Bei dem ein „klassischer“ Verbrennungsmotor den Kompressor oder Propfan antreibt; die Zugkraft erfolgt durch einen vom Propfan erzeugten „kalten“ Strahl wie bei einem Propeller; es kann auf bekannte Technik zurückgegriffen werden; Käufl hat sich 1943 und 1944 am NLL damit beschäftigt.

TL-Gerät (Turbine-Luft)

Eine Turbine im Heißluftstrahl treibt den Kompressor an, der die Hochdruckluft in die Brennkammer schickt; z. B. beim BMW 003 und beim JUMO 004; die Zugkraft entsteht durch den Heißluftstrahl des Motors.

Eiffel Windkanal: siehe *Windkanalanlage***Einsatzteil:** siehe *Windkanalanlage*

Ermüdungsbelastung

Strukturen können durch unterschiedliche Belastungen über einen langen Zeitraum hinweg versagen; so kann beispielsweise die wiederholte Einwirkung einer an sich nicht sehr hohen Belastung dennoch zu einem Bruch führen; sowohl Materialien als auch Strukturen können für Ermüdung anfällig sein.

Flattern

Flattern ist eine ungedämpfte Vibration einer (Flügel-)Struktur mit einer bestimmten Frequenz; die treibende Kraft ist die aerodynamische Luftkraft aufgrund der Verformung oder Vibration der Struktur selbst; eine einfache Form ist z. B. das Flattern aufgrund der Biegung des Flügels, aber es gibt auch komplexere Formen wie das Flügel-/Ruderflattern aufgrund eines schwingenden Querruders.

Kritische Geschwindigkeit

Die Fluggeschwindigkeit, bei der ein Flattern auftritt; die Flatterforschung zielt darauf ab, diese Geschwindigkeit möglichst rechnerisch zu ermitteln; sie ist durch Messungen im Flug zu überprüfen.

Flügelteile

Bugklappe oder Slat

Eine von Flügel abgetrennte Klappe an der Vorderkante des Flügels, deren Hauptwirkung darin besteht, den maximalen Auftrieb zu erhöhen (d.h. den maximalen *Auftriebskoeffizienten* zu erhöhen).

Flügeldicke

Die Dicke eines Flügelprofils, die in der Regel als Prozentsatz der *Profiltiefe* ausgedrückt wird; Flügelprofile sind normalerweise 10 bis 20 % dick, weil sonst die Viskositätseffekte zu groß werden; der Fokker „Entwurf-180“ hatte eine extreme Profildicke.

Flügeltiefe, Profiltiefe

Die Länge des lokalen *Flügelprofils*, gemessen von der Vorderkante des Flügels bis zur Hinterkante des Flügels.

Flügelholme

Das Hauptstrukturelement eines Flügels, über das die Biegebelastung aufgenommen werden kann; die Biegebelastung ist hauptsächlich auf die Tragfähigkeit des Flügels zurückzuführen.

Flügelplanform

Die Form, die entsteht, wenn man den Flügel auf die Bodenfläche projiziert; man spricht z. B. von einem trapezförmigen Flügel (Profiltiefe an der Spitze kleiner als an der Wurzel), einem geraden Flügel (Profiltiefe überall gleich groß), einem elliptischen Flügel (Form einer Ellipse) oder einem Pfeilflügel (Form eines Pfeils).

Flügelprofil

Ein Profil ist der „Grundquerschnitt“ eines Flügels und bestimmt weitgehend die aerodynamischen Eigenschaften des Flügels; das Flügelprofil entsteht, wenn der Flügel von einer Ebene geschnitten wird, die parallel zur Symmetrieebene des Flugzeugs verläuft; das Profil hat eine abgerundete Form an der Nase und eine sehr scharfe Ecke an der Hinterkante; die Profildicke beträgt in der Regel 10-20 % des *Profils* oder der *Flügeltiefe*.

Fowler-Klappe

Eine Klappe, die sich nicht nur verdreht, sondern auch nach hinten bewegt, wodurch die Flügelfläche effektiv vergrößert wird.

Innenflügel

Der Teil des Flügels zwischen dem Rumpf und (bei zwei- oder viermotorigen Flugzeugen) der (inneren) Triebwerksgondel.

Klappe, Flügelklappe

Ein beweglicher Teil des Flügels an der Vorderkante (*Bugklappe* oder „Slat“) oder an der Hinterkante (Hinterkantenklappe oder „Flap“), durch den die Auftriebskapazität (eigentlich der *Auftriebskoeffizient*) des Flügels bei Start und Landung erhöht werden kann.

Nasenradius

Die Flügelvorderkante ist aus aerodynamischen Gründen abgerundet; der Nasenradius ist der Radius des imaginären Zylinders, der genau in die Flügel Nase passt.

Querruder oder Aileron

Eine Klappe an der Flügelhinterkante, meist an der Flügelspitze, zum Wenden; linkes und rechtes Querruder (Aileron) werden gegeneinander bewegt.

Spaltklappe

Eine vom Flügel abgetrennte Klappe (abgesehen von den Aufhängungspunkten), die einen Zwischenraum (Spalt) zwischen Klappe und Flügel bildet; sie kann sich entweder an der Vorderkante des Flügels (Bugklappe, Vorflügel oder Slat) oder an der Hinterkante des Flügels (einfache oder doppelte Spaltklappen) befinden.

Spreizklappe

Bei einer Spreizklappe wird nur die Hinterkante der Flügelunterseite über eine Strecke von etwa 20 % der Flügeltiefe nach unten gedreht; die Flügeloberseite bleibt im gleichen Bereich stehen.

Streckung oder Seitenverhältnis (der Flügel)

Auch „Aspect Ratio“ (AR) genannt; definiert als $AR=b^2/S$ (mit b die Spannweite und S die Flügelfläche); ist eine wichtige Determinante des *induzierten Widerstands* des Flügels: je größer das Seitenverhältnis, desto geringer der Widerstand.

Wölbung, Profilwölbung

Der Grad der Krümmung des Flügelprofils.

Wölbungsklappen

Klappen mit einer festen Position der Drehachse relativ zum Flügel, die die *Wölbung* des Profils im ausgefahrenen Zustand erhöht.

Flugzeugtypen**Amphibisches Flugboot**

Ein Flugzeug, das sowohl auf dem Wasser als auch auf dem Land starten und landen kann; Beispiele sind die Arado 233 und die Consolidated PBY „Catalina“.

Doppelleitwerksträger

Ein Flugzeug, bei dem das Heck an zwei am Flügel befestigten „Stangen“ angebracht ist; Beispiele sind die Fokker G.I, die Schelde S.21 und die Fokker F.25 „Promotor“.

Druckpropeller

Eine Anordnung, bei der der Propeller hinter dem Motor, entweder hinter der *Tragfläche* oder hinter dem Rumpf, angebracht ist; wurde, unter anderem bei der Schelde S.21 und der Fokker F.25 „Promotor“ verwendet.

Flugboot

Ein Flugzeug, das nur vom Wasser aus starten und auf dem Wasser landen kann; Beispiele sind die Dornier „Wal“ und die Do X.

Schwanzloses Flugzeug

Flugzeug ohne separates Leitwerk; Richtungs- und Längsstabilität wird durch eine Kielfläche am Flügel, gebogene Flügelspitzen und/oder Klappen an der Flügelhinterkante erreicht; ein Beispiel ist der Nurflügel; schwanzlose Flugzeuge waren um 1940 „in Mode“, weil man hoffte, bei Langstreckenflügen z.B. über den Ozean Gewicht zu sparen.

Focke Wulf

Auch Bremer Flugzeugbau genannt, eine deutsche Flugzeugfabrik aus Bremen, die unter anderem von Prof. Henrich Focke und Georg Wulf gegründet wurde; ein bekanntes Flugzeug ist die:

Focke Wulf Condor:

Entwickelt als viermotoriges Passagierflugzeug für die Lufthansa; Einsatz als Bomber im Zweiten Weltkrieg.

Fokker

Niederländische Flugzeugfabrik, kurz vor dem Ersten Weltkrieg in Deutschland in Johannisthal bei Berlin gegründet und bald darauf nach Schwerin verlegt; kam nach dem Ersten Weltkrieg 1919 in die Niederlande und ließ sich in Amsterdam-Noord am Papaverweg nieder.

Fokker D.VII

Jagdflugzeug, das gegen Ende des Ersten Weltkriegs eingesetzt wurde; entworfen von Reinhold Platz; geflogen unter anderem von Manfred von Richthofen, dem „Roten Baron“.

Fokker D.XXI

Kampfflugzeug, das 1938 von der (niederländischen) Luftfahrtabteilung (Luchtvaartafdeling LVA) eingesetzt wurde.

Fokker F.II

Fokkers erstes Passagierflugzeug aus der Zeit kurz nach dem Ersten Weltkrieg; es war das erste als solches konzipierte Verkehrsflugzeug der KLM; außerdem das erste Laborflugzeug des Reichsstudienamt für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL).

Fokker F.VII

Eines der erfolgreichsten Fokker-Passagierflugzeuge von 1924; bekannt geworden unter anderem durch den Erstflug nach Indien; in ein- und dreimotoriger Ausführung; der RSL, später NLL, besaß eine F.VIIa als Laborflugzeug.

Fokker T.VIII W

Ein Wasserflugzeug von 1938, das als Torpedobomber eingesetzt wurde; eingesetzt beim Marinefliegerdienst; nach der deutschen Besetzung diente eine große Anzahl dieser Flugzeuge für Deutschland im Mittelmeer.

Fokker G.I

Jagdflugzeug aus dem Jahr 1934, das in den Maitagen 1940 gegen die deutsche Luftwaffe eingesetzt wurde.

Fowlerklappe: siehe *Flügelteile*

Geschlitzte Wände: siehe *Windkanalanlage*

Geschwindigkeitsbereiche – Klassifizierung**Subsonisch**

Der Geschwindigkeitsbereich für Fluggeschwindigkeiten, die deutlich unter der Schallgeschwindigkeit liegen; die Luft hat „Zeit“, das Flugzeug gleichmäßig zu umströmen.

Supersonisch

Der Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Schallgeschwindigkeit; das Flugzeug „überholt dann seine eigene Störung“, was zu einem ganz anderen Verhalten als im Unterschallbereich führt; in der Strömung treten dann Diskontinuitäten (Druck- und Dichtesprünge) auf, die als *Stoßwellen* bezeichnet werden (wie der „Überschallknall“).

Transsonisch

Der Zwischenbereich um die Schallgeschwindigkeit; lokal im Strömungsfeld wird die *Schallgeschwindigkeit* überschritten, so dass lokal Stoßwellen auftreten können, die sich negativ auf den Luftwiderstand und die Steuerbarkeit des Flugzeugs auswirken; durch Pfeilung des Flügels kann dies auf höhere Fluggeschwindigkeiten verzögert werden.

Gieren

Eine Bewegung des Flugzeugs um die Gierachse; die Gierachse (Vertikalachse) ist vertikal und senkrecht zur Längsachse (entlang der Länge des Flugzeugs) und zur Querachse (von Flügelspitze zu Flügelspitze).

Grenzschicht: siehe *Aerodynamik – Theorie*

Hitzdraht

Instrument zur Messung von Windgeschwindigkeiten; dazu wird ein sehr dünner Draht (Dickenordnung 0,005 mm, 2 bis 5 mm lang) zwischen zwei Nadeln durch einen elektrischen Strom erhitzt; der Grad der Abkühlung ist ein Maß für die Geschwindigkeit der vorbeiströmenden Luft; dieses Instrument eignet sich gut zur Messung turbulenter Strömungen (Strömungen mit zeitlichen Geschwindigkeitsschwankungen).

Hysterese

Bei Messungen einer Größe in Abhängigkeit von einem bestimmten Parameter (z. B. Verformung in Abhängigkeit von der Belastung) wird ein Parameter oft in kleinen Schritten erhöht und dann wieder verringert; Hysterese ist das Phänomen, dass die Messergebnisse bei steigenden Werten (Hinweg) und bei fallenden Werten (Rückweg) dieses Parameters nicht übereinstimmen; dies wird als „Hystereseschleife“ bezeichnet.

Induzierter Widerstand: siehe *Aerodynamik - Theorie*

Installationseffekte

Die Auswirkungen des Triebwerks auf das Flugzeug und des Flugzeugs auf das Triebwerk aufgrund der Befestigung eines Triebwerks am Flügel oder Rumpf.

Instationäre (auch nicht-stationäre) Aerodynamik

Teil der Aerodynamik (Strömungslehre), der sich mit Strömungen befasst, die sich im Laufe der Zeit (schnell) verändern (z. B. die Strömung um schwingende *Tragflächen* oder Hubschrauberblätter).

Jaffa (Maschinenfabrik)

Eine Maschinenfabrik in Utrecht, in der unter anderem die Antriebsschraube oder der Fan des Großen und Kleinen Kanals hergestellt wurden.

Junker

Eine im Ersten Weltkrieg von Hugo Junkers gegründete Flugzeugfabrik in Dessau, Deutschland.

Ju 52

Eigentlich die Ju 52/3m, ein dreimotoriges Passagier-/Transportflugzeug, das 1932 aus der einmotorigen Ju 52 entwickelt wurde; wurde im Zweiten Weltkrieg in großer Zahl eingesetzt; wegen ihrer Zuverlässigkeit „Tante Ju“ genannt.

Ju 87

Besser bekannt als „Stuka“, ein Sturzkampfbomber, der vielfach im Spanischen Bürgerkrieg, bei der Besetzung der Niederlande und an der Ostfront eingesetzt wurde; die D-Version wurde „Dora“ genannt.

Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft

Trägerorganisation führender Forschungsinstitute, die 1911 von Kaiser Wilhelm II gegründet wurde und der Vorläufer der heutigen Max-Planck-Gesellschaft in Deutschland ist.

Kanalwandeinfluss: siehe *Windkanalmessungen*

Klappen: siehe *Flügel - Teile*

Knicklast

Dünnwandige Strukturen können sich bei Überschreiten einer bestimmten Last „ausbeulen“, ähnlich wie eine leere Cola-Dose sich verformt, wenn man fest auf die Enden drückt; siehe auch *versteifte Strukturen*.

Kompressible Strömungen: siehe *Kompressibilität*

Kompressibilität

Die Kompressibilität der Luft; bei höheren Fluggeschwindigkeiten kann die Luft nicht mehr als inkompressibel angesehen werden; bei noch höheren Geschwindigkeiten, in der Nähe der Schallgeschwindigkeit und darüber hinaus, bilden sich *Stoßwellen*, was zu einem erhöhten Luftwiderstand und einer möglichen *Ablösung* der *Grenzschicht* am Flügel führt.

Koolhoven

Ein niederländischer Flugzeugbauer, der seine Karriere während des Ersten Weltkriegs in England begann; kam nach dem Krieg in die Niederlande und baute eine Reihe erfolgreicher Flugzeuge, bis die Fabrik 1940 durch deutsche Bomben zerstört wurde.

FK.23 „Bantam“:

Eines der berühmtesten Flugzeuge von Koolhoven, das im Ersten Weltkrieg bei der „British Aerial Transport Company Limited“ (BAT) gebaut wurde; eine „Bantam“ FK.23 ist im Rijksmuseum in Amsterdam zu sehen.

Kraftmessungen: siehe *Windkanalmessungen*

Kritische Geschwindigkeit (transsonisch)

Die Fluggeschwindigkeit, bei der lokal in der Strömung die *Schallgeschwindigkeit* überschritten wird; im entsprechenden sogenannten *transsonischen* Geschwindigkeitsbereich sind *Kompressibilitätseffekte* nicht mehr vernachlässigbar und es besteht die Gefahr der Stoßbildung; siehe auch *Geschwindigkeitsbereiche*.

Kritische Geschwindigkeit (Flutter): siehe *Fluttern*.

Künstlicher Horizont

Instrument im Cockpit, das es dem Piloten ermöglicht, die Position des Flugzeugs relativ zum Horizont zu sehen; wird bei Nachtflügen oder schlechten Sichtverhältnissen eingesetzt.

Laminar

Eine Strömung kann laminar oder turbulent sein; in laminaren Strömungen beschreiben die Luftteilchen glatte Bahnen in einer Art dünner Schichten; im turbulenten Fall machen die Teilchen zusätzliche chaotische Bewegungen um ihre mittlere Bahn, wodurch die momentane Geschwindigkeit von der mittleren Geschwindigkeit abweicht; die *Reynolds-Zahl* spielt eine wichtige Rolle beim Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung.

Laminare Profile

Ein Flügelprofil, das so gestaltet ist, dass die *Grenzschicht*strömung über einen großen Teil der Oberfläche laminar und nicht turbulent ist; ein Flügel mit laminarer Strömung hat einen viel geringeren Widerstand als ein Flügel mit turbulenter *Grenzschicht*strömung.

Längsachse

Die Achse entlang der Länge des Flugzeugs (von der Rumpfnase bis zur Spitze des Leitwerks).

Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung

1936 im Nationalsozialismus von Hermann Göring gegründete Luftfahrtforschungsorganisation; das Präsidium bestand aus Carl Bosch, Ludwig Prandtl und Adolf Baeumker.

Luftpropeller: siehe *Propeller*

Mach-Zahl

In der Aerodynamik spielt die Fluggeschwindigkeit V im Verhältnis zur Schallgeschwindigkeit a eine wichtige Rolle; dieses Verhältnis wird als Mach-Zahl ($Ma=V/a$) bezeichnet; siehe auch *Geschwindigkeitsbereiche - Klassifizierung*.

Marinewerf

Der Werftkomplex der Admiralität (später der Marine) östlich des (späteren) Amsterdamer Hauptbahnhofs; der Reichsstudiendienst für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL), Vorgänger des NLL und des NLR, wurde 1919 auf dem „Marinewerf“ in „De Zaagmolen“ gegründet; in den Maitagen 1940 wurde er kurzerhand an seinen Standort am Sloterweg verlegt.

Maximale Tragfähigkeit (C_L -max)

Mit zunehmendem Anstellwinkel nimmt der *Auftrieb* des Flügels zu, bis ein Maximum erreicht ist; bei noch höheren *Anstellwinkeln* löst sich die Strömung von der Oberfläche (man spricht von *Ablösung*) und der *Auftrieb* nimmt plötzlich ab;

man spricht dann vom „*Strömungsabriss*“; für ein Flugzeug ist es wichtig, dass der *Strömungsabriss* (Überziehverhalten) allmählich und mit „Vorwarnung“ erfolgt.

Messerschmitt

Eine der wichtigsten deutschen Flugzeugfabriken des Zweiten Weltkriegs; sie begann als „Bayerische Flugzeugwerke“ und wurde 1938 von Willy Messerschmitt übernommen; zwei bekannte Flugzeugtypen.

Bf 109

Das wichtigste Jagdflugzeug aus dem Jahr 1934.

Me 262

Das erste Jagdflugzeug im Einsatz mit Strahlantrieb; eine spätere Versuchsversion war mit Pfeilflügeln ausgestattet.

Nebenstrom- oder Bypassverhältnis

Bei einem Düsentriebwerk die Luftmenge, die durch den Verdichter (Fan) strömt, im Verhältnis zur Luftmenge, die durch die Brennkammer und die Turbine strömt.

Neigungsmesser (quer oder längs)

Ein Instrument zur Messung des Winkels des Flugzeugs im Verhältnis zum Boden.

Neutraler Punkt

Ein imaginärer Punkt im Flugzeug, in dem die Summe aller Luftkräfte (siehe *Aerodynamik - Theorie*) angreift; wenn der Schwerpunkt mit dem neutralen Punkt zusammenfällt, befindet sich das Flugzeug im Gleichgewicht.

Pander

Niederländischer Möbelhersteller, der auch Flugzeuge baute; er erlangte Bekanntheit vor allem durch den „Pander Postjager“ oder „Panderjager“, der am Melbourne-Rennen teilnahm, aber früh einen Motorschaden erlitt.

Profil: siehe *Flügelteile* und *Aerodynamik - Theorie*

Profiltiefe: siehe *Flügelteile*

Propeller, Schraube oder Luftschraube

Wie ein senkrecht zur Flugrichtung rotierender Flügel, der die Zugkraft oder Schub für den Antrieb des Flugzeugs liefert.

Propeller- oder Schraubenstrahl

Der Bereich erhöhter Geschwindigkeit hinter einem rotierenden Propeller (Luftschraube); der Strahl des Propellers hat einen erheblichen Einfluss auf die Aerodynamik der *Tragfläche* und die Steuereigenschaften des Höhenleitwerks.

Pfeilflügel

Im Gegensatz zum geraden Flügel stehen bei einem Pfeilflügel die Flügelvorder- und -hinterkanten nicht senkrecht zur Strömung; in der Regel zeigen die Flügel pfeilartig nach hinten; Pfeilflügel sind sehr effektiv, um die Einflüsse der Kompressibilität bis zu höheren Fluggeschwindigkeiten zu verzögern.

Querneigungsmesser

Ein Flugzeuginstrument, das zur Messung der Querneigung des Flugzeugs (Drehung um die *Längsachse*) verwendet wird.

Rakete

Ein zylindrischer Körper, der von einem Raketenmotor angetrieben wird; ein Raketenmotor verbraucht nur Treibstoff, der von der Rakete selbst getragen wird; eine ballistische Rakete ist eine Rakete, die, nachdem der gesamte Treibstoff verbraucht wurde, durch den Einsatz von Steuerflächen kontrolliert zur Erde zurückfällt; die V-2 war die erste ballistische Rakete.

Reynolds-Zahl

Ist wie die Machzahl eine wichtige Schlüsselgröße in der Aerodynamik; sie sagt etwas über die relative Bedeutung von Trägheits- und *Viskositätskräften* aus; definiert als $Re = \rho V L / \mu$ (mit ρ die Luftdichte, V die Fluggeschwindigkeit, L eine charakteristische Länge wie die *Profiltiefe* des Flügels und μ die Viskosität); siehe auch *Grenzschicht*.

Remous-Belastung

Eine Belastung des Flügels durch heftige Turbulenzen (Remous) der Luft im Flug.

Resonanz (Frequenz)

Strukturen können durch eine Stoßbelastung in Schwingung versetzt werden; je nach Struktur sind verschiedene Schwingungsformen wie Biegung oder Torsion (Verdrehung) mit jeweils einer bestimmten Frequenz (der so genannten „Eigenfrequenz“) möglich; eine kleine periodische äußere Belastung mit einer Frequenz, die ihrer eigenen Frequenz entspricht, kann somit die Struktur heftig in Schwingung versetzen (in Resonanz bringen); beim Flattern ist die von der verformten Struktur selbst erzeugte Kraft die Ursache für eine ungedämpfte Schwingung mit der Resonanzfrequenz.

Reynolds: siehe *Reynolds-Zahl*

Rollen

Eine Bewegung des Flugzeugs um die Längsachse.

Sandwichplatte

Eine in der Luft- und Raumfahrt übliche Konstruktionsmethode, bei der eine Wabenstruktur oder eine Schicht aus Schaumstoff zwischen zwei dünnen Platten eingefügt wird, um die Festigkeit und Steifigkeit zu erhöhen.

Schallgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit, mit der sich (Druck-)Störungen in der Luft ausbreiten.

(De) Schelde

Ein Schiffbauunternehmen niederländischen Ursprungs, das 1935 nach der Übernahme der Flugzeugfabrik Pander eine Abteilung für Flugzeugbau einrichtete; nach 1947 von Fokker übernommen.

Scherkraftfeld

Ein Flügel besteht in der Regel aus dünnen Platten, die durch eine Vorder- und Hinterkante und/oder *Flügelholme* in Querrichtung (zur Aufnahme der Kräfte) und durch Flügelrippen in Längsrichtung (zur Erhöhung der Steifigkeit) versteift sind; die Platte zwischen diesen Elementen ist auf Scherung belastet und wird daher Scherkraftfeld genannt.

Seitenverhältnis: siehe *Flügelteile*

Schraubenstrahl: siehe *Propellerstrahl*

Skaleneffekte: siehe *Windkanalmessungen*

Schneekufe

Ein spezieller Skityp, mit dem man auf Schnee landen kann; Van Berkel's Patent entwickelte „Schneekufen“.

Stoßwellen, Stoßbildung: siehe *Kompressibilität*

Schwanzloses Flugzeug: siehe *Flugzeugtypen*.

Standschwingungsversuch

Zur Bestimmung des dynamischen Verhaltens wird das Flugzeug am Boden in Schwingungen versetzt (angeregt); dadurch kann die Reaktion der verschiedenen Flugzeugteile (z.B. eine Biegeschwingung des Flügels oder eine Torsionsschwingung des Höhenleitwerks) ermittelt werden; notwendig für die Vorhersage von Flattern, bei dem aerodynamische Kräfte eine bestimmte Schwingungsform anregen können.

Steifheit

Der Widerstand eines Materials oder einer Struktur gegen Verformung, wenn Kräfte auf sie einwirken; eine starre Struktur verformt sich nur wenig.

Steigung oder Blattwinkel (eines Propellers)

Die Stellung des Propellerblatts im Verhältnis zur Propellernabe; durch Änderung des Blattwinkels kann der Schub des Propellers verändert werden; ähnlich wie der Anstellwinkel eines Flugzeugflügels.

Strömungsabriss, Überziehverhalten: siehe *Ablösung* oder *Maximale Tragfähigkeit*

Subsonisch: siehe *Geschwindigkeitsbereiche - Klassifizierung*

Supersonisch: siehe *Geschwindigkeitsbereiche - Klassifizierung*

Torsion

Eine Form der Belastung, bei der ein entgegengesetztes Moment auf die Enden einer langen Struktur (Balken, Flügel) einwirkt (die Struktur wird „verdreh“).

Tragfläche, Traglinie: siehe *Aerodynamik – Theorie*

Transsonisch: siehe *Geschwindigkeitsbereiche - Klassifizierung*

Transsonische Delle

Bereich größerer Anfälligkeit für Flattern im transsonischen Geschwindigkeitsbereich.

Trudeln (Spin von Flugzeugen)

Beim *Strömungsabriss* verliert der Flügel seinen Auftrieb und das Flugzeug fällt nach unten; man spricht von Trudeln, wenn dies bei einer Flügelhälfte der Fall ist, was zu einer Trudelbewegung (Trudelflug) führt; der Verlust der aerodynamischen Kontrolle macht es schwierig, aus dieser Lage herauszukommen.

Trudelfluggerät, Testaufbau für Trudelversuche

Eine Anordnung, die zur (aerodynamischen) Simulation des *Trudelflugs* im Windkanal verwendet wird; siehe auch *Trudeln* und Abb. 9.3 und 9.4.

Turbulenz: siehe *laminar*

Turbulenzmessungen: siehe *Windkanal - Turbulenzmessungen*

Uiver: siehe *Douglas DC-2*

Umformeranlage

Eine elektrische Anlage, die es ermöglicht, den vom Stromnetz gelieferten Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln, um Gleichstrommotoren anzutreiben; wird bei der Propellerstrahlsimulation im Windkanal zum Antrieb von Modellmotoren verwendet.

Variometer

Ein Gerät zur Messung der Steig- und Sinkgeschwindigkeit eines Flugzeugs.

Viskosität

„Viskosität“ (Zähflüssigkeit) der Luft, verursacht den Reibungswiderstand.

Versteifte Strukturen (z. B. Zylinderwände)

Eine Struktur wird versteift, um einer Verformung entgegenzuwirken; beispielsweise kann eine Platte durch Vernieten oder Aufkleben von Rippen versteift werden, die in einer bestimmten Weise geformt sind (in einem Winkel oder einer U-Form); eine versteifte Struktur hat eine höhere *Knicklast*.

Voisin

Ein französischer Flugzeughersteller aus der Frühzeit der Flugzeugentwicklung; der Deutsche August Euler baute Voisin-Flugzeuge in Lizenz.

Vorlast, Vorspannung

Eine Last, die aufgebracht wird, um eine Konstruktion zu „belasten“, um ihr eine bestimmte innere Spannung zu verleihen; dadurch verschiebt sich das Lastniveau, was zu einer anderen Verteilung zwischen Zug- und Druckkräften führt; vergleiche Spannbeton, der Zugkräfte in einem Betonbalken vermeidet.

Waage: siehe *Windkanalmessungen*

Wandeeinfluss: siehe *Windkanalmessungen*

Widerstand, Widerstandsbeiwert: siehe *Aerodynamik - Theorie*

Windkanal vom Göttinger Typ: siehe *Windkanalanlage*

Windkanalanlage (siehe Anhang C)

Eiffel Typ:

Ein von Gustav Eiffel entworfener Windkanal, in dem die Luft, angetrieben durch eine Schraube, durch eine Einlaufklappe zur Messstrecke strömt und die Kanalröhre durch den Auffangtrichter und den *Diffusor* wieder verlässt, um durch den Raum, in dem der Kanal steht, zurück zu strömen; der erste Windkanal des RSL war ein Eiffelkanal (siehe Abb. C.2).

Einsatzteil:

Ein Windkanalteil, das in die bestehende Messstrecke eines Windkanals eingebaut werden kann, um eine ganz bestimmte Strömung zu erreichen; so wurde beispielsweise die Messstrecke des NLL-Kanals Nr. 2 mit einem Einsatzteil versehen, um darin Strömungen mit Geschwindigkeiten nahe der Schallgeschwindigkeit zu erzeugen (ohne Erfolg!).

Geschlitzte Wände

Schlitze in den Wänden der Messstrecke, um den *Wandeeinfluss* im transsonischen Geschwindigkeitsbereich zu begrenzen.

Göttinger Typ:

In dem die Luft, angetrieben durch eine Schraube, in einem geschlossenen Kanal umläuft; der erste von Prandtl in Göttingen entworfene Kanal war von dieser Art (siehe Abb. C.3).

LST

Niedergeschwindigkeitskanal; 1939/1940 wurden zwei Windkanäle, der Große LST (Kanal 3) und der Kleine LST (Kanal 4), vom NLL an ihrem neuen Standort am Sloterweg gebaut und in Betrieb genommen; sie waren vom Göttinger Typ (siehe Abb. C.4).

Messstrecke

Der Teil des Windkanals, in dem das Windkanalmodell aufgehängt ist und die Messungen durchgeführt werden; die Messstrecke kann offen oder geschlossen sein (ohne oder mit Wänden); vor der Messstrecke befindet sich eine Beruhigungskammer oder Vorkammer (zur Beruhigung der Strömung), danach folgen der Kollektor oder Auffangtrichter (bei einer offenen Messstrecke) und der *Diffusor*.

Schraube, Kanalschraube, Antriebsfan, Gebläse

Eine Art Ventilator oder Propeller im Kanalkreislauf, durch den die Luft umgewälzt wird.

Statorschaufeln

Feststehende Schaufeln in der Nähe der Windkanalschraube, durch die die vom Rotor induzierte Rotation der Strömung umgekehrt wird.

Umlenkschaufeln

Schaufeln in den vier Ecken eines Windkanals mit einem ununterbrochenen Kreislauf, um die Strömung mit minimalen Verlusten in den Ecken des Windkanals (Kanalkreislauf) umzulenken (siehe Abb. C.3).

Windkanalmessungen**Waage**

Das Instrument mit dem die auf dem Windkanalmodell auftretenden aerodynamischen *Kräfte* gemessen werden können; für den großen LST wurde eine halbautomatische externe Waage über dem Windkanal verwendet (siehe Abb. C.6); für den kleinen LST wurde die alte Waage aus dem *Eiffelkanal* der *Marineverft* verwendet (siehe Abb.C.5).

Druck oder Druckmessungen

Zur Ermittlung der Drücke auf der Modelloberfläche werden Druckmessungen durchgeführt; dazu werden Löcher in der Oberfläche mit einem *Manometer* verbunden; hieraus können die lokalen Geschwindigkeiten und lokalen Belastungen abgeleitet werden.

Hitzdrahtmessungen

Messungen, bei denen die Windgeschwindigkeit sehr lokal mit Hilfe von Hitzdrähten gemessen wird.

Kräfte und Momente (die auf das Flugzeug wirken):

Unterschieden werden drei Kräfte (*Auftrieb*, *Widerstand* und Querkraft) und drei Momente (*Nickmoment*, *Giermoment*, *Rollmoment*).

Kraftmessungen

Die Kraftmessungen dienen der Bestimmung der aerodynamischen Kräfte und Momente, die auf das Flugzeug wirken; sie können mit einer externen *Waage* gemessen werden, die sich entweder über der Messstrecke oder unter dem Messstreckenboden befindet. Bei Messungen mit der Deckenwaage wird das Modell an Drähten aufgehängt (siehe Abb. 9.16) und bei der Unterbodenwaage steht das Modell mittels drei Stützen der Waage.

Manometer, Multi-Manometer

Das Instrument, mit dem Drücke gemessen werden können, während des Zweiten Weltkriegs meist Flüssigkeitsmanometer; ein sehr genaues Manometer, das zur Einstellung der Windgeschwindigkeit im Windkanal verwendet wurde, war das von Betz entwickelte so genannte Betz-Manometer (siehe Abb. C.7); mit einem Multi-Manometer können mehrere Drücke gleichzeitig gemessen werden.

Polare

Bei einer Kraftmessung werden die Kräfte an einem Modell bei einer bestimmten Windgeschwindigkeit (Kanalgeschwindigkeit) für verschiedene *Anstellwinkel* gemessen; eine Polare ist die Menge der dabei gemessenen Werte, z. B. *Auftrieb* als Funktion des *Anstellwinkels* oder *Auftriebs* als Funktion des *Widerstands*.

Propellersimulation

Simulation des Betriebs eines Propellers oder eines Triebwerks an einem Modell im Windkanal; dazu ist ein spezieller, sehr kompakter Modellmotor zum Antrieb des Propellers erforderlich; bei der Messung an der Ar 233 im Großen LST war die Antriebsleistung der Modellmotoren nicht ausreichend.

Skaleneffekte

Die aerodynamischen Ergebnisse, die in einem Windkanal mit einem maßstabgetreuen Modell erzielt werden, sind nicht ohne weiteres repräsentativ für das tatsächliche Flugzeug im freien Flug; die Unterschiede werden als Skaleneffekte bezeichnet, für die Korrekturen erforderlich sind, wie z. B. Wandeinfluss, Strömungsqualität (Turbulenz in der Kanalströmung) und der so genannte Reynolds-Effekt (siehe Reynolds-Zahl).

Strömungsqualität

Die Qualität der Windkanalströmung, in der Regel ausgedrückt als örtliche oder zeitliche Schwankungen der Kanalgeschwindigkeit; der von AVA erworbene Hispano-Suiza-Kanal bei Paris wies ursprünglich eine schlechte Strömungsqualität auf, die Käufel zu verbessern wusste.

Stromlinienkrümmung

Eine der möglichen Folgen des Wandeinflusses; das Vorhandensein der Windkanalwände wirkt sich nicht nur auf die Größe, sondern auch auf die

Richtung der Strömung aus, was den Strömungslinien eine zusätzliche Krümmung verleihen kann; wenn dieser Effekt an der Stelle des Leitwerks groß ist, wird die Messung der Stabilität im Windkanal unzuverlässig; Arado wollte untersuchen, ob dieser Effekt bei einer halboffenen Messstrecke reduziert werden konnte.

Turbulenzgrad

Strömungen (z. B. durch den Wind oder im Windkanal) weisen Geschwindigkeitsschwankungen (*Turbulenz*) auf, die durch den Turbulenzgrad (Mittelwert der Geschwindigkeitsschwankungen geteilt durch die durchschnittliche Windgeschwindigkeit) quantifiziert werden können; der Turbulenzgrad ist ein Maß für die Strömungsqualität.

Wandeeinfluss

Aufgrund der Windkanalwände unterscheidet sich die Umströmung eines Windkanalmodells von derjenigen im freien Flug; die erhaltenen Messergebnisse müssen entsprechend korrigiert werden; wenn die Modelle nicht zu groß sind, sind die Korrekturen im Allgemeinen gering, außer im Bereich der transsonischen Geschwindigkeit, wo sie schwer zu bestimmen sind.

Windkanalmodelle

Kühlermodell

Ein Windkanalmodell, mit dem die Strömung durch ein Triebwerk simuliert wird; wichtig, um die effizienteste Kühlung des Triebwerks zu bestimmen.

Tragflächenmodell

Ein Modell, bei dem nicht das gesamte Flugzeug, sondern nur die *Tragfläche* vermessen wird; zur Bestimmung der *Profileigenschaften* werden auch Tragflächenmodelle mit konstanter Flügel- oder Profiltiefe (ein „gerader Flügel“) verwendet, in der Regel mit einem *Seitenverhältnis* nahe 6.

Windkanalmodell, dreidimensionales Modell

Ein maßstabsgetreues Modell der zu untersuchenden äußeren Flugzeugform; das NLL verwendete meist Holzmodelle, aber während des Krieges wurden auf Drängen von Käufel auch Stahlmodellskelette verwendet, die dann mit Gips gefüllt und verschmiert wurden.

Zweidimensionales Modell

Ein Windkanalmodell, das zur Bestimmung der Eigenschaften eines Flügelprofils verwendet wird; die Profilform ändert sich nicht in einer Richtung quer zu den Strömungen (auch „gerader Flügel“, „prismatisches Modell“ oder „Plankenflügel“ genannt); ein solches Modell wird an Drähten aufgehängt oder zwischen Windkanalwänden eingeklemmt.

Wölbung: siehe *Flügelprofile*

Zweidimensional: siehe *Windkanalmodelle*

Anhang B Abkürzungen

AGARD	„Advisory Group for Aeronautical Research and Development“ (Beratungsgruppe für Luftfahrtforschung und -entwicklung), gegründet nach dem Zweiten Weltkrieg als Austauschforum für Regierung, Industrie, Forschungslaboratorien und Univer- sitäten; später geändert in „Advisory Group for Aerospace Research and Development“ (Beratungsgruppe für Luft- und Raumfahrtforschung und -entwicklung).
ALA	„Allgemeine Luftfahrzeug Ausstellung“ Luftfahrtausstellung in Berlin, die erstmals 1912 stattfand
AO	„Auslandsorganisation“ Die Organisation der NSDAP-Mitglieder außerhalb Deutsch- lands
AVA	„Aerodynamische Versuchsanstalt“ Gegründet 1920 in Göttingen, hervorgegangen aus der 1906 gegründeten „Modellversuchsanstalt für Aerodynamik der Motorluftschiff-Studiengesellschaft“
BPM	„Bataafsche Petroleum Maatschappij“ (Batavische Petroleum Gesellschaft) Arbeitgeber von Chaillet, bevor er während des Krieges dem NLL beitrug
BS	„Binnenlandse Strijdkrachten“ Ein im September 1944 gegründeter Zusammenschluss von Widerstandsgruppen in den Niederlanden
CalTech	„California Institute of Technology“ (Kalifornisches Institut für Technologie)
CKL	„Commissie Keuring Luchtvaartmaterieel“ (Kommission zur Inspektion von Luftfahrzeugen); Teil des Luftfahrtendienstes (siehe LVD)
CIVI	„Centraal Instituut voor Industrialisatie“ („Zentralinstitut für Industrialisierung“), 1936 vom Ministe- rium für Handel, Industrie und Schifffahrt im Rahmen der Bekämpfung der Arbeitslosigkeit und der Entwicklung der In- dustrialisierungspolitik gegründet

DFG	<p>„Deutsche Forschungsgemeinschaft“ Fortführung der 1920 von den gemeinsamen Universitäten gegründeten „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ als Selbstverwaltung der wissenschaftlichen Forschung; Prandtl und von Kármán wollten, dass die DFG eine Rolle bei der Organisation der Luftfahrtforschung spielt (vor der Machtübernahme durch die NSDAP)</p>
DFL	<p>„Deutsche Forschungsanstalt für Luftfahrt“ Ein 1936 von Baeumker in Braunschweig-Völkenrode gegründetes Luftfahrtforschungsinstitut; zwei Jahre später wurde der Name in „Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring“ geändert</p>
DFS	<p>„Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug“ Hervorgegangen aus der 1925 gegründeten „Vereinigung von Segelfluggpionieren“; im nationalsozialistischen Deutschland wurde sie zu einem wichtigen Institut auf dem Gebiet der Luftfahrt</p>
DFVLR	<p>„Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt“ Ein 1969 gegründeter Zusammenschluss von Forschungsinstituten im Bereich der Luft- und Raumfahrt; 1989 umbenannt in DLR, die „Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt“, das deutsche Schwesterinstitut des (viel kleineren) NLR in den Niederlanden</p>
DLR	Siehe DFVLR
D-NG	<p>„Deutsch-Niederländische Gesellschaft“ Deutsch-Niederländischer Verein zur Förderung der gegenseitigen Kontakte</p>
DNW	<p>„Deutsch Niederländische Windkanäle“ Eine gemeinsam von DLR und NLR gegründete Stiftung für die Verwaltung und den Betrieb einer Reihe von Windkanälen</p>
DSA	<p>„Delftsche Studenten Aeroclub“ (Delfter Studenten Flugverein); gegründet in 1931</p>
DVL	<p>„Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt“ Gegründet 1912 auf dem Flughafen Johannisthal-Adlershof bei Berlin; zusammen mit der MVA/AVA die älteste Luftfahrtforschungseinrichtung in Deutschland</p>

FAI	„Fédération Aéronautique Internationale“ (Internationale Aeronautische Föderation) In 1905 gegründete internationale Sportfliegerorganisation
FFA	„Flygtekniska Försöksanstalten“ (Flugtechnische Versuchsanstalten) Das schwedische Schwesterinstitut von NLR und DLR auf dem Gebiet der Luft- und Raumfahrtforschung
FFO	„Flugfunk-Forschungsinstitut Oberpfaffenhofen“ Eines der wichtigsten Institute auf dem Gebiet der Luftfahrt, gegründet 1937 vom RLM mit dem speziellen Forschungsgebiet Funkverkehr und Radar
FoFü	„Reichsstelle Forschungs Führung des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe“ Ein aus 4 Wissenschaftlern bestehender Aufsichtsrat, der ab 1942 die Luftfahrtforschung in Deutschland leitete; zuletzt lag die Leitung bei Prandtl
GBA	„Generalbevollmächtigter für den Arbeitseinsatz“ Der Letztverantwortliche für den Einsatz von Arbeitskräften aus den besetzten Gebieten sowie von Kriegsgefangenen für die deutsche Kriegsproduktion; „Gauleiter“ Fritz Sauckel war von 1942 bis Kriegsende mit dieser Aufgabe betraut
GOAR	„Göttinger Archiv“ Das Archiv des DLR und seiner Vorgängerorganisationen
HLKO	„Haager-Landkriegsordnung“ siehe LOR
HST	„Hoge Snelheids Tunnel“ (Hochgeschwindigkeits Windkanal) Verwendet im allgemeinen Sinne, aber auch speziell als Name des transsonischen Windkanals der DNW (früher des NLR) in Amsterdam
HSV	„Hauptabteilung Soziale Verwaltung“ Verwaltungsabteilung der deutschen Besatzungsmacht; Teil des „Generalkommissariats für Finanz und Wirtschaft“ (unter Leitung von Fischböck), zuständig für die Durchführung der Arbeitseinsätze und die Aufsicht über die regionalen Arbeitsämter
ICAM	„International Congress of Applied Mechanics“ (Internationaler Kongress für Angewandte Mechanik)

	Eine (in der Regel einmal alle vier Jahre stattfindende) Reihe von Kongressen, die sich mit theoretischer Mechanik und Strömungsdynamik befassen; der erste Kongress wurde 1924 von Biezeno und Burgers in Delft organisiert, an dem unter anderem Prandtl und von Kármán teilnahmen; nach dem Krieg wurde daraus die IUTAM
IUTAM	„International Union of Theoretical and Applied Mechanics“ (Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Mechanik) Der erste Kongress wurde 1946 in Paris als Fortführung der ICAM organisiert und umfasst heute Vertreter aus rund 50 Ländern und 20 Mitgliedsorganisationen
KLM	„Koninklijke Luchtvaart Maatschappij voor Nederland en Koloniën“ (Königliche Luftfahrtgesellschaft für die Niederlande und Kolonien) Gegründet 1919
KNILM	„Koninklijke Nederlandsch-Indische Luchtvaartmaatschappij“ (Königliche Niederländisch-Indische Luftfahrtgesellschaft) Eine 1928 gegründete Fluggesellschaft, die unabhängig operierte, aber eng mit KLM verbunden war; 1947 aufgelöst
KNVvL	„Koninklijke Nederlandse Vereniging voor de Luchtvaart“ (Königliche Niederländische Luftfahrtgesellschaft) Gegründet am 19. Oktober 1907 als „Vereniging ter Bevordering van de Luchtscheepvaart“ und ab 1912 umbenannt in KNVvL; der „Ausschuss für technische Angelegenheiten“ (Commissie Technische Zaken) befasste sich fast von Anfang an mit der wissenschaftlichen Seite des Fliegens; siehe auch NVvL
KWG	„Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“ Gegründet 1911; sie umfasste mehrere Institute, darunter das 1924/25 gegründete „Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung“ (KWI) in Göttingen, das von Prandtl geleitet wurde
KWI	Siehe KWG
LD	Siehe LVD

LFA	„Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring“ in Braunschweig; siehe DFL
LFM	„Luftfahrtforschungsanstalt München“ 1940 gegründet und der Hochgeschwindigkeits-Aerodynamik gewidmet
LO	„Landelijke Organisatie voor hulp aan Onderduikers“ Nationale Organisation zur Unterstützung von Untergetauchten
LOR	„Landoorlogreglement“ (Haager-Landkriegsordnung, HLKO) Vereinbart auf den Haager Friedenskonferenzen von 1899 und 1907, im November 1909 ratifiziert von den Niederlanden und auch von Deutschland
LSK	„Luchtstrijdkrachten“ (Niederländische Luftwaffe)
LST	„Lage Snelheids Tunnel“ (Niedergeschwindigkeits Windkanal) Ein Windkanal für aerodynamische Tests von Flugzeugen im niedrigen Geschwindigkeitsbereich; wird auch speziell für den Großen LST in Amsterdam verwendet
LVD oder LD	„Luchtvaartdienst“ (Luftfahrtendienst) Eine Regierungsbehörde, die sich mit der Regulierung der Luftfahrt befasste; 1930 als Fortführung des „Bureau Luchtvaart“ (BL) gegründet; im Juni 1945 im „Rijksluchtvaartdienst“ (Reichsluftfahrtdienst RLD) aufgegangen
MVA	„Modellversuchsanstalt für Aerodynamik“ Hervorgegangen aus der 1906 gegründeten „Motorluftschiff-Studiengesellschaft“ und der ihr angeschlossenen „Luftschiff-Modellversuchsanstalt“; aus diesem 1906 von Klein und Prandtl in Göttingen gegründeten Laboratorium für experimentelle Forschung auf dem Gebiet der Luftfahrt ging die „Aerodynamische Versuchsanstalt“ (AVA) hervor
MStG	„Motorluftschiff-Studiengesellschaft“ Gegründet 1906 in Berlin zur Förderung der Luftfahrt
NACA	„National Advisory Committee for Aeronautics“ (Nationaler Beratungsausschuss für Luftfahrt)

- Gegründet 1915 in den Vereinigten Staaten von Amerika für die Luftfahrtforschung
- NC „Nationaal Comité van Verzet“
(Nationales Komitee des Widerstands)
Eine 1943 gegründete Widerstandsorganisation des Zweiten Weltkriegs, der auch Chaillet angehörte
- NIOD „Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie“
(Niederländisches Institut für Kriegsdokumentation)
Ein 1999 gegründetes Institut der „Königlichen Niederländischen Akademie der Wissenschaften“ (KNAW); eine Fortsetzung des im Mai 1945 gegründeten „Rijksbureau voor Documentatie van de Geschiedenis van Nederland in Oorlogstijd“ („Nationales Büro für die Dokumentation der Geschichte der Niederlande in Kriegszeiten“), das später in „Rijksinstituut voor Oorlogsdocumentatie“ (Nationales Institut für Kriegsdokumentation (NIOD)) umbenannt wurde
- NIV „Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling“
(Niederländisches Institut für Flugzeugentwicklung)
Eine halbstaatliche Einrichtung, die 1946 auf Empfehlung des „Tromp-Ausschusses“ gegründet wurde, um die Entwicklung der Luftfahrt in den Niederlanden zu fördern; Van der Maas wurde ihr erster Vorsitzender
- NIVR „Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart“
(Niederländisches Institut für Flugzeugentwicklung und Raumfahrt)
1971 Fortführung des NIV einschließlich der Raumfahrtprogramme; 2009 aufgelöst
- NLL „Nationaal Luchtvaartlaboratorium“
(Nationales Luftfahrtlaboratorium)
Gegründet 1937; hervorgegangen aus einer Aufteilung des „Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart“ (RSL) in eine Forschungsabteilung (NLL) und ein regulierender Dienst (LVD)
- NLR „Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium“
(Nationales Luft- und Raumfahrtlaboratorium)
In 1961 Namensänderung des „Nationaal Luchtvaart Laboratoriums“ (NLL), um die Raumfahrtaktivitäten auch im Namen widerzuspiegeln; jetzt „Koninklijk Nederlands Lucht- en

	Ruimtevaartcentrum“ (Königliches Luft- und Raumfahrtzentrum)
NPL	„National Physics Laboratory“ (Nationales Physikalaboratorium) Das wichtigste Laboratorium im Bereich der Physik im Vereinigten Königreich ab 1900; die Arbeit der Abteilung für Aerodynamik in Teddington mit unter anderem Sydney Goldstein und Sir James Lighthill war berühmt
NSB	„Nationaal Socialistische Beweging“ (Nationalsozialistische Bewegung) Die nationalsozialistische Bewegung in den Niederlanden unter Führung von Mussert
NSDAP	„Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei“ Die politische Partei mit nationalsozialistischer Ideologie, die 1920 in Deutschland entstand; die Partei kam 1933 unter Hitler an die Macht, was schließlich zum Zweiten Weltkrieg führte
NVvL	„Nederlandse Vereniging voor Luchtvaarttechniek“ 1941 gegründet als Abteilung der „Koninklijke Vereniging voor de Luchtvaart“ (KNVvL (Königlicher Verein für die Luftfahrt, während des Krieges jedoch ohne Königlich); Konink (NLL), Beeling (Fokker) und Luymes (KLM) im ersten Vorstand
OC	„Organisatie-Commissie“ oder „Commissie tot organisatie van het bedrijfsleven“ (Organisationskomitee oder Komitee zur Organisation der Wirtschaft) Ein Ausschuss, der eine koordinierende Rolle bei der Erteilung von Aufträgen an die niederländische Industrie zum Nutzen Deutschlands spielte
PV	„Personeels Vereniging“ Personalverein des NLL
RAE	„Royal Aircraft Establishment“ Das englische Schwesterinstitut von NLR und DLR auf dem Gebiet der Luftfahrtforschung
RAF	„Royal Air Force“ Die britische Luftwaffe

RLM	<p>„Reichsluftfahrtministerium“ 1933 von Göring aus dem Reichsverkehrsministerium (RVM) gegründet, um den Aufbau der deutschen Luftwaffe regierungsintern zu organisieren; Göring war Reichsminister für Luftfahrt; Milch war der zuständige Staatssekretär; Milch war auch Generalinspektor der Luftwaffe und von 1941 bis 1944 Generalluftzeugmeister, zuständig für die Beschaffung</p>
RVM	<p>„Reichsverkehrsministerium“ Gegründet 1919; aus diesem wurde 1933 durch Abspaltung das RLM geschaffen</p>
RSL	<p>„Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart“ (Reichsstudiendienst für die Luftfahrt) Gegründet 1919 und 1937 in das „Nationaal Luchtvaartlaboratorium“ (NLL) übergegangen</p>
SA	<p>„Sturmabteilung“ der NSDAP Hervorgegangen aus den „Freikorpsen“ als paramilitärischer Arm der NSDAP; nach der „Nacht der langen Messer“ 1934 wurden ihre Aufgaben weitgehend von der SS übernommen</p>
SD	<p>„Sicherheitsdienst“ Entstand unter Himmler als Nachrichtendienst der NSDAP; entwickelte sich schnell zum Geheimdienst des nationalsozialistischen Deutschlands; arbeitete eng mit der „Sicherheitspolizei“ zusammen</p>
SS	<p>„Schutzstaffel“ Paramilitärische Organisation der NSDAP; ursprünglich als Hitlers Leibwache gedacht, entwickelte sich die Organisation schnell zu einem auf der nationalsozialistischen Ideologie basierenden „Elitekorps“ unter der Leitung von Himmler</p>
SST	<p>„Supersone Windtunnel“ (Überschall Windkanal) Ein Windkanal für Windgeschwindigkeiten oberhalb der Schallgeschwindigkeit; insbesondere auch der Name des Überschallkanals der DNW in Amsterdam</p>
USAAF	<p>„United States Army Air Forces“ (Luftstreitkräfte der US-Armee) Der unmittelbare Vorgänger der „United States Air Force“ (USAF)</p>

VLF	„Vereinigung für Luftfahrtforschung“ 1933 im Auftrag von Göring gegründet und als Gegenstück zum viel früher von Prandtl und von Kármán gegründeten „Deutschen Forschungsrat für Luftfahrt“ gedacht; nicht zu verwechseln mit der Deutschen Forschungsanstalt für Luftfahrt in Braunschweig; 1935 mit der DFL unter dem Namen „Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung“ fortgeführt, dem Forum für den Austausch von Luftfahrtkenntnissen und Instrument des RLM
WAF	„Wissenschaftliche Auskunftei für Flugwesen“ Ein von der deutschen Regierung während des Ersten Weltkriegs organisierter Austausch technischer/wissenschaftlicher Daten
WGF	„Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik“ 1912 von Prandtl gegründet und 1914 in „Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt“ umbenannt; daraus ging der „Deutsche Forschungsrat für Luftfahrt“ als Gesprächspartner Baeumkers hervor, als er noch beim „Reichsverkehrsministerium“ (RVM) arbeitete
WGL	„Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt“ Eine spätere Fortführung der WGF
ZFM	„Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ 1910 gegründete flugtechnische Fachzeitschrift, deren wissenschaftlicher Herausgeber Prandtl war
ZWB	„Zentrale für Wissenschaftliches Berichtswesen der Luftfahrtforschung des Generalluftzeugmeisters“ 1933 von Baeumker gegründet, um den Austausch von technischen Informationen zu fördern

Anhang C Der Windkanal – Funktionsweise und Nutzung

Die Geschichte des Windkanals

Der Windkanal hat eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der Luftfahrt gespielt. Die Umströmung des Flügels sorgt für die aerodynamische Kraft, die das Flugzeug in der Luft hält. Um 1900 war die aerodynamische Theorie kaum entwickelt. Bevor man den Sprung zum freien Flug wagte, war es ratsam, Bodenversuche durchzuführen, um festzustellen, ob die Luftkräfte das Gewicht des Flugzeugs tragen konnten. Sowohl die Gebrüder Lilienthal als auch die Gebrüder Wright führten Versuche mit lebensgroßen „Segelflugzeugen“ durch, mit denen sie von einem Hügel sprangen oder die sie als Drachen gegen den Wind haben steigen lassen. Beide versuchten auch, die Aerodynamik von Flügeln mit speziellen Aufbauten zu ergrün-



Abb. C.1 Nachbildung des Windkanals, den die Gebrüder Wright 1901 bauten, weil sie den Daten von Lilienthal, die ihnen zur Verfügung standen, nicht ganz trauten.

den. Lilienthal verwendete einen rotierenden Arm, an dem ein Stück Flügel befestigt war. Die Gebrüder Wright bauten 1901 einen kleinen Windkanal, weil sie den Daten Lilienthals, die ihnen bekannt waren, nicht trauten. Ihr Windkanal bestand im Wesentlichen aus einer langen, nach vorne und hinten offenen Holzkiste, durch die ein Ventilator einen Luftstrom erzeugte (Abb. C.1). Mit einem ausgeklügelten System von Hebeln konnten dann die Luftkräfte auf einem Teil des Flügels gemessen werden. Etwa zur gleichen Zeit begann Eiffel mit Fallversuchen vom Eiffelturm in Paris. Anschließend baute er 1909 einen Windkanal in einem Labor auf den Champs de Mars. Wie der Kanal der Gebrüder Wright war auch sein Kanal im Wesentlichen ein langgestreckter Kanal mit einer offenen Vorder- und Rückseite. Eiffel fügte jedoch eine schön geformte Einlauf- lippe an der Vorderseite hinzu, wodurch höhere Geschwindigkeiten und eine bessere Strömungsqualität in der Messstrecke erreicht werden konnten. Dieser Windkanaltyp wurde fortan „Eiffelkanal“ genannt. Einige Jahre später verlegte Eiffel sein Labor nach Auteuil bei Paris, wo er einen neuen Windkanal baute, der wesentlich größer war (eine Messstrecke mit einem Durchmesser von 2 m) und für wesentlich höhere Geschwindigkeiten bis zu 140 km/h ausgelegt war (Abb. C.2).

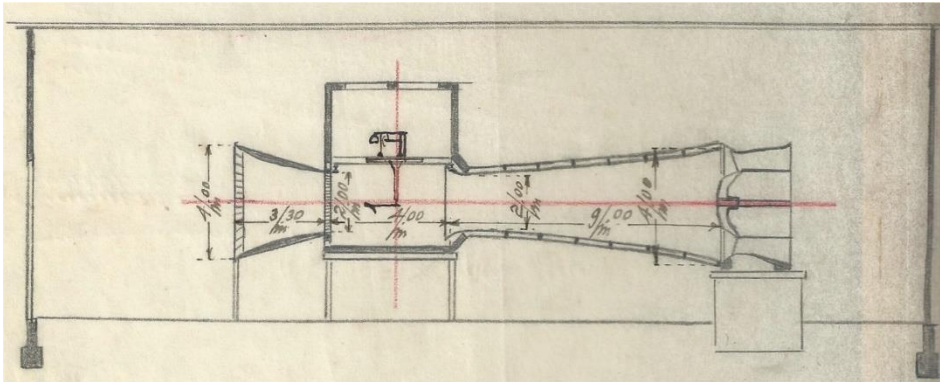


Abb. C.2 Diese Skizze von 1918 war Teil des Entwurfsberichts von ir F.D. Pigeaud für den ersten Windkanal des Reichsstudienamtes für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart RSL, dem Vorgänger des NLL). Die Skizze zeigt den zweiten Windkanal von Eiffel in Auteuil aus dem Jahr 1912. Der Kanal gilt als Prototyp eines Windkanals des Eiffel-Typs. Betz und seine Delegation besuchten diesen Windkanal im Jahr 1940.

Dies ist der Windkanal, den die AVA-Mitarbeiter, darunter Betz und Käufl, auf ihrer Reise in die besetzten Gebiete im Jahr 1940 besuchten⁴⁸⁴: „Der alte Eiffelsche Kanal in Auteuil erweckt den Eindruck, als ob seit 1913 nichts mehr daran geändert oder ergänzt worden wäre.“ schreibt Betz in seinem Reisebericht⁴⁸⁵. Nachdem Prandtl 1904 eine Professur in Göttingen angetreten hatte, konstruierte und baute er im Rahmen der Modellversuchsanstalt einen Windkanal zur Bestimmung des Widerstandes von Luftschiffen. Prandtl hatte direkt nach seiner Promotion für kurze Zeit bei der Firma MAN an Lüftungsanlagen gearbeitet und kannte sich daher sehr gut mit der Aerodynamik von Innenströmungen aus, wie z.B. Strömungen in Lüftungskanälen. Der 1906 entworfene Windkanal verfügt daher über einen vollständig geschlossenen Kreislauf, einen Kanaltyp, der später als „Göttinger Windkanal“ bezeichnet wurde (Abb. C.3). Als der Reichsstudienamt für die Luftfahrt (Rijksstudiedienst voor Luchtvaart RSL) bei seiner Gründung 1918/1919 beschließt, einen eigenen Windkanal zu bauen, werden der Eiffel- und der Prandtl-Kanal sowie zwei weitere Kanäle in Teddington (NPL; England) und Boston (MIT; Amerika) auf ihre Tauglichkeit geprüft. Am Ende fiel die Wahl auf einen Eiffelkanal (Abb. 2.2 (Haupttext)). In den ersten Jahren war die Qualität der Strömung in der Messstrecke nicht sehr zufriedenstellend. Um sie zu verbessern, wurde eine bessere Einlaufklappe (Kontraktion) gebaut und die offene Messstrecke geschlossen. Als 1938 nach der Umwandlung des RSL in das NLL die Verlegung des Laboratoriums beschlossen wurde, entschied man sich auch für den Bau zweier neuer Windkanäle vom Göttinger-Typ. Dabei nahmen sie sich jedoch nicht einen Kanal aus Göttingen zum Vorbild, sondern einen von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Dieser Windkanal wurde von Ackeret, einem Schüler von Prandtl, entworfen. Die beiden neuen Windkanäle, der Große Kanal (Kanal Nr. 3) und der Kleine Kanal (Kanal

Nr. 4), wurden Ende 1940 in Betrieb genommen und während des Krieges ausgiebig genutzt.

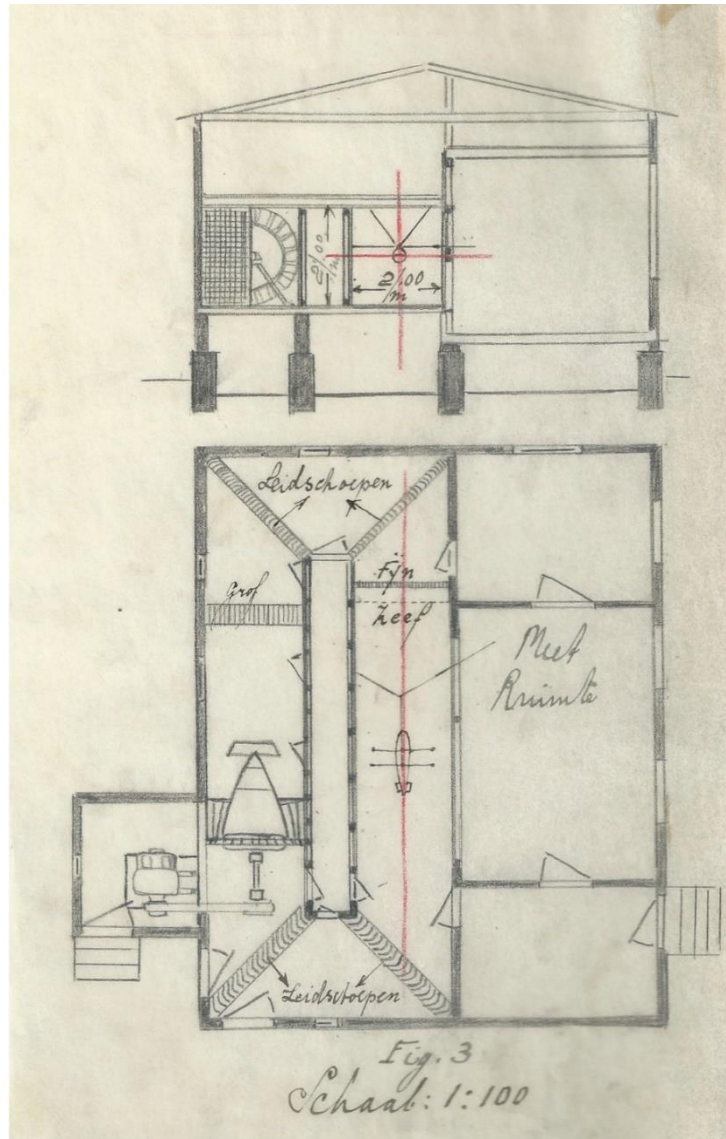


Abb. C.3 Der gleiche Bericht enthält diese Skizze von Prandtls erstem Windkanal aus dem Jahr 1906. Dies ist ein Kanal mit geschlossenem Kreislauf. Dieser Kanal ist der Prototyp des „Göttinger Typs“. Die späteren Windkanäle des NLL, der Große und der Kleine LST, sind ebenfalls vom „Göttinger Typ“.

Die Funktionsweise eines Windkanals

Anhand einer Querschnittszeichnung des Großen Kanals (Abb. C.4) werden die wichtigsten Elemente dieses Windkanaltyps erläutert. Der Kanal besteht aus einem vollständig geschlossenen Zirkulationskanal, dem „Windkanalkreislauf“. Die Luft im Tunnel dreht sich also (in der Abbildung im Uhrzeigersinn) und wird von einer Antriebsschraube oder Antriebsfan, einem großen Ventilator, angetrieben, der sich im unteren Teil des Windkanals (dem „unteren Kanal“) befindet. Da durch die Schraubenbewegung auch die Luft selbst in Rotation versetzt wird, sind direkt vor dem Rotor sogenannte Leitschaufeln (Statorschaufeln) angebracht, die der Rotation in der Strömung entgegenwirken. An den vier Ecken des Windkanals befinden sich Umlenkschaufeln, damit die Strömung kontrolliert und ohne große aerodynamische Verluste um die Ecke fließen kann. Im oberen Teil des Kanals befindet sich dann die eigentliche Messstrecke, in dem die Windkanalmodelle gemessen werden. Trotz der Umlenkschaufeln ist die Strömung an der Eingangsseite der Messstrecke immer noch recht unregelmäßig. Um die Strömung gleichmäßiger zu machen, wurde nach

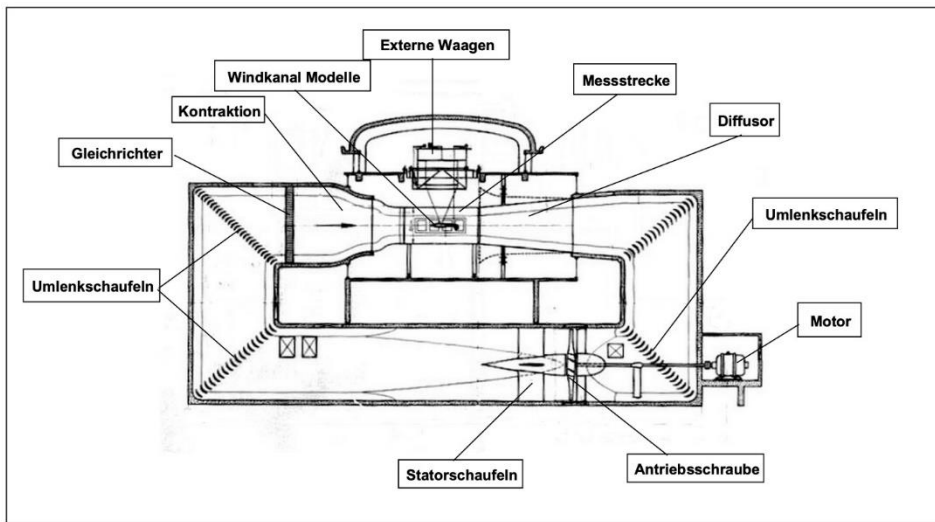


Abb. C.4 Querschnitt des Großen LST des NLL von 1940. Dies ist einer der beiden Windkanäle, in denen die Aufträge für die AVA ausgeführt werden. Die Waage, an der das Modell mit Drähten befestigt ist, befindet sich oberhalb der Messstrecke. Unten rechts ist die Antriebsschraube zu sehen, bei der es mehrmals zu Blattbrüchen kam (siehe auch Abb. 7.7).

der letzten Biegung des Kanals ein Gleichrichter, eine Art Filter mit einer sehr offenen Wabenstruktur, angebracht. Kurz danach beginnt die Kontraktion, eine Verengung des Kanalquerschnitts. Der Zweck der Kontraktion besteht darin, die Strömung zu beschleunigen, so dass in der Messstrecke höhere Luftgeschwindigkeiten möglich sind. Die Form der Kontraktion ist sehr genau zu beachten und bestimmt

weitgehend die Gleichmäßigkeit der Strömung in der Messstrecke. Hinter der Messstrecke weitet sich der Kanalkreislauf allmählich wieder zum Diffusor und erreicht schließlich wieder die Antriebsschraube⁴⁸⁶. Ein größerer Querschnitt des Kanals bedeutet eine geringere Geschwindigkeit der dort strömenden Luft. Durch die Reibung an den Kanalwänden, den Umlenkschaufeln und dem Gleichrichter sowie durch die Anwesenheit des Windkanalmodells selbst wird die Strömung verlangsamt. Die Antriebsschraube wird benötigt, um diese Verluste auszugleichen. Die Reibungsverluste sind proportional zur dritten Potenz der Fluggeschwindigkeit. Um die für die Antriebsschraube benötigte Leistung so gering wie möglich zu halten, wird daher versucht, den Windkanalquerschnitt auf einer möglichst großen Länge so groß wie möglich zu halten. Zu diesem Zweck wird die Strömung kurz vor der Messstrecke in der Kontraktion beschleunigt, um sich im Diffusor (Transition) hinter der Messstrecke wieder zu verlangsamen. Die Veränderungen des Kanalquerschnitts müssen jedoch schrittweise erfolgen.

Das Herzstück des Windkanals bildet die Messstrecke. Die Größe eines Windkanals wird daher vor allem durch die Abmessungen der Messstrecke, insbesondere die Querschnittsfläche der Messstrecke, bestimmt. Daher wurde der Große Kanal im Volksmund auch als „Zwei-mal-drei“ bezeichnet. In der Messstrecke finden die eigentlichen Messungen statt. Im Großen Kanal können Messungen mit einer „offenen“ und einer „geschlossenen“ Messstrecke durchgeführt werden. Die beiden unterschiedlichen Messstrecken können über eine Schiene eingefahren werden. Bei der offenen Messstrecke ist diese selbst nicht von Wänden umgeben. Aus der Kontraktion tritt ein Luftstrahl mit hoher Geschwindigkeit aus, der am Ende der Messstrecke durch den sogenannten Auffangtrichter wieder sauber in den Kanalkreislauf geleitet werden muss. Der Vorteil einer offenen Messstrecke besteht darin, dass die Messstrecke leichter zugänglich ist, der Nachteil ist eine etwas schlechtere Strömungsqualität und eine geringere maximale Kanalgeschwindigkeit. Bei der geschlossenen Messstrecke wird kein Auffangtrichter benötigt. Der Kanal ist nun vollständig geschlossen.

Messungen im Windkanal

Es gibt zwei Arten von Messungen: Kraft- und Druckmessungen. Für Kraftmessungen war es sowohl in Göttingen als auch in Amsterdam üblich, das Modell an Drähten an einem Gestell über dem Kanal aufzuhängen. An diesem Gestell befanden sich 6 „Waagen“, die gleichzeitig die drei Kräfte und die drei Momente⁴⁸⁷ messen konnten, die auf das Modell einwirkten. Ursprünglich wurden die aus dem alten Eiffelkanal stammenden „Baskülenwaagen“ verwendet (Abb. C.5). Doch bereits im Laufe des Jahres 1941 wurde auf ein speziell entwickeltes, halb-automatisches Waagensystem umgestellt (Abb. C.6). Jede Waage sucht ihre Gleichgewichtsposition, wonach ein Beobachter die Anzeige abliest. Diese Ergebnisse werden dann vom Rechner in die sechs aerodynamischen Koeffizienten* umgerechnet, an denen der Flugzeugkonstrukteur interessiert ist. Es werden zwei Arten von Kraftmessungen

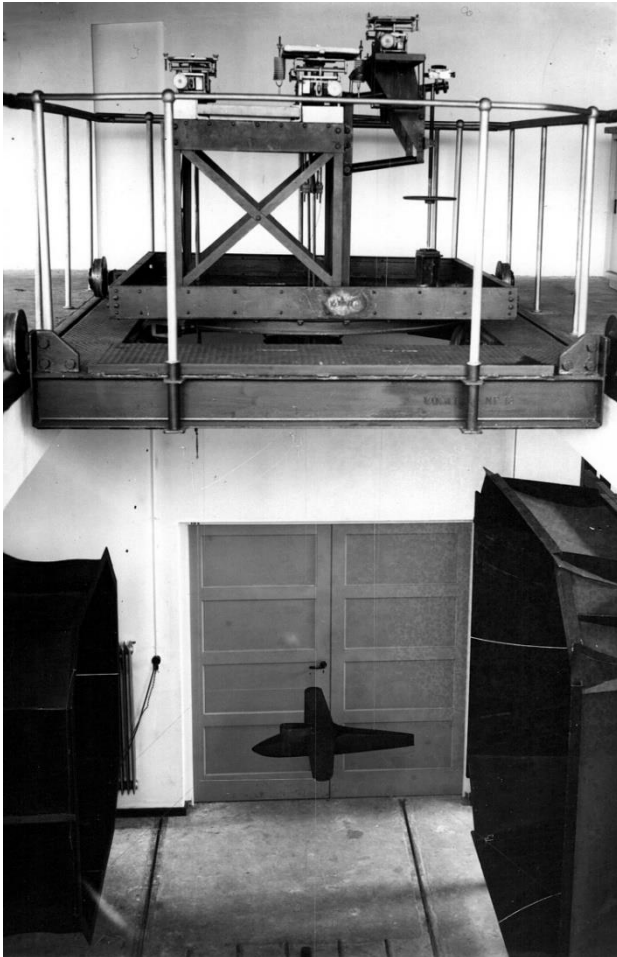


Abb. C.5 Neben dem Großen LST (siehe Abb. 7.3) befand sich der Kleine LST. Auch hier wurden Aufträge für die AVA durchgeführt, wenn auch in etwas geringerem Umfang. Der Kanal ähnelt dem großen LST, ist aber kleiner und hat nur eine offene Messstrecke. Auch das Waagensystem ist viel einfacher und stammt aus dem alten Eiffelkanal der Marinewerft.

unterschieden: „Leistung“ und „Stabilität und Steuerbarkeit“. Bei den Leistungsmessungen geht es in erster Linie darum, festzustellen, ob der Entwurf die Anforderungen an das Flugzeug erfüllt. Zu diesem Zweck werden aerodynamische Eigenschaften wie Auftrieb, Luftwiderstand und Nickmoment in Abhängigkeit von der Lage des Modells, dem Anstellwinkel, bestimmt. Stabilität und Steuerbarkeit bezieht sich auf die Steuerbarkeit des Flugzeugs durch Ausfahren der Querruder und der Steuerflächen am Heck. Bei der vom NLL getesteten Ar 233 ging es zum Beispiel in erster Linie um Stabilität und Steuerbarkeit. Die Leistungsmessungen waren bereits in Frankreich im St. Cyr-Tunnel durchgeführt worden. Die Wirkung des Propellers (Schraube), sowohl durch seine direkte Zugkraft als auch durch die Interferenz des Schraubenstrahls hinter dem Propeller mit den

Flügel- und Heckflächen, spielt eine große Rolle. Dies bildete auch den Hintergrund für die theoretischen Arbeiten, die Koning und Slotboom während des Krieges im Auftrag von AVA durchgeführt haben. Der Propellereinfluss auf das Modell kann durch den Einbau von Modellmotoren, die einen Modellpropeller antreiben, simuliert werden. Entscheidend ist dabei, dass das Verhältnis zwischen der Umfangsgeschwindigkeit der Propellerspitze (Tipgeschwindigkeit) und der Kanalgeschwindigkeit (Fluggeschwindigkeit) dasselbe ist wie im freien Flug. Das bedeutet, dass sich

die Modellmotoren viel schneller drehen müssen als beim echten Flugzeug (wegen des geringeren Durchmessers des Modellpropellers). Dies erfordert große Leistungen in den relativ kleinen Motoren. Die von der AVA für die Messung der Ar 233 gelieferten Modellmotoren waren dazu nicht in der Lage, so dass dieser Teil des Tests nicht durchgeführt wurde. Im Prinzip kann die Kanalgeschwindigkeit auch reduziert werden, allerdings auf Kosten der Messgenauigkeit und der Repräsentativität der Modellmessungen.

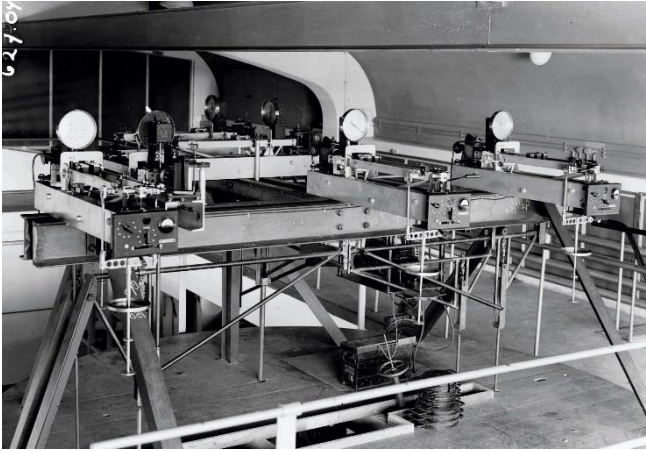


Abb. C.6 Oberhalb der Messstrecke befand sich die Waagenplattform. Darauf befanden sich 6 halb-automatische Waagen. Jede Waage suchte sich ihren eigenen Gleichgewichtspunkt, nach dem der Wert auf der Uhr abgelesen werden konnte. Die Gewichte in der Abbildung sind am Waagenarm aufgehängt und sorgen für eine Vorspannung, um den Bereich der Waage zu verschieben.

Bei Druckmessungen werden kleine Löcher in die Oberfläche des Modells gebohrt. Mit Hilfe eines dünnen Schlauchs kann der Druck an der Oberfläche auf ein oder mehrere Druckmessgeräte außerhalb des Tunnels (z. B. ein Multi-Manometer) „übertragen“ werden. Der Druck an der Oberfläche gibt Auskunft über die dort auftretende Belastung. Druckmessungen werden daher häufig verwendet, um die Belastungen zu bestimmen, denen eine Flugzeugstruktur standhalten muss. Aus dem lokalen Druck an der Oberfläche lässt sich auch die lokale Windgeschwindigkeit ableiten, die Aufschluss über die Aerodynamik gibt. Und es liefert Informationen über die örtliche Strömungsentwicklung, zum Beispiel über das Auftreten möglicher Strömungsablösungen. Die Kanalgeschwindigkeit wird auch auf der Grundlage einer Druckmessung mit dem so genannten „Kontrollmanometer“ eingestellt und gemessen (Abb. C.7).

Windkanalkorrekturen

Die Messergebnisse eines maßstabsgetreuen Modells im Windkanal (für den Großen Kanal wurde meist ein Maßstab von 1:10 bis 1:20 verwendet) sind nicht direkt auf die Situation im freien Flug übertragbar. Grundsätzlich sollten zwei Kennzahlen im Windkanal und im freien Flug gleich bleiben: die Mach-Zahl (definiert als das Verhältnis von Fluggeschwindigkeit zur Schallgeschwindigkeit) und die Reynolds-Zahl (ein Maß für das Verhältnis von Trägheitskräften zu Reibungskraften). Die



Abb. C.7 Dieses Kontrollmanometer wurde zur Einstellung der Kanalgeschwindigkeit verwendet. Eine vertikale Skala, die an einem Schwimmer auf der Wasseroberfläche befestigt war, wurde mit einer Nonius-Skala hinter der (blauen) Glasscheibe abgelesen. Diese Art von Manometer wurde „Betz-Manometer“ genannt, nach Betz, der das Prinzip erfunden hatte. Das hier abgebildete Messgerät wurde von der Firma Schildknecht hergestellt.

Mach-Zahl spielt vor allem bei Fluggeschwindigkeiten nahe der Schallgeschwindigkeit eine Rolle, dem so genannten „transsonischen“ Geschwindigkeitsbereich. Bei Niedergeschwindigkeitswindkanälen spielt dies also keine Rolle. Sofern man nicht über einen so großen Windkanal verfügt, dass das gesamte Flugzeug darin aufgehängt werden kann (dazu später mehr), ist die Reynoldszahl in der Regel deutlich niedriger als im Flug. Dies hat zur Folge, dass die im Kanal gemessenen Werte nicht mehr vollständig repräsentativ für das tatsächliche

Flugzeug sind. Dies betrifft vor allem Eigenschaften, bei denen die Reibung eine große Rolle spielt, wie z. B. Luftwiderstand, maximaler Auftrieb und Überziehverhalten* (bestimmt durch die Ablösung der Strömung am Flügel). Man spricht dann von Skaleneffekten. Die auftretenden Unterschiede sind teilweise korrigierbar. Um dies besser zu verstehen, wurden während des Krieges im Großen Kanal im Rahmen der „Eigenarbeiten“ umfangreiche Untersuchungen zur Maßstabwirkung für eine große Anzahl von Modellen durchgeführt. Durch die Messung bei unterschiedlichen Kanalgeschwindigkeiten erhoffte man sich einen Einblick in dieses Problem. Neben diesen Skaleneffekten wirkte sich auch das Vorhandensein von Kanalwänden auf die Messergebnisse aus. Hierfür standen Korrekturmethode zur Verfügung oder wurden entwickelt. Im transsonischen Geschwindigkeitsbereich sind diese Kanalwandkorrekturen jedoch äußerst schwierig zu bestimmen. Sie können jedoch verringert werden, indem die Kanalwände teilweise offen und teilweise geschlossen sind, entweder durch Hinzufügen von Schlitzen (wie später im Hochgeschwindigkeitswindkanal HST des NLR) oder durch Weglassen der Seitenwände. Dadurch werden die störenden Auswirkungen erheblich reduziert. Dies könnte eine der Überlegungen auf deutscher Seite bei der für Arado durchgeführten Wandefflussuntersuchung im Kleinen Kanal gewesen sein (Kapitel 9.5; Auftrag [1570]).

Durchgeführte Messungen im Windkanal

Abgesehen von den Messungen an der Ar 233 wurden für die AVA keine kompletten Flugzeugmodelle im Großen Kanal des NLL vermessen. Diese Art der Messungen fand, auch wegen der notwendigen Geheimhaltung, ausschließlich in den deutschen Windkanälen statt. Die von der AVA (und der deutschen Flugzeugindustrie)

erteilten Aufträge betrafen hauptsächlich Teilstudien und Optimierungen im Rahmen der Erforschung und Entwicklung neuer Konzepte. Es reicht dann aus, Teile des Flugzeugs zu testen, z. B. eine Reihe von Pfeilflügeln mit verschiedenen Dicken und Nasenformen, die Strömung an einem Innenflügel bei verschiedenen Flügelpositionen, verschiedene Klappentypen usw. Die Entwicklung der „Betz-Schlitz“ stand im Zusammenhang mit der Steuerbarkeit von Kampfflugzeugen bei Manövern. Die Messungen mit einer Bremsschraube standen im Zusammenhang mit der Steuerbarkeit während eines Sturzfluges mit einem Sturzkampfbomber. Die meisten der im NLL durchgeführten Messungen dienten der Erforschung eines bestimmten Konzepts und der Feststellung, welche Weiterentwicklung die größten Erfolgsaussichten hätte. Zu diesem speziellen Zweck liefern Druckmessungen in der Regel zusätzliche Informationen.

Die Bedeutung der Windkanalforschung

Für alle diese Forschungsarbeiten, von der Bestimmung der Eigenschaften eines ganzen Flugzeugs bis zur Erforschung neuer Konzepte, ist der Windkanal das geeignete Instrument. Die Gebrüder Wright haben das verstanden. Wolff, als Direktor des Reichsstudien-

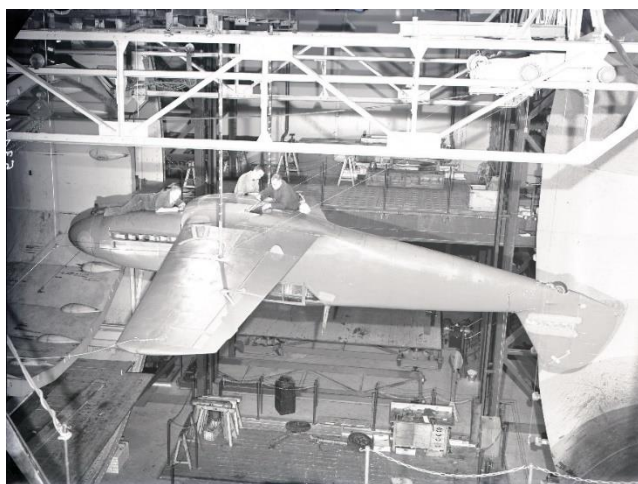


Abb. C.8 Ein Me 109-Jagdflugzeug im offenen Strahl des Kanals VI der AVA. Das eigentliche Flugzeug mit einer Spannweite von fast 10 m passte übrigens nicht in die elliptische Messstrecke von 4,7 mal 7 m. Wahrscheinlich musste bei dieser Messung der Kühler unter dem Rumpf genauer untersucht werden.

dienstes für die Luftfahrt (RSL), hat das verstanden: Noch vor der offiziellen Gründung des RSL wurde mit der Entwicklung und dem Bau eines Windkanals begonnen. Und die deutsche Luftfahrtindustrie hat das wie keine andere verstanden. Mehr als 60 Windkanäle von ähnlicher Größe wie der Große Kanal des NLL wurden bei der Entwicklung von Flugzeugen für die Luftwaffe eingesetzt. Darüber hin-

aus gab es Windkanäle mit deutlich größeren Messstrecken und Windkanäle für Geschwindigkeiten im transsonischen und im Überschallbereich. Die meisten dieser Kanäle wurden nach der Machtübernahme durch die NSDAP im Jahr 1933 gebaut, als die Entwicklung der Luftwaffe zu einer Priorität wurde. Windkanalmessungen fanden in den großen Laboratorien wie AVA, DVL und LFA statt, aber

auch an anderen Standorten wie Penemünde für Raketen und viel in der Industrie selbst. Die großen Flugzeugwerke hatten ihre eigenen Windkanäle für die Entwicklungsarbeit. Einige dieser Kanäle waren so groß, dass kleine Flugzeuge darin in eigentlicher Größe vermessen werden konnten. So hatte der Kanal VI der AVA, den Käußl eine Zeit lang leitete, einen elliptischen Messstreckenquerschnitt von 7 mal 4,7 m (Abb. C.8). Die DVL in Berlin verfügte über einen Niedergeschwindigkeitswindkanal mit einer Messstrecke von 5 mal 7 m und die LFA in Braunschweig über einen Kanal mit einer Messstrecke von 8 m Durchmesser. Im Vergleich zu diesem Überschuss an Windkanälen spielten die wenigen Kanäle im Ausland, wie z. B. im NLL und in Frankreich, nur eine eher bescheidene Rolle. In den letzten Kriegsjahren gab es jedoch einen Mangel an Windkanal-Kapazitäten, und die Zuteilung von Windkanalzeiten wurde zentral bei der FoFü geregelt. Die große Bedeutung der Windkanalforschung wird auch durch die Nutzung dieser Windkanäle nach dem Krieg unterstrichen. Nach dem Krieg beeilten sich Frankreich, Großbritannien und Amerika, die deutschen Forschungseinrichtungen und die dort durchgeführten Forschungen zu dokumentieren. Die Forschungsausschüsse der alliierten wissenschaftlichen Nachrichtendienste folgten den Armeen, um so viele Informationen wie möglich zu sammeln. Nachdem sie die enorme Bedeutung des Pfeilflügels erkannt hatten, wurde diese Information direkt an die amerikanische Flugzeugindustrie weitergegeben. In Göttingen verfasste Betz die Reihe „Göttinger Monographien“, in der die Forschungsergebnisse der AVA dokumentiert werden. Aber es blieb nicht beim Sammeln und Dokumentieren von Forschungsergebnissen. Die Hauptwindkanäle selbst wurden abgebaut und nach Frankreich, England oder Amerika gebracht. In Amerika geschah dies im Rahmen der berühmten Operation Paperclip. So trugen die deutschen Windkanäle während des Kalten Krieges wesentlich zur Flugzeugentwicklung der Alliierten bei.

Anhang D Luftfahrtforschung Nazi-Deutschland

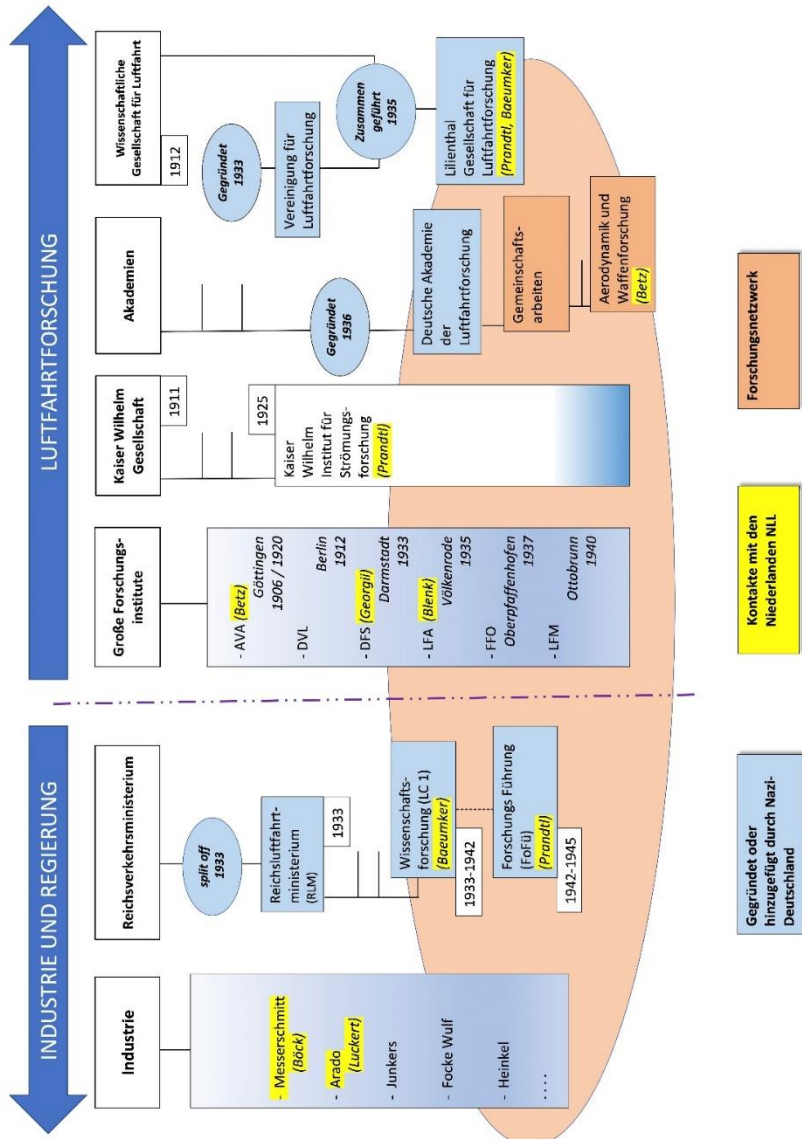


Abb. D.1 Übersicht über die Luftfahrtforschung im Nazi-Deutschland.

Anhang E Liste der AVA-Aufträge

AVA Nr.	Beteiligt	Umschreibung	Klassifikation (soweit bekannt)	Auftraggeber	Auftragsdatum (soweit bekannt)	Budget erste Schätzung (Gulden)	Budget definitiv (Gulden)	Berichtsnummer NIL	Direkt kreiswichtig (niedrige Schätzung)	Direkt kreiswichtig (hohe Schätzung)	In Übereinstimmung mit Eigenarbeit	Erster Tag Windkanalmessung	Anzahl Tunnelstunden
A Aufträge AVA (Aerodynamik / Windkanäle)													
A01	3010 Seiferth (AVA) en (später?) Luckert (Arado)	Windkanalmessungen am Flügel mit Rumpf (SS)	SS (SS)	AVA (später Arado?)	23.11.40	5.000	28.420	A.794 A.986	0	0	1	21.3.44	369
A02	3011 Seiferth (AVA)	Windkanalmessungen am Flügel mit Wölbungsrippen	SS (Ia)	AVA	23.11.40	6.500	?	A.786 A.897	0	0	1	1.10.42	475
A03	3012 Seiferth (AVA)	Windkanalmessungen am Trapezflügel, der durch besondere Masznahmen gegen Abkippen gesichert sein soll.	S (Ia)	AVA	23.11.40	7.000	2.826	A.861	0	0	1		Irrelevant
A04	3013 Seiferth (AVA)	Messungen des Bodeneinflusses bei Hochauftriebsflügeln	SS (SS)	AVA	23.11.40	5.000	16.810	A.784	0	0	1	29.5.42	451
A05	622-14 Seiferth (AVA)	Bearbeitung der Meszergebnisse für Hochauftriebsflügel in Bodennähe	AVA	AVA	8.6.43	2.000	2.983	A.907 Irrelevant	0	0	1		Irrelevant
A06	3014 Seiferth (AVA)	Messungen am Flügel mit Betz-Schlitzen und mit festen Flügelschlitzen in Aussenflügel	S (Ia)	AVA	23.11.40	6.000	13.112	A.809 A.946	0	0	0	4.8.44	55
A07	3015 Seiferth (AVA)	Druckverteilungsmessungen am Leitwerk mit Ruderspalt	(Ia)	AVA	23.11.40	4.000	nicht ausgeführt	Irrelevant	0	0	0		Irrelevant
A08	3647-15 Stüper (AVA) / inst. Flugforschung)	Messungen an einem Rechteckflügel mit Bremschraube		AVA	25.3.43	5.500	10.949	A.909 A.937 A.938 A.958 A.959 A.970	0	1	0	5.5.43	455
B Aufträge AVA (Institut Theoretische Aerodynamik)													
B01	3016 Regels (AVA)	Theoretische Untersuchungen über den Einfluss des Schraubenstrahles auf die Antriebsverteilung eines in Strahl liegenden Flügels	SS (Ia)	AVA	23.11.40	5.000	8.179	A.785	0	0	1		Irrelevant
C Aufträge AVA (instationäre Aerodynamik - Flutter)													
C01	3017 Küssner (AVA)	Ausarbeitung einer Determinante für theoretische Flutteruntersuchungen	SS	AVA	26.8.40	3.500	?	V.1242	0	0	0		Irrelevant
C02	578 (1) Küssner (AVA)	Rechnerische Untersuchungen beobachter Flatterfalle	SS	AVA	26.3.41	6.000	?	V.1284 V.1301 V.1309	0	1	1		Irrelevant

C03	578 (2) 578 (3)	Küssner (AVA)	Bestimmung der Luftkräfte auf ein schwingendes Flügel-Rudersystem durch Windkanalversuche in ebener Strömung	SS	AVA	19.2.41	12.200	92.968	V.1260 A.952 AA.182	0	0	1	3.3.44	728
C04	578 (4) 1647	Küssner (AVA)	Bestimmung Torsionssteifigkeit eines Ausenflügels, einfacher Construction (und theoretische Auswertung)	SS	AVA	28.2.41	9.600	?	S.259 S.267 S.272 S.275 S.290	0	0	1		Irrelevant
C05	1804	Küssner (AVA)	Numerische berechnungen auf dem Gebiete des Flügelflatterns: later ook genoemd: Systematische Parametervariationen an einem Flügel mit Querruder.	SS	AVA	30.9.42	16.000	32.500	V.1297	0	0	1		Irrelevant
C06	2967-6	Küssner (AVA)	Rechnische Untersuchungen zum Flügelflattern	AVA	AVA	8.3.44	10.000	12.884	V.1297	0	1	1		Irrelevant
C07	2793-6	Küssner (AVA)	Herstellung eines Schwingungsreggers mit verstellbarer Amplitude	AVA	AVA	17.3.44	10.000	5.884	?	0	0	1		Irrelevant
C08	3682	Küssner (AVA)	Schwingungsversuche zur Ermittlung der Torsionssteifigkeit unter verdrehbeanspruchung	AVA	AVA	25.2.43	7.000	?	S.291	0	0	1		Irrelevant
C09	2853	Küssner (AVA)	Berechnung der Flatterschwingung des Segelfluggzeuges G6.4	AVA	AVA	7.12.42	18.000	26.841	V.1302	0	1	1		Irrelevant
D	Aufträge AVA (Institut für Flugforschung - Instrumentationentwicklung)													
D01	3273	Klein (AVA) Stüper (AVA)	Anfertigung von Vorentwürfen für einen unter Verwendung des Astania-Sperry-Horizontes zu entwickelnden Längs- und Querneigungsmesser	S	AVA	27.11.41	3.000	3.467	V.1283	0	0	1		Irrelevant
D02	1404	Klein (AVA)	Herstellung Längs- und Querneigungsmesser			23.6.42	4.000	11.137	V.1326	0	0	1		Irrelevant
D03	1404 (Fortsetzung?)	Klein (AVA)	Herstellung Längs- und Querneigungsmesser			20.1.44	5.100	siehe oben?	Irrelevant	0	0	1		Irrelevant
D04	2534	Klein (AVA) Eulen (AVA?)	Ausarbeitung eines vorläufigen Entwurf eines registrierenden Variometers zum Gebrauch im DVL-Zweifachschreiber	S	AVA	27.10.42	9.000	11.274	V.1316 V.1334 V.1342	0	0	1		Irrelevant
D05	2534 (Fortsetzung?)	Klein (AVA)	Vervandiging en beproeving van een verbeterd proefapparaat voor een gloeidraad variometer			25.5.44	4.000	677	?	0	0	1		Irrelevant
D06	1057	Stüper (AVA)	Anfertigung eines stimmten Beobachters			13.11.41	3.500	5.313	V.1322	0	0	0		Irrelevant
D07	3106 (Fortsetzung)	Stüper (AVA)	10 Stücks Stumme Beobachter Typ N.L.L. 54.1			19.7.43	30.500	nicht ausgeführt	Irrelevant	0	0	0		Irrelevant

AVA Nr.	Beteiligt	Umschreibung	Klassifikation (sofern bekannt)	Auftraggeber	Auftragsdatum (ungefähr)	Budget (erste Schätzung) Gulden	Budget (definitiv) Gulden	NLL Berichtsnummer	Direkt kriegswichtig (niedrige Schätzung)	Direkt kriegswichtig (hohe Schätzung)	In Übereinstimmung mit Eigenarbeit	Erster Tag Windkanalmessung	Anzahl Windkanalstunden
E Aufträge LFA (Institut für Festigkeit, Braunschweig)													
E01	3018 Käufi (AVA) Dirksen (LFA)	Untersuchungen der Dauerfestigkeit von Flugspeindrähten	SS	AVA of LFA (?)	23.11.40	1.000	1.567	geen	0	0	0	Irrelevant	
E02	140 / Seiferth (AVA) 4073 Dirksen (LFA)	Entwicklung und Herstellung eines mechanischen S en/of Pulvers für Lasten von 0 - 6000 kg Bau einer Einspannvorrichtung für statische Versuche an Bolzenverbindungen usw. Statische versuche an Bolzenverbindungen	S	LFA	26.02.41	7.000	8.500	M.983	0	0	1	Irrelevant	
E03	414-14 Seiferth (AVA) Dirksen (LFA)	Statische versuche an Bolzenverbindungen (Fortsetzung)		LFA	16.4.42	3.288	5.400	M.1026	0	0	0	Irrelevant	
E04	1683-14 Seiferth (AVA) Dirksen (LFA)	Statische versuche an Bolzenverbindungen (Fortsetzung)		LFA	22.7.43	9.000	?	M.1038 M.1039 M.1043	0	0	0	Irrelevant	
F Aufträge DVL (Institut für Festigkeit, Berlin Adlershof)													
F01	4439 Seiferth (AVA) Flügge (DVL)	Untersuchungen der Stabilität der versteiften Zylinderchale	S	DVL	25.3.41	2.000	?	S.255	0	0	1	Irrelevant	
F02	883 / Seiferth (AVA) Fortsetzung Flügge (DVL) 4439	Untersuchungen über Schalenstabilität		DVL	28.8.42	2.900	?	S.256	0	0	1	Irrelevant	
F03	1111-14 Lüpken (DVL) Marguerre (DVL)	Stabilität von geschichteten Platten		DVL	31.5.43	2.000	?	S.284 S.286	0	0	1	Irrelevant	
G Auftraggeber Industrie													
G01	1460 Käufi (AVA) Winter (Messerschmitt)	Rechteckflügel mit eingebauten Kühler		Messerschmitt (Augsburg)	28.5.41	6.000	6.190	A.825	1	1	0	25.7.41	175
G02	1142 Seiferth (AVA) (700) Luckert (Arado)	6 Tragflügelmodelle mit Klappen		Arado (Potsdam)	20.5.41	9.000	32.477	A.824	1	1	0	13.8.41	475
G03	989-14 Seiferth (AVA) Luckert (Arado)	4-Komponentenmessung am Flügel Nr. 5 mit Blechfane an die Klappenhinterkante		Arado (Potsdam)	5.5.44	600	94	Irrelevant	1	1	0	noch zu messen	
G04	1570 Seiferth (AVA) Eulitz (Arado)	Versuche zur Bestimmung der Kanalkorrektur	SS	Arado (Potsdam)	5.9.42	5.000	?	A.875	0	1	1	10.12.42	620

G05	1693	Käufe i.A. Arado / Dewolhine (Paris)	Untersuchungen der Stabilität eines zweimotorigen Modells mit angetriebene Schrauben (Gesamtmodell Ar. 233 Maßstab 1:10)	SS	Arado via Käufi en Paris	5.10.42	18.000	?	A.913 A.914 A.915 A.926	1	1	0	11.12.42	859
G06	93-14	Seiferth (AVA) Winter (Messerschmitt)	Rechteckflügel mit Landklappe und Durchfluss Unterbrecher nach Zeichnung VII / 35		Messerschmitt (Augsburg)	14.4.43	9.000 (?)	5.516 (?)	Irrelevant	1	1	0	noch zu messen	
G07	28	Seiferth (AVA) Winter (Messerschmitt)	Rechteckflügel mit Landklappe und zwei Unterbrecherklappen nach Zeichnung VII / 36		Messerschmitt (Augsburg)	10.4.43	9.000	19.230	A.941	1	1	0	22.10.43	425
G08	94-14	Seiferth (AVA) Winter (Messerschmitt)	Messungen an acht Pfeilflügeln für die Aerodynamische versuchsanstalt Göttingen e. V. NB in de titel wordt zelfs AVA vermeld!		Messerschmitt (Augsburg)	9.4.43	4.000	5.360	A.927	1	1	0	29.6.43	369
H	Übrige Auftraggeber (Käufe)													
H01	1456-14	Käufe (AVA)	Systematische Kühlermessungen nach Angaben von Herr Dipl. Ing. Käufi		AVA	14.09.43	25.000	20.423	A.963	0	0	0	6.6.44	66
H04	1459-14	Käufe (AVA)	Fertigstellung von Gebläsen sowie Untersuchung derselben nach Angaben von Herr Dipl.-Ing Käufi		AVA	14.09.43	15.000	707		0	0	0		Irrelevant
H02	1457-14	Käufe (AVA)	Hilfsarbeiten zu "systematische messungen an Strahlpumpen"		AVA	14.09.43	15.000	1.925		0	0	0		Irrelevant
H03	1458-14	Käufe (AVA)	Fertigstellung und Erprobung eines Drehstrommotores nach Angaben von Herr Dipl.-Ing Käufi		AVA	#####	5.000	11.480		0	0	0		Irrelevant
H05	3127-2	Käufe (AVA)	Anfertigung von Einzelteilen für fotoelektrische Meszeinrichtung		AVA	24.03.44	600	2.387		0	0	0		Irrelevant

Anhang F Im Krieg erschienene NLL-Berichte

Berichtsnr.	Titel	Autor	Datum
A Aerodynamica - für oder über AVA			
A.784	Dreikomponentenmessungen an zwei Trapezflügeln mit Klappen in der Nähe eines Bodens für die Aerodynamische Versuchsanstalt zu Göttingen	J.A. Wijsman	03-03-1943
A.785	Beiträge zum Problem des Tragflügels im Schraubenstrahl Part I Der unendlich breite Flügel in einer Strömung mit periodisch wiederkehrenden Geschwindigkeitssprüngen	JS	14-08-1942
A.786	Versuche zur Feststellung der auftriebssteigernden Wirkung einer Wölbungsclappe bzw. einer Spreizklappe an einem Naca 23015-Profil Teil I: Kräftemessungen	JH	07-04-1943
A.794	Onderzoekingen aan een vleugelmodel met romp en gondels - Vleugel alleen (nach dem Krieg in Eigenarbeit fertiggestellt)	JGS	15-11-1945
A.809	Dreikomponenten- en drukverdelingsmetingen aan een tapschen vleugel voorzien van Betz-spleeten, uitgevoerd in de gesloten meetplaats van windtunnel 3 ((nach dem Krieg in Eigenarbeit fertiggestellt)	S.I. Wiselius	04-05-1946
A.824	Messungen an sechs Flügeln mit Klappe für die Aerodynamische Versuchsanstalt, Göttingen	J.F. Hengeveld	28-07-1942
A.825	Messungen an einem Flügel mit Kühler und Kühlkanalen verschiedener Form für die Aerodynamische Versuchsanstalt zu Göttingen	JH	01-09-1941
A.861	Beschreibung eines Entwurfverfahrens für gegen Abkippen gesicherte Trapez-flügel und Vorschläge für zwei Modelle zur Prüfung der Richtigkeit dieses Verfahrens für die Aerodynamische Versuchsanstalt, Göttingen	HM	09-10-1942
A.875	Bestimmung des Wandeinflusses für drei verschiedene Formen der Meszstrecke des N.L.L.-Windkanals 4 für die Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen	J.F. Hengeveld	04-08-1943
A.897	Versuche zur Feststellung der auftriebssteigernden Wirkung einer Wölbungsclappe bzw. einer Spreizklappe an einem Naca 23015-Profil Teil II: Druckmessungen	J.F. Hengeveld	04-08-1943
A.909	Messungen an einem Rechteckflügel mit Bremschraube in der offenen Meszstrecke des grossen N.L.L.-Windkanals Teil I Allgemein. Dreikomponentenmessungen	JS	29-10-1943
A.913	lift- en weerstandsmetingen met een model van het draagvlak van de vliegboot Ar 233 bij verschillende windsnelheden in tunnel 3a	ED	29-06-1943
A.914	Untersuchung des Modells Ar 233 im grossen Windkanal des N.L.L. in Amsterdam für die Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen Teil I Messungen ohne laufende Schraube	JB	15-05-1943
A.915	Untersuchung der Schrauben des Arado-modells Ar.233 für die Aerodynamische Versuchsanstalt zu Göttingen	JS	25-05-1943
A.926	Untersuchung des Modells Ar. 233 im grossen Windkanal des N.L.L.'s in Amsterdam für die Aerodynamische Versuchsanstalt in Göttingen Teil III Vorläufige Messungen mit laufenden Schrauben	JS	24-07-1943

A.927	Messungen an acht Pfeilflügeln für die Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen e.V.	S.I. Wisellius	02-12-1943
A.937	Messungen an einem Rechteckflügel mit Bremschraube in der offenen Meszstrecke des grossen N.L.L.-Windkanals Teil II Druckverteilungsmessungen	JS	08-11-1943
A.938	Messungen an einem Rechteckflügel mit Bremschraube in den offenen Meszstrecke des grossen N.L.L.-Windkanals		17-11-1943
A.941	Messungen an einem Flügelmodell mit Landeklappen und zwei Unterbrecherklappen	J.F. Hengeveld	10-05-1944
A.946	Beschrijving van het tolvluchtapparaat	J.S. Rotgans	07-07-1944
A.952	Invloed van veranderingen in de opstelling voor de proeven aan een trillenden vleugel in tunnel 4 op de stuwdrukverdeling in die tunnel	J.G. Slotboom	06-06-1944
A.958	Auswertung der Druckverteilungsmessungen an einem Rechteckflügel mit Endscheiben und Bremschraube	J.G. Slotboom	09-06-1944
A.959	Auswertung der Abwindmessungen an einem Rechteckflügel mit Endscheiben und Bremschraube		12-07-1944
A.963	Onderzoek aan een motorgondel met Naca-kap en ingebouwde weerstandschijf	J.F. Hengeveld	08-08-1944
A.986	Onderzoekingen aan een vleugelmodel met romp en gondels Compleet model als middendecker (NB: na de oorlog in EW afgemaakt)	J.G. Slotboom	15-11-1945
A	Aerodynamica - für Van Berkel's Patent		
A.788	Dreikomponentenmessungen an einem Modell der Radschneekufe 8-3909, 52 Fg. K. II. für "Maatschappij van Berkel's Patent N.V."		22-04-1941
A.829	Dreikomponentenmessungen an einem Modell der Schneekufe 8-3905 (8-3923) für "Maatschappij Van Berkel's Patent N.V."	JS	18-08-1941
A.833	Dreikomponentenmessungen an Schneekufenmodellen (Maasztab 1:5) für "Maatschappij Van Berkel's Patent N.V."	E. Dobbinga	10-09-1941
A.853	Dreikomponentenmessung an dem Modell (Maasztab 1 : 5) einer Einheitsschneekufe für "Maatschappij Van Berkel's Patent N.V."	JH	08-01-1942
A.864	Dreikomponentenmessungen an einem Modell der Schneekufe 3906-140 für "Maatschappij Van Berkel's Patent N.V."	J.A. Wijsman	30-04-1942
A.868	Dreikomponentenmessungen an einem Modell der Schneekufe 8-3923 (abgekürzt) für "Maatschappij van Berkel's Patent N.V."	J.A. Wijsman	09-05-1942
A.869	Dreikomponentenmessungen an einem Modell der Schneekufe 8-3905 für "Maatschappij Van Berkel's Patent N.V."	J.A. Wijsman	26-05-1942
A.876	Dreikomponentenmessungen an zwei, leicht geänderten Modellen der Schneekufe 8-3906-140 für "Maatschappij Van Berkel's Patent N.V."	J.A. Wijsman	06-10-1942
A.878	Untersuchung des Einflusses des Dicke- und Seitenverhältnisses einer Schneekufe auf den Verlauf der Kippmomentenkurve	J.A. Wijsman	19-10-1942

Berichtsnr.	Titel	Auteur	Datum
M			
Werkstoffe			
M.963	Program voor de Prüfung von Farb- und Lackschichten (Zusammenfassung Messmöglichkeiten); keine AVA-Auftrag		03-10-1940
M.983	Zug-Druck-Dauernversuche an Bolzen-Augenstäben Teil I		30-09-1941
M.1026	Statische Versuche an Bolzenverbindungen		14-08-1944
M.1038	De passingen bij de statische proeven op boutverbindingen. Voorloopige passingscombinaties		17-05-1944
M.1039	Statische proeven op boutverbindingen. Definitieve passingscombinaties der 9 aanvallende proeven en van de 2e serie proeven		01-05-1944
M.1043	Statische proeven op boutverbindingen. Trekproeven op normaalstaven		18-07-1944
S			
Stärke			
S.255	Die elastische Stabilität der längs- und querversteiften Zylinderschale bei axialer Druckbelastung Teil I	A. van der Neut	02-03-1942
S.256	Die elastische Stabilität der längs- und querversteiften Zylinderschale bei axialer Druckbelastung Teil II	A. van der Neut	01-10-1942
S.259	Versuche mit einem Ausseflügel, einfacher Konstruktion, zur Bestimmung der Verdrehsteifigkeit in ihrer Abhängigkeit vom Verdrehmoment		31-08-1942
S.267	Versuche mit einem Ausseflügel einfacher Konstruktion zur Bestimmung der Verdrehsteifigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verdrehungs- und Biegebungsbelastung. Versuche mit dem ersten Flügel		01-11-1942
S.272	Versuche mit einem Ausseflügel einfacher Konstruktion zur Bestimmung der Verdrehsteifigkeit in ihrer Abhängigkeit vom Verdrehmoment. Versuche mit dem zweiten Flügel		01-12-1942
S.275	Versuche mit einem Ausseflügel einfacher Konstruktion zur Bestimmung der Verdrehsteifigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verdrehungs- und Biegebungsbelastung. Versuche mit dem zweiten Flügel		01-03-1943
S.284	Die Stabilität geschichteter Streifen		10-08-1943
S.286	Die Stabilität geschichteter Platten	A. van der Neut	06-09-1943
S.290	Vergleich zwischen den Verdrehsteifigkeiten eines Flügels nach einigen Zugfeldtheorien und nach statischen Versuchen		01-07-1944
S.291	Die Schwingungsverdrehsteifigkeit eines Flügels in ihrer Abhängigkeit vom Vorlastverdrehsmoment. I. Entwurf der Versuchsvorrichtung		19-04-1944
S Stärke - für Van Berkel's Patent			
S.246	Berekening van den vormfactor van den ligger van de van Berkel-sneeuwslof		18-03-1941
S.253	Statische Belastung einer Radkufe No 8-3909		16-10-1941

V	Flugzeuge			
V.1242	Numerische Auswertung der Gleichungen einer Flatterschwingung	J.H. Greidanus (?)	21-11-1940	
V.1242	A: Ergänzung zur numerischen Auswertung der Gleichungen einer Flatterschwingung	J.H. Greidanus (?)	13-01-1941	
V.1260	Die Vorbereitung von Versuchen im Windkanal zur Bestimmung der instationären Luftkräfte auf schwingende Flügel	J.H. Greidanus	26-05-1941	
V.1283	Vorentwürfe eines kombinierten gyroskopischen Längs- und Querneigungsmessers mit photographischer Registrierung	T. van Oosterom	15-06-1942	
V.1284	Berechnung der Flatterschwingungen; beschrieben in den Versuchsberichten Nr.934/13 und 933/29 der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen	J.H. Greidanus	17-10-1942	
V.1297	Berechnungen auf dem Gebiete der Flügelplatteln. (III) Systematische Parametervariationen an einem Flügel mit Querruder (auch auf Niederländisch und Englisch)	A.I. van de Vooren	01-09-1944	
V.1301	Erste Ergänzung zum Bericht V.1284. Berechnung der Flatterschwingungen, beschrieben in den Versuchsberichten Nr. 934/13 und 933/29 der Aerodynamischen Versuchsanstalt, Göttingen.	J.H. Greidanus	01-04-1943	
V.1302	De berekening van de kritische snelheid voor onstabiele trillingen van het zweefvliegtuig Gö-4	A.I. van de Vooren	20-06-1945	
V.1309	Zweite Ergänzung zum Bericht V.1284. Berechnung der Flatterschwingungen, beschrieben in den Versuchsberichten Nr.934/13 und 933/29 der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen	J.H. Greidanus	15-05-43	
V.1316	Entwicklung eines registrierenden Variometers mit sehr kleiner Anzeigeverzögerung. Teil I: Voruntersuchung und Vorentwurf eines Stauscheibengeräts	A.I. van de Vooren	?	
V.1322	Leitfaden zum Gebrauch des N.L.L.-stummen Beobachters Type 54.1	?	?	
V.1326	Prüfung von zwei Typen mechanischer Übertragungen in Hinsicht auf die Verwendung im gyroskopischen Längs- und Querneigungsschreiber mit photographischer Registrierung		05-08-1943	
V.1334	Onderzoek naar de geschiktheid van dunne platina en platina-iridium draadjes voor het meten van kleine lichtsnelheden		29-12-1943	
V.1342	Kurzbericht einer vorläufigen Prüfung eines Hitzdraht-Variometersystems unter Verwendung von Platindrähten		21-02-1944	

Anhang G Konsultierte Quellen

NLR-Archiv

Das Archiv der Stiftung zur Erhaltung des NLR-Erbgutes (Stichting Behoud Erfgoed Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum, Erfgoed NLR), abgekürzt Erbgut NLR, war die Hauptquelle für die durchgeführten Untersuchungen. Von besonderem Wert waren:

- Das fast vollständige Korrespondenzarchiv (Correspondentiearchief, CA) des NLL aus den Jahren 1941 -1945 und danach. Dieses ist mit dem Vermerk „Erbgut NLR: CA-[Jahresordner-Nr.]“ und möglicherweise einer NLL-Bestellnummer [order nr.] versehen. Das Jahr 1940 war leider nicht dabei.
- Das fast vollständige Archiv der NLL-Berichte ist durch einen Großbuchstaben für die Abteilung und eine laufende Nummer wie z. B. A.794 gekennzeichnet; unterschieden werden A (Aerodynamik), V (Flugzeuge), S (Festigkeit) und M (Werkstoffe). Eine Liste aller Berichte, die für AVA oder Van Berkel's Patent erstellt wurden, findet sich in Anhang F.
- Die NLL-Jahresberichte, wie sie auch auf der Webseite der Stichting Erfgoed NLR verfügbar sind. Die offiziellen Jahresberichte wurden auch während des Krieges veröffentlicht, wahrscheinlich in leicht gekürzter Form (was auf die Papierknappheit zurückzuführen ist), während die Berichte von 1944 und 1945 zusammengelegt wurden. Für die Jahre 1941 und 1942 ist der vollständige Bericht in maschinengeschriebener Form noch im Original vorhanden.
- Eine große Anzahl von Unterlagen, die der Stichting Erfgoed NLR über mehrere Jahre hinweg anvertraut wurden, z. B. über Personalangelegenheiten, die Personalvertretung, Erinnerungen von Mitarbeitern, Interviews mit ehemaligen Mitarbeitern, eine Reihe von Museumsnotizen (Museumnotitie MN-[laufende Nummer]), Museumspublikation [Jahr-laufende Nummer] usw.
- Die Windkanaltagebücher des Großen und Kleinen Kanals. Diese Bücher wurden vom Windkanalchef oder einem verantwortlichen Beobachter geführt und geben einen detaillierten Einblick in Datum, Dauer und Art der durchgeführten Untersuchung. In der Regel, aber nicht immer, wurde ein Verweis auf die entsprechende Auftragsnummer (order nr.) sowie auf den (noch zu erstellenden) Bericht angebracht. Nicht in dieser Veröffentlichung enthalten, aber als Hintergrundmaterial vorhanden, ist ein vollständiger Auszug (Excel-Blatt) der in beiden Windkanälen pro Tag durchgeführten Untersuchung mit den wichtigsten Daten.
- Die Protokolle der Vorstandssitzungen [laufende Nummer und Datum], wie sie im Archiv der Stichting Erfgoed NLR vorliegen. Darüber hinaus wurden die gebundenen Vorstandsunterlagen aus dem Zentralarchiv des NLR verwendet: „NLL Vergaderingen bestuur, band 8-13, 1940-1945“. Die zugehörigen Finanz- und sonstigen Vorstandsunterlagen sind wahrscheinlich unvollständig.

- In der Museumspublikation 2012-02 wurde eine Reihe von Dokumenten aus der Kriegszeit neu abgetippt. Dazu gehören eine Reihe von Quartalsberichten (aus den Jahren 1940 und 1941), ein vom Vorstandsvorsitzenden Blackstone geführtes Tagebuch über die ersten Kriegstage und die viel später (1984) verfassten Kriegserinnerungen von Van der Neut.
- Bei den konsultierten NLR-Dokumenten, die nicht Teil einer genau definierten Sammlung sind (wie die Berichte, Kanaltagebücher usw.), wird der Standort oder Stelle sowie eine Beschreibung des Dokuments angegeben, z. B. „Erbgut NLR: Stelle(alt) [Laufnummer], Beschreibung, möglicherweise Datum“. Während des Untersuchungszeitraums wurde das Archiv zweimal umgezogen, und die Anordnung wurde leicht verändert. Die Angabe des neuen (aktuellen) Standorts wurde noch nicht vollständig umgesetzt, so dass fast immer auf den alten Standort verwiesen werden musste. Dies ermöglicht es dem Archivmanager, den aktuellen Standort zu finden.

Deutsches Archivmaterial

- Dankbar wurde das von Florian Schmaltz zur Verfügung gestellte digitale Archiv der von der AVA geführten Korrespondenz aus dem DLR-Archiv in Göttingen (GOAR) verwendet. Dies betrifft die Nummern GOAR 0210-1, 0211, 0363, 0364, 1033, 2729, 2730 und 3161.
- Zusätzliche Recherchen wurden auch im Archiv des DLR in Göttingen durchgeführt. In diesen Fällen wird auch auf die Bezeichnung GOAR-[Inventarnummer] verwiesen.
- Aus dem „Archiv Deutsches Museum“ in München wurden Archivalien der „Zentrale für Wissenschaftliches Berichtswesen der Luftfahrtforschung des Generalluftzeugmeisters“ verwendet, die mit dem Kürzel „ZWB“ sowie einer Inventarnummer bezeichnet sind.

Andere niederländische Archive

- „Nationaal Archief, Den Haag“ mit der Referenz: NL-HaNA: [Name der Sammlung], [Zugangsnummer], [Inventar-Nr.]
- „Institut für Kriegs-Holocaust- und Völkermord-Studien“ mit der Referenz: NIOD: [Name der Sammlung], [Zugangsnummer], [Inventar-Nr.]
- „Stadsarchief Rotterdam“: [evtl. Sammlungsname], [Zugangsnummer], [Inventar-Nr.]

Anhang H Konsultierte Literatur

Anderson, John D.

A history of aerodynamics. Cambridge Aerospace Series 8 (1997)

Berg, Berend van de

Windtunnels en windtunnelmetingen in vroegere tijden bij RSL en NLL. Stichting Behoud Erfgoed NLR, Museumspublikation 2013–01 (2013)

Bliek, Jan A. van der

75 Years of Aerospace research in The Netherlands – 1919–1994. Ausgabe NLR Amsterdam (1994)

Bliek, Jan A. van der (Editor)

AGARD – The history 1952 – 1997. Ausgabe North Atlantic Treaty Organisation (2000)

Blom, Johannes C.H.

In de ban van goed en fout? Wissenschaftliche Geschichtsschreibung über die Besatzungszeit in den Niederlanden. Inaugurationsrede Universität von Amsterdam, 12. Dezember 1983 (1983)

Boersen, Simon J.

Albert Gillis van Baumbauer – een veelzijdig Nederlandse luchtvaartingenieur. Lanasta, Emmen (2018)

Boom, Bart van

Wij weten niets van hun lot – Gewone Nederlanders en de Holocaust. Boom Amsterdam (2012)

Chang, Iris

Thread of the silkworm. Basic Books, Harper Collins (1995)

Diedrich, Hans-Peter

Die deutschen Strahlflugzeuge bis 1945. Aviatic Verlag GmbH (1999)

Dierikx, Marc

Uit de lucht gegrepen – Fokker als Nederlandse droom, 1945–1996. Boom Amsterdam (2004)

Durand, W.F. (Herausgeber)

Aerodynamic Theory. Vol. I – VI, Springer Verlag Berlin (1935)

Eckert, Michael

The Dawn of Fluid Dynamics. Wiley–VCH Verlag GmbH & Co (2006)

- Eckert, Michael
Ludwig Prandtl – Strömungsforscher und Wissenschaftsmanager, Ein unverstellter Blick auf sein Leben. Springer Verlag (2017)
- Eichholtz, Dietrich
Geschichte der deutschen Kriegswirtschaft 1939–1945. De Gruyter Saur (1999/2003)
- Elsenaar, Bram; Berg, Berend van den und Lindhout, J.P.F.
Three-dimensional separation of an incompressible boundary layer on an infinite swept wing. Proceedings AGARD Symposium on „Flow Separation“, Göttingen (1975)
- Elsenaar, Bram; Binion, T.W. und Stanewsky, Egon (Editor G.H. Hornung)
Reynolds number effects in transonic flow, AGARD–AG–303 (1988)
- Elsenaar, Bram
0.2 < Ma < 4.0 – 50 years high speed wind tunnel testing in The Netherlands. Stichting Behoud Erfgoed NLR, Museumspublikation 2012-01 (2012)
- Eman, Diet
Things we couldn't say. William B. Erdmans Publishing Company, Grand Rapids, Michigan (1994)
- Erdmann, Siegfried. F.
Deutsch-Niederländische Odyssee im Anlauf der Raumfahrt. Delft University Press (2001)
- Hagens, Jan
Londen of Berlijn: De KLM en haar personeel in oorlogstijd. Ausgabe BV Bonneville, Bergen NH (2000)
- Hamel, Peter
The Birth of Sweepback–Related Research at LFA–Germany. Journal of Aircraft, Vol. 42, No. 4, p. 801-813 (2005)
- Heijden, Chris van der
Grijs verleden: Nederland en de Tweede Wereldoorlog. Uitgeverij Contact (2001)
- Hirschel, Ernst H.; Prem, Horst und Madelung, Gero
Aeronautical Research in Germany – from Lilienthal until Today. Springer-Verlag (2004)
- Huijstee, J. van
Verloren jaren van Fokker. Van Voeren & Co (1997)
- Jong, Lou de
Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog. Ausgabe NIOD (1969-1994)
- Kármán, Théodore von
The wind and beyond. Little, Brown & Company, Boston, Toronto (1967)

Klemann, Hein A.M.

Nederland 1938–1948; economie en samenleving in jaren van oorlog en bezetting.
Uitgeverij Boom (2002)

Kok, René und Somers, Erik

Stad in oorlog – Amsterdam 1940 – 1945 in foto's. W Books/NIOD (2017)

Ligtvoet, Pim

In de schaduw van de oorlog 1940 – 1945 – In de polders van Amsterdam Nieuw-West.
Stichting De Driehoek (2015)

Manvell, Roger und Fraenkel, Heinrich

Hermann Göring, van oorlogsbeld tot oorlogsmisdadiger. Just Publishers (2007)

Mechanicus, Philip

In Depot – Dagboek uit Westerbork. Uitgave 2008, Herinneringscentrum Kamp Westerbork/Uitgeverij Verbum. Geschrieben zwischen 28. Mai 1943 und 28. Februar 1944.

Meier, Hans-Ulrich (Editor)

German development of the swept wing 1935 – 1945. Ausgabe AIAA und DGLR (2010)

Meihuizen, Joggli

Noodzakelijke Kwaad – De bestraffing van economische collaboratie in Nederland na de Tweede Wereldoorlog. Boom – Amsterdam (2003)

Meihuizen, Joggli

Richard Fiebig en de uitbuiting van de Nederlandse industrie 1940–1945. Boom – Amsterdam (2018)

Müller, Manfred Alexander

Forschen mit System – Das Institut für Aeroelastik 1939–1972. Eine Veröffentlichung des Instituts für Aeroelastik des Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2022)

Neufeld, Michael J.

The Rocket and the Reich. Harvard University Press (1996)

Oosterom, T. van

Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium te Amsterdam – Organisatie, werkwijze en inrichting van ons nationale instituut voor technisch-wetenschappelijke voorlichting op luchtvaartgebied. Marineblad (Orgaan van de Marinevereniging), aflevering 1, 57e jaargang (1942) NB: Im Archiv Stichting Behoud Erfgoed NLR.

Overy, Richard J.

Goering – Hitlers iron knight. I.B. Tauris and Co Ltd (2012)

Provoost, M

Tussen Berlage en Brutalisme – Het Nationaal Luchtvaart Laboratorium 1938–1941; Universitat von Groningen (2003)

- Radinger, Willy und Schick, Walter
Me 262, Entwicklung, Erprobung und Fertigung des ersten einsatzfähigen Düsenjägers der Welt. Aviatic Verlag GmbH (1996)
- Rozema, DirkJan (Editor)
Verslagen en notities van het Nationaal Luchtvaart Laboratorium over de Tweede Wereldoorlog – overgenomen uit enkele interne bronnen . Stichting Behoud Erfgoed NLR, Museumspublikation 2012-02 (2012)
- Rozema, DirkJan
WAYPOINT NLR 90YR – Negentig jaar onderweg met onderzoeken, ontwikkelen, testen en evalueren. Ausgabe des Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium NLR (2009)
- Rozema, DirkJan
75 Jaar platform voor kennisuitwisseling. Ausgabe der NVvL anlässlich des 75. Jubiläums (2016)
- Schmaltz, Florian
Aerodynamic Research at the Nationaal Luchtvaartlaboratorium (NLL) in Amsterdam under German occupation during World War II, Beitrag in „Scientific Research in World War II“, Editoren Ad Maas und Hans Hooijmaijers, Herausgegeben durch Routledge (2009)
- Schmaltz, Florian
Luftfahrtforschung auf Expansionskurs - Die Aerodynamische Versuchsanstalt in den besetzten Gebieten. In: „Ressourcenmobilisierung Wissenschaftspolitik und Forschungspraxis im NS-Herrschaftssystem“, Herausgegeben von Sören Flachowsky, Rüdiger Hachtmann und Florian Schmaltz, Wallstein Verlag (2016)
- Schmaltz, Florian
Vom Nutzen und Nachteil der Luftfahrtforschung im NS-Staat, In: Vom Nutzen der Wissenschaft, Beiträge zu einer prekären Beziehung (Hrsg.) C. Pieper, F. Uekötter in Wissenschaft; Politik und Gesellschaft Bd.6 (Hrsg.) Rüdiger vom Bruch, Franz Steiner Verlag, Stuttgart (2010)
- Starink, Dirk
De lucht oorlog 1914–1918 – De strijd in de derde dimensie tijdens de Eerste Wereldoorlog. NIMH, Uitgeverij Geromy (2018)
- Sijes, Ben A.
De arbeidsinzet, De gedwongen arbeid van Nederlanders in Duitsland 1940 – 1945. Ausgabe des NIOD (1966)
- Tobin, James
First to Fly – The unlikely triumph of Wilbur and Orville Wright. Free Press/Simon & Schuster, Inc. (2003)

Trischler, Helmuth

Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900–1970 – Politische Geschichte einer Wissenschaft. Campus Verlag (1992)

Uziel, Daniel

Arming the Luftwaffe. McFarland & Company (1967)

Völker, Karl-Heinz

Die Deutsche Luftwaffe 1933–1939. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart (1967)

Wegener, Petr. P.

The Peenemünde Wind Tunnels – A Memoir. Yale University (1996)

Zwan, A. van de

H.M. Hirschfeld: In de ban van de macht. Meulenhoff (2004)

Zweig, Stefan

De wereld van gisteren. Übersetzung Willem van Toorn, De Arbeiderspers Amsterdam (1990/2016)

Anhang I Bildnachweise

Archiv Stichting Behoud Erfgoed Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

- Abb. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 4.1, 7.1, 7.4, 7.5, 7.6, 8.2, 8.5, 8.7, 8.8, 9.7, 9.16, 14.4, 14.5, C.5, C.6, C.7: Aus eigenem Bildarchiv; einige Abbildungen können in der „Beeldbank Stichting Behoud Erfgoed NLR“ eingesehen werden.
- Abb. 7.7: Idem; bearbeitet und bereichert durch Hes van Huizen (mit Dank)
- Abb. 7.2, 7.3: Aus „Marineblad“, Oosterom (1942)
- Abb. 8.3: Symposium Nederland 75 jaar Luchtvaartland, NVvL (1994), Beitrag Ed Obert
- Abb. 8.4, 9.5, 9.6, 9.8, 9.9, 9.12, 9.17: Aus NLL Berichten, im Einzelnen aus A.920, V.1322, M.983, S.259, V.1260, A.825, A.927
- Abb. 9.3, 9.10, 9.15: Aus den Windkanaltagebüchern, beziehungsweise aus GT (1942-1944), KT (1941-1944), GT (1942-1944)
- Abb. 9.11, 10.3, 10.5: Aus dem Korrespondenzarchiv Stichting Behoud Erfgoed NLR; CA [41-7] order nr. 232.041 Schreiben vom 24.8.44, CA [41-4] Van Berkel's Patent, Schreiben vom 12.6.41, CA [45-5] Personeel Algemeen, order no 611.005
- Abb. 10.2, 10.4, 12.1, 13.1, 13.2, 13.3, 13.4, 13.5: Standbilder aus dem NLL Film „NLL 1940 – 1945“
- Abb. C.2, C.3: Berg (2013), Seiten 64 und 68 (ursprünglich aus dem Bericht von Pigeaud über den Bau des Eiffelkanals)
- Abb. C.4: Elsenaar (2012), Seite 100 (ins Deutsche übersetzt)

Abbildungen von Dritten

- Abb. 3.2: Bundesarchiv, RH 2 Bild-02292-207
- Abb. 3.7: Aus der Veröffentlichung „Zur Geschichte der deutschen Luftfahrtforschung“ von Baeumker aus 1944 (mit Dank an Michael Eckert)
- Abb. 6.1, 6.2 en 11.1: Mit Dank an Carla Ebbé (persönlicher Kontakt)
- Abb. 8.6, 9.14, 9.19: Deutsches Museum, München, Archiv, CD_81651de, BN05843 en BN05750
- Abb. 9.1, 9.2, 9.13, 9.20, 9.21: Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt, UA-7, GOAR-2729 (Seite137), GOAR-0364 (Seite134), GOAR-1033 (Seite184) und GOAR-2032 (Copyright DLR)
- Abb. 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 9.4, 9.18, 10.1, C.8: Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt, FS-0170, FS-0351, Prandtl, Betz, GG-0021, GG-0463, Käufl, GG-0452, FS-1529
- Abb. 8.1: Mit Dank an das Imperial War Museum, Nr. Q 58050
- Abb. 11.1: Mit Dank an das „Joods Monument“, Amsterdam

Abb. 11.2: Eigene Aufnahme, aus dem Holocaust Monument Amsterdam stammend

Abb. 9.22: Eigen Aufnahme, mit Dank an „Junkers Museum Dessau“

Abb. 12.2: Bildbank Stadsarchief Amsterdam, Abteilungsbestand O-SIM00007003901

Abb. 12.3: Karte von Johan Vermey, Herausgeber Lieferlee (1948/1949). Bildbank Stadsarchief Amsterdam, Abteilungsbestand D10100000212; siehe auch Ligtoet (2015); mit Dank an Fred Martin, Stichting De Driehoek

Abb. C.1: Mit Dank an Nick Engler, Direktor Wright Brothers Aeroplane Company

Abb. 14.1: Het Geheugen, Koninklijke Bibliotheek (Copyright Jan Lavies via Pictoright)

Abb. 14.2: Het Geheugen, Koninklijke Bibliotheek

Abb. 14.3, 14.6: Wikipedia Commons (Öffentlicher Bereich)

In einigen wenigen Fällen konnte das Urheberrecht nicht herausgefunden werden.

Anhang J Personenregister

Ackeret, prof. dr. J. 26, 27, 29, 37, 88, 276, 315

Baeumker, A.G. 34, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 61, 62, 63, 64, 117, 120, 121, 122, 124, 134, 183, 246, 256, 266, 273, 307, 317, 325

Baumhauer, ir. A.G. von 26, 44, 96, 111, 140, 240, 247, 301, 322, 327

Beelaerts van Blokland, Jonkheer F.C. 217

Beeling, ir. M. 100, 102, 103, 104, 107, 214, 271, 322, 323

Belderok, J.J. 153, 238

Berg, Gosse van den 199, 334

Berg, dr. ir. B. van de 19

Bergh, prof. dr. ir. H. 142

Berkel, W. A. van 110

Berkel, C.F.M. van 111

Best, luitenant-generaal P.W. 75, 194

Betz, prof. dr. A. 6, 27, 32, 33, 37, 40, 41, 44, 45, 51, 52, 61, 62, 66, 67, 68, 78, 87, 88, 96, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 149, 150, 151, 158, 161, 169, 170, 171, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 186, 195, 198, 227, 228, 231, 234, 237, 238, 239, 240, 246, 247, 263, 276, 282, 283, 284, 307, 317, 318, 324, 325, 328, 330, 331, 333, 334, 337

Blackstone, ir. J. 48, 49, 50, 62, 63, 64, 65, 69, 71, 72, 75, 76, 90, 180, 190, 191, 193, 221, 224, 300, 317, 319

Blenk, prof. dr. H. 27, 42, 49, 50, 121, 122

Blom, prof. dr. J.C.H. 301, 337

Böck, A. 67, 150, 151

Boelen, ir. A. 61, 198, 220, 221, 322

Boening, dr. H. 57, 58

Bosch, dr. C. 42, 256, 316, 332

Burgerhout, T.J. 68, 189

Burgers, prof. dr. J.M. 26, 29, 70, 103, 220, 231, 268, 337

Busemann, dr. A. 26, 37, 230, 329, 336

Bussmann 134

Cannegieter, dr. H.G. 50, 76

Chaillet, J.L. 51, 61, 63, 64, 65, 69, 72, 73, 77, 78, 101, 102, 105, 129, 134, 144, 157, 178, 185, 188, 189, 190, 191, 197, 198, 199, 200, 201, 207, 216, 217, 218, 219, 221, 233, 236, 239, 265, 270, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 326, 331, 332, 334, 335, 336

Chanute, O. 31

Christiansen, F. 58, 104, 324

- Damme, dr. ir. M.H. (PTT, NLL Vorstandsmitglied) 50, 64, 65, 75, 76, 193, 224
Damme, dr. ir. M.H. (Werkspoor) 55, 318, 320
Den Hollander, dr. ir. F. Q. 55, 56
Dewoitine, É. 159, 178, 246, 248, 329
Diepen, F. 98, 109, 248
Dirksen, prof. dr. ing. B. 133, 134, 135, 137, 138, 139, 191, 327
Dresden, prof. ir. D. 70, 76, 190, 194, 332
Dresel 68, 112
Driessen 214
Dubiez, F.J. 68, 69, 189
Doorman, Konteradmiral L.A.C.M. 75, 194
Dornberger, W. 227
Durand, dr. W.F. 26, 44, 132, 158, 301, 315, 326, 329
- Ede van der Pals, H. C. van 75, 95, 193, 212, 221
Egmond, drs. G. van 76
Ehrenfest, prof. dr. P. 26
Engelbrecht, W. 51, 61, 64, 65, 118, 176, 178, 180, 181, 182, 189, 197, 237, 238, 239, 322, 331, 337
Erdmann, prof. dr. ing. S.F. 227, 228, 229, 230, 231, 302, 336, 339
Euler, A. 32, 33, 261
Eulitz 157
Ewijk, dr. ir. L.J.G. van 25, 134, 137, 138, 139, 176, 191, 220, 221
- Farjon, M. 107, 239, 323, 337
Flügge, dr. G.W. 135, 139
Frederiks, mr. dr. K.J. 64, 188, 189, 332
- Garros, R. 34
Genderen Stort, ir. E.A. van 194
Gerbrandy, prof. dr. mr. P.S. 223
Glum, F. 44
Göring, H. 27, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 57, 70, 71, 99, 100, 104, 105, 120, 122, 133, 135, 137, 138, 191, 226, 227, 231, 240, 256, 266, 269, 272, 273, 303, 323
Göthert, B.H. 157, 159
Gramberg, F. 197, 199, 334
Greidanus, ir J.H. 66, 90, 96, 133, 141, 142, 145, 148, 173, 220, 228, 238, 240, 321
Groen, H. 68, 69, 187, 188, 320, 332
- Haack, prof. dr. V.W. 228
Hausammann, E. 230
Heijden, van der 214, 302, 318

- Heijen, J.H. 199, 334
Hengeveld, ir. J.F. 200, 205, 323
Hentzen, F. 35
Hermann, R. 227, 336
Himmelskamp, H. 132
Holtz, H.F.C. 76
- Iterson, prof. dr. ir. F.K. Th. van 76, 211
- Jilles de Jongh, J. 196
- Kármán, prof. dr. Th. von 26, 32, 35, 37, 183, 225, 226, 230, 231, 240, 266, 268, 273, 302, 316, 325, 327, 336, 337
- Käufel, dipl. ing. J. 14, 40, 49, 51, 52, 53, 54, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 81, 87, 114, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 137, 142, 143, 145, 147, 150, 151, 153, 159, 160, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 191, 195, 196, 197, 198, 201, 202, 208, 214, 236, 237, 249, 263, 264, 276, 284, 307, 317, 323, 324, 326, 329, 330, 331, 333, 334, 337
- Kan, mr. J.B. 189, 332
Kan, mr. J.M. 65, 182, 331, 332
Kat, de 214
Klein, F. 32, 269
Koekebakker, ir. H. 109, 112, 113
Koiter, prof. dr. W.T. 98, 212, 213, 215
Koning, ir. C. 25, 26, 27, 41, 42, 44, 48, 49, 50, 51, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 72, 78, 89, 96, 102, 105, 129, 131, 132, 133, 134, 140, 142, 151, 161, 176, 178, 180, 181, 182, 183, 186, 189, 190, 191, 193, 198, 206, 207, 208, 211, 212, 214, 216, 217, 228, 234, 235, 239, 240, 271, 280, 319, 325, 326, 327, 332
Koolhoven, F. 22, 23, 71, 75, 93, 94, 127, 141, 194, 221, 255
Kuyk, H. van 107, 109, 328
Küssner, prof. dr. H.-G. 27, 66, 133, 135, 140, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 240, 319, 326, 328
- Lambach, J.W.H. 107, 108, 109
Lambert, graaf Ch. de 21
Lammeren, Th. van 107
Lanewijn, G. 107
Lathouder, ir. A. de 29, 114, 115, 185, 186, 199, 220, 224, 228, 239, 315, 324, 331, 334, 336
Lilienthal, O. 21, 26, 31, 32, 42, 44, 120, 124, 256, 273, 275, 302
Lorentz, H. 101, 122, 179, 322, 330
Lotz, I. 96, 128
Luckert, dr. H.J. 127, 155, 156, 157, 161

Luymes, ir. J. 271

Maas, prof. dr. ir. H.J. van der 25, 26, 44, 50, 62, 70, 93, 105, 144, 176, 186, 196, 206, 214, 220, 224, 240, 249, 270, 304, 333

Maaskant, H.A. 28, 80, 171, 321

Marx, ir. A.J. 62, 142, 186, 193, 212, 214, 218, 219

Mastricht, mr. W. 112, 324

Meerten, H.C. van 214, 335

Meihuizen, dr.mr. J. 10, 58, 303, 317, 318, 323, 324, 331, 333

Meuth, H. C. dipl. ing. 134

Michels, prof. dr. A.M.J.F. 227, 228

Milch, E. 39, 40, 104, 122, 179, 209, 272, 323

Multhopp, H. 96

Munk, M. 33, 246

Mussolini, B. 26

Neher, ir. L. 197

Neut, prof. dr. ir. A. van der 25, 66, 67, 90, 93, 97, 138, 139, 140, 142, 176, 185, 187, 192, 193, 195, 196, 200, 206, 207, 208, 212, 214, 218, 220, 229, 238, 239, 300, 319, 321, 322, 323, 327, 331, 333, 335, 336

Nücker 68, 112

Ockhuysen-Habermehl, M. 186, 199

Oosterom, ir. T. van 81, 104, 106, 144, 186, 216, 303, 307, 328, 332

Péron, J. 159

Platz, R. 104, 252

Pleines, dr. ing. E.W. 100, 101, 103, 124, 180, 181, 184, 194, 322, 325, 330, 331, 337

Plesman, A. 22, 71, 93, 104, 105, 106, 211, 323

Plutzar, dr. F. 182, 237

Prandtl, prof. dr. L. 5, 11, 26, 27, 29, 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 44, 45, 87, 96, 120, 121, 122, 123, 158, 175, 179, 225, 226, 231, 237, 240, 245, 246, 256, 262, 266, 267, 268, 269, 273, 276, 277, 302, 307, 315, 330

Quick, prof. dr. ing. A.W. 159, 161

Rauter, H.A. 199

Richthofen, M. von 34, 252

Ringeling, C. 55, 56

Rosen, C.G. von 105

Rotta, dr.ing. E.h. J.C. 231

Royen, prof. dr. L.A. van 22

- Sauckel, F. 57, 180, 195, 196, 267
Schacht, H. 38
Schaik, J.R.H. van 215
Schmaltz, dr. F. 9, 10, 19, 20, 51, 233, 234, 300, 304, 315, 317, 320
Scholte, J.B. 193
Seekatz, F.W. 70, 71, 99, 100, 104
Seewald, prof. dr. ir. F. 121, 122, 175, 179, 180, 181, 182, 183, 196, 237, 317, 330, 331, 333
Seiferth, R. 133, 156, 161, 176, 181, 182
Seyss-Inquart, A. 47, 56, 58, 63, 64, 70, 187, 193, 202
Siburg, H. 237
Sietsma, H. 79, 198, 199
Slot, T.E. 109, 112
Slotboom, ir. J.G. 214, 280
Sonnemann, E. 39
Spit, G. 50, 71, 75, 76, 180
Spitz, ir. A.A. 68, 69, 70, 177, 183, 187, 188, 189, 331, 332
Spitzen, mr. D.G.W. 58, 182, 190
Steketee, prof. dr. ir. J. 231, 339
Stinnes, H. 36
Stüler, dr. C. 63, 64, 65, 70, 182, 183, 238, 331, 337
Stüper, dr. J. 51, 132, 135, 137, 182, 326, 327
- Tak, W. 153, 238
Tank, prof.dr.ing. K. 35, 159
Tanner 67
Taylor, prof. dr. G.I. 26, 44
Toussaint, prof. dr. A. 158, 329
Tromp, ir. T.P. 223, 270
Tsien, H.S. 226, 231
Tijen, ir. J.E. van 50, 70, 71, 75, 76, 98, 99, 102, 107, 194, 323
- Udet, E. 34, 39, 99, 122, 323
- Veenendaal, W.C. 105, 205
Velzen, A. van 197
Verniers van der Loeff, kolonel h.c. ir. H.J.W. 194
Vogel, ir. J.F. de 70
Voigt, W. 149, 328
Vooren, prof. dr. ir. A.I. van de 143, 144
Vos, vice-admiraal A. 194
Vroon, P. 333

Waveren, Th. van 107
Waveren, T. van 107
Wenting, B. 198, 334
Wernitz, U. 49
Wieselsberger, prof. dr. ir. C. 32, 33, 158, 159, 329, 336
Wijdooge, C. 71, 76
Wilhelm 67
Wimmer, dr. F. 63, 64, 68, 70, 182
Winkelman, generaal H. 47, 54, 55, 56
Winter 150, 164, 167
Winter, de 205, 215
Wolff, dr. ir. E.B. 23, 25, 26, 48, 51, 61, 62, 63, 70, 191, 192, 239, 283
Wright, O. 20, 21, 22, 31, 275, 283, 304, 308
Wright, W. 20, 21, 22, 31, 275, 283, 304, 308

Zaalberg, C.J.P. 76, 323

Endnoten

- 1 Berg (2013).
- 2 Schmaltz (2009).
- 3 Eine gute Zusammenstellung davon findet sich in Rozema (2012).
- 4 Siehe auch Anhang C: Der Windkanal: Betrieb und Nutzung.
- 5 Im Jahr 1976 wurde die deutsch-niederländische Stiftung DNW gegründet, um gemeinsam einen großen Niedergeschwindigkeits-Windkanal zu bauen.
- 6 Tobin (2003), S. 191, 192.
- 7 Ein Foto einer Nachbildung dieses Windkanals ist in Anhang C, Abb. C.1, zu sehen.
- 8 Starink (2018), S. 192.
- 9 Eine Beschreibung eines Eiffelkanals finden Sie in Anhang C; dort werden auch alle mit * gekennzeichneten Wörter erklärt.
- 10 Siehe Kapitel 7 für eine Beschreibung des NLL als Unternehmen während des Krieges.
- 11 Später wird deutlich, dass Prandtl während des Zweiten Weltkriegs eine dominierende Rolle in der deutschen Luftfahrtforschung spielte.
- 12 Die in diesem Buch mit * gekennzeichneten Begriffe werden in Anhang A näher erläutert.
- 13 Durand (1935).
- 14 Erbgut NLR: Stelle (alt) 9.6.C, ODA-075, Schreiben vom 3.2.38.
- 15 NL-HaNA, Rijksluchtvaartdienst, 2.16.5240, inv. no. 8577.
- 16 Für Mach und Reynolds, siehe Anhang C „Der Windkanal – Betrieb und Nutzung“.
- 17 NLL-Jahresbericht 1939.
- 18 Die Funktionsweise eines Windkanals wird in Anhang C erläutert; Abb. C.4 zeigt einen Querschnitt durch den Großen LST.
- 19 Ackeret war ein Schüler von Prandtl gewesen.
- 20 Lathouder gehörte zur Abteilung Aerodynamik und war seit 1936 bei RSL und NLL tätig.
- 21 Anderson (1997), S. 197.

- 22 Nach dem Krieg war von Kármán eine treibende Kraft der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit und Mitbegründer der „International Union of Theoretical and Applied Mechanics“ (IUTAM) und der „Advisory Group for Aeronautical Research and Development“ (AGARD).
- 23 Ab 1948 „Max-Planck-Gesellschaft“ genannt.
- 24 Im selben Jahr gründete Fokker auf diesem Flugplatz die „Fokker Aviatik GmbH“.
- 25 Später wurde sie in „Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt“ (WGL) umbenannt.
- 26 Starink (2018), S. 192.
- 27 Hirschel (2004), S. 63
- 28 Kármán (1967), S. 102.
- 29 Nowarra (1980).
- 30 Völker (1967) S. 5 und 229.
- 31 N.V. Nederlandsche Vliegtuigenfabriek - Auftragsbestand zum 31. Dezember 1923 (Archiv Jos Slottje).
- 32 Siehe u. a. Overy (2012).
- 33 Siehe Anhang D für einen schematischen Überblick über die „Nazifizierung“ der deutschen Luftfahrtforschung
- 34 Siehe Eckert (2017), S. 221; viele der Informationen in diesem Kapitel sind diesem Buch entnommen.
- 35 Eckert (2006), Abb. 8.1, S. 181.
- 36 Carl Bosch (1874-1940) war einer der führenden deutschen Industriellen und Mitbegründer der IG Farben. Im Jahr 1937 wurde er als Nachfolger von Max Planck Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (KWG).
- 37 GOAR AK881; Rundschreiben vom 27.4.33.
- 38 Eckert (2006); S. 177.
- 39 Sommerfeld und Heisenberg (ein Schüler von S.) waren maßgebliche Physiker auf dem Gebiet der Quantenphysik; sie leisteten auch wichtige Arbeiten über turbulente Strömungen.
- 40 NACA steht für National Advisory Committee for Aeronautics (Nationaler Beratungsausschuss für Luftfahrt), die US-Regierungsbehörde für Luftfahrtforschung, die 1958 in die NASA, die National Aeronautics and Space Administration (Nationale Luft- und Raumfahrtbehörde), überging.
- 41 Eckert (2017); S. 236.
- 42 Eckert (2006): S. 190ff.
- 43 Eckert (2017); S. 251ff.

- 44 GOAR-2729 S. 161-164, Schreiben vom 5.10.40 an Baeumker.
- 45 De Jong (1969-1994), Bd. 3, S. 336ff.
- 46 Erbgut NLR: Stelle (alt) 9.2.C, Blackstone: Dagboek N.L.L. van 19 Mei tot 7 Juni 1940; auch in Museumspublikation 2012-02 (2012).
- 47 Erbgut NLR: Stelle (alt) 9.6.C, ODA 075, Schreiben vom 22.5.40.
- 48 Ir. J. Blackstone war seit der Gründung der NLL im Jahr 1937 Vorsitzender und zugleich Delegierter der NLL-Vorstand für das Ministerium für Wasserverwaltung.
- 49 Erbgut NLR: Stelle (alt) 9.2.C, Blackstone: Dagboek N.L.L. van 19 Mei tot 7 Juni 1940.
- 50 Erbgut NLR: „NLL Jahresbericht 1940“; die Informationen zu den ersten Kontakten stammen aus diesem Bericht oder aus den beiden folgenden Quellen.
- 51 Dieses Schreiben ist in den Archiven des NLL nicht erhalten; ein Hinweis darauf findet sich in einem Schreiben von Chaillot an den Vorstandsvorsitzenden des NLL vom 22. Januar 1941 (Erbgut NLR: Stelle (alt) 13.4.C-02); eine Kopie dieses Schreibens an das „Luftgaukommando Holland“ ist erhalten geblieben (NL-HaNA, Directoraat Generaal van de RLD, toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 7692).
- 52 Siehe Anhang D für die Position der hier aufgeführten Personen in der deutschen Luftfahrtumfrage
- 53 Erbgut NLR: „Bericht über das 3. Quartal 1940“. In Museumspublikation 2012-02 (2012).
- 54 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 8) der Vorstandssitzung vom 12.6.40“.
- 55 Im Unterschied zu seinem gleichnamigen Cousin; dieser war bei den Diskussionen anwesend, die zum so genannten „Protokoll von Schrötter“ führten; siehe Kapitel 5.
- 56 Erbgut NLR: „Bericht über das 3. Quartal 1940“. In Museumspublikation 2012-02 (2012).
- 57 Schmaltz (2009).
- 58 GOAR-2729 S.542 „Bericht über eine Besichtigung der Strömungstechnischen Forschungsanstalten in Amsterdam, Wageningen, Brüssel, Lille und Paris, in der Zeit vom 18. bis 27. Juli 1940“.
- 59 GOAR 2729 S.548 Schreiben vom 2.8.40.
- 60 GOAR 2729, S.547 Schreiben RLM an Betz vom 6.8.40.
- 61 GOAR 2729 S.441 Schreiben Käufl an Seewald (RLM) vom 2.3.43.
- 62 Zwan (2004) S. 106.
- 63 Meihuizen (2018) S. 28.

- ⁶⁴ De Jong (1969-1994), Bd. 3, S. 384ff.
- ⁶⁵ De Jong (1969-1994), Bd. 4-1, S. 114ff.
- ⁶⁶ De Jong (1969-1994), Bd. 4-1, S. 163.
- ⁶⁷ Siehe auch Meihuizen (2003), S. 19-147, für einen Überblick über die Ereignisse, die zur Heranziehung der niederländischen Industrie für die deutschen Kriegsanstrengungen führten.
- ⁶⁸ Auch genannt „M. H. Werkspoor“, um ihn von seinem Cousin und Namensvetter M.H. Damme zu unterscheiden, der Direktor bei der PTT und Delegierter des Innenministeriums im Vorstand des NLL war.
- ⁶⁹ Meihuizen (2003), S. 77-121.
- ⁷⁰ De Jong (1969-1994), Band 4-1, S. 278.
- ⁷¹ Heijden (2001), S. 196.
- ⁷² Sijes (1966), S. 166.
- ⁷³ Kollegium von vertraulichen Beratern: ein im August 1944 gegründetes niederländisches Kollegium, dessen Aufgabe es war, von der Befreiung bis zur Rückkehr der Regierung in die Niederlande als deren Vertreter zu fungieren, um ein Machtvakuum zu verhindern
- ⁷⁴ Enquêtecommissie Regeringsbeleid 1940-1945, Band 3C.
- ⁷⁵ Meihuizen (2018) S. 136.
- ⁷⁶ Einige der Informationen in diesem Kapitel stammen aus Zwaan (2004).
- ⁷⁷ Meihuizen (2003) S. 741.
- ⁷⁸ Enquêtecommissie Regeringsbeleid 1940 - 1945, Teil 7A, S. 55. NB: Das NLL wurde dabei übrigens in keiner Weise erwähnt.
- ⁷⁹ Meihuizen (2018) S. 139.
- ⁸⁰ De Jong (1969-1994), Bd. 4-1, S. 141.
- ⁸¹ GOAR 2729 S. 547 Brief RLM an Betz vom 6.8.40.
- ⁸² GOAR-2729 S. 431 Schreiben vom 2.9.40.
- ⁸³ Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR 06.4.E-13 (ODA-007) möglicherweise aus dem persönlichen Archiv von Chailet, von dem ein sehr kleiner Teil erhalten geblieben ist.
- ⁸⁴ GOAR 2729 S. 523.
- ⁸⁵ Erbgut NLR: Stelle (alt) 13.4.D-10; Stelle (neu) B.5.d: „Personal und Operationen“ (die zwei Anhänge nicht erhalten).
- ⁸⁶ Erbgut NLR: Stelle (alt) 09.5.A-11 „Correspondentie NLL 1941-1956“: Schreiben von Chailet an den Vorsitzenden des Verwaltungsrats vom 22.1.41.
- ⁸⁷ GOAR 2729 S. 432 Schreiben vom 19.12.40.

- 88 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR 06.4.E-13 (ODA-007), möglicherweise aus dem persönlichen Archiv von Chaillet, von dem nur ein sehr kleiner Teil erhalten geblieben ist; möglicherweise handelt es sich um die von Blackstone in seinem Schreiben an die Delegierten vom 10.2.41 erwähnte Abschrift.
- 89 NL-HaNA: Directoraat-Generaal van de RLD, toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 7692; Schreiben von Blackstone an die Delegierten vom 10.2.41.
- 90 Der Prozentsatz, um den der Preis für die in Rechnung gestellten Stunden erhöht wird, um die allgemeinen Betriebskosten zu decken; der Zuschlagssatz für Nicht-Mitglieder beinhaltet Zinsen und Abschreibung der verwendeten Geräte wie Windkanäle; dies ist beim Zuschlagssatz für Mitglieder nicht der Fall.
- 91 NIOD, collectie 020, inv. no. 1222; correspondentie Generalkommissar für Verwaltung und Justiz 1940-1945.
- 92 NL-HaNA: correspondentie RLD, toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 7692; Schreiben vom 5.2.41.
- 93 Wahrscheinlich Herr J.M. Kan, Rechtsreferent im Innenministerium.
- 94 Erbgut NLR: Bericht V.1242 „Ausarbeitung einer Determinante für theoretische Flatteruntersuchungen“ (1940).
- 95 GOAR-2010-1 S. 48: Schreiben Küssner an Koning vom 13.12.40.
- 96 Erbgut NLR: Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 97 Junkers-Ingenieure waren regelmäßig in Amsterdam, da Fokkers Konstruktionsbüro (Constructie Bureau) für Junkers arbeitete (siehe Kapitel 8.3); auch die Arbeiten an Schneekufen durch Van Berkel's Patent erfolgten für Junkers.
- 98 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr 232.001 Schreiben vom 22.10.41.
- 99 GOAR-0364 S. 375: Schreiben von Messerschmitt an AVA vom 15.5.41.
- 100 Diese Aufgabe (mit der Nummer [1460]) wird in Abschnitt 9.5 ausführlicher behandelt.
- 101 Erbgut NLR: „Bericht über das 4. Quartal 1940“. In Museumspublikation 2012-02 (2012).
- 102 Erbgut NLR: Stelle (alt) 09.5.A-11: „Correspondentie NLL 1941-1956“.
- 103 Das Jahr bezieht sich auf das Jahr des Beitritts zur RSL oder NLL.
- 104 Mit der Umwandlung des Reichsstudiendienst für die Luftfahrt (RSL) in das Nationale Luftfahrtlaboratorium (NLL) im Juni 1937 konnte der privilegierte „Beamtenstatus“ für neu eingestelltes Personal nicht beibehalten werden.
- 105 Erbgut NLR: Stelle (alt) 13.4.D-10 „Personeelszaken en Bedrijfsvoering“; Schreiben vom 3.10.40.

- 106 Erbgut NLR: Stelle (alt) 13.4.D-10 „Personeelszaken en Bedrijfsvoering“; Schreiben vom 12.11.40.
- 107 NLR-Personeelsarchief: Groen, Schreiben Chaillet an NLL-Vorstand vom 3.1.41.
- 108 Erbgut NLR: Stelle (alt) 09.5.A-11 „Correspondentie NLL 1941-1956“.
- 109 NL-HaNA, Rijksluchtvaartdienst, 2.16.5240, inv. no. 11468.
- 110 id.
- 111 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 9) der Vorstandssitzung vom 25.4.41“.
- 112 NL-HaNA: Rijksluchtvaartdienst, toegangsnummer 2.16.5240, inv. no. 6529.
- 113 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR-13.4.D-11; Stelle (neu) B.5.d „Nota aan de voorzitter van het bestuur van de Stichting Nationaal Luchtvaartlaboratorium“, vom 31.1.41.
- 114 Siehe auch Anhang C.
- 115 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR 06.4.E-13 (ODA-007), möglicherweise aus dem persönlichen Archiv von Chaillet, von dem nur ein sehr kleiner Teil erhalten geblieben ist.
- 116 Direktor der PTT und Minister für soziale Angelegenheiten im Kabinett Colijn; Neffe seines Namensvetters M.H. Damme, Direktor von Werkspoor (siehe auch Kapitel 5).
- 117 Das Wort Koninklijk darf von den Besatzungsmächten nicht mehr verwendet werden und erscheint daher nicht mehr im Jahresbericht; die Abkürzung KLM übrigens schon.
- 118 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.071 Schreiben vom 16.9.42.
- 119 Abgeleitet von den gesammelten NLR-Verwaltungsunterlagen (NLR-Archiv); nicht alle Beträge sind abrufbar und es gibt geringfügige Abweichungen zu den von Schmaltz (2009) zitierten Daten.
- 120 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 10) der Vorstandssitzung vom 21.4.42“.
- 121 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 11) der Vorstandssitzung vom 26.3.43“.
- 122 Aller Wahrscheinlichkeit nach wurden die Zahlungen von Deutschland in Deutscher Reichsmark (DRM) auf ein deutsches Konto geleistet, woraufhin die niederländische Bank die Auszahlung in Gulden von einem Gegenkonto vornahm; letztlich handelte es sich um eine monetäre Finanzierung durch die niederländische Regierung (vgl. Klemann, S. 119ff).
- 123 Die NLR Erbgut Stiftung führt eine Liste von Personalakten aus verschiedenen Quellen.

- 124 Dies ist aus Tabelle 7.3 nicht ersichtlich, da relativ bald nach dem Krieg neue Mitarbeiter eingestellt wurden.
- 125 Siehe auch Kapitel 11
- 126 Erbgut NLR: Stelle (alt) 09.2.B-04 „Personneelsvereniging NLL april 1940 tot april 1957“.
- 127 Provoost (2003).
- 128 Die „Nederlandsche Vereeniging voor Luchtvaart“ erhielt 1912 die Bezeichnung „Koninklijk“, doch während des Krieges durfte das nicht mehr verwendet werden.
- 129 NL-HaNA: Rijksluchtvaartdienst, toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 5640, Schreiben Maaskant an NLL-Vorstand vom 14.8.40.
- 130 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR 06.4.E-13 (ODA-007), möglicherweise aus dem persönlichen Archiv von Chaillet, von dem nur ein sehr kleiner Teil erhalten geblieben ist.
- 131 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR-09.5A-11, Stelle (neu) B.3.d, „*Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium te Amsterdam - Organisatie, werkwijze en inrichting van ons nationale instituut voor technisch-wetenschappelijke voorlichting op luchtvaartgebied.*“ In „Marineblad“, nummer 1, 57e Jaargang (1942).
- 132 Die Hintergründe des „Marineblad“ sind unklar; es ist jedoch festzustellen, dass es voll von Anzeigen von Unternehmen ist, die für Deutschland arbeiten.
- 133 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-120: Interview mit Han Buttstedt.
- 134 Erbgut NLR: Stelle (neu) C.2.e. NLL Jahresberichte,
- 135 Erbgut NLR: Berichtesammlung.
- 136 Erbgut NLR: Berichtesammlung.
- 137 GOAR-2729 S. 542.
- 138 In Anhang C finden Sie eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise eines Windkanals.
- 139 Siehe auch: Berg (2013) S. 34.
- 140 LST steht für Lage Snelheids (Wind) Tunnel.
- 141 Die Kanaltagebücher für die beiden neuen Kanäle beginnen im Januar 1941.
- 142 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.2.a, Tagebuch des Großen Kanals Jan '41 - Dez '42.
- 143 Erbgut NLR: J.H. Greidanus, A. van der Neut: „Trillingen van de schroef van windtunnel 3“. NLL-Bericht A.782.
- 144 Technisch gesehen wurde festgestellt, dass die 2. Harmonische des Strömungsfelds unmittelbar vor dem Fan mit der Eigenfrequenz des Fanblatts übereinstimmt.
- 145 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 11) der Vorstandssitzung vom 26.3.43“.

- 146 NL-HaNA: Directoraat-Generaal van de RLD, toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 5640.
- 147 Erbgut NLR: Jahresbericht 1947.
- 148 Elsenaar (2012).
- 149 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.2.a Kanaltagebücher. Großer Kanal: Jan '41 - Dez '42, Großer Kanal: Dez '42 - Sep '44, Kleiner Kanal: Jan '41 - Sep '44.
- 150 NL-HaNA, Rijksluchtvaartdienst, 2.16.5240, inv. no. 10291; beschlossen am 16.10.39.
- 151 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 10) der Vorstandssitzung vom 21.4.42“.
- 152 Er war von 1921 bis 1937 bei der RSL beschäftigt; zu Von Baumhauer siehe auch Boersen (2018).
- 153 Erbgut NLL: NLL Bericht V.1251 (wahrscheinlich von 1940/1941).
- 154 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.001 v. 24.5.41.
- 155 Mit Hilfe der Theorie des so genannten „Scherkraftfelds“*.
- 156 Erbgut NLR: Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 157 Erst nach dem Zweiten Weltkrieg wurde der Name in „Rijksluchtvaartdienst“ oder RLD geändert.
- 158 NIOD-Toegangsnummer 248-1552; Doc I-1852 van Nationaal Archief.
- 159 NIOD- Collectie 249-0240, inv. no. a4, PRAC-Dossier Nr. 80919.
- 160 Huijstee (1997), S. 50.
- 161 NIOD-Collectie 244 inv. nr. 560; Europese dagboeken en egodocumenten, N. Groenendijk.
- 162 Der Tag um die Befreiung der südlichen Niederlande, an dem die NSB-Mitglieder die Niederlande in Panik verlassen; siehe Kapitel 12
- 163 Erbgut NLR: CA [41-5] order nr. 212.111.
- 164 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-148, Vermerk von N.V. Fokker „De Nederlandse Luchtvaart na den Oorlog“ (April 1945); Darin spricht Beeling von einer „F8WC für Finnland“, eine Fokker F.VIII flog tatsächlich in Finnland, aber es ist wahrscheinlicher, dass Beeling die T.VIII-W/C-Flugzeuge meinte, die nie nach Finnland geliefert wurden.
- 165 Erbgut NLR: CA [41-5] order nr. 212.111: Kommentar von Chaillet in der Interviewnotiz von Boelen.
- 166 GOAR-2729 S. 434-437, Schreiben von Pleines an Lorenz (FoFü) vom 4.2.43 und von Lorentz an Engelbrecht (AVA) vom 18.2.43.

- 167 Van Tijen spricht von „*der enormen Meinungsverschiedenheit, die im Vorstand über die Aufgabe, die das Laboratorium zu erfüllen hat, herrscht*“; Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR 06.4.E-13 (ODA-007) „Schreiben von Van Tijen an Zaalberg“.
- 168 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-148 „De Nederlandsche Luchtvaart na den Oorlog“, Memorandum von ir. M.H. Beeling von N.V. Fokker (April 1945); ein Großteil der Informationen in diesem Kapitel stammt aus diesem Memorandum.
- 169 Erbgut NLR: NLL Bericht A.820: J.F. Hengeveld: „Vergelijking van de resultaten van eenige metingen aan modellen van het Fokker F.24 vliegtuig“ (Juni 1945).
- 170 Erbgut NLR: NLL Bericht A.955: E. Dobbinga: „Driekomponentenmetingen in tunnel 3 aan drie dikke vleugels voor N.V. Ned. Vliegtuigenfabriek Fokker“ (Juni 1945).
- 171 Erbgut NLR: CA [42-4] order nr 451.202 dd 23.12.42 (NB: dieses Schreiben scheint zufällig in diesem Teil des Archivs gelandet zu sein).
- 172 Staatssekretär im Reichsluftfahrtministerium und Generalinspekteur der Luftwaffe und in dieser Funktion der Chef des Generalluftzeugmeisters Ernst Udet, dem Käufl auch formal unterstellt war; nach Udets Selbstmord im November 1941 nahm Milch dessen Platz als Generalluftzeugmeister ein.
- 173 Hagens (2000), Bd. I, S. 157.
- 174 Bei dieser Gelegenheit wird auch das NLL-Laborflugzeug nach „Jachtwerf van Dam“ in Oude Wetering verlegt.
- 175 Er war ein Cousin von Carin von Kantzow, Görings erster Ehefrau, die Ende 1931 starb; nach ihr ist Görings extravagante Sommerresidenz bei Berlin benannt.
- 176 Plesman selbst glaubte, seine Verhaftung habe mit der Übergabe des „Friedensdossiers“ an Colijn (ein niederländischer Politiker) zu tun.
- 177 Erbgut NLR: Museumspublikation 2012-02; Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“.
- 178 Erbgut NLR: CA [42-3] order nr. 221.001 v. 19.1.42.
- 179 Meihuizen (2003) S.612ff; Der nach dem Krieg eingesetzte „Zuiveringsraad“ musste mögliche unzulässige Kollaborationen mit den deutschen Besatzern untersuchen.
- 180 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-148, Notiz von Beeling (Fokker) „De Nederlandsche Luchtvaart na den Oorlog“.
- 181 Erbgut NLR: CA [42-5] Schreiben vom 31.8.42.
- 182 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-290, Interview von Bram Elsenaar mit Max Farjon 4.4.2017.
- 183 Rotterdam Stadtarchiv Toegangsnummer 427, inv. no.1057 t/m/1078; außerdem vom NL-HaNA Centrale Zuiveringsraad, Toegangsnummer 2.06.089, inv.-Nr. 36 und CABR 2.09.09, inv. no. 109003, 110583, 90361 und 103484.

- 184 In sehr verschleierte[n] Worten wird im Jahresbericht 1942 etwas dazu gesagt; siehe auch das Ende dieses Kapitels 8.4.
- 185 Stadsarchief Rotterdam: Toegangsnummer 427, inv. no 1077; das gesamte Kriegsarchiv wurde von Van Mastricht (dem damaligen Direktor) zerstört.
- 186 NL-HaNA, CABR 2.09.09 inv.no 103484, dossier 8155 und inv.no 109003, dossier 2271 und inv.no 110583, dossier 3376.
- 187 Rüstungsinspektion: das dem Wehrmachtsbefehlshaber in den Niederlanden (Christiansen) unterstellte deutsche Büro, deren Aufgabe es ist, alle niederländischen Aufträge für die deutsche Kriegsindustrie zu koordinieren.
- 188 Siehe Erbgut NLR: NLL-Bericht S. 246 und S.253.
- 189 Erbgut NLR: „Bericht über das 4. Quartal 1940“. In Museumspublikation 2012-02 (2012).
- 190 Da es kein Korrespondenzarchiv [CA] für das Jahr 1940 gibt, kann dies nicht überprüft werden.
- 191 NL-HaNA: CABR 2.09.09 inv. no. 110583, Akte 3376; Konsultationen vom 7.5.41 und 21.8.41.
- 192 Zur Dringlichkeitsstufe siehe Kapitel 9.1.
- 193 Erbgut NLR: CA [42-3] order nr. 214.002 vom 22.10.42.
- 194 Erbgut NLR: CA [41-5] order nr. 214.001 v. 12.6.41.
- 195 Erbgut NLR: NLL-Jahresberichte, Stelle (neu) C.2.e; in den Jahren 1941, 1942 und 1943 wurden aufgrund von „Papierknappheit“ verkürzte Berichte erstellt; die betreffende Passage befindet sich im vollständigen Bericht, von dem noch eine maschinengeschriebene Durchschrift vorhanden ist.
- 196 Der Direktor Van Mastricht ist unmittelbar nach dem Krieg in die Vereinigten Staaten gegangen und hat zuvor die gesamte Verwaltung zerstört.
- 197 NL-HaNA: CABR 2.09.09 inv. no. 110583, Dossier 3376.
- 198 NIOD, Toegangsnummer 244, inv. no. 1635.
- 199 GOAR-1033 S.23 Schreiben Käufl an Betz vom 30.9.43.
- 200 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-097, Interview mit De Lathouder.
- 201 Erbgut NLR: Bericht über das 3. Quartal 1940.
- 202 GOAR-2729 S.548, Schreiben vom 2.8.40.
- 203 Meihuizen (2003), S. 28, 29.
- 204 Auch die von Van Berkel's Patent entwickelte Radschneekufe (siehe Abschnitt 8.4) wurde hier getestet.
- 205 Eckert (2006), S. 189, 190.

- 206 Vgl. hierzu auch die schematische Übersicht in Anhang D über die Organisation der deutschen Luftfahrtforschung im Nationalsozialismus, die die Zusammenhänge der in diesem Kapitel genannten Organisationen sowie einige der beteiligten Personen verdeutlicht.
- 207 GOAR-0210-1, S. 69; Schreiben von Betz vom 24.2.42 auf Anfrage des RLM; wahrscheinlich ein „verirrter“ Brief in diesem Archiv mit dem Stempel „GEHEIM“.
- 208 GOAR-2729, S. 283, 298.
- 209 Der Begriff wurde erstmals von Dwight D. Eisenhower am 17. Januar 1961 in seiner „Abschiedsrede an die Nation“ in einem warnenden Sinne verwendet; von Kármáns „Advisory Group for Aeronautical Research and Development“ (AGARD) nach dem Krieg (mehr dazu in Kapitel 14.1) scheint von der Art und Weise inspiriert worden zu sein, wie die Luftfahrtforschung in Deutschland kurz vor und während des Krieges organisiert war.
- 210 GOAR-2729 S. 509, Schreiben des RLM an Betz vom 21.4.41.
- 211 GOAR 2729 S. 438, Schreiben vom 29.3.43 von Betz (AVA) an Pleines (Fokker).
- 212 GOAR 2729, S. 431, Schreiben von Baeumker (RLM) an AVA vom 2.9.40.
- 213 GOAR 2729, S. 547, Schreiben RLM an Betz vom 6.8.40.
- 214 Siehe auch die vollständige Liste aller von Deutschland übermittelten Aufträge, Anhang E.
- 215 In aufsteigender Priorität: Ia, Ib, II, S, SS und DE.
- 216 GOAR-2729 S. 547, Schreiben vom 6.8.40.
- 217 Erbgut NLR: „Bericht über das 3. Quartal 1940“. In Museumspublikation 2012-02 (2012).
- 218 Erbgut NLR: CA [41-6] und [41-7].
- 219 GOAR-0210-1 S. 48; Schreiben von Koning an Betz vom 28.11.40.
- 220 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.010.
- 221 GOAR-2729 S. 137.
- 222 GOAR-0210-1 S. 182.
- 223 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.010 v. 27.7.42.
- 224 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.030.
- 225 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.080.
- 226 C. Koning: „Der Einfluss von Flügelverwindung auf den Widerstand“, RSL-Bericht A.557 (2. Hälfte der 30er Jahre); eine deutsche Übersetzung vom 29.6.42 befindet sich im Archiv des Deutschen Museums.

- 227 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.080; Angebotsschreiben des Berichts A.861 dd 28.10.42.
- 228 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.080 vom 18.3.43.
- 229 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.010 und 451.010.
- 230 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.070.
- 231 Der deutsche Text ist hier nicht eindeutig (AE).
- 232 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.070 vom 9.4.41.
- 233 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.070 vom 27.5.41.
- 234 SKF, Svenska Kullagerfabriken AB, eine Kugellagerfabrik mit schwedischem Ursprung
- 235 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.080.
- 236 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.020.
- 237 Durand (1935).
- 238 GOAR-1033 S. 140.
- 239 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.001 (NB: dies umfasst eine Reihe von Folgeaufträgen; über den ursprünglichen Auftrag ist im NLL-Korrespondenzarchiv nichts zu finden).
- 240 Müller (2022), S. 29
- 241 GOAR-0210-1 S.48, Schreiben Küssner an Koning 13.12.40.
- 242 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.050 und 451.050.
- 243 GOAR-0210-1 vom 4.11.40, Schreiben von Chaillet an Käufl.
- 244 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR 06.4.E-13 (ODA-007); möglicherweise aus dem persönlichen Archiv von Chaillet, von dem ein sehr kleiner Teil erhalten geblieben ist; siehe auch Kapitel 7.2.
- 245 Erbgut NLR: „Bericht über das 3. Quartal 1940“. Museumspublikation 2012-02 (2012); auch NLL Jahresbericht 1940.
- 246 GOAR-2729 S. 494 vom 25.7.41.
- 247 Erbgut NLR: [3273] CA [41-7] order nr. 232.121; CA [42-4] [2534] order nr. 451.192; [1404] order nr. 451.024 und 451.162; [3106] CA [43-6] order nr. 451.063 (?).
- 248 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 451.162, Schreiben vom 4.5.44.
- 249 Erbgut NLR: CA [43-6] order nr. 451.043.
- 250 ZWB AVA 43/F/08: J. Stüper, „Beitrag zur Anwendung der Luftschraube als Sturzflugbremse“ (29.3.43).

- 251 ZWB UM 3075: J. Stüper, „Das Bremsen von Flugzeugen durch die Luftschraube“. (28.2.44); hier werden die NLL-Ergebnisse erörtert.
- 252 Erbgut NLR: [4073] CA [41-6] 232.060/451.060; [414-14] CA [42-14] order nr. 232.052; [1683-14] CA [43-6] order nr. 451.123.
- 253 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.060 Schreiben vom 10.11.42 und 28.11.42.
- 254 Erbgut NLR: Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 255 Von Kármán (1967) S.274ff erwähnt auch Dirksen: *„Ich hatte ihn als einen naiven Mann kennengelernt ... Dirksen könnte als Mitglied einer Gruppe von deutschen Wissenschaftlern eingestuft werden, die glaubten, dass die Nazis im Unrecht waren, die aber Befehle befolgten, weil es keine Alternative zu geben schien.“* Durch Von Kármáns Vermittlung ging er nach dem Krieg in die Vereinigten Staaten.
- 256 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.001 v. 8.12.41.
- 257 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.031.
- 258 Erbgut NLR: Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 259 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.041, 232.051, 232.061.
- 260 Erbgut NLR: C. Koning und A.G. von Baumhauer: „Onstabile trillingen van een draagvlak-klapsysteem“, Verslagen en Verhandelingen van de RSL, Band II; auch Bericht A.48 (1923).
- 261 Koning stützte sich dabei auf die Theorie von Edward Routh, einem Cambridge-Wissenschaftler, der das Fach Mechanik mathematisch untermauerte und als Wegbereiter der „Kontrollsystemtheorie“ angesehen werden kann.
- 262 Eine in diesem Zusammenhang häufig verwendete Analogie ist das „Außer-Phase-Setzen“ eines Zuges von Soldaten auf einer Brücke. Bewegen sich die Soldaten genau „im Takt“ mit der vibrierenden Brücke, kann die Durchbiegung der Brücke immer weiter zunehmen und schließlich zum Einsturz führen.
- 263 Mathematisch gesehen geht es darum, ein System von Differentialgleichungen* 2. Ordnung zu lösen; dazu muss eine so genannte Determinante* numerisch berechnet werden, was zu einer Zeit, als es noch keine Computer gab, einen großen Aufwand für die „Rechner“ bedeutete.
- 264 Erbgut NLR: Dies geht aus einem Schreiben vom 20.5.41, CA [41-7] order nr. 232.061 hervor.
- 265 GOAR-2729 S. 502.
- 266 Dabei handelt es sich um eine Kopplung zwischen einer bestimmten Schwingungsform der Struktur und der dabei auftretenden aerodynamischen Belastung.
- 267 GOAR-0211 S. 60.
- 268 Erbgut NLR: CA [42-4] order nr. 451.172 vom 16.11.43.

- 269 Informationen, die von Rijk Zwaan, dem späteren Leiter der Abteilung „instationäre Aerodynamik“, stammen.
- 270 Van Oosterom: Artikel in Aerovisie (Frühjahr 1979).
- 271 Derselbe Flugplatz, auf dem Van Kuyks „Hawk-10.000“ nach dem Krieg in Rauch aufging (siehe Kapitel 8.3).
- 272 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.051.
- 273 Erbgut NLR: CA [43-6] versteckt in der order nr. 451.033/451.043.
- 274 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.041.
- 275 GOAR-314a; Schreiben von Küssner an die DVL vom 24.1.41.
- 276 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.041, Schreiben vom 24.8.44.
- 277 GOAR-1005, Schreiben Voigt (Messerschmitt) an Betz vom 1.2.44; Voigt war Leiter der Konstruktionsabteilung.
- 278 GOAR AK-4953: Vorschläge für zukünftige Arbeiten (Küssner); Nachricht an Oberst Dane vom 25.6.45.
- 279 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.041.
- 280 GOAR-0210-1 S. 222.
- 281 GOAR-0364 S. 375.
- 282 GOAR-1033 S. 137 Schreiben vom 12.5.41.
- 283 Erbgut NLR: CA [41-4] Schreiben von Van Berkel's Patent vom 12.6.41.
- 284 Erbgut NLR: NLL-Jahresberichte, Stelle (neu) C.2.e; in den Jahren 1941, 1942 und 1943 wurden aufgrund von „Papierknappheit“ verkürzte Berichte erstellt; die betreffende Passage befindet sich im vollständigen Bericht, von dem noch eine maschinengeschriebene Kopie vorhanden ist.
- 285 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.071.
- 286 GOAR-2729 S. 489 und 494.
- 287 Erbgut NLR: Reisebericht R.B.292.
- 288 GOAR-0210-1 S. 189 dd 5.2.42.
- 289 GOAR-0210-1 S. 187 vom 13.2.42.
- 290 GOAR-0364 S. 396 vom 24.2.42.
- 291 Erbgut NLR: CA [41-6] order nr. 232.010.
- 292 Erbgut NLR: CA [41-7] order nr. 232.071 Schreiben vom 16.9.42.
- 293 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-148: „De Nederlandsche Luchtvaart na den Oorlog“; Notiz von N.V. Fokker (April 1945).
- 294 GOAR AK-8026, Diskussionsbericht vom 15.5.42.

- 295 GOAR AK-3444 Brief von Arado an AVA vom 22.1.44 und von Max Kühl (Modellbau) an AVA vom 26.10.44.
- 296 Erbgut NLR: CA [42-4] order nr. 451.152/232.002.
- 297 GOAR-0211 S. 109; Schreiben NLL an AVA vom 16.7.42.
- 298 GOAR-0211 S. 101.
- 299 Toussaint arbeitete in St. Cyr in Paris und diskutierte diese Frage auch mit Käufl; GOAR-1033 S. 77ff.
- 300 Durand (1935).
- 301 GOAR-0211 S. 107: Auftrag von Arado an AVA vom 5.9.42.
- 302 Göttinger Monographien D1, Modellversuchstechnik I, 1.4: Der Windkanal der Arado-Flugzeugwerke, Brandenburg von R. Kosin.
- 303 C. Wieselsberger: „Über den Einfluss der Windkanalbegrenzung auf den Widerstand insbesondere im Bereiche der kompressiblen Strömung“; Luftfahrtforschung Bd. 19, Lfg.4 (6.5.42); Anm.: Dieser Artikel wurde posthum veröffentlicht: Wieselsberger starb plötzlich im Jahr 1941.
- 304 GOAR- AK-8026: Schriftverkehr AVA Korrespondenzen (auch Arado 233)
- 305 Siehe Meier (2010), S. 100.
- 306 Elsenaar (2012) S.18,19; der beschreibt, wie das NLL von dem „geheimen“ Konzept der geschlitzten Wände* erfuhrt; dabei war auch Busemann, der Erfinder des Pfeilflügels, beteiligt.
- 307 Erbgut NLR: CA [42-4] order nr. 451,192.
- 308 Für Dewoitine, siehe: https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Émile_Dewoitine.
- 309 GOAR-1033 S.90 Schreiben von Käufl vom 22.4.42.
- 310 GOAR AK 3444: Schriftverkehr Arado (Ar 234).
- 311 Erbgut NLR: CA [43-6] order nr. 451.083, 451.073, 451.053.
- 312 GOAR-0364 S. 223.
- 313 Erbgut NLR: CA [43-6] order nr. 451.073 und 451.053.
- 314 GOAR-0364 verschiedene Stücke zwischen S. 150 und S. 227.
- 315 Radinger (1996) S. 79.
- 316 Hamel (2005)
- 317 GOAR AK-8027 Schreiben Messerschmitt an AVA vom 3.12.43.
- 318 GOAR AK-8027 Schreiben von AVA an Messerschmitt vom 9.10.43.
- 319 Erbgut NLR: CA [43-6] order nr's. 451.063, 451.073, 451.143 und 451.153.

- 320 Die italienische Caproni Campini N.1 (Erstflug 1940) war ein Probeflugzeug auf dieser Grundlage, wenn auch nicht für hohe Fluggeschwindigkeiten ausgelegt.
- 321 GOAR-1033 S. 162 Schreiben vom 20.12.40.
- 322 GOAR-1033 S. 165 Schreiben vom 25.1.40.
- 323 GOAR-0364 S. 24 Besprechung vom 13.9.43.
- 324 Küchemann ist der Spezialist für „Diffusoren“*; er wird nach dem Krieg eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der Concorde in England spielen.
- 325 GOAR-1033 S. 26-33, Schreiben vom 14.9.43.
- 326 N.V. Hengelosche Electriche en Mechanische Apparaten Fabriek
- 327 Information zum rosafarbenen Schein, dem entsprechenden Auftragszettel, order nr. 451.163.
- 328 Genaue Zahlen sind nicht immer verfügbar; es wurde eine Schätzung auf der Grundlage der verfügbaren Daten aus der Erbgut NLR CA vorgenommen.
- 329 Der Tag um die Befreiung der südlichen Niederlande, an dem die NSB-Mitglieder die Niederlande in Panik verlassen; siehe Kapitel 12
- 330 Seewald gehörte zum vierköpfigen Aufsichtsgremium des FoFü. Er war Leiter der DVL in Berlin, verließ diese aber nach Unstimmigkeiten. Vermutlich arbeiteten Lorentz und Seewald im Büro von LC3 in Berlin. Siehe auch Kapitel 9.1.
- 331 GOAR-2729 S. 441.
- 332 GOAR-2729 S. 549 ff.
- 333 GOAR-2729 S. 541 ff.
- 334 Dieser 1909 gebaute Windkanal war das Vorbild für den ersten Kanal der RSL; siehe Berg (2013) mit einem Anhang von Elsenaar speziell zum Eiffelkanal; siehe auch Anhang C dieser Veröffentlichung.
- 335 Erbgut NLR: CA [41-4], Van Berkel's Patent; Schreiben vom 12.6.41.
- 336 GOAR-1033 S. 113.
- 337 Ein Film, der teilweise während des Krieges im NLL gedreht wurde; siehe auch Kapitel 13.2.
- 338 GOAR-1033 S. 136: Schreiben von Betz an Käufl vom 17.6.41.
- 339 GOAR-2729 S. 494: Schreiben vom 25.7.41.
- 340 GOAR-2729 S. 488: Schreiben von Käufl an Betz vom 15.8.41.
- 341 GOAR-1033 S. 66: Schreiben von Käufl an Prandtl vom 30.1.43.
- 342 GOAR-1033 S. 65: Schreiben von Betz an Käufl vom 6.2.43; die Beziehungen zwischen AVA und DVL waren etwas heikel; siehe auch Ende von Kapitel 3.1.
- 343 GOAR-2729 S. 435 Schreiben von Pleines an Lorentz vom 4.2.43.

- 344 Vgl. Meihuizen (2018), S.97ff.
- 345 GOAR-1033 S. 60 Schreiben von Käufl an Betz vom 18.2.43.
- 346 GOAR-1033 S. 53 Schreiben von Käufl an Betz vom 1.4.43.
- 347 GOAR-2729 S. 441 Schreiben von Käufl an Seewald vom 2.3.43.
- 348 GOAR-1033 S. 55 Besprechungsbericht vom 31.3.43.
- 349 GOAR-2729 S. 438 Brief von Betz an Pleines vom 29.3.43.
- 350 GOAR-1033 S. 53 Brief von Käufl an Betz 1.4.43.
- 351 NIOD-Collectie 020, inv. no. 1222: „Generalkommissar für Verwaltung und Justiz 1940-1945“; Gesprächsnotiz von Stüler nach einem Besuch von bzw. einem Telefongespräch mit Engelbrecht vom 15.4.43.
- 352 Diese Aussage steht also im Widerspruch zu dem, was Käufl in diesem Gespräch gesagt hat!
- 353 NLR- Personeelsarchief, Spitz: Brief von Chaillet an Kan (Inneres) vom 15.4.43.
- 354 Küchemann war ein Spezialist für „Diffusoren“*; siehe Kapitel 9.6.
- 355 GOAR-0364 S. 24 vom 13.9.43.
- 356 GOAR-1033 S. 34; Telegramm vom 13.9.43.
- 357 GOAR-1033 S. 52 und 53.
- 358 Sijes (1966), op. cit. S. 318.
- 359 Erbgut NLR: NLL Jahresbericht 1944/1945.
- 360 GOAR-3161 S. 96 ff.
- 361 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 9) der Vorstandssitzung vom 25.4.41“.
- 362 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-097, Interview mit De Lathouder.
- 363 Erbgut NLR: A. Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 364 „Trouw“ war eine der illegalen Widerstandszeitungen, die während des Krieges verteilt wurden.
- 365 Anhang „De Verdieping“ von Trouw (noch immer eine Holländische Zeitung) am 29. April 2013.
- 366 „Dolle Dinsdag“ (verrückter Dienstag), in die Geschichte eingegangen durch die Flucht von NSBern und deutschen Soldaten infolge von falschen Gerüchten über eine schnelle Einnahme der Niederlande durch die Alliierten.
- 367 Boom (2012).

- 368 Westerbork war das Durchgangslager in den Niederlanden, von dem aus die Juden in die Vernichtungslager geschickt wurden.
- 369 NLR Personeelsarchief, Groen: Interne Notiz Hoefnagels an Rozema vom 13.4.2005.
- 370 NLR-Personeelsarchief, Groen: Schreiben „Centraal Registratiebureau voor Joden“ an das NLL vom 26.10.45.
- 371 Dies war eines von drei niederländischen Konzentrationslagern. Das Lager hatte eine Abteilung, in der Produkte für Philips hergestellt wurden.
- 372 NLR-Personeelsarchief, Spitz: Brief Koning an Spitz vom 30.9.41; Die Frederiksvan Dam-Liste war eine Liste, die auf Initiative der Generalsekretäre Frederiks (Inneres) und Van Dam (Bildung, Wissenschaft und Kulturschutz) erstellt wurde, um eine Gruppe von etwa 700 Juden vor der Deportation zu bewahren. Sie wurden in Barneveld interniert.
- 373 NLR-Personeelsarchief, Spitz: Schreiben „NLL Direktor“ an „Kommandant Konzentrationslager Den Bosch, Auffanglager Vught“ vom 8.4.43.
- 374 NLR-Personeelsarchief, Spitz: Schreiben von Ministerium des Inneren an Koning vom 21.4.43.
- 375 NLR Personeelsarchief, Spitz: Schreiben NLL (Koning) vom 17.5.43; es ist nicht klar, an wen dieser Brief gerichtet ist, die Anrede lautet „L.S.“.
- 376 Möglicherweise handelt es sich um Herrn J.B. Kan, Minister des Inneren 1926 bis 1929; er war von 1931 bis 1947 Mitglied des Staatsrats; oder handelt es sich um Herrn J.M. Kan, juristischer Sekretär im Innenministerium (siehe Kapitel 6.1)?
- 377 NLR-Personeelsarchief, Spitz: Schreiben von Chaillet an Kan (Inneres) vom 15.4.43.
- 378 NLR Personeelsarchief, Spitz: Notiz von Van Oosterom vom 13.7.45.
- 379 NL-HaNA: Rijksvluchtvaartdienst 5.016.5240, inv. no. 5638.
- 380 NL-HaNA: Rijksvluchtvaartdienst 5.016.5240, inv. no. 5638.
- 381 Porträts aus der Zeit der Befreiung: die Familie Dresden; <http://bevrijdingsportretten.nl/portret/de-familie-dresden>.
- 382 Mechanicus (2008)
- 383 Dresden nahm an der ersten Vorstandssitzung nach dem Krieg am 19. Dezember 1945 teil
- 384 Während des Krieges waren in den Niederlanden mehrere Lebensmittel rationiert.
- 385 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 10) der Vorstandssitzung vom 21.4.42“.
- 386 Erbgut NLR: CA [42-11] order nr. 611.062; Schreiben vom 24.7.42.
- 387 NL-HaNA, Rijksvluchtvaartdienst, 2.16.5240, inv. no. 11469.

- 388 De Jong (1969-1994), Bd. 8, S. 158 und 176.
- 389 Erbgut NLR: CA [42-11] order nr. 611.062.
- 390 Erbgut NLR: A. Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 391 Erbgut NLR: Stelle (alt) 09.2.B-02: Klapper „Personneelsvereniging NLL April 1944 tot 1957“ und Stelle (alt) 09.2.C-02: „25-Jarig Jubileum NLL“.
- 392 So mancher NLR-Mitarbeiter begann auf dieser Bank als Bewerber.
- 393 Rozema (2016), S. 19ff.
- 394 Meihuizen (2018), S. 53.
- 395 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 13) der NLL-Vorstandssitzung vom 19.12.45“.
- 396 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 8) der NLL-Vorstandssitzung vom 12.6.1940“.
- 397 Offiziere des Heeres und der Marine versprachen in dieser Erklärung, sich dem Deutschen Reich in keiner Weise entgegenzustellen.
- 398 Zu den Hintergründen des „Arbeitseinsatzes“ siehe Kapitel 5.
- 399 GOAR-1033, Brief von Käüfl an Betz vom 11.8.43; S.39.
- 400 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 12) der Vorstandssitzung vom 30.3.44“.
- 401 GOAR-1033, Schreiben von Käüfl an Betz vom 30.9.43; S.23; die Anlage mit den Namen ist jedoch nicht erhalten.
- 402 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-206, Interview mit H. Willegers (1.6.2006).
- 403 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-095, Interview mit J.F. Hoogendoorn (13.6.2002).
- 404 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 12) der Vorstandssitzung vom 30.3.44“.
- 405 Die Berufsoffiziere, darunter die NLL-Mitarbeiter Brethouwer und Vroon sowie einige Vorstandsmitglieder, wurden bereits im Mai 1942 interniert.
- 406 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.5.e Personneelsarchief: „Een leven gewijd aan de luchtvaart“, Rede von Prof. Wittenberg zum Tod von Van der Maas. Das niederländische Wort für „untertauchen“ ist „onderduiken“ mit „duiken“ wie „In duikvlucht“ („Im Sturzflug“)
- 407 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR-13.4.C-02; Medewerkers RSL/NLL/NLR C t/m K. (unter Käüfl); Jilles de Iongh, ein bedeutender Mathematiker, überlebt den Krieg und wird später Professor in Nijmegen.
- 408 GOAR-2729 S. 441; Schreiben von Käüfl an Seewald vom 2.3.43.

- 409 Erbgut NLR: Stelle (neu) A.8.c, „Dokumentation über Interviews mit ehemaligen Mitarbeitern ab 2000“; Interview mit F. (Frits) Gramberg d. d. 18.12.2008.
- 410 NIOD, Collectie 249, inv. no. 0454; „Nationaal Comité van Verzet - Verslagen van gesprekken met het NIOD“
- 411 De Jong wurde nach dem Krieg von der Regierung beauftragt, das Standardwerk über die Geschichte der Niederlande im Zweiten Weltkrieg zu verfassen; siehe Jong (1969-1994) Band 7-2, S. 843; siehe auch Band 10a-1 S. 94 und S. 347.
- 412 Erbgut NLR: alter Stelle 13.4.C-02; „Medewerkers RSL NLL NLR“; Schreiben vom 28.12.43.
- 413 Heute befindet sich dort das Kulturzentrum „De Balie“.
- 414 NIOD, „Afwikkelingsbureau Concentratiekampen“ 250m-64C; Schreiben von J.L. Chaillet vom 5. Juli 1945.
- 415 GOAR-1033 S. 11, Schreiben von Käufl an Betz vom 28.4.43.
- 416 Bea Wenting starb 2008; Informationen aus einem Gespräch am 10. April 2016 mit Carla Erb , einer Nichte von Bea Wenting, die bis zu ihrem Lebensende engen Kontakt zu ihr hielt.
- 417 Eman (1994); Diet Eman wanderte ziemlich bald nach Kriegsende nach Kanada aus.
- 418 Gosse van den Berg arbeitete bis zum 1. Juli 1944 bei der NLL; weitere Informationen über ihn sind nicht bekannt.
- 419 NIOD, Collectie 251a, inv. no. 357; aus der Zeitschrift „De Zwerver No. 2“.
- 420 L.O. oder Landelijke Organisatie voor Hulp aan Onderduikers (Nationale Organisation zur Unterstützung der Untergetauchten)
- 421 Erbgut NLR: CA [45-10] unter „Personeel“; Schreiben vom 20.6.45.
- 422 Siehe: <https://www.monumentwoestehoeve.nl/041HeijenJ.html>.
- 423 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-097, Interview mit De Lathouder vom 17.2.2003.
- 424 Erbgut NLR: Stelle (neu) A.8.c, „Documentatie betreffende interviews met oud-medewerkers vanaf 2000“; Interview mit F. (Frits) Gramberg dd. 18.12.2008.
- 425 Der NLL-Film „NLL 1940 – 1945“ zeigt Aufnahmen davon (für eine Erklärung des Films siehe Kapitel 13.2; siehe auch Erbgut NLR: Museumnotitie MN-097, Interview mit De Lathouder).
- 426 Erbgut NLR: NLL Jahresbericht 1944/1945.
- 427 Erbgut NLR: Jahresbericht 1944/1945.
- 428 KP-Gruppe: KP ist die Abkürzung für Knokploeg, die Sammelbezeichnung für Widerstandsgruppen, die mit Gewalt gegen die Besatzer vorgingen; siehe auch Kapitel 11.2.

- 429 Schwarz (2019), S. 74, 75.
- 430 Kok et al. (2017), S. 226.
- 431 Rozema (persönliche Mitteilung).
- 432 Erbgut NLR: Van der Neut: „Het Nationaal Luchtvaartlaboratorium in oorlogstijd“; Museumspublikation 2012-02.
- 433 Erbgut NLR: CA [45-5].
- 434 Ligtvoet (2015).
- 435 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 11) der Vorstandssitzung vom 26.3.43“.
- 436 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-148: „De Nederlandsche Luchtvaart na den Oorlog“; Notiz von N.V. Fokker (April 1945).
- 437 NL-HaNA: Directoraat-Generaal van de RLD, Toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 7692.
- 438 NL-HaNA: Directoraat-Generaal van de RLD, Toegangsnummer 5.016.5240, bestanddeel 7692.
- 439 NLL Bericht R.B.293: Reisebericht über einen Besuch am 25.4.44.
- 440 NL-HaNA: Rijksluchtvaartdienst 5.016.5240, inv. no. 7692: „Vliegproeven en laboratoriumvliegtuigen“, ein Vermerk des Leiters von der Abteilung Flugzeugen. September 1944.
- 441 Dieser Bericht ist leider nicht mehr verfügbar.
- 442 Elsenaar (2012), S. 11ff.
- 443 Hendrik Cornelis van Meerten war nach dem Krieg der Chefkonstrukteur der Fokker F27.
- 444 Erbgut NLR: Stelle (alt) NLR-09.5.B-03 (ODA-006): Sitzung über Reaktionsantrieb am 29.3.44 (Protokoll N.121).
- 445 Rozema (persönliche Mitteilung).
- 446 BS oder „Binnenlandsche Strijdkrachten“, ein am 5. September 1944 offiziell gegründeter Zusammenschluss von Widerstandsgruppen.
- 447 RAF: Royal Air Force (England); LSK: Luchtstrijdkrachten, die niederländische Luftwaffe
- 448 Er wurde inzwischen in ein modernes Format übertragen und mit Musik versehen.
- 449 NIOD, „Afwikkelingsbureau Concentratiekampen“, 250m-64C; Schreiben von J.L. Chaillet vom 5. Juli 1945. Siehe auch Wikipedia: Sachsenhausen.
- 450 Erbgut NLR: ODA-075.

- 451 Erbgut NLR: Stelle (alt)13.4.C-02; Ordner „Medewerkers RSL NLL NLR“; Chaillet, Schreiben vom 28.12.43.
- 452 Van der Neut schreibt in seinem Bericht über den Krieg, dass Chaillet schon bald nach seiner Rückkehr an den Folgen des Konzentrationslagers starb, was jedoch nicht stimmt.
- 453 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 13) der Vorstandssitzung vom 19.12.45“.
- 454 Kurz nach Kriegsende wurde der Name des Luftfahrtendienstes in Rijksluchtvaartdienst geändert, im Bericht R.L.V.D. genannt, später RLD.
- 455 Erbgut NLR: Stelle (alt) 09.2.C-07 ohne weitere Bezeichnung; wahrscheinlich 1945 veröffentlicht.
- 456 Erbgut NLR: Stelle (neu) B.3.b (ODA-070): „Protokoll (Nr. 13) der Vorstandssitzung vom 19.12.45“.
- 457 A. de Lathouder: „De ontwikkeling van het windtunnel complex van het Nationaal Luchtvaart Laboratorium“; NLL-Bericht A.1136 (1948).
- 458 Elsenaar (2012), S. 16ff.
- 459 Dieser Name wurde später in „Advisory Group for Aerospace Research and Development“ geändert.
- 460 Von Kármán (1967).
- 461 Chang (1995).
- 462 Van der Blik (2000).
- 463 Erdmann (2001), S. 131.
- 464 Hermann stammte aus Aachen, wo er auch mit Wieselsberger (einem Schüler Prandtls) an Überschallkanälen gearbeitet hatte. Siehe auch Kapitel 9.5.
- 465 Neufeld (1996).
- 466 GOAR-2729, S. 316-325.
- 467 Siehe auch Kapitel 3.2.
- 468 GOAR-2729, S. 2 ff.
- 469 Erdmann (2001), S. 165.
- 470 Erbgut NLR: Stelle (neu) C.1.b.
- 471 Elsenaar (2012), S. 29ff.
- 472 Siehe auch Kapitel 2 mit einer Beschreibung der 5. Volta-Konferenz von 1935, auf der Busemann das Konzept des Pfeilflügels vorstellte.
- 473 Elsenaar (2012), S. 18, 19.
- 474 Elsenaar (1975).

- 475 Schmaltz (2009)
- 476 GOAR-2729, S. 542 „Bericht über eine Besichtigung der Strömungstechnischen Forschungsanstalten in Amsterdam, Wageningen, Brüssel, Lille und Paris in der Zeit vom 18. bis 27. Juli 1940“.
- 477 Boom (2012), Seiten 139 und 141. Das Buch geht der Frage nach, inwieweit sich die Niederländer der Schrecken der Vernichtungslager und der Reaktionen darauf anhand von Tagebüchern bewusst waren.
- 478 „Akkommodation“ ist ein ursprünglich aus der (Lern-)Psychologie stammender Begriff: „die Anpassung der Struktur bei der Aufnahme von Wissen“; er spielte in den Diskussionen über den Zweiten Weltkrieg eine Rolle, nachdem Blom, der damalige Direktor des NIOD, ihn 1983 in seiner Rede mit dem Titel „Im Bann von gut und falsch“ („In de ban van goed en fout“, Blom (1983)) verwendet hatte.
- 479 Dies geht nicht nur aus GOAR-2729 S.438 hervor, einem Schreiben von Betz an Pleines vom 29.3.43 (siehe auch Kapitel 9.1), das in der Absicht verfasst wurde, das NLL „aus dem Wind zu halten“, sondern auch aus deutschen Informationen über die Aufträge, in denen die Prioritätsklassen erwähnt werden (siehe auch Anhang E).
- 480 Stüler war Regierungsvizepräsident, Hauptabteilung Inneres und Engelbrecht der Finanzdirektor der AVA; Vermerke vom 15.4.43. Siehe auch Kapitel 10 Käufl.
- 481 Erbgut NLR: Museumnotitie MN-290, Interview von Bram Elsenaar mit Max Farjon 4.4.2017.
- 482 Eckert (2017).
- 483 Eckert (2017) S. 309; ursprünglich aus Von Kármán Seite 281.
- 484 Siehe Kapitel 4.
- 485 GOAR-2729 S. 545.
- 486 Diese Antriebsschraube wurde von Burgers, Professor in Delft und Mitglied des Wissenschaftlichen Ausschusses entworfen.
- 487 Hierfür ist die Reynolds-Zahl entscheidend.

Über den Autor

Bram Elsenaar (1943) studierte Luftfahrttechnik in Delft mit Schwerpunkt Aerodynamik. 1967 schloss er ein Forschungsprojekt am Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium NLR über Wärmeübertragung in Überschall-Grenzschichten ab. Seine Abschlussprofessoren waren Prof. J. Steketee und Prof. S. F. Erdmann.

Nach seinem Studium ging er für zwei Jahre nach Kanada, um am „Institute for Aerospace Studies“ seinen Master-Abschluss zu machen.

Nach seiner Rückkehr nahm er seine Arbeit im NLR wieder auf. Dort war er in einer Gruppe um Berend van den Berg an der Grundlagenforschung zu drei-dimensionalen Grenzschichten beteiligt.

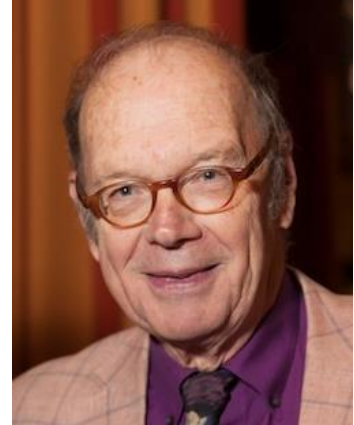
Anfang der 1970er Jahre koordinierte er die experimentellen Forschungen im Hochgeschwindigkeitswindkanal (HST) zu neuen, superkritischen Flügeln für Fokker-Flugzeuge. 1990 übernahm er die Leitung der Abteilung Experimentelle Aerodynamik, die für die Durchführung aller Windkanalforschungen im Auftrag externer Kunden (z.B. Fokker, Airbus und ARIANE-Space) oder im Rahmen interner Forschungsprogramme verantwortlich ist.

Von dort aus arbeitete er an der Integration aller Windkanalaktivitäten in die Stiftung Deutsch-Niederländische Windkanäle (DNW) mit, eine Stiftung, die vom NLR und seinem deutschen Schwesterinstitut DLR gegründet wurde.

Von 1999 bis 2001 war Bram Elsenaar im Auftrag von Fokker an Airbus in Toulouse für das Airbus A380-Programm abgeordnet.

Im Laufe seiner Karriere war er in einer Reihe von internationalen Organisationen wie der transatlantischen AGARD (Advisory Group for Aeronautical Research and Development) und der europäischen Partnerschaft GARTEUR aktiv.

Im Jahr 2004 ging er in den Ruhestand. Danach engagierte er sich in der heutigen Stichting Behoud Erfgoed NLR (Stiftung zur Erhaltung des NLR Erbguts). In diesem Zusammenhang schrieb er 2012 das Buch „ $0.2 < Ma < 4.0$ – 50 years high speed wind tunnel testing in The Netherlands“.



Mit der Berufung Ludwig Prandtls als Professor für Angewandte Mechanik wurde die kleine Universitätsstadt Göttingen im Jahr 1904 zur Wiege der modernen Strömungsmechanik und Aerodynamik. Prandtl begründete hier nicht nur mit der Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung zwei Forschungseinrichtungen von Weltrang, sondern auch mit der so genannten „Göttinger Schule“ eine außergewöhnlich fruchtbare wissenschaftliche Denkweise, die sich durch eine eigentümliche Balance von physikalischer Intuition und mathematischer Exaktheit auszeichnet. Die wissenschaftliche Methode Prandtls und seiner Schüler hat ihren Niederschlag in zahlreichen Dissertationen, Monographien und Lehrbüchern gefunden, die mittlerweile als klassisch gelten und damit zum Grundbestand der Strömungslehre gehören. Doch viele dieser Publikationen sind seit langer Zeit nicht mehr verfügbar. Die Reihe „Göttinger Klassiker der Strömungsmechanik“ stellt deshalb ausgewählte Publikationen, die der Göttinger Schule um Ludwig Prandtl zuzurechnen sind oder in einem gewissen historischen Bezug dazu stehen, wieder zur Verfügung.

Der vorliegende Band stellt insofern eine Besonderheit dar, als er keinen wissenschaftlichen, sondern einen wenig bekannten wissenschaftshistorischen Gegenstand behandelt, der jedoch einen engen Bezug zur Denkweise und den Leitmotiven der Göttinger Schule um Ludwig Prandtl aufweist. Man hatte dort stets dezidiert die Ansicht vertreten, dass Forschungseinrichtungen einen hohen Grad an Autonomie besitzen sollten und nicht durch Vorgaben aus Politik oder Wirtschaft zu sehr in ihrer Freiheit eingeschränkt werden dürften. Zudem genoss die kollegiale Zusammenarbeit mit den Aerodynamikern anderer europäischer Länder wie Frankreich, England und den Niederlanden in Göttingen von Anfang an einen außergewöhnlich hohen Stellenwert.

Im zweiten Weltkrieg sollten diese hehren Auffassungen in völlig unerwarteter Weise auf eine ernsthafte Probe gestellt werden, als der Göttinger Aerodynamischen Versuchsanstalt AVA die Aufsicht über mehrere flugwissenschaftliche Forschungsinstitute in den besetzten Ländern Westeuropas übertragen wurde, um sie für die deutschen Kriegsanstrengungen nutzbar zu machen. Eine dieser Einrichtungen war das niederländische Luftfahrtlaboratorium NLL in Amsterdam, das nun unter „Göttinger Fittiche“ kam. Dieses Buch erzählt die spannende Geschichte davon, wie die unversehens von Kollegen zu allmächtigen Besatzern gewordenen deutschen Wissenschaftler und die zur Zusammenarbeit gezwungenen niederländischen Forscher in dieser extremen Situation mit ihrer Verantwortung umgegangen sind.