



DIE F-35:

Viel Geld für
wenig Sicherheit

Die F-35:

Viel Geld für wenig Sicherheit

Autor:

Johannes Mikeska

Diplom-Jurist, M.A. (Friedensforschung und Sicherheitspolitik)

→ Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Mehr als 630.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Impressum

Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, Tel. 040/3 06 18-0 **Pressestelle** Tel. 040/3 06 18-340, F 040/3 06 18-340, presse@greenpeace.de, www.greenpeace.de
Politische Vertretung Berlin Marienstraße 19-20, 10117 Berlin, Tel. 030/30 88 99-0 **V.i.S.d.P.** Christoph von Lieven **Foto** picture alliance/ZUMAPRESS.com [M] 06/2022

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Zusammenfassung der Studie	6
Einleitung	10
1. Das Modell F-35	11
1.1 Fähigkeiten	11
1.2 Bekannte Probleme	13
1.2.1 Triebwerk	13
1.2.2 ALIS/ODIN Informationssysteme	13
1.2.3 Unfertiger Simulator	14
1.2.4 Mängelliste	15
1.2.5 Verfügbarkeit & Einsatzbereitschaft	15
1.3 Weiterentwicklung – F-35 Block 4	16
1.4 Zwischenfazit	17
2. Die F-35A als Trägersystem für die Atombombe B61-12	19
2.1 B61-12 – neue Atombombe für die nukleare Teilhabe	19
2.2 Nukleare Zertifizierung der F-35	19
3. Kostenabschätzung	20
3.1 Bisherige Flyaway-Kosten der F-35	20
3.2 Beschaffungskosten	22
3.3 Betriebskosten	24
3.3.1 Berechnungsmodelle	24
3.3.2 Faustformeln	25
3.3.3 Zahlen aus den Nutzerstaaten	25
3.3.4 Kosten pro Flugstunde	26
3.4 Nutzungsdauer	27
3.5 Lebenswegkosten	28
3.6 Kostenrisiken	29
3.6.1 Risiko steigender Beschaffungskosten	29
3.6.2 Risiko steigender Betriebskosten	29
3.6.3 Wechselkurs- und Inflationsrisiko	30
3.6.4 Risiken durch die vertragliche Gestaltung	30
3.7 Ergebnis der Kostenabschätzung	31
4. Zusammenfassung & Wertung	32
5. Politikempfehlungen	33
Annex 1 – Überblick Systempreise F-35A	34
Annex 2 – Zahlen des schweizerischen Beschaffungspakets	35
Annex 3 – Überblick Betriebskostenschätzungen	36

Vorwort

Der Atombomber F-35: In doppelter Hinsicht riskant

Unter dem Eindruck des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine hat Bundeskanzler Olaf Scholz am 27.2.2022 eine bisher nie dagewesene Investitionssumme für die Bundeswehr angekündigt – ohne jede parlamentarische oder gesellschaftliche Debatte im Vorfeld. Nach und nach zeigt sich, dass diese hektisch getroffene Entscheidung nicht zu mehr Sicherheit in Deutschland führt. Zum einen soll die Summe ausschließlich für militärische Aufrüstung ausgegeben werden. In der Vergangenheit hat dies meist eher zu Eskalationen denn zu Entspannung geführt. Dieses Geld benötigen wir für Maßnahmen, die echte Sicherheit schaffen wie Klimaschutz, Bildung, Völkerverständigung und die Stärkung ziviler Friedensprävention. Zum anderen führt die Eile und auch die fehlende demokratische Debatte zu irrationalen und unwirtschaftlichen Entscheidungen, die letztlich zu Kosten der Steuerzahler:innen gehen. Das wohl anschaulichste Beispiel dafür ist die geplante Beschaffung von 35 F-35-Kampfbombern.

Für den Transport und Abwurf US-amerikanischer Atombomben hält Deutschland auf der Militärbasis Büchel¹ derzeit 46 Kampfbomber vor. Diese sollen durch modernere Flugzeuge ersetzt werden. Noch 2020 hat die damalige große Koalition aus CDU und SPD den Kauf von F/A-18 Kampfflugzeugen für die „nukleare Teilhabe“ und elektronische Kampfführung angekündigt.

In seiner Rede am 27.2.2022 kündigte Scholz dann plötzlich den Erwerb der F-35 an, und das Bundesministerium der Verteidigung bestätigte dies offiziell am 14.3.2022. Für die elektronische Kampfführung sollen jetzt 15 Eurofighter ECR beschafft werden, die es ebenfalls bislang noch gar nicht gibt und deren Leistungen, Preis und Lieferdatum noch nicht gesichert sind. Über die Investition einer Milliardensumme wurde offenbar in weniger als drei Wochen entschieden! Dies zeigt, wie die Fokussierung auf militärische Ansätze die in einer Demokratie üblichen und notwendigen Vorgänge aushöhnen kann – und am Ende auch nicht zu den gewünschten Ergebnissen führt. Denn der Kauf der F-35 wäre in mehrfacher Hinsicht eine gravierende Fehlentscheidung.

Zum einen ist das seit zehn Jahren produzierte Flugzeug immer noch nicht in einer voll zugelassenen Version auf dem Markt – das letzte Modell weist über 800 Fehler auf, die noch beseitigt werden müssen. Ob dies bis zur frühestens ab 2027 geplanten Auslieferung gelingt, ist unklar. Formal befindet sich die F-35 immer noch im Stadium der „Anfangsproduktion“, da nicht alle notwendigen Tests durchlaufen wurden. Auch der Preis ist noch völlig unklar und nur schwer zu schätzen – nach den bisherigen Erfahrungen anderer Kunden ist mit deutlichen Kostensteigerungen zu rechnen. Diese gehen zu Lasten des Auftraggebers, also Deutschlands Steuerzahler:innen.

Zum anderen soll mit den F 35-Kampfbombern die Nukleare Teilhabe verlängert werden. Sie führt dazu, dass im Kriegsfall deutsche Pilot:innen mit deutschen Flugzeugen Atombomben abwerfen. Die Entscheidung über den Einsatz der in Deutschland liegenden Atomwaffen trifft der US-Präsident, der den US-Oberbefehlshaber der Nato anweisen kann. Wer dieser Präsident nach den nächsten Wahlen sein wird – möglicherweise wieder Donald Trump – ist völlig offen. Doch letztlich sind es Deutsche, die diese Atombomben abwerfen sollen. Dies widerspricht dem Zwei-Plus-Vier-Vertrag zur Wiedervereinigung, in dem sich Deutschland verpflichtet hat, keine Atomwaffen zu besitzen oder einzusetzen. Angesichts der durchaus unterschiedlichen Interessenlagen von

Deutschland und den USA ist es hoch bedenklich, dass die deutsche Fliegerstaffel in dieser Weise direkt der Nato unterstellt ist.

So wird sich aus zwei Gründen die Sicherheit der deutschen Bevölkerung durch die F-35 nicht erhöhen. Im Gegenteil: Die Basis in Büchel wird weiterhin Ausgangspunkt für eventuelle Angriffe mit Atomwaffen und damit auch bevorzugtes Ziel für einen gegnerischen Angriff sein, genau wegen der dort stationierten Atombomben.

Die für die F-35 vorgesehenen Milliarden werden für andere dringende Aufgaben fehlen wie den Klimaschutz, Bildung und die Stärkung ziviler Friedensprävention und -sicherung. Aus Sicht von Greenpeace werden diese Flugzeuge nicht benötigt und sollten nicht gekauft werden.

Christoph von Lieven

Campaigner Frieden und Abrüstung, Greenpeace

Zusammenfassung der Studie

Der Deutsche Bundestag hat am 3. Juni 2022 die Schaffung eines Sondervermögens von 100 Milliarden Euro zur Finanzierung bedeutsamer Rüstungsvorhaben der Bundeswehr beschlossen. Mit der kreditfinanzierten Summe sollen nach den aktuellen Plänen der Bundesregierung auch 35 Kampfflugzeuge des Typs F-35A beschafft werden.

Derzeit verfügt die Luftwaffe noch über ca. 90 Tornado-Kampfflugzeuge in verschiedenen Ausführungen. Sie können als Jagdbomber im Bereich der Aufklärung und der elektronischen Kampfführung eingesetzt werden. Einige der Tornados sind darüber hinaus als Trägersysteme für die in Büchel stationierten US-Atombomben vorgesehen und können die Bomben im Kriegsfall abwerfen. Das Nutzungsende der Flugzeuge ist absehbar und liegt nach den letzten Planungen des Bundesverteidigungsministeriums (BMVg) im Jahr 2030.²

Die meisten anderen Aufgaben der Tornados sollen künftig von neuen, speziell ausgestatteten Eurofightern übernommen werden. Um die der NATO zugesagten nuklearen Fähigkeiten bei der Bundeswehr zu erhalten, sollen Kampfflugzeuge des US-Herstellers Lockheed Martin aus dem F-35-Programm beschafft werden. Beim F-35-Programm handelt es sich zusammengenommen um das derzeit weltweit größte bekannte militärische Beschaffungsprogramm überhaupt. Von dem Flugzeugtyp gibt es drei verschiedene Varianten. Die Bundeswehr plant den Kauf der konventionell startenden und landenden F-35A. Sie macht auch den Großteil der anvisierten Bestellungen der US-Streitkräfte aus.³ Aufgrund der vorgesehenen Rolle als nukleares Trägersystem müsste Deutschland eine modernisierte Version der F-35, auch bekannt als F-35 Block 4, beschaffen, denn erst diese soll für einen Einsatz von Atombomben zertifiziert sein.

Noch befindet sich die F-35 Block 4 allerdings in einer andauernden Phase der Weiterentwicklung, deren vollständiger Abschluss – nach schon vielen eingetretenen Verzögerungen – frühestens im Jahr 2029 zu erwarten ist. Die Probleme bei den F-35 und bei den F-35 Block 4 sind umfangreich, und es ist momentan selbst für die Programmverantwortlichen teilweise noch unklar, wie genau die Weiterentwicklung künftig voranschreiten wird. Fest steht hingegen, dass die Modernisierung länger dauert und mehr kostet als ursprünglich geplant.

Die F-35: Ein „Prototyp“ voller Fehler

Obwohl die F-35 bereits seit über zehn Jahren bei den US-Streitkräften im Einsatz ist, leidet das Flugzeug weiterhin unter zahlreichen Problemen und Mängeln, die durch die regelmäßigen, offiziellen Berichte unterschiedlicher US-Stellen⁴ und auch durch die Arbeit zivilgesellschaftlicher Projekte⁵ belegt sind. Bei allen bislang produzierten und ausgelieferten ca. 750 F-35 handelt es sich um Modelle aus der sogenannten „Anfangsproduktion“, die noch nicht alle Anforderungen an ein vollständig ausgereiftes Flugzeug erfüllen müssen.

Die derzeit größten Probleme

Unzuverlässiges Triebwerk

Einem jüngsten Bericht des US-Rechnungshofs zufolge müssen immer mehr F-35-Flugzeuge am Boden bleiben, weil sie kein funktionierendes Triebwerk haben.⁶ Seit April 2021 liegt die Rate an Flugzeugen, die aufgrund von Triebwerksproblemen nicht einsatzbereit sind, bei über sechs Prozent. Zum Vergleich: In den vergangenen fünf Jahren waren innerhalb der US-Streitkräfte in

der Regel nur ein Prozent oder weniger aller Kampfflugzeuge aufgrund von Triebwerksproblemen nicht einsatzbereit.⁷ Das Triebwerk der F-35 ist also sechs Mal so fehleranfällig wie andere, auch deutlich ältere US-Jets.

Eine Analyse des US-Rechnungshofs von Daten des US-Verteidigungsministeriums ergab gar, dass sich die Anzahl der F-35 ohne funktionierendes Triebwerk bis 2030 auf bis zu 43 Prozent erhöhen könnte, sofern nicht drastisch gegengesteuert wird.⁸ Die Probleme mit dem Triebwerk sind so grundlegend, dass derzeit neben der Verbesserung bzw. Überarbeitung auch die Möglichkeit der Entwicklung eines ganz neuen Triebwerks für die F-35A im Raum steht.⁹

Mangelnde Aufgabenerfüllung

Flottenweit war eine F-35 im Schnitt nur in weniger als 40 Prozent der Zeit voll einsatzbereit (Zeitraum 2014 bis 2021).¹⁰ Bei der F-35A lag der Wert im Jahr 2021 auch nur bei 50 Prozent (Mindestziel ist 62 Prozent).¹¹ Neben der vollen gibt es noch eine teilweise Einsatzbereitschaft. Diese gilt als gegeben, wenn das Luftfahrzeug fliegen und mindestens eine der übertragenen Aufgaben erfüllen kann.¹² Selbst bei dieser Minimalanforderung lag der Wert bei nur 68,8 Prozent (Mindestziel 80 Prozent).¹³ Die Bundesregierung erwägt also den Kauf eines Kampfflugzeuges, das seine vorgesehenen Aufgaben möglicherweise gar nicht oder nur ab und zu wird erfüllen können.

Fehlende Serienreife – Probleme mit dem Simulator...

Noch ist unsicher, ob und wann die F-35A Block 4 die volle Serienreife erreicht, denn dafür muss sie noch eine Reihe operationeller und Simulatortests bestehen. Doch dieser Simulator ist noch nicht fertig. Ein unabhängiger Bericht kam zwar zum Schluss, dass eine Entwicklung grundsätzlich möglich ist,¹⁴ aber bislang ist nicht absehbar, wann der Simulator vollständig entwickelt sein wird. Dies stellt sich als besonders gravierend dar, denn ohne die Simulationsumgebung kann die F-35 die im militärischen Bereich zu fordernden, rigorosen operationellen Tests nicht durchlaufen, und es kann überhaupt nicht abschließend beurteilt werden, über welche Fähigkeiten die F-35 im Ernstfall tatsächlich verfügt.

...und bestehende Mängel

Ein erfolgreicher Abschluss der Tests könnte zudem eine ganze Liste an Mängeln verhindern. Laut US-Rechnungshof hatte die F-35 zuletzt 826 Mängel, davon vier kritische Mängel der Kategorie I.¹⁵ Welche Teile genau wie schwer betroffen sind, ist nicht öffentlich bekannt. Laut zuständiger US-Prüfbehörde wurden im Jahr 2021 jedoch neue Mängel in den Bereichen Waffen, Sensorfusion, Kommunikation und Navigation, Cybersicherheit sowie Zielerfassung festgestellt.¹⁶ Die Fehler betreffen demnach auch besonders sensible Bereiche. Ein großer Teil der Schwierigkeiten lassen sich auf Probleme bei der Softwareentwicklung zurückführen.

Risiko teurer Nachrüstung

Der US-Rechnungshof warnt, dass der Kauf einer großen Anzahl von Flugzeugen vor Abschluss der operationellen Tests und vor der Behebung von Mängeln das Risiko zusätzlicher Kosten für Nachrüstungen erhöht.¹⁷ Nach seinen Schätzungen könnten 1115 Flugzeuge ausgeliefert werden, bevor alle notwendigen Tests abgeschlossen sind. Dies entspräche etwa einem Drittel aller überhaupt geplanten F-35.¹⁸

Ergebnis

Kein Beschaffungsvorhaben von militärischem Großgerät ist völlig frei von Schwierigkeiten. Die Probleme mit der F-35 sind allerdings auch 20 Jahre nach dem Entwicklungsbeginn und über zehn Jahre nach Beginn der Vorserienfertigung noch so umfangreich und grundsätzlich, dass wesentliche Bestandteile des F-35-Systems auch nach offizieller Lesart als nicht vollständig ausgereift gelten.¹⁹ Die Einschätzung, dass es sich bei der F-35 „in jeder praktischen und rechtlichen Hinsicht um nichts weiter als einen sehr teuren Prototypen“²⁰ handelt, scheint daher durchaus begründet. Zu bedenken gibt ferner, dass sowohl Zielvorgaben als auch Erwartungen in einigen Bereichen nach unten angepasst wurden.

Worst Case: Die F-35 könnte nie fertig werden

In gewisser Hinsicht handelt es sich beim F-35-Programm noch immer um ein Entwicklungsprogramm mit den damit einhergehenden Problemen. Mit Blick auf vorherige, ebenfalls ambitionierte Vorhaben im militärischen und zivilen Bereich sollte daher auch ein *Worst Case*, ein zumindest teilweises Scheitern oder gar der vorzeitige Abbruch der Weiterentwicklung der F-35, nicht völlig ausgeschlossen werden.

Entsprechend vorsichtig agieren derzeit selbst die Vereinigten Staaten bei der Beschaffung der F-35. Für 2023 schlägt die US Air Force nur noch die Beschaffung von 33 F-35A-Flugzeugen vor, 15 weniger als in den beiden Vorjahren und meldet einen höheren Bedarf an F-15EX. Die US Navy will weiterhin neue F/A-18 Super Hornet, obwohl eigentlich schon mit deren Produktionsende gerechnet wurde.²¹

Unkalkulierbare Kosten für Deutschland

Eine Kostenabschätzung für die angekündigte deutsche Beschaffung der F-35A ist mit vielen Unwägbarkeiten verbunden. Dies liegt unter anderem daran, dass es sich bei der F-35A Block 4 um ein Waffensystem handelt, das sich noch bis mindestens 2029 in der Weiterentwicklung befindet.

Auf Grundlage verschiedener öffentlich bekannter Zahlen von zumindest im Ansatz vergleichbaren Beschaffungsvorhaben anderer Staaten wird in dieser Studie davon ausgegangen, dass eine deutsche Beschaffung von 35 F-35A Block 4 die deutschen Steuerzahler:innen – konservativ geschätzt – mindestens 5,7 Milliarden Euro kosten dürfte. Darin noch nicht enthalten sind die Kosten für die Bewaffnung der Flugzeuge und weitere möglicherweise ebenfalls notwendige Investitionen in die Infrastruktur der Bundeswehr.

Hinzu kommen die Betriebskosten, die nach den bisherigen Erfahrungen aus unterschiedlichen Nutzerstaaten über eine drei Jahrzehnte währende Nutzung bei mindestens dem 2,5-fachen Wert der Beschaffungskosten, also 14,25 Mrd. Euro liegen werden. Die Risiken noch weiter steigender Betriebskosten sind bei der F-35 beträchtlich.

Die veranschlagte Summe könnte nicht reichen

Die Kostenrisiken lassen sich aufgrund der Unwägbarkeiten zwar nicht seriös in Zahlen fassen. Dennoch: Sollten sich die in der Studie dargestellten Risiken auch nur teilweise realisieren, dürften die Kosten über den gesamten Lebensweg deutscher F-35A wesentlich höher liegen als die hier konservativ veranschlagten ca. 20 Milliarden Euro. In der Folge müsste über kurz oder lang

deutlich mehr Steuergeld zur Verfügung gestellt werden und an anderer Stelle im Bundeshaushalt oder bei der Bundeswehr selbst für Einsparungen gesorgt werden.

Inwiefern das durch die Bundesregierung proklamierte Ziel, die Einsatzbereitschaft und die Fähigkeiten der Bundeswehr nachhaltig zu stärken, durch eine Beschaffung der F-35A erreicht werden kann – oder vielleicht sogar konterkariert wird –, dürfte sich erst im Nachgang zeigen. Die Lehren aus der Vergangenheit sollten jedoch bereits jetzt nachdenklich stimmen.

Einleitung

Der Deutsche Bundestag hat Anfang Juni 2022 die Schaffung eines Sondervermögens von 100 Milliarden Euro zur Finanzierung bedeutsamer Rüstungsvorhaben der Bundeswehr beschlossen. Laut dazugehörigem Wirtschaftsplan sollen allein 33,4 Milliarden Euro für Beschaffungen im Bereich der Luftwaffe zur Verfügung stehen, unter anderem für Kampfflugzeuge des Typs F-35 als Ersatz für die bisherigen Tornado-Kampfjets der Bundeswehr.²² Um das kreditfinanzierte Bundeswehr-Sondervermögen als Ausnahme von den in der Verfassung festgelegten Schuldenregel rechtlich abzusichern, wurde zudem das Grundgesetz geändert.

Bereits unmittelbar nach Beginn des völkerrechtswidrigen Angriffskrieges Russlands auf die Ukraine kündigte Bundeskanzler Olaf Scholz in seiner Rede vom 27. Februar 2022 vor dem Deutschen Bundestag das Sondervermögen an und deutete auch eine Kehrtwende bei der Beschaffung von Kampfflugzeugen als Nachfolge für die Bundeswehr-Tornados an.²³ Die neuen Beschaffungspläne, die wenig später von Verteidigungsministerin Christine Lambrecht konkretisiert wurden,²⁴ sehen statt der Beschaffung von 45 F/A-18 den Kauf von 35 Kampfflugzeugen des Typs F-35A sowie 15 für den elektronischen Kampf weiter zu entwickelnden Eurofightern ECR (*electronic combat role*) vor.

Derzeit verfügt die Luftwaffe noch über ca. 90 Tornado-Kampfflugzeuge in verschiedenen Ausführungen. Sie können als Jagdbomber im Bereich der Aufklärung und der elektronischen Kampfführung eingesetzt werden. Ein Teil der Tornados sind darüber hinaus als Trägersysteme für die in Büchel stationierten US-Atombomben vorgesehen und können die Bomben im Kriegsfall abwerfen. Doch das Nutzungsende der Bundeswehr-Tornados ist absehbar und liegt nach den letzten Planungen des Bundesverteidigungsministeriums (BMVg) im Jahr 2030.²⁵

Unter der Vorgängerregierung wurde von der damaligen Verteidigungsministerin Annegret Kramp-Karrenbauer Anfang 2020 bekannt gegeben, dass die Luftwaffe als Ersatz neben zusätzlichen Eurofightern auch 30 Kampfjets des Typs F/A-18 Super Hornet und zudem 15 Kampfjets vom Typ EA-18G Growler erhalten soll. Den Super Hornets sollte künftig insbesondere die Aufgabe als nukleare Trägersysteme zukommen, während die Growler die Aufgaben der elektronischen Kampfführung von den Tornados übernehmen sollten. Die neue Bundesregierung sah im Koalitionsvertrag eine finale Entscheidung zu Beginn der Legislaturperiode vor.²⁶

Die Beschaffungspläne wurden nun zugunsten der F-35 und den speziellen Eurofightern ECR geändert. Bislang sind über die Ankündigung, die Flugzeuge der konventionell startenden und landenden Variante F-35A mit dem Geld aus dem Sondervermögen kaufen zu wollen, hinaus nur wenige Details der Beschaffung öffentlich bekannt geworden. Klar ist, dass aufgrund der vorgesehenen Rolle als nukleares Trägersystem eine modernisierte Version der F-35, auch bekannt als F-35 Block 4, beschafft werden müsste, denn erst dieses Modell wird für einen Einsatz von Atombomben zertifiziert sein. Noch befindet sich die F-35 Block 4 allerdings in einer andauernden Phase der Weiterentwicklung, deren vollständiger Abschluss – nach vielen eingetretenen Verzögerungen – frühestens im Jahr 2029 zu erwarten ist. Dass im Zuge der Weiterentwicklung noch weitere Hürden und Probleme überwunden werden müssen und alle bereits in Betrieb befindlichen F-35 nicht als mängel- und fehlerfrei gelten, spielt in der aktuellen Debatte praktisch keine Rolle.

Diese von Greenpeace beauftragte Studie wirft daher einen kritischen Blick auf den derzeitigen Stand des F-35-Programms und die damit verbundenen Pläne, die F-35 Block 4 künftig als

nukleares Trägersystem zu verwenden. Vor dem Hintergrund des Bundeswehr-Sondervermögens geht sie zudem insbesondere der Frage nach, wie viel Beschaffung und Betrieb der in Rede stehenden Kampfflugzeuge des Typs F-35A die deutschen Steuerzahler:innen mindestens kosten wird. Neben einer konservativen Kostenabschätzung wird dabei auch auf die Kostenrisiken eingegangen, die mit einer solchen Beschaffung einhergehen.

1. Das Modell F-35

Bei den F-35 – volle Bezeichnung F-35 Lightning II – handelt es sich um Kampfflugzeuge, die in drei verschiedenen Ausführungen als Mehrrollenkampfjets entwickelt und hergestellt werden. Neben den Vereinigten Staaten beteiligen sich derzeit sieben weitere Länder am F-35-Programm.²⁷ Diese Länder finanzieren die laufende Entwicklung der F-35 und nehmen über das Joint Program Office (JPO) Einfluss darauf.²⁸ Die Hauptlast – und damit verbunden auch der maßgebliche Einfluss – liegt jedoch bei den Vereinigten Staaten. Die drei Varianten der F-35 sind ein konventionell startendes und landendes Kampfflugzeug (F-35A), eines mit der Fähigkeit zu Senkrechtstart und -landung (F-35B) und eine Variante für den Einsatz auf Flugzeugträgern (F-35C).

Die F-35A macht dabei den Großteil der F-35-Beschaffungen aus. Etwa 70 Prozent der anvisierten Bestellungen der US-Streitkräfte entfallen auf diese Variante (1763 F-35A von insgesamt 2456 Flugzeugen)²⁹. Neben den F-35-Partnerländern beschaffen auch die Länder, welche die F-35 im Rahmen sogenannter Foreign Military Sales kaufen, hauptsächlich diese Variante.³⁰ Beim F-35-Programm handelt sich zusammengenommen um das derzeit größte bekannte militärische Beschaffungsprogramm überhaupt.

Das Unternehmen Lockheed Martin ist als Hauptauftragnehmer für die Herstellung der F-35 verantwortlich und übernimmt auch Wartungsaufgaben. Die Endfertigung für die US-Streitkräfte findet hauptsächlich am Standort Fort Worth (Texas) statt. Endfertigungen finden zudem in Italien und Japan in Kooperation mit jeweils nationalen Rüstungsunternehmen statt.³¹ Das Triebwerk der F-35 kommt vom US-Unternehmen Pratt & Whitney, welches ebenfalls Wartungsaufgaben übernimmt. Daneben sind weltweit über 1900 weitere Unternehmen an der Herstellung der F-35 beteiligt.³²

Insgesamt wird die Produktion von über 3000 F-35 Kampfflugzeugen angestrebt. Sie sollen künftig das Rückgrat der US-Kampfflugzeugflotte und der Luftstreitkräfte weiterer Staaten bilden. Die Nutzung nur einer einzelnen Plattform und die dadurch erzielbaren hohen Stückzahlen sollen die Kosten für Beschaffung und Betrieb der F-35 niedrig halten.

1.1 Fähigkeiten

Als Mehrrollenkampfjet soll die F-35A für unterschiedliche Missionen in Betracht kommen:

- Angriffe auf gegnerische Luftwaffenstützpunkte, Luftverteidigungssysteme und gegnerische Flugzeuge über dem Territorium des Gegners sowie die Verteidigung gegen gegnerische anfliegende Flugzeuge (Luftverteidigung) und Abwehr gegen anfliegende Marschflugkörper und die Luftraumüberwachung des eigenen Territoriums
- Unterdrückung oder Zerstörung gegnerischer Luftverteidigungssysteme und zugehöriger Bodenführungs- und Feuerleitsysteme zum Zweck der Erlangung oder Aufrechterhaltung

- der Luftüberlegenheit (Suppression of Enemy Air Defenses bzw. Destruction of Enemy Air Defenses, SEAD/DEAD)
- Sammeln von Informationen und die Durchführung von Aufklärungsmissionen, sowie den Austausch der gewonnenen Informationen und Erkenntnisse
- Luftnahunterstützung, also die direkte Unterstützung von Bodentruppen in Kontakt mit gegnerischen Einheiten, sowie Angriffe auf militärische Ziele im feindlichen Gebiet, bei denen es auf große Reichweite und Selbstschutz ankommt,³³ inklusive des möglichen Einsatzes von Atombomben

Bei allen Varianten der F-35 werden aktive und passive Techniken genutzt, um eine gegnerische Aufklärung und Zielerfassung zu erschweren (Tarnkappentechnik, engl. *stealth technology*). Dazu wird beispielsweise bei der Konstruktion auf eine geringe Rückstrahlfläche und die Verwendung radarabsorbierender Materialien geachtet.³⁴ Beim Triebwerk wird zudem eine geringe Infrarotsignatur angestrebt. Unterschiedliche elektronische Gegenmaßnahmen können zudem im Rahmen der elektronischen Kampfführung aktiv Radarstellungen oder Radarsuchköpfe anfliegender Raketen unwirksam machen.

Der Wunsch nach geringen Rückstrahlflächen bringt jedoch einige konstruktionsbedingte Nachteile mit sich. Im Vergleich zu anderen Kampfflugzeugen hat die F-35 eine geringere Reichweite und, bei ausschließlicher Verwendung der beiden internen Waffenschächte, eine geringere Waffenzuladung. Sofern auf externe Treibstofftanks verzichtet wird, liegt der Einsatzradius der F-35A im Idealfall bei ca. 1090 km.³⁵ Das liegt unter den Werten der F/A-18 Super Hornet (ca. 1300 km) oder des Tornados (ca. 1390 km) bei Nutzung externer Tanks.³⁶ Eine Luftbetankung ist bei der F-35 jedoch möglich.

Dauerhaft nachteilig ist, dass die spezielle Form der F-35 zulasten der Geschwindigkeit und der Agilität geht, die Triebwerke weniger Leistung erlauben und die radarabsorbierenden Materialien einen höheren Wartungsaufwand verursachen.³⁷ Im Vergleich zum Eurofighter hat die F-35 beispielsweise eine deutlich geringere Höchstgeschwindigkeit und Steigrate sowie ein schlechteres Schub-Gewichts-Verhältnis.

Die F-35A benötigt eine Start- und Landebahnlänge von 8000 Fuß (ca. 2400 Meter). Dies entspricht der Mindestlänge von NATO-Flugfeldern. Allerdings ist zu beachten, dass es keine zweisitzige Version der F-35A gibt. Um Piloten eine zusätzliche Sicherheitsmarge zu bieten, wird in der Ausbildung daher eine Start- und Landebahnlänge von 10.000 Fuß (ca. 3000 Meter) bevorzugt.³⁸

Ein starker Fokus bei der Entwicklung der F-35 wird auf vernetzte Kriegsführung gelegt.³⁹ Die F-35 soll über leistungsfähige Sensoren und erhöhte Datenverarbeitungskapazitäten verfügen. Die durch die Sensoren gewonnenen Informationen werden durch die IT-Systeme der F-35 zu einem Lagebild fusioniert (Sensorfusion) und können mit anderen F-35 innerhalb der Streitkräfte oder mit verbündeten Streitkräften geteilt werden.

Die F-35 hat eine besondere Benutzerschnittstelle (Mensch-Maschine-Schnittstelle), die dem Piloten die gewonnenen, komprimierten und fusionierten Daten zugänglich macht, so dass sie ihm als Entscheidungsgrundlage dienen können. So soll beispielsweise die hochgradig automatisierte Zielerkennung und -erfassung Piloten bei Zielauswahl und -priorisierung unterstützen. Für die visuelle Darstellung von Informationen sorgt zum einen der Helm, auf dessen Visier ein virtuelles Display mit zusätzlichen Informationen projiziert wird.⁴⁰ Zum anderen setzt die F-35 auf

Touchscreens, mit denen auch viele Funktionen des Flugzeugs gesteuert werden können.⁴¹ Integriert wurde außerdem die Möglichkeit einer teilweisen Sprachsteuerung.⁴²

1.2 Bekannte Probleme

Obwohl die F-35 bereits seit 2011 bei den US-Streitkräften im Einsatz ist, leidet das Flugzeug weiterhin unter zahlreichen Problemen und Mängeln, die durch die regelmäßigen, offiziellen Berichte unterschiedlicher US-Stellen⁴³ und auch durch die Arbeit zivilgesellschaftlicher Projekte⁴⁴ belegt sind. Bei allen der seitdem über 700 produzierten F-35 handelt es sich um Modelle aus der Anfangsproduktion (engl. *low rate initial production*, LRIP), die noch nicht alle Anforderungen an ein vollständig ausgereiftes Flugzeug erfüllen müssen. Dieser Aspekt wird in der deutschen Debatte um die F-35 bisher kaum aufgegriffen.

1.2.1 Triebwerk

Einem jüngsten Bericht des US-Rechnungshofs (Government Accountability Office, GAO) zufolge müssen mittlerweile immer mehr F-35-Flugzeuge am Boden bleiben, weil sie kein funktionierendes Triebwerk haben.⁴⁵ Seit April 2021 liegt die Rate an Flugzeugen, die aufgrund von Triebwerksproblemen nicht einsatzbereit sind, bei über sechs Prozent. Zum Vergleich: In den vergangenen fünf Jahren waren innerhalb der US-Streitkräfte in der Regel ein Prozent oder weniger aller Kampfflugzeuge aufgrund von Triebwerksproblemen nicht einsatzbereit.⁴⁶

Die Probleme mit dem Triebwerk von Pratt & Whitney sind ganz offensichtlich so grundlegend, dass nunmehr neben der Verbesserung des derzeitigen Triebwerks auch die Möglichkeit der Entwicklung eines neuen Triebwerks für die F-35A im Raum steht. Welcher Weg gewählt wird, ist noch unklar, da sich die Planungen noch in einer frühen Phase befinden.⁴⁷

1.2.2 ALIS/ODIN Informationssysteme

Seit Jahren steht auch das *Autonomic Logistics Information System* (ALIS) in der Kritik. Es handelt sich hierbei um ein wesentliches Element des F-35-Systems, ein von Lockheed Martin betriebenes Netzwerk u.a. für Einsatz- und Flugplanung, Bedrohungsanalyse, Wartung, Diagnose und Lieferkettenmanagement.⁴⁸ ALIS umfasst neben der Hardware mehrere Software-Anwendungen. Es spielt eine zentrale Rolle für Einsatz, Betrieb und Logistik.

In der Vergangenheit sorgte ALIS bei einigen F-35-Partnerländern für enorme Irritationen. 2019 drohten zwei Partnerländer gar damit, das F-35-Programm zu verlassen, wenn weiterhin nationale Daten über den Betrieb ihrer F-35-Flotte über ALIS in die USA abfließen. Mittlerweile wurde offenbar eine technische Lösung dafür gefunden und verschiedene Partner betreiben nun jeweils ALIS-Infrastruktur in ihren eigenen Ländern.⁴⁹

Viele der Probleme mit ALIS wurden vom US-Rechnungshof über Jahre umfangreich dokumentiert.⁵⁰ Nur beispielhaft sei hier genannt, dass von ALIS automatisch erzeugte Hinweise, dass Teile ersetzt werden müssen, oft falsch waren, was dazu führte, dass Flugzeuge unnötigerweise am Boden blieben.⁵¹ Dokumentiert wurde beispielsweise, dass in einer Einheit der US Air Force mehr als 45.000 Arbeitsstunden für zusätzlichen Aufwand und manuelle Workarounds anfielen, weil ALIS nicht wie vorgesehen funktionierte.⁵² Das System ist in den US-

Streitkräften als nicht nutzerfreundlich bekannt.⁵³ Trotz mehrerer Versuche konnten die grundlegenden Probleme mit ALIS nicht gelöst werden.⁵⁴

Einem offiziellen niederländischen Bericht zur F-35 aus dem Jahr 2021 ist ebenfalls Unmut beim Thema ALIS zu entnehmen.⁵⁵ Demnach genügt die derzeitige Hardware nicht den nationalen Anforderungen an die Cybersicherheit. Aufgrund von Schwächen bei der Cybersicherheit stagnierte auch die Weiterentwicklung von ALIS.⁵⁶

Angesichts der vielen Schwierigkeiten begann man Anfang 2020, ALIS durch ein neues System mit dem Namen ODIN (*Operational Data Integrated Network*) zu ersetzen. Dieser Plan wurde allerdings laut eines Berichts des US-Rechnungshofs vom April 2022 u.a. aufgrund von Haushaltskürzungen und fehlender Rechte an der proprietären Software wieder fallen gelassen. Stattdessen wird nach knapp zwei Jahren wieder darauf gesetzt, ALIS mit Lockheed Martin weiterzuentwickeln – und sobald erhebliche Verbesserungen eingetreten sind, in ODIN umzubenennen.⁵⁷ Welche konkreten Erfolge bei der Weiterentwicklung bis wann vorliegen müssen, damit wesentliche Fortschritte erreicht sind – und es zur Umbenennung kommt –, ist jedoch noch unklar.⁵⁸

Ganz grundlegende Bedenken werden aber selbst bei einer reibungslosen Weiterentwicklung von ALIS nicht aus dem Weg geräumt werden können. So weist auch der US-Rechnungshof darauf hin, dass die US-Regierung nur begrenzten Zugang auf und Kontrolle über die ALIS-Infrastruktur habe, was u.a. die Möglichkeiten einschränke, die Instandhaltungskosten zu senken.⁵⁹ Dies dürfte dann erst recht für alle anderen Staaten gelten, die sich für die F-35 entschieden haben.

1.2.3 Unfertiger Simulator

Ein zentrales Problem stellt die verzögerte Entwicklung einer Simulationsumgebung (sog. *Joint Simulation Environment*, JSE) dar, auf der die Software der F-35 zusammen mit anderen Softwaremodellen (z.B. zur Simulation des Waffeneinsatzes und verschiedener Bedrohungen) läuft.

Die Entwicklung des JSE hat sich als eine enorme Herausforderung erwiesen. Stand Dezember 2021 hatte der Simulator laut Bericht des DOT&E (*Director, Operational Test and Evaluation*) noch 54 offene Mängel.⁶⁰ Eine unabhängige Untersuchung kam zwar zum Schluss, dass eine Entwicklung grundsätzlich möglich ist,⁶¹ aber bislang ist nicht absehbar, wann der Simulator vollständig entwickelt sein wird. Die erfolgreiche Entwicklung ist aber die entscheidende Voraussetzung für 64 noch ausstehende Tests der F-35.⁶² In der Folge verzögert sich notwendigerweise auch der Abschluss der operationellen Tests auf ein unbestimmtes Datum.

Das DOT&E weist darauf hin, dass alle bislang ausgelieferten Flugzeuge in Betrieb genommen wurden, bevor diese Tests abgeschlossen wurden. Infolgedessen werden nicht nur im Rahmen von Tests, sondern auch im Betrieb erhebliche Probleme mit der F-35 festgestellt.⁶³ Der US-Rechnungshof warnt zudem, dass der Kauf einer großen Anzahl von Flugzeugen vor Abschluss der operationellen Tests und vor der Behebung von Mängeln das Risiko zusätzlicher Kosten für weitere Nachrüstung erhöht.⁶⁴ Nach seinen Schätzungen könnten 1115 Flugzeuge ausgeliefert werden, bevor alle notwendigen Tests abgeschlossen sind. Dies entspräche etwa einem Drittel aller überhaupt geplanten F-35.⁶⁵

In den ausstehenden operationellen Tests ist auch der maßgebliche Grund zu sehen, dass die F-35 noch weiterhin im Stadium der Anfangsproduktion (LRIP) verharrt und nicht die volle Serienreife erreicht hat. Dieser Übergang ist nach US-Recht erst möglich, wenn geeignete operationelle Tests durchgeführt und evaluiert wurden und sich DOT&E in einem Bericht u.a. dazu geäußert hat, ob die geprüften Rüstungsgüter „wirksam und für den Kampf geeignet“ sind.⁶⁶

1.2.4 Mängelliste

Noch wäre aber ohnehin fraglich, ob die F-35 zum jetzigen Zeitpunkt alle operationellen Tests erfolgreich bestehen könnte, denn die Liste an Mängeln ist noch lang. Laut US-Rechnungshof gab es im Dezember 2021 noch 826 offene Mängel der Kategorien I oder II, vier davon kritische Mängel der Kategorie I.⁶⁷ Mängel der Kategorie I können Leib und Leben gefährden, zum Verlust des Flugzeugs führen oder Einsatz, Tests oder Produktion gefährden. Mängel der Kategorie II können den Erfolg eines Einsatzes behindern. Nach Aussage des US-Rechnungshofs ist nicht geplant, alle Mängel der Kategorie II zu beheben, da das Joint Program Office nach Absprache mit den Streitkräften und Herstellern dies als nicht notwendig erachtet.⁶⁸

Welche Bestandteile des F-35-Systems momentan wie schwer von Mängeln betroffen sind, ist nicht öffentlich bekannt. Laut DOT&E wurden im Jahr 2021 neue Mängel in den Bereichen Waffen, Sensorfusion, Kommunikation und Navigation, Cybersicherheit und Zielerfassung festgestellt.⁶⁹ Die Fehler betreffen demnach auch besonders sensible Bereiche.

In der Vergangenheit haben sich die Mängel der Kategorie I enorm reduziert. Derzeit wird jedoch gleichzeitig an der Behebung von Mängeln und der Entwicklung neuer Fähigkeiten gearbeitet.⁷⁰ Bei diesem Vorgehen tauchen häufig weitere Stabilitätsprobleme bzw. Funktionsbeeinträchtigungen auf – selbst in Bereichen, die zuvor schon problemlos liefen. Der Umgang mit den zahlreichen Mängeln stößt seit Jahren auf öffentliche Kritik. Dabei wurde auch die begründete Sorge geäußert, dass Mängel heruntergespielt werden, um den Entwicklungsprozess zu verkürzen.⁷¹

1.2.5 Verfügbarkeit & Einsatzbereitschaft

Im Hinblick auf die Verfügbarkeit erreicht die F-35-Flotte laut DOT&E weiterhin nicht den angestrebten Zielwert.⁷² Stand September 2021 waren im 12-Monats-Schnitt nur 61 Prozent aller F-35 für Einsatz und Betrieb verfügbar (Zielwert 65 Prozent).⁷³ 15 Prozent der Flugzeuge waren wegen Wartungsarbeiten, 16 Prozent in Erwartung von Ersatzteilen und acht Prozent aufgrund von Arbeiten auf Depotebene nicht verfügbar.⁷⁴

Die Probleme wirken sich auch auf die Einsatzbereitschaft der F-35 aus. Die volle Einsatzbereitschaft (*full mission capability*) ist gegeben, wenn das Kampfflugzeug alle ihm übertragenen Aufgaben erfüllen kann.⁷⁵ Flottenweit war eine F-35 im Schnitt nur weniger als 40 Prozent der Zeit voll einsatzbereit.⁷⁶ Bei der F-35A lag der Wert im Jahr bei 50 Prozent (Mindestziel 62 Prozent).⁷⁷ Eine (partielle) Einsatzbereitschaft (*mission capability*) ist schon gegeben, wenn das Luftfahrzeug fliegen und mindestens eine übertragene Aufgaben erfüllen kann.⁷⁸ Selbst bei dieser Minimalanforderung lag der Wert bei nur 68,8 Prozent (Mindestziel 80 Prozent).⁷⁹

Mit Blick auf diese Werte weist der US-Rechnungshof auf die eingeschränkte Wirksamkeit der Kampfflugzeuge, die eine Vielzahl militärischer Aufgaben übernehmen sollen, hin, wenn sie nicht in der Lage sind, ihre vollen Fähigkeiten abzurufen.⁸⁰

1.3 Weiterentwicklung – F-35 Block 4

Derzeit findet ein umfangreiches Modernisierungsvorhaben statt, das die erläuterten Probleme lösen und die Fähigkeiten der F 35 erweitern soll. Die Weiterentwicklung folgt dabei einem Ansatz, der als *Continuous Capability Development and Delivery* (C2D2) bezeichnet wird und sich lose am Vorbild agiler Softwareentwicklungsprozesse orientiert.⁸¹

Dies betrifft für die F-35 Block 4 insbesondere folgende Bereiche und zusätzliche Fähigkeiten:

- IT-System: neue Prozessoren mit mehr Rechenleistung und größere Speicher, offene Systemarchitektur mit dem Ziel, neue Fähigkeiten schneller in die F-35 zu integrieren
- Sensorfusion: neue Sensoren, verbesserte Zusammenführung der generierten Daten
- Vernetzung und Interoperabilität: Daten und Informationen anderer Systeme bündeln und verarbeiten, innerhalb der eigenen und mit verbündeten Streitkräften teilen; erste Fähigkeiten beim Zusammenwirken mit unbemannten Luftfahrzeugsystemen⁸²
- Mensch-Maschine-Schnittstelle: neue Displays, neue Updates der Navigationssysteme
- Waffenintegration: künftige Nutzung weiterer Waffen, einschließlich konventioneller Waffen wie dem weitreichenden Marschflugkörper *Joint Strike Missile* und der Atombombe vom Typ B61-12⁸³

Das verbesserte IT-System (auch bezeichnet als *Technical Refresh-3* oder kurz TR-3) wird als die entscheidende Voraussetzung angesehen, um alle im Rahmen der Weiterentwicklung geplanten Fähigkeiten zu ermöglichen, da die aktuelle Hardware nicht mehr leistungsfähig genug ist.⁸⁴ Bei TR-3 handelt es sich um ein Technologiepaket, das verbesserte Datenverarbeitungsfunktionen, Anzeigeeinheiten und mehr Speicherplatz bietet.⁸⁵ Übergangsweise soll allerdings noch auf den bisherigen TR-2 Systemen überarbeitete Software, ergänzt um erste Block 4 Fähigkeiten, getestet und eingesetzt werden (sog. Block 4, 30 Serie).⁸⁶

Um kostspielige Hardware-Nachrüstungen zahlenmäßig zu begrenzen, hat der zeitnahe Produktionsbeginn von F-35 mit TR-3 momentan höchste Priorität, was laut US-Rechnungshof jedoch zu Lasten anderer Fortschritte geht.⁸⁷ Die erste Auslieferung von F-35 Block 4 mit TR-3 war zwischenzeitlich für Anfang 2023 vorgesehen.⁸⁸ Zuletzt wurde ein Produktionsbeginn im Sommer 2023 erwartet.⁸⁹ Allerdings stellten US-Beamte fest, dass die Entwicklung der dazu notwendigen Hard- und Software mit Risiken für den Zeitplan verbunden ist.⁹⁰ Auch von Seiten des Herstellers Lockheed Martin wird das Risiko eingeräumt, dass der Zeitplan nicht eingehalten werden kann.⁹¹

Der gewählte Weiterentwicklungsansatz sollte eigentlich dazu beitragen, dass die Fähigkeiten schneller als bisher entwickelt werden.⁹² Zunächst war geplant, schrittweise alle sechs Monate neue Funktionen und Updates bereitzustellen und zu testen. Da sich dies jedoch als nicht durchführbar erwiesen hat, wird mittlerweile in 12-Monats-Schritten gearbeitet.⁹³ DOT&E konstatierte im letzten Bericht, dass der aktuelle Entwicklungsprozess nicht die veröffentlichten *best practices* der agilen Softwareentwicklung befolgt und u.a. Entwicklungstests nur unzureichend sind.⁹⁴ Kritisiert wird zudem, dass unausgereifte Software in Betrieb geht.⁹⁵ Dabei werden immer wieder neue Mängel entdeckt.⁹⁶

Der US-Rechnungshof nennt drei Faktoren als ursächlich für die bisherigen Verzögerungen: anhaltende Probleme mit der Softwarequalität, die bereits erwähnte Unterbrechung der Block-4-Softwareentwicklung und Wünsche nach zusätzlichen Fähigkeiten.⁹⁷ Da alle bisherigen Zeitpläne nicht eingehalten werden konnten, ist die komplette Fertigstellung des Block 4 Modernisierungsvorhabens mittlerweile um drei Jahre nach hinten verschoben worden.⁹⁸

Frühestens 2029 werden demnach alle angestrebten Fähigkeiten zur Verfügung stehen. Mit den Tests betraute Personen äußerten jedoch bereits Bedenken hinsichtlich dieser Zeitpläne, da mehr und auch komplexere Fähigkeiten in spätere Software-Entwicklungsschritte verschoben wurden.⁹⁹ Mehr als die Hälfte der für Block 4 vorgesehenen Fähigkeiten sollen erst ab 2025 eingeführt werden.¹⁰⁰

Nicht öffentlich bekannt ist allerdings, wie der genaue Zeitplan für die Entwicklung und Einführung einzelner Fähigkeiten aussieht. So kann auch noch nicht mit Sicherheit gesagt werden, ab wann genau die F-35 Block 4 nuklearwaffenfähig sein wird.¹⁰¹ Gleiches gilt für die Fähigkeit der F-35, künftig mit unbemannten Luftfahrzeugsystemen (engl. *Unmanned Aircraft Systems*, UAS) zusammenzuwirken (sog. *Manned-Unmanned Teaming*).¹⁰² Das Konzept des *Teaming* meint dabei aus Sicht der US Air Force das Zusammenwirken von bemannten und unbemannten Systemen unter Beibehaltung der Kontrolle eines menschlichen Bedieners.¹⁰³ Fähigkeiten in diesem Bereich könnten nach Angaben von Lockheed Martin in der F-35 Block 4 zur Verfügung stehen.¹⁰⁴ Ein denkbarer erster Schritt dazu wäre die Zusammenführung und Verarbeitung der durch unbemannte Systeme erzeugten Sensordaten (Datenfusion) durch die F-35, um verfeinerte Lagebilder zu erzeugen. In Zukunft könnte aber auch die Kontrolle der unbemannten Systeme durch die F-35-Piloten erfolgen – inklusive der Entscheidung über Zielauswahl und Waffeneinsatz. Hierzu müssten die unbemannten Systeme künftig noch eigenständiger (autonomer) agieren können. Die technologischen Hürden für diese Form des *manned-unmanned teaming* sind hoch, insbesondere im Bereich der Software, künstlichen Intelligenz sowie der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Dies kann aber auch beispielhaft für die allgemeinen Probleme des Modernisierungsvorhabens stehen.

Obwohl ein Großteil der Entwicklung zeitlich nach hinten verschoben wurde, sind die Kosten der Weiterentwicklung bereits enorm gestiegen – innerhalb der letzten drei Jahre um ca. 50 Prozent. Offizielle Kostenschätzungen für das Modernisierungsvorhaben liegen mittlerweile bei ca. 15 Mrd. USD.¹⁰⁵ Die Weiterentwicklung der F-35 Block 4 zieht sich allerdings noch mindestens sieben Jahre hin, was vor dem Hintergrund schon eingetretener Verzögerungen und der künftigen Herausforderungen auch weitere Kostensteigerungen wahrscheinlich macht.

Alle in Frage kommenden, noch mit TR-2 gefertigten F-35 brauchen zudem eine Hardware-Nachrüstung – oder müssten auf die vollen Fähigkeiten aus Block 4 verzichten. Mit diesen Nachrüstungen ist frühestens ab 2024 zu rechnen.¹⁰⁶ Die Kosten dafür fallen zusätzlich an. 2018 wurden sie von offizieller Seite mit 5,4 Mrd. USD veranschlagt.¹⁰⁷ Es ist anzunehmen, dass auch dieser Preis mittlerweile höher liegt.

1.4 Zwischenfazit

Die Probleme, die sowohl die bereits produzierten F-35 als auch das derzeitige Modernisierungsvorhaben zur F-35 Block 4 betreffen, sind immens. Zudem ist momentan selbst für die Programmverantwortlichen teilweise noch unklar, wie genau die Weiterentwicklung künftig

voranschreiten wird. Fest steht hingegen bereits jetzt, dass es länger dauert und mehr kostet als ursprünglich geplant.

Eine RAND-Studie aus dem Jahr 2013 zeigte grundlegend auf, dass Entwicklungsvorhaben, die den unterschiedlichen Fähigkeitsanforderungen der US-Teilstreitkräfte gerecht werden soll, nicht nur die Komplexität des Vorhabens erhöhen, sondern damit verbunden auch das Risiko für Kostensteigerungen und Entwicklungsverzögerungen.¹⁰⁸ Dies bewahrheitet sich nun beim F-35-Programm. Derartige Projekte führen aufgrund der notwendigerweise eingegangenen Kompromisse zudem oft zu Unzufriedenheit in den Teilstreitkräften.¹⁰⁹

Die momentan vorhandenen Probleme mit der F-35 drücken sich derart aus, dass die US Air Force für das Fiskaljahr 2023 nur noch die Beschaffung von 33 F-35A-Flugzeugen vorschlägt, verglichen mit 48 in den beiden Vorjahren. Gleichzeitig wurde der Bedarf an Flugzeugen des Typs F-15EX von 12 im Haushaltsjahr 2022 auf 24 im Haushaltsjahr 2023 erhöht. Die US Navy will außerdem 12 F/A-18 Super Hornet bestellen, obwohl eigentlich schon mit deren Produktionsende gerechnet wurde.¹¹⁰ In der Vergangenheit hat der US-Kongress zwar immer die Beschaffung zusätzlicher F-35 beschlossen,¹¹¹ weigerte sich jedoch in diesem Jahr erstmals, über die Anforderungen der Streitkräfte hinauszugehen und stimmte der Beschaffung älterer Modelle zu. Darüber hinaus fließt zusätzliches Geld in das Next-Generation Air Dominance (NGAD) Programm und damit in die Entwicklung eines neuen Kampfflugzeugs,¹¹² also in einen potentiellen Konkurrenten des Mehrrollenkampfjets F-35. Diese Entscheidungen im Bereich des Militärs und der Politik lassen sich nicht allein durch die Sorge vor ggf. teuren Nachrüstungen erklären, sondern nur in einer Gesamtschau der vielen einzelnen Probleme.

Kein Beschaffungsvorhaben von militärischem Großgerät ist völlig frei von Schwierigkeiten. Die Probleme mit der F-35 sind allerdings auch 20 Jahre nach dem Entwicklungsbeginn und über 10 Jahre nach Beginn der Vorsereinfertigung noch so umfangreich und grundsätzlich, dass wesentliche Bestandteile des F-35-Systems auch nach offizieller Lesart als nicht vollständig ausgereift gelten.¹¹³ Die Einschätzung, dass es sich bei der F-35 „in jeder praktischen und rechtlichen Hinsicht um nichts weiter als einen sehr teuren Prototypen“¹¹⁴ handelt, scheint daher durchaus begründet. Selbst von offizieller Seite wird die Software der F-35 Block 4 als „unausgereift, mangelhaft und unzureichend getestet“ beschrieben.¹¹⁵

In gewisser Hinsicht handelt es sich beim F-35-Programm noch immer um ein Entwicklungsprogramm mit den damit einhergehenden Problemen. Mit Blick auf vorherige, ebenfalls ambitionierte Vorhaben im militärischen und zivilen Bereich sollte daher auch ein Worst Case, ein zumindest teilweises Scheitern oder gar der vorzeitige Abbruch der Weiterentwicklung der F-35, nicht völlig ausgeschlossen werden. Bislang führen die anhaltenden Probleme mit der F-35 im US-Kongress nur zu einer abwartenden Haltung. Sollten sich diese aber fortsetzen, könnte das Vertrauen in das Projekt schwinden und die F-35 auf dem Stand unausgereifter Brückentechnologie stehen bleiben.

2. Die F-35A als Trägersystem für die Atombombe B61-12

Im Rahmen der technischen „nuklearen Teilhabe“ der NATO sind schätzungsweise 100 bis 150 US-amerikanische Atombomben in fünf NATO-Mitgliedsstaaten stationiert.¹¹⁶ Die nukleare Teilhabe bedeutet: Während die USA die Bomben zu Verfügung stellen, halten die Streitkräfte der so genannten Teilhabestaaten die zum Abwurf der Bomben gedachten Kampfflugzeuge und deren Pilot:innen als nukleare Trägersysteme bereit. Diese Zweiteilung soll nach der Intention der NATO die nukleare Abschreckung des Bündnisses stützen.¹¹⁷ In Deutschland übernimmt derzeit ein Teil der Tornado-Kampfflugzeuge des Taktischen Luftwaffengeschwaders 33 diese nukleare Sonderrolle.

Die bislang in den Teilhabestaaten stationierten Atombomben des Typs B61-3 und B61-4 sollen künftig durch neue Bomben mit der Bezeichnung B61-12 ersetzt werden. Die Planungen, die US-amerikanischen Atombomben durch diese modernisierte Version zu ersetzen, bestehen bereits seit Jahren.¹¹⁸

2.1 B61-12 – neue Atombombe für die nukleare Teilhabe

Gegenüber den bisherigen Atombomben erhalten die Bomben des Typs B61-12 neue, spezielle Fähigkeiten (u.a. elektronisch gesteuertes Heckleitwerk, bunkerbrechendes Design). Diese erhöhen Genauigkeit, Schlagkraft und Einsatzoptionen gegenüber den Vorgängertypen. Die Bomben haben zudem eine variable Sprengkraft von 0,3 bis zu 50 Kilotonnen TNT-Äquivalent.¹¹⁹

Die Produktion der modernisierten B61-12 ist bereits angelaufen. Im November 2021 wurde die erste B61-12 fertiggestellt und im Laufe des Jahres 2022 wird ein Übergang in die volle Serienproduktion angestrebt.¹²⁰ Die neuen Bomben sollen eine Lebensdauer von mindestens 20 Jahren haben.¹²¹ Es ist allerdings noch unklar, wann genau die neuen Atombomben in den Teilhabestaaten, also auch Deutschland, stationiert werden. Der konkrete Zeitplan wird u.a. davon abhängen, welche Trägersysteme jeweils für den neuen Bombentyp bereitstehen.

2.2 Nukleare Zertifizierung der F-35

Bislang ist die F-35 noch nicht als nukleares Trägersystem zertifiziert. Erst die modernisierte F-35 Block 4 wird diese Zertifizierung bekommen.¹²² Nuklear befähigt werden dann jeweils nur Flugzeuge, die für eine nukleare Sonderrolle vorgesehen und dafür mit gesonderter Hardware ausgestattet sind.¹²³

Der Zertifizierungsprozess, der durch die US-Behörden durchgeführt wird, findet derzeit statt. Nachdem die Entwicklungstests 2020 abgeschlossen wurden,¹²⁴ gliedert sich der weitere Zertifizierungsprozess grob in zwei Phasen: die Konstruktionszertifizierung (*design certification*) und die Betriebszertifizierung (*operational nuclear certification*). Die letzten Flugtests im Rahmen der Konstruktionszertifizierung wurden dabei 2021 abgeschlossen.¹²⁵ Die Konstruktionszertifizierung soll dann bis Januar 2023 vollständig abgeschlossen sein.¹²⁶ Die Betriebszertifizierung soll nach den derzeitigen Planungen bis spätestens Januar 2024 vorliegen, da dies der gegenüber den NATO-Partnern zugesagte Zeitpunkt ist.¹²⁷ Die schon erörterten Hindernisse bei der Weiterentwicklung der F-35 Block 4 können eine erfolgreiche Betriebszertifizierung und damit die nuklearen Zertifizierung jedoch noch verzögern.

3. Kostenabschätzung

Jede Kostenabschätzung für militärische Beschaffungen einer solchen Größenordnung birgt ganz grundsätzliche Schwierigkeiten, wie beispielsweise die Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der vorhandenen Daten oder der allgemein verbreitete Mangel an Transparenz.¹²⁸ Bei der hier durchgeföhrten Kostenabschätzung liegt ein ganz zentrales Problem zudem darin, dass die F-35 Block 4 in dieser Form noch überhaupt nicht hergestellt und betrieben wird¹²⁹. Daher kommt man notgedrungen nicht umhin, sich auf Material zu stützen, das bereits vorhanden und öffentlich ist. Die damit verbundenen Unsicherheiten kann man nur durch Bemühungen ausgleichen, eine möglichst vorsichtige und konservative Kostenabschätzung vorzunehmen.

3.1 Bisherige Flyaway-Kosten der F-35

Unter Flyaway-Kosten versteht man grundsätzlich die Kosten, die aufgewendet werden müssen, um ein flugfähiges Flugzeug zu erhalten. Es gibt aber kein allgemeingültiges Verständnis, was genau unter dem Begriff zu verstehen ist. Den verschiedenen offiziellen US-Dokumenten, die sich mit Kosten zur F-35 befassen, liegt jedenfalls keine durchgehend einheitliche Begriffsverwendung zugrunde. So werden unter anderem die Begriffe *unit recurring flyaway costs*, *flyaway end item cost* oder nur *flyaway costs* verwendet. In den Dokumenten fehlt jeweils eine exakte Erläuterung der verwendeten Begriffe, sodass unklar bleibt, ob die damit verbundenen Zahlen deckungsgleich sind.¹³⁰

So fallen unter den bei der US Air Force verwendeten Begriff *flyaway end item costs* beispielsweise neben den *recurring flyaway costs* zusätzlich besondere einmalige Kosten (engl. *non-recurring flyaway costs*), u.a. um (auch künftige) Produktionskapazitäten zu gewährleisten (z.B. aufgrund des Wegfalls der Lieferung von Teilen aus der Türkei) oder um die Herstellung insgesamt sicherzustellen (z.B. für Überbrückungskäufe technischer Bauteile, aufgrund deren begrenzter Nutzbarkeit).¹³¹ Die Kosten für spätere Upgrades bzw. Modifikationen oder die Behebung von Mängeln werden hingegen gesondert dargestellt.¹³²

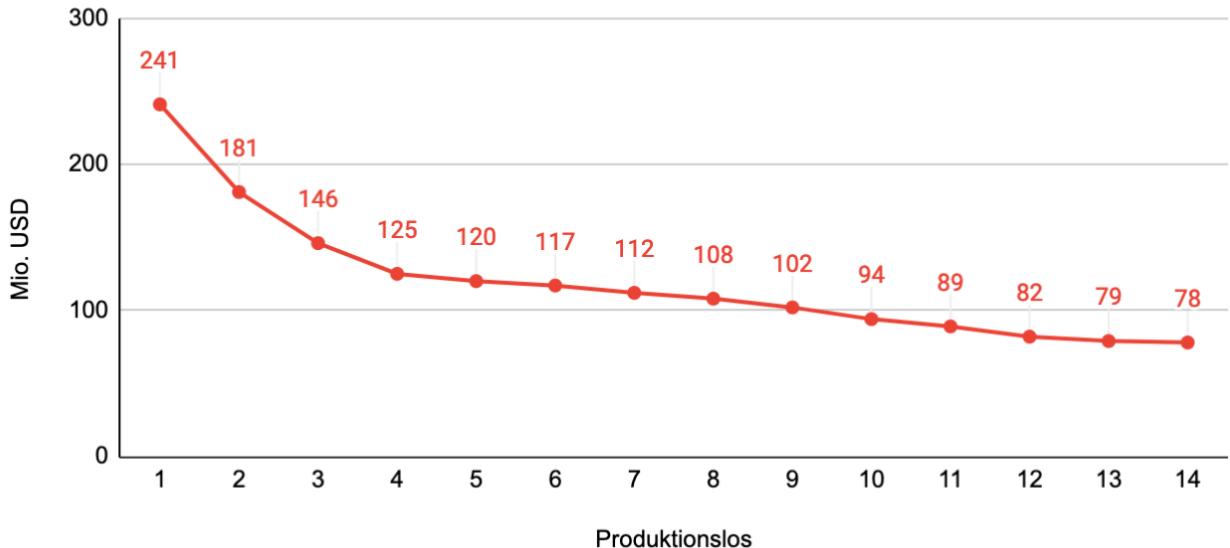
Die unterschiedlichen Begriffe stellen im Ergebnis aber alle jeweils auf die Kosten ab, die für die Beschaffung des – nicht notwendigerweise einsatzfähigen – Luftfahrzeugs aufgewendet wurden. Umfasst werden jedenfalls die Kosten für Flugzelle, Triebwerk, Avionik und damit verbundene Ausrüstung.¹³³ Hinzu kommen ggf. auch Kosten für technische Änderungen an Hard- oder Software oder ein Verwaltungskostenanteil.¹³⁴ Nicht enthalten sind in jedem Fall die Kosten für Forschung und Entwicklung. Zusätzliche Kosten für eine weitergehende Ausrüstung des Flugzeugs oder künftige Kosten für Ersatzteile, Wartung und laufenden Betrieb werden ebenfalls ausgeklammert.

Ein Blick auf die Flyaway-Kosten bietet vor allem die Möglichkeit, anhand zurückliegender Beschaffungen die Mindestkosten für ein (einzelnes) Endprodukt zu ermitteln. Die Hersteller berufen sich auf die Flyaway-Kosten, um ihre Flugzeuge zu bewerben. Allerdings bieten diese Kosten nur wenig Aussagekraft über die finalen Kosten, die im Rahmen einer Beschaffung und erst recht über den gesamten Nutzungszeitraum anfallen, denn viele Kostenbestandteile, die z.B. bei Beschaffungs- oder Wartungsverträgen relevant sind, können bei den Flyaway-Kosten ausgeklammert werden.

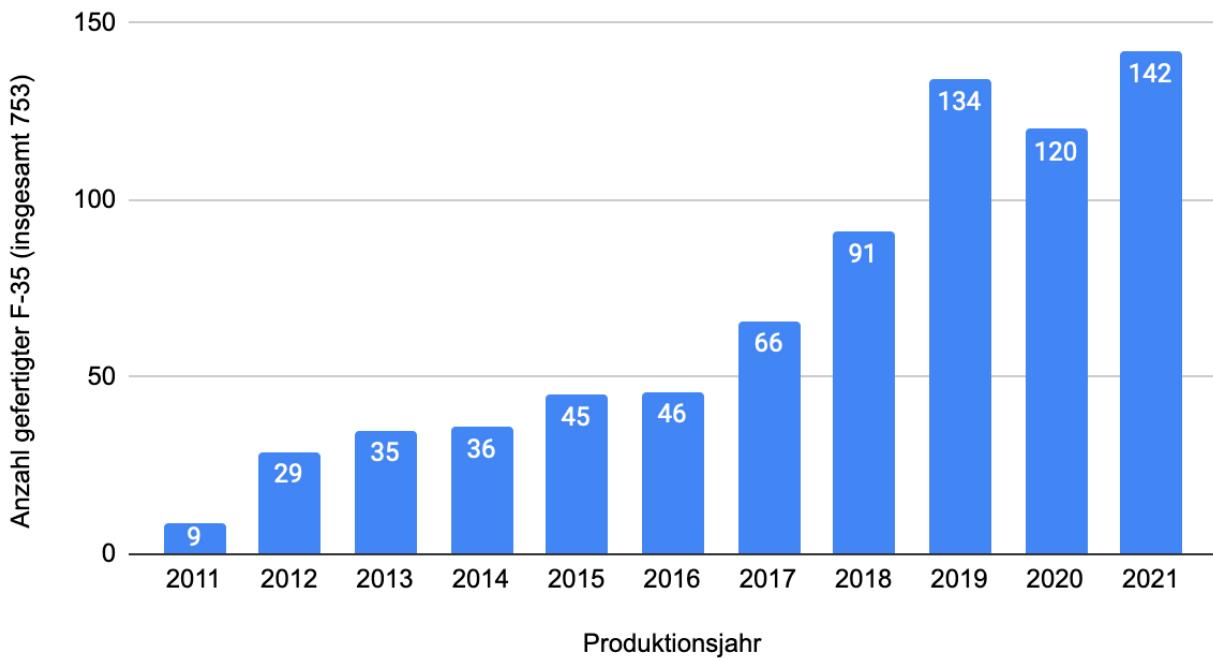
Das vorhandene Zahlenmaterial, das auf den bisherigen Kosten der Beschaffungen der US Air Force beruht, macht eine Bezifferung der bisherigen Flyaway-Kosten für die F-35A möglich. Diese

Zahlen sind jedoch allein für die bisherigen Produktionslose aussagekräftig. Für die Flyaway-Kosten der F-35 Block 4 gibt es noch kein entsprechendes Datenmaterial.¹³⁵

Preisentwicklung der F-35A in Mio. USD nach Produktionslosen



Entwicklung der jährlichen F-35 Produktionszahlen



Bislang sind die Flyaway-Kosten mit dem Ausbau der Produktion stetig gesunken. Zuletzt lagen sie bei ca. 78 Mio. USD für eine F-35A aus Los 14.¹³⁶ Insbesondere wird an den Zahlen deutlich, dass die Kosten zu Beginn der Produktion im Jahr 2011, u.a. aufgrund der niedrigen Produktionsraten, hoch waren und dann stark, zuletzt aber kaum noch gefallen sind.¹³⁷

Da es sich bei den bislang produzierten F-35 um nicht vollständig ausgereifte Modelle handelt, lassen die bisherigen Flyaway-Kosten nur eingeschränkte Rückschlüsse auf die künftige

Kostenentwicklung zu.¹³⁸ Die bisherigen Effekte durch eine Erhöhung der Produktionszahlen sind weitgehend ausgereizt.¹³⁹ Es ist jedoch unklar, ob der Anstieg der Produktionszahlen von Dauer ist. Die kostspielige Weiterentwicklung der F-35 Block 4 dürfte in jedem Fall preissteigernd wirken. Auch Herstellerangaben mit Verweis auf Inflation und Lieferketten-Probleme deuten auf höhere Preise hin.¹⁴⁰ Daher spricht einiges dafür, dass die erreichten eher moderaten Flyaway-Kosten mit Einführung der F-35 Block 4 der Vergangenheit angehören werden.

Einen Hinweis darauf, dass sich die Flyaway-Kosten tatsächlich erhöhen, geben bereits die Zahlen des schweizerischen Beschaffungspakets. Nach Angaben des schweizerischen Verteidigungsministeriums soll der Kaufpreis für eine „blanke“ F-35A Block 4, d.h. bei Ausklammerung aller anderen Bestandteile des Beschaffungspakets, bei ca. 112 Mio. USD liegen.¹⁴¹ Die Schweiz erwartet eine Lieferung der bestellten Flugzeuge ab 2027.¹⁴² Im US-Verteidigungsministerium rechnet man offenbar bereits im kommenden Jahr mit einem deutlichen Preisanstieg. Für das Fiskaljahr 2023 werden 118,6 Mio. USD pro F-35A veranschlagt.¹⁴³ Damit würden die Kosten für die F-35A jedenfalls nicht mehr unter den derzeit kolportierten Kosten für die verschiedenen Konkurrenzmodelle liegen.¹⁴⁴ Dies zeigt letztlich nochmals, dass die bisherigen Flyaway-Kosten nur einen sehr groben Richtwert für künftige Beschaffungen der F-35 Block 4 bieten. Es handelt sich bei den bisherigen Flyaway-Kosten um die absoluten Mindestkosten früherer Modelle, die zudem noch immer unausgereift sind.

3.2 Beschaffungskosten

Unter Beschaffungskosten (engl. *procurement costs*) versteht man üblicherweise die Kosten für die anfängliche Beschaffung eines Waffensystems. Darunter fallen die Kosten für die zum Betrieb notwendigen Ausrüstungsgegenstände und Ausbildungsmittel, erste Ersatzteile und alle weiteren Ausgaben, die in direktem Zusammenhang mit dem Kauf des Flugzeugs stehen.¹⁴⁵ Eine allgemeingültige Zusammensetzung der Beschaffungskosten gibt es jedoch nicht. Dies gilt auch für den Begriff Systempreis (engl. *weapon system cost*), der bisweilen etwas enger gefasst wird, aber hier synonym verwendet wird. Den Beschaffungskosten werden üblicherweise auch alle (anfänglichen) Kosten für die Bewaffnung, Unterstützungsleistungen durch Drittanbieter oder schon absehbare Nachrüstungen hinzugerechnet. Das Verschieben von Kosten in den Zeitraum nach der eigentlichen Beschaffung ermöglicht, die Kosten für ein Beschaffungspaket zu drücken.

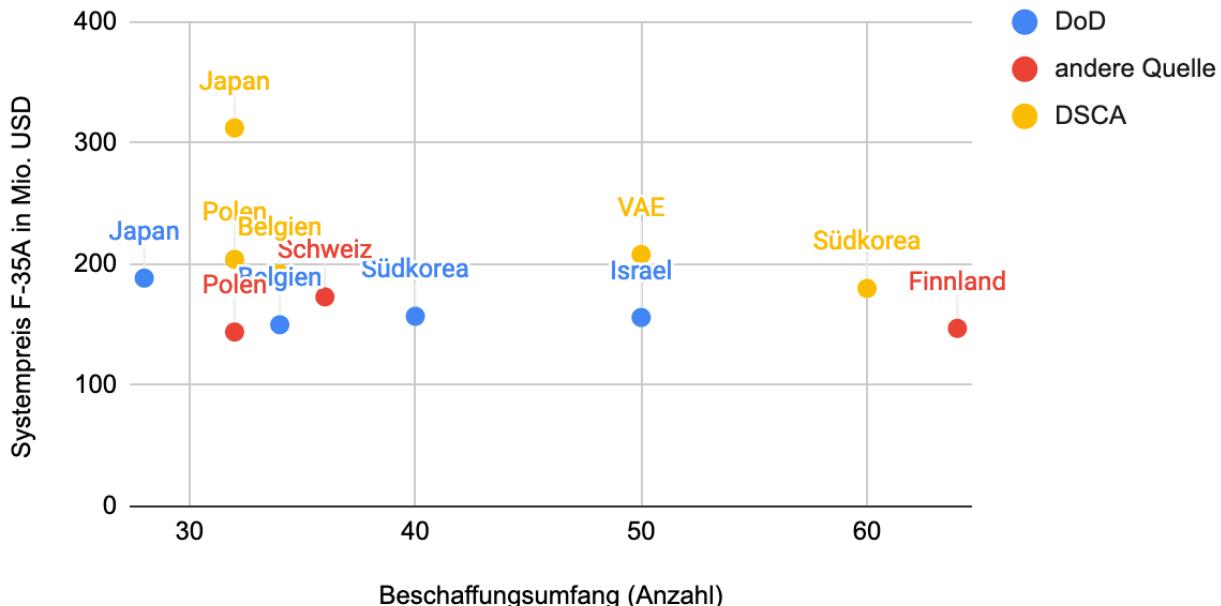
Soll der Systempreis der F-35A gleichwohl abgeschätzt werden, gibt es die Möglichkeit auf unterschiedliche Daten zu blicken. Einen Ausgangspunkt für eine Kostenabschätzung im Hinblick auf eine deutsche Beschaffung bieten die bisherigen und geplanten Foreign Military Sales, da auch Deutschland einen Kauf über dieses Programm durchführen will.¹⁴⁶ Das Foreign Military Sales (FMS) Programm der US-Regierung dient dazu, Rüstungsgeschäfte mit Partnerländern abzuwickeln.

Berücksichtigt werden im Folgenden die auf der DSCA-Website veröffentlichten Meldungen, welche allein Beschaffungsvorhaben der F-35A zum Gegenstand haben.¹⁴⁷ Zum Vergleich werden auch die Zahlen der vier Foreign Military Sales aufgenommen, zu denen das US-Verteidigungsministerium 2019 ebenfalls die Anzahl der F-35A und das Gesamtvolumen veröffentlicht hat. Ergänzend werden zudem öffentlich bekannte bzw. in der Presse kolportierte Zahlen zur Beschaffung Polens, Finnlands und der Schweiz berücksichtigt.

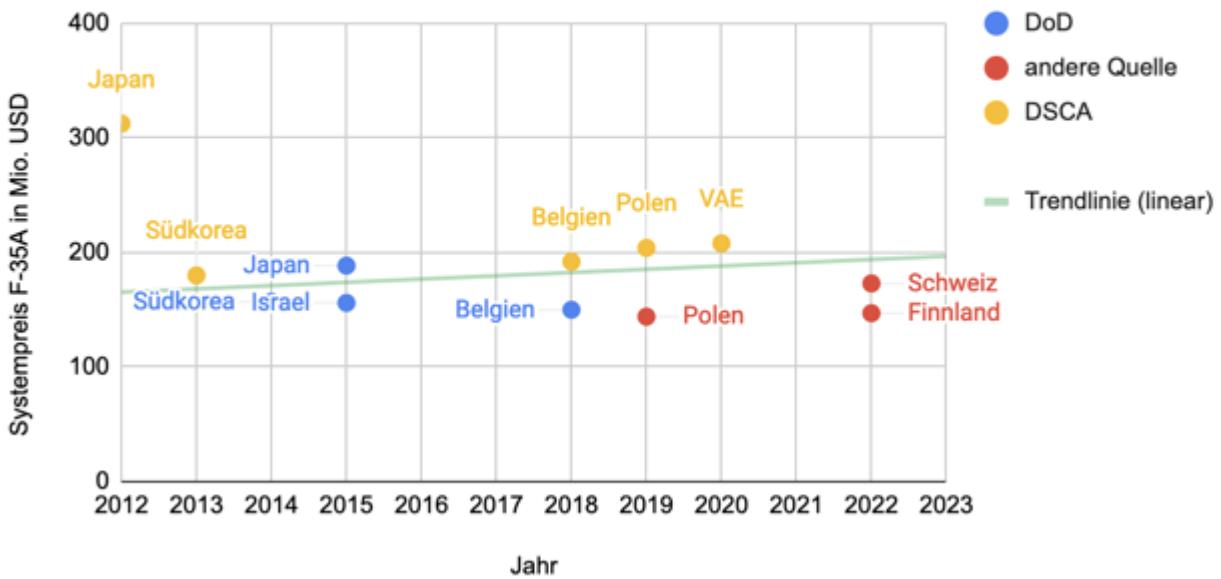
Bei einem Vergleich zwischen den DSCA-Meldungen und den in der Presse kolportierten Zahlen zur polnischen bzw. finnischen Beschaffung fällt auf, dass letztere deutlich niedriger ausfallen. Im

Beispiel Finnlands mag dies zumindest teilweise durch das Ausklammern der Bewaffnung erklärt werden. Naheliegend ist, dass eine im Detail andere Kostenzusammensetzung vorliegt und bestimmte Bestandteile ausgeklammert wurden bzw. Kosten in die Zukunft verlagert werden (z.B. weitere Verträge mit Dienstleistern über Support bzw. Wartung¹⁴⁸).

Systempreis der F-35A in Abhängigkeit des Beschaffungsumfangs



Systempreis der F-35A nach Jahr der Beschaffung



Werden nur Beschaffungen mit einer den deutschen Beschaffungsplänen ähnlichen Stückzahl aus den letzten Jahren betrachtet (Schweiz, Polen und Belgien), liegt der durchschnittliche Systempreis bei 172,4 Mio. USD. Bei Berücksichtigung aller aufgeführten Systempreise (exkl. der Beispiele mit Bewaffnung) liegt der Durchschnitt bei ca. 180 Mio. USD pro georderter F-35A.

Werden die beiden Durchschnittswerte für eine Kostenabschätzung herangezogen, dürfte sich das deutsche Beschaffungsvorhaben von 35 F-35A Block 4 auf Beschaffungskosten von insgesamt ca. 6 bis 6,3 Mrd. USD bzw. 5,7 bis 6 Mrd. Euro belaufen, wobei die Zahlen aus der jüngeren Vergangenheit für den niedrigeren Wert sprechen.¹⁴⁹ Daher wird hier der konservativere Wert von 5,7 Mrd. Euro angesetzt. Nicht enthalten in diesem Wert sind die Kosten für die Bewaffnung.

Die offiziellen schweizerischen Zahlen – in Annex 2 aufgeführt – erlauben einen Einblick, wie sich die Gesamtkosten eines Beschaffungspakets auf die einzelnen Bestandteile aufteilen können.¹⁵⁰ Der Löwenanteil der Beschaffungskosten entfällt dabei auf die Flugzeuge (ca. 63 Prozent) und das Logistikpaket (ca. 32 Prozent). Das Logistikpaket enthält u.a. Nutzung und Einführung von ALIS, Wartungsmaterial, erste Ersatzteile, Schulungen und technischen Support des Herstellers in der Einführungsphase.¹⁵¹ Zu berücksichtigen ist jedoch, dass noch weitere Investitionskosten im Zusammenhang einer Beschaffung anfallen können, z.B. für die Fliegerhorste der Luftwaffe. So wird derzeit der für die F-35 vorgesehene Standort Büchel bis 2026 für ca. 260 Millionen Euro modernisiert.¹⁵²

3.3 Betriebskosten

Im weitesten Sinne umfassen die Betriebskosten (engl. *operating and support costs*) alle Kosten, die während der Betriebs- und Erhaltungsphase anfallen.¹⁵³ Darunter fallen beispielsweise die Kosten für Personal, Dienstleistungen, Verbrauchsgüter, Instandhaltung und -setzung, zusätzliche Ausrüstung, Änderungen, Upgrades oder anfallenden Support.¹⁵⁴

Schätzungen der gesamten Betriebskosten eines Kampfflugzeugs über die Nutzungsdauer von mehreren Jahrzehnten sind mit enormen Unwägbarkeiten verbunden und hängen von vielen einzelnen Faktoren ab. Nur die allerwenigsten davon lassen sich *ex ante* exakt bestimmen.

3.3.1 Berechnungsmodelle

Anstatt auf eine konkrete Berechnung unter Einbeziehung einer Vielzahl einzelner Variablen zu setzen, geht man daher in vielen Bereichen dazu über, eine Abschätzung der Betriebskosten auf empirisch ermittelte Werte zu stützen. Für die Abschätzung der Betriebskosten von Kampfflugzeugen wurden Modelle erstellt, die mit nur wenigen Variablen arbeiten. Abgestellt werden kann beispielsweise auf die anfänglichen Kosten, die erwarteten Flugstunden, das Alter der Flugzeuge oder die Größe der Flotte.¹⁵⁵ Die Modelle stützen sich insbesondere auf statistische Methoden und Modellierungen. Sie werden auch von staatlichen Stellen – als elaborierte Form einer Faustformel – genutzt.

Um eine Kostenabschätzung auf Grundlage eines solchen Modells für das deutsche Beschaffungsvorhaben zu erstellen, wären umfassende Vorarbeiten notwendig (u.a. zur Erstellung des Modells und der zugrundeliegenden Ausgangswerte), die neben einer tiefgehenden Kenntnis der Materie auch zusätzliches Datenmaterial erfordert, um zu belastbaren Ergebnissen zu kommen. Im Rahmen dieser Studie ist eine derartige Kostenabschätzung nicht zu leisten.

Gleichwohl soll an dieser Stelle gewarnt werden: Ergebnisse solcher Modelle, ohne deren genaue Prüfung und der dabei zugrunde gelegten Annahmen sollten mit Vorsicht betrachtet werden. Erfahrungswerte, die zur Entwicklung der Modelle genutzt werden, helfen wenig weiter bzw. können auch in die Irre führen, wenn – wie im Fall der F-35 – ein Waffensystem betrachtet wird, das sich noch in der Entwicklung befindet und mit gänzlich neuen technologischen Hürden konfrontiert ist.

3.3.2 Faustformeln

Neben speziell entwickelten Modellen werden auch einfache Faustformeln zur Kostenabschätzung bei fliegenden bzw. komplexen militärischen Systemen genutzt. Sie werden von Experten genutzt, um die Betriebskosten anhand der Beschaffungskosten grob abzuschätzen. Selbst die Bundeswehr greift auf solche Schätzungen zurück.¹⁵⁶ Sie lassen sich wesentlich einfacher verwenden, können allerdings genauso einfach in Zweifel gezogen werden, da die ihnen zugrundeliegenden empirischen Erkenntnisse, Annahmen und Intentionen üblicherweise verborgen bleiben. Die unterschiedlichen Faustformeln, die für eine Kostenabschätzung genutzt werden, bewegen sich dementsprechend auch in einem recht weiten Rahmen. Die Länge der Nutzungsdauer wird zudem nur selten genannt.

Vor der finalen Entscheidung über die Beschaffung von F-35A durch die Schweiz nannte eine Stimme aus dem schweizerischen Bundesamt für Rüstung als Faustregel, dass die „über 30 Jahre aufgerechneten Betriebskosten zirka doppelt so hoch ausfallen wie die Beschaffungsausgaben“.¹⁵⁷ Im Vorfeld einer australischen Beschaffungsentscheidung wurde das Zwei- bis Zwieieinhalbache der Beschaffungskosten genannt.¹⁵⁸ Der frühere Unterstaatssekretär für Beschaffung und Erhaltung und spätere US-Verteidigungsminister Ashton B. Carter äußerte im Zusammenhang mit verschiedenen anstehenden Beschaffungsprogrammen für militärisches Großgerät, dass die Anschaffungskosten in der Regel 30 Prozent und die Betriebskosten in der Regel 70 Prozent ausmachen,¹⁵⁹ also das 2,33-fache.

In anderen Analysen wird hingegen angenommen, dass die Betriebskosten über die gesamte Nutzungsdauer das 3-fache der Beschaffungskosten ausmachen.¹⁶⁰ Ein früherer Schweizer Armeechef stützt sich auf Erfahrungswerte bei komplexen Systemen und nennt – ausgehend von den Beschaffungskosten – „ca. 12 % Betriebskosten p.a.“ als Richtwert.¹⁶¹ Bei einer 30-jährigen Nutzungsdauer käme man also auf das 3,6-fache der Beschaffungskosten.

Eine Abschätzung der Betriebskosten unter Zuhilfenahme dieser Faustformeln würde bei den oben angenommenen deutschen Beschaffungskosten von 5,7 Mrd. Euro – ggf. unter der hilfsweisen Annahme einer 30-jährigen Nutzungsdauer – zwischen 11,4 und 20,52 Milliarden Euro liegen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Faustformeln aus offizieller Quelle, die jeweils vor einer anstehenden Beschaffungsentscheidung für eine Kostenabschätzung angeführt werden, zu geringeren Betriebskostenschätzungen führen. Dazu passt die an anderer Stelle geäußerte Einschätzung, dass Betriebskosten bei Neubeschaffungen häufig unterschätzt werden – und zwar entweder mit dem Zweck, eine positive Entscheidung zu erreichen oder schlichtweg aufgrund mangelnder Sorgfalt.¹⁶²

3.3.3 Zahlen aus den Nutzerstaaten

Das US-amerikanische Büro für Kostenschätzung und Programmevaluation (Office of Cost Assessment and Program Evaluation, CAPE) schätzte im Jahr 2020, dass sich die Betriebskosten

für alle US-amerikanischen F-35 über den kompletten 66-jährigen Lebenszyklus auf etwa 1,3 Billionen US-Dollar belaufen werden.¹⁶³ Die geschätzten Beschaffungskosten für die vom US-Verteidigungsministerium geplanten 2456 F-35-Flugzeuge (alle Varianten) beliefen sich auf ca. 400 Milliarden USD. Rechnerisch würden die Betriebskosten über die Lebensdauer damit das 3,25-fache der Beschaffungskosten ausmachen.

Im niederländischen Verteidigungsministerium schätzt man nach einem neueren Bericht von 2021 die durchschnittlichen jährlichen Betriebskosten auf 571,4 Millionen Euro für 46 Flugzeuge. Bei einer angenommenen 30-jährigen Nutzungsdauer wären dies in der Summe ca. 17,14 Mrd. Euro,¹⁶⁴ also ca. das 3-fache der 5,7 Milliarden Euro an Beschaffungskosten.

Eine Experten-Analyse beruft sich auf die Zahlen des norwegischen Verteidigungshaushalts und beziffert die dort angenommenen Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer der 52 norwegischen F-35A mit umgerechnet 27 Milliarden US-Dollar,¹⁶⁵ was in etwa dem 2,5-fachen der norwegischen Beschaffungskosten entspricht.

Auf Grundlage der hier aufgeführten und in Annex 3 zusammengefassten Daten werden in dieser Kostenabschätzung die Betriebskosten über die gesamte Nutzungsdauer für die in Rede stehenden 35 deutschen F-35A mit mindestens dem 2,5-fachen Wert der Beschaffungskosten, also mindestens 14,25 Milliarden Euro, veranschlagt, wobei dieser Wert vor dem Hintergrund auch höherer Zahlen aus den USA und den Niederlanden eine sehr konservative Schätzung darstellt und die Risiken weiterer Kostensteigerungen nicht abbildet.

3.3.4 Kosten pro Flugstunde

Die Kosten pro Flugstunde werden grundsätzlich berechnet, indem die gesamten jährlichen Betriebskosten durch die Gesamtzahl der im selben Jahr geflogenen Flugstunden dividiert werden.¹⁶⁶ Dies würde den von der US Air Force verwendeten *Total Operating and Support Cost per Flight Hour* entsprechen.

Um Zahlen in einheitlicher und vergleichbarer Form zu haben, veröffentlichen die US-Streitkräfte für ihre Kampfflugzeuge die durchschnittlichen jährlichen Kosten pro Flugzeug im Rahmen sogenannter Selected Acquisition Reports – mit Ausnahme der F-35.¹⁶⁷ Um die Kosten der F-35 mit den Kosten anderer Flugzeuge vergleichen zu können, müssen sie aufwändig harmonisiert werden.¹⁶⁸

Bei der F-35 wird auf einen anderen Wert, nämlich die Kosten pro Flugstunde (*Cost per Flight Hour*, CPFH), abgestellt. Allerdings, so scheint es zumindest, gibt es keine öffentlich einsehbare Definition, aus der schlüssig hervorgeht, aus welchen Positionen sich der Wert bei der F-35 zusammensetzt. Die Kosten pro Flugstunde können sich je nach Verwendung nämlich durchaus aus unterschiedlichen Positionen zusammensetzen.¹⁶⁹

In einer Publikation von RAND wird darauf hingewiesen, dass es sich um ein grundsätzliches Problem handelt, welche Elemente der Betriebskosten am besten einzubeziehen sind und welche Flugstunden für die Berechnung berücksichtigt werden. Je höher aber die veranschlagten Betriebskosten und je niedriger die Anzahl an Flugstunden ausfallen, desto höher sind die Kosten pro Flugstunde.¹⁷⁰ Viele Betriebskosten entstehen dabei ganz oder weitgehend unabhängig vom Flugbetrieb, z.B. Kosten für Upgrades oder bestimmte Personalkosten.

Trotz der genannten Unklarheiten: Laut US-Rechnungshof lagen die Kosten pro Flugstunde 2019 bei 38.000 USD (in *constant year dollar* 2012, d.h. ohne Anpassung des Preisniveaus)¹⁷¹, also real wohl eher bei 42.000 USD.¹⁷² Auf Euro umgerechnet wären dies für das Jahr 2019 also ca. 40.000 Euro.¹⁷³ Die Zahlen beruhen auf Angaben des Joint Program Office, das nur einen bestimmten Kostenanteil selbst verwaltet.¹⁷⁴

Angestrebt wird derzeit, diesen Wert bis 2025 auf 25.000 USD pro Flugstunde zu drücken.¹⁷⁵ Doch damit befinden sich die US-Streitkräfte in einem Zielkonflikt. Denn jede zusätzliche Flugstunde, die den Schnitt drücken könnte, steigert die jährlichen Betriebskosten, die ohnehin schon über den Erwartungen liegen. 2021 sanken die jährlichen Flugstunden pro F-35A merklich.¹⁷⁶ Eine Verringerung der Flugstundenkosten wird dadurch umso schwieriger. Im US-Verteidigungsministerium glaubt aber offenbar ohnehin kaum jemand, dass dieses Ziel erreicht werden kann.¹⁷⁷

Es ist, wie schon angedeutet, fraglich, wie belastbar die Zahlen des JPO wirklich sind. Denn nimmt man die durch den US-Rechnungshof veröffentlichten Betriebskosten der F-35-Flotte für das Jahr 2018 (1,18 Mrd. USD)¹⁷⁸ und teilt diese durch die vom Congressional Budget Office grob in einem Schaubild veröffentlichte Anzahl der Flugstunden im gleichen Jahr (ca. 25.000)¹⁷⁹, ergeben sich bereits Kosten von ca. 47.000 USD pro Flugstunde. Auf einen ganz ähnlichen Wert kommt man auch, wenn man die jährlichen Betriebskosten einer F-35A und die im letzten Bericht des Congressional Budget Office veröffentlichten, zumindest ebenfalls grob ablesbaren durchschnittlichen Flugstunden einer F-35A betrachtet. Die dadurch ermittelten Kosten pro Flugstunde, deren Berechnung sich an der eingangs erwähnten Berechnung der *Total Operating and Support Cost per Flight Hour* orientiert, sind demnach höher als die Kosten, die vom Joint Program Office angegeben werden.

So wurde auch von offizieller Seite geäußert, dass ein komplexes Flugzeug der fünften Generation mit Stealth-Technologie eben nicht die gleichen Flugkosten verursachen kann wie ein älteres Kampfflugzeug der vierten Generation – dazu gehört z.B. auch der Eurofighter, – das nicht über diese Technologie verfügt.¹⁸⁰ Daher verwundert es nicht, wenn vertreten wird, dass die Betriebskosten pro Flugstunde bei der F-35 auf einem im Ergebnis ähnlich hohen Niveau liegen wie beim Eurofighter.¹⁸¹ Bei diesem fallen laut Medienangaben zufolge Flugkosten von ca. 100.000 Euro pro Stunde an.¹⁸² Allerdings ist auch dabei unklar, wie sich diese Kosten zusammensetzen.

3.4 Nutzungsdauer

Eine F-35 ist für 8000 Flugstunden und mindestens 30 Jahre ausgelegt.¹⁸³ Die maximale Nutzungsdauer der Flotte wird damit vor allem durch die Intensität der Nutzung bestimmt.

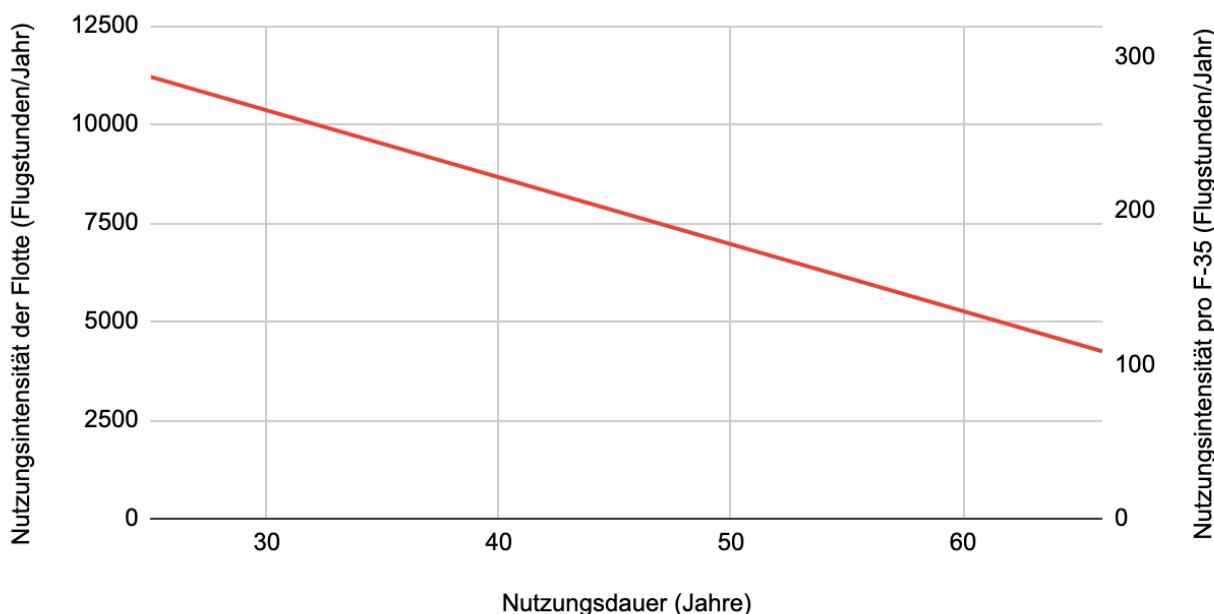
Die zu erwartende Intensität kann über verschiedene Wege abgeschätzt werden. Nach NATO-Vorschriften müssen Piloten 180 Flugstunden pro Jahr nachweisen, um *combat ready* zu sein. 40 davon dürfen im Simulator absolviert werden. Nur rund 58 Prozent der deutschen Piloten erfüllen aber derzeit diese Anforderungen der NATO-Reaktionsbereitschaft.¹⁸⁴ Sollen die Vorgaben eingehalten werden, wären also 120 Flugstunden pro Jahr und Pilot zu absolvieren. Geht man von zwei Piloten pro Maschine – also 70 für 35 Maschinen – aus, müssten diese zusammen genommen 8400 Flugstunden im Jahr abfliegen. Bei weniger Besatzungen bzw. einem Unterschreiten der NATO-Anforderungen, ist aber mit deutlich weniger Flugstunden zu rechnen.

Das TaktLwG 33 hat im Jahr 2020 insgesamt nur 3251 Flugstunden durchgeführt.¹⁸⁵ Dies liegt u.a. an der geringen Einsatzbereitschaft der dort stationierten Tornados, aber eben auch an dem Bestreben, die Nutzungsdauer der Tornados zu strecken.

Die geplante Nutzungsintensität der F-35A in den US-Streitkräften liegt bei 250 Flugstunden pro Jahr.¹⁸⁶ Die tatsächliche Nutzung lag 2021 jedoch deutlich unter 200 Stunden pro Jahr.¹⁸⁷ In der Schweiz wird mit 5000 Flugstunden pro Jahr für die gesamte Flotte von 36 Flugzeugen geplant (ca. 142,8 Stunden pro Flugzeug).¹⁸⁸

Nutzungsdauer der F-35

in Abhängigkeit der mittleren Nutzungsintensität



3.5 Lebenswegkosten

Die Lebenswegkosten (engl. *life cycle costs*) umfassen die bereits genannten Beschaffungs- und Betriebskosten bis zum Laufzeitende. Nicht berücksichtigt werden die Kosten für Forschung und Entwicklung.

Die gesamten Lebenswegkosten der F-35-Flotte werden von US-Seite auf ca. 1,7 Billionen Dollar über einen 66-jährigen Lebenszyklus veranschlagt. Die aktuellen Pläne des Verteidigungsministeriums sehen die Beschaffung von 2456 F-35-Flugzeugen (alle Varianten) mit geschätzten Gesamtkosten von knapp 400 Mrd. USD vor. Damit entfällt der größte Teil der F-35-Programmkosten, ca. 1,3 Billionen USD, auf die Betriebskosten (Preissteigerungen/Inflation berücksichtigt).¹⁸⁹ Dies wäre das 3,25-fache der Beschaffungskosten, was relativ nahe am Wert einer Faustformel liegt, die besagt, dass ein Viertel der Lebenswegkosten für die anfänglichen Investitionskosten der Beschaffung und ca. drei Viertel während der Nutzung anfallen.¹⁹⁰

Basierend auf der hier durchgeführten Kostenabschätzung wäre bei einer deutschen Beschaffung von 35 F-35 mit Beschaffungskosten von 5,7 Mrd. Euro und Betriebskosten von ca. 14,25 Mrd. Euro zu rechnen und damit also mit Lebenswegkosten von – konservativ betrachtet – ca. 20 Mrd. Euro.

3.6 Kostenrisiken

3.6.1 Risiko steigender Beschaffungskosten

Der US-Rechnungshof hat dem US-Verteidigungsministerium bereits im Jahr 2020 geraten, die Kostenschätzung für die Block 4 Modernisierung anzupassen und zudem die Produktionsrisiken zu evaluieren. Diese Empfehlung wurde bislang laut GAO nicht umgesetzt.¹⁹¹ Da sich das Modernisierungsvorhaben für die F-35A Block 4 erst im vierten Jahr befindet und nach den derzeitigen Planungen frühestens Ende 2029 abgeschlossen sein wird, kann jedenfalls zum jetzigen Zeitpunkt kaum realistisch abgeschätzt werden, welchen Preis eine F-35A in fünf oder sieben Jahren haben wird.

Der gewählte Weiterentwicklungsansatz, ungenügende Entwicklungstests und das Fehlen abschließender operationeller Test führen und führen bislang vielmehr dazu, dass unausgereifte Flugzeuge produziert und in Betrieb genommen werden, was das Risiko erhöht, dass zusätzliche Kosten für Nachbesserungen entstehen.¹⁹²

Einfluss auf den Beschaffungspreis hat weiterhin, wenn bei künftigen Produktionslosen Bestellungen zurückgehen oder Bestellungen später noch storniert werden. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass das Vertrauen in die F-35, beispielsweise aufgrund von Mängeln oder Unzuverlässigkeit, schwindet.

Erste Anzeichen für einen Vertrauensverlust lassen sich jetzt schon festmachen.¹⁹³ So hat der US-Rechnungshof dem US-Kongress in vergangenen Jahr geraten, zukünftige Beschaffungsentscheidungen von Fortschritten bei den Betriebskosteneinsparungen abhängig zu machen.¹⁹⁴ Das US-Repräsentantenhaus, das Unterhaus des Kongresses, hat dann im National Defense Authorization Act (NDAA) für das Fiskaljahr 2022 beschlossen, dass die Anzahl der F-35, die von der US Air Force und der US Navy unterhalten werden, ab dem Haushaltsjahr 2029 mit einer Senkung der Betriebskosten verknüpft ist.¹⁹⁵

3.6.2 Risiko steigender Betriebskosten

Ausufernde Betriebskosten stellen das wohl größte finanzielle Risiko einer Beschaffung dar, da sie den Großteil der Gesamtkosten über den Lebensweg der Flugzeuge ausmachen. Der US-Rechnungshof warnte bereits in der Vergangenheit mehrmals vor steigenden Betriebskosten.¹⁹⁶ Viele der oben angesprochenen Probleme (u.a. beim Triebwerk und ALIS/ODIN) tragen dazu bei, dass die Kosten schon jetzt höher als geplant sind. Bislang mussten die Betriebskostenschätzungen immer weiter nach oben angepasst werden.

Im letzten Bericht vom April 2022 wiederholte der US-Rechnungshof nochmals die Warnung vor einer beträchtlichen und wachsenden Lücke zwischen den geschätzten Betriebskosten und den finanziellen Möglichkeiten der US-Streitkräfte. Die Streitkräfte selbst sehen sich über den gesamten Lebenszyklus betrachtet bereits mit derart hohen Betriebskosten konfrontiert, dass sie diese gar als unbezahlbar einschätzen.¹⁹⁷ Dass die Betriebskosten aber auf das angestrebte Niveau fallen, ist schlachtweg nicht realistisch, zumal es innerhalb des US-Verteidigungsministeriums nach Einschätzung des US-Rechnungshofs zwar unterschiedliche Ansichten, aber keinen Konsens darüber gibt, was getan werden kann, um Kosteneinsparungen zu realisieren.¹⁹⁸

Sofern sich die bereits jetzt abzeichnenden Überschreitungen der Kosten jedoch fortsetzen, dürfte selbst das enorme Jahresbudget des US-Verteidigungsministeriums im Laufe der Zeit erheblich unter Druck geraten, da die Anzahl der geplanten Flugzeuge mit der Zeit weiter steigt.¹⁹⁹ Der US-Rechnungshof weist bereits darauf hin, dass Betriebskostensenkungen umso schwieriger werden, je größer die Flotte und je älter die Flugzeuge sind,²⁰⁰ denn erfahrungsgemäß steigen die Kosten für die Instandhaltung ab einem gewissen Alter der Flugzeuge deutlich. Noch ist das Alter der F-35-Flotte gering.

Das Risiko, dass die Kosten im Laufe der Jahre noch weiter nach oben korrigiert werden, überwiegt jedenfalls deutlich die Chancen, künftig eine Senkung der Betriebskosten zu erreichen.

3.6.3 Wechselkurs- und Inflationsrisiko

Wechselkurs- und Inflationsrisiko sind nicht spezifisch für eine Beschaffung der F-35, sondern sind allgemeiner Natur. So bieten Wechselkursschwankungen immer gewisse Chancen und Risiken. Sollte bei in US-Dollar laufenden Beschaffungsverträgen der Euro gegenüber dem US-Dollar abwerten, würde dies zu wesentlich höheren Kosten, in Euro gerechnet, führen. Auf der anderen Seite bieten Wechselkursunsicherheiten auch die Möglichkeit, günstiger als ursprünglich kalkuliert wegzukommen.

Der Hersteller selbst sieht in der derzeitigen Inflation einen Kostentreiber. Zuletzt lag die Inflation in den USA über der in Europa. Sofern aber dort die Preise stärker steigen als in der Eurozone, aber die US-Währung nicht entsprechend abwertet, würde dies ebenfalls den Effekt höherer Kosten haben. In den vergangenen Monaten wertete im Gegenteil der Euro gegenüber dem Dollar ab. Kostenbremsend könnte in einem solchen Fall immerhin wirken, dass auch viele Unternehmen an der Herstellung beteiligt sind, die nicht ausschließlich in den USA produzieren.

Darüber hinaus kann ein stagflatorisches Umfeld, also eine Rezession bei gleichzeitig hoher Inflation, dazu führen, dass die Kostenbelastung, relativ zur Wirtschaftsstärke betrachtet, deutlich zunimmt.

3.6.4 Risiken durch die vertragliche Gestaltung

Für Käufer von Rüstungsgütern über das Foreign Military Sales Programm gelten grundsätzlich keine besseren Bedingungen, als sie die US-Regierung selbst gegenüber den Herstellern aushandeln konnte. Die Kosten der Foreign Military Sales deckt die US-Regierung über zusätzliche Verwaltungskosten ab, macht darüber hinaus aber keine Gewinne bzw. Verluste. Die im Rahmen der Verträge genannten Preise sind allerdings keine Fixpreise, sondern können noch angepasst werden. Sollten die Kosten also höher ausfallen, trägt der Besteller das Kostenrisiko. Auf der anderen Seite werden bei niedrigeren Kosten die Einsparungen auch an die Kunden weitergegeben.

Die Risiken steigender Produktions- und Betriebskosten liegen damit grundsätzlich beim Käufer. Der Einfluss, steigende Kosten zu begrenzen, sind allerdings für diesen begrenzt. So hätten beispielsweise Entscheidungen der Vereinigten Staaten, die eigenen Beschaffungspläne zurückzufahren, unmittelbar Einfluss auf die Beschaffungskosten der ausländischen Käufer. Bei den Betriebskosten haben letztere einen eigenen Spielraum v.a. bei den Kosten des eigenen Personals und über die Nutzungsintensität.²⁰¹ Der Einfluss auf die übrigen Faktoren wäre aufgrund

der angesprochenen Abhängigkeit von den USA bzw. den Herstellern aber als eher gering einzuschätzen.

3.7 Ergebnis der Kostenabschätzung

Eine Kostenabschätzung für die angekündigte deutsche Beschaffung der F-35A ist mit vielen Unwägbarkeiten verbunden. Dies liegt unter anderem daran, dass es sich bei der F-35A Block 4 um ein Waffensystem handelt, das sich noch bis mindestens 2029 in der Weiterentwicklung befindet.

Im Rahmen dieser Studie wird auf Grundlage verschiedener, öffentlich bekannter Zahlen von im Ansatz vergleichbaren Beschaffungsvorhaben anderer Staaten davon ausgegangen, dass eine deutsche Beschaffung von 35 F-35A Block 4 die deutschen Steuerzahler:innen – konservativ geschätzt – mindestens 5,7 Milliarden Euro kosten dürfte. Dies beinhaltet jedoch weder zusätzliche Kosten für die Bewaffnung der Flugzeuge noch möglicherweise ebenfalls notwendige Investitionen in die Bundeswehr-Fliegerhorste.

Der sich daraus ergebende, durchschnittliche Systempreis von ca. 163 Mio. Euro pro F-35A liegt annähernd auf dem Niveau der in einer vorherigen Greenpeace-Studie durchgeführten, ebenfalls konservativen Schätzung für die F/A-18, von der die letzte Bundesregierung 45 Stück beschaffen wollte.²⁰² Dabei ist jedoch zu beachten, dass es sich bei diesem Flugzeugmuster um ein bewährtes und entsprechend zuverlässiges System handelt, bei dem auch die Kostenrisiken entsprechend geringer sind.

Bei einer Beschaffung der F-35A bestehen demgegenüber nicht nur die bereits oben erwähnten Entwicklungsrisiken, sondern auch erhebliche Risiken noch steigender Kosten. Während das Wechselkurs- und Inflationsrisiko allgemeiner Natur ist, wäre man bei den Beschaffungskosten vor allem von Entscheidungen der Vereinigten Staaten, die den maßgeblichen Einfluss auf das F-35-Programm ausüben, abhängig.

Die Risiken lassen sich aufgrund der Unwägbarkeiten nicht seriös in Zahlen fassen, allerdings dürften die Gesamtkosten über den gesamten Lebensweg deutscher F-35A, sollten sich diese Risiken nur teilweise realisieren, wesentlich höher liegen als die hier konservativ veranschlagten ca. 20 Mrd. Euro.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Beschaffung von Rüstungsgütern, die sich noch in der (Weiter)Entwicklung befinden, nicht ohne Risiken ist. Die Frage ist jedoch, ob nicht die Wahrscheinlichkeit, dass sich bestimmte Risiken realisieren, derart hoch ist, dass es angezeigt wäre, auf eine Beschaffung von bewährtem Gerät zu setzen. Zumaldest scheint es aber geboten, noch mit einer Beschaffungsentscheidung zu warten, bis über einige Punkte bei der Weiterentwicklung der F-35A Block 4 Klarheit herrscht.

4. Zusammenfassung & Wertung

Die Beschaffung und der Betrieb von Kampfflugzeugen ist teuer und zählt zu den größten Ausgabenposten im Verteidigungshaushalt. Die hier konservativ geschätzten Beschaffungskosten der F-35A von 5,7 Mrd. sind vor dem Hintergrund der enormen Kostenrisiken bereits sehr hoch. Insbesondere die geschätzten 14,25 Mrd. Euro an Betriebskosten, die über die gesamte Nutzungsdauer der Flugzeuge anfallen werden, bergen die Gefahr, noch deutlich nach oben korrigiert zu werden. Dabei sind die Betriebskosten der F-35A schon jetzt so hoch, dass selbst die US-Streitkräfte einen Betrieb im geplanten Umfang als unbezahlbar einschätzen.

Zudem ist derzeit noch nicht ganz klar, was die deutschen Steuerzahler:innen mit den weiterentwickelten F-35 Block 4 letztlich bekommen. Bei allen bislang produzierten F-35 handelt es sich um Modelle, die zwar eine anfängliche Einsatzfähigkeit erreicht haben mögen, aber bis dato nicht die bei militärischem Gerät geforderten, rigorosen Tests erfolgreich abgeschlossen haben. Obwohl der Produktionsbeginn der F-35 über zehn Jahre zurückliegt, können momentan nicht einmal die Verantwortlichen des F-35-Programms konkret sagen, wann ein Kampfflugzeug ohne Mängel und mit allen in Aussicht gestellten Fähigkeiten zu erwarten ist. Noch ist die F-35A auch nicht für einen Einsatz von Atombomben zertifiziert. Gerade für diesen umstrittenen Zweck soll die F-35A jedoch beschafft werden.

Statt auf ein ausgereiftes System zu setzen, würde die Bundesregierung im Ergebnis darauf vertrauen, dass die bestehenden Probleme gelöst werden und auch die enorm komplexe und herausfordernde Modernisierung gelingt. Hinzu kommt, dass auch die Eurofighter ECR, welche die Tornados im Bereich der elektronischen Kampfführung ersetzen sollen, erst noch entwickelt werden. Dabei ist Deutschland neben Frankreich und Spanien auch schon in die Entwicklung des Future Combat Aircraft System (FCAS) eingebunden.

Selbst unter dem Eindruck des Ukraine-Krieges muss gelten, Hektik und möglicherweise aus dieser resultierende Fehlentscheidungen zu vermeiden. Denn allein große Summen bringen nicht notwendigerweise die erhoffte zusätzliche Sicherheit.

Inwiefern durch eine Beschaffung der F-35A das durch die Bundesregierung proklamierte Ziel, die Einsatzbereitschaft und die Fähigkeiten der Bundeswehr nachhaltig zu stärken, erreicht werden kann, dürfte sich beim nun eingeschlagenen Pfad erst im Nachgang zeigen. Einige Lehren aus der Vergangenheit sollten jedoch bereits jetzt nachdenklich stimmen und jedenfalls zu Vorsicht mahnen.

5. Politikempfehlungen

- Der Bundestag sollte zum Beschaffungsvorhaben der F-35 öffentliche Anhörungen – auch internationaler Expert:innen, – insbesondere auch im Hinblick auf die Entwicklungs- und Kostenrisiken, durchführen. Eine umfassende und tiefgehende Befassung mit der Thematik sollte unter dem Blick der Öffentlichkeit stattfinden.
 - Der Bundestag sollte alsbald ein Beratungssuchantrag an den Bundesrechnungshof richten und um eine unabhängige Kostenrisikoanalyse bitten.
 - Der Bundestag sollte zudem das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Bundestag (TAB) um eine Rüstungstechnikfolgenabschätzung ersuchen. Im Rahmen einer Folgenabschätzung sollte untersucht werden, wie die Fähigkeiten der F-35 Block 4 (z.B. im Bereich *manned-unmanned teaming*) am Ende aussehen könnten und welche – möglicherweise destabilisierenden – Folgen dies für die internationale Sicherheit haben kann.
 - Im Rahmen von Verträglichkeitsprüfungen sollten die konkreten Auswirkungen (Lärm, Emissionen), welche insbesondere Anwohner:innen der Fliegerhorste durch den Betrieb der F-35A zu erwarten haben, geprüft werden.
- Aufgrund der Fülle an Problemen und Herausforderungen, die sowohl die schon produzierten F-35 als auch die Weiterentwicklung zur F-35 Block 4 betreffen, ist derzeit ein zurückhaltendes Vorgehen bei der Beschaffung ratsam.
 - Vor dem Hintergrund des hohen Automatisierungsgrades der F-35 (u.a. bei der Zielerfassung) und dem damit verbundenen Problem proprietärer Software sind die (operationellen) Testverfahren besonders kritisch. Sowohl die Verfahren als auch ihre Ergebnisse sollten durch die politischen Entscheidungsträger:innen entsprechend kontinuierlich begleitet und überprüft werden.
 - Dies gilt auch für das Prüfverfahren, neue Waffensysteme auf ihre völkerrechtliche Vereinbarkeit, insbesondere der Vereinbarkeit mit dem humanitären Völkerrecht, zu überprüfen, zu dessen Durchführung sich die Bundesrepublik Deutschland völkerrechtlich verpflichtet hat (Artikel 36 des ersten Zusatzprotokolls der Genfer Konventionen von 1977). Der Bundestag sollte das Beschaffungsvorhaben zum Anlass nehmen, für die Durchführung dieser Prüfverfahren nunmehr eine gesetzliche Grundlage mit konkreten Vorgaben zu schaffen.
 - Der Haushaltsausschuss sollte zunächst allenfalls die Beschaffung einer geringen Stückzahl als Demonstratoren billigen.
- Vor einer Billigung der Beschaffung durch den Haushaltsausschuss sollte eine politische – und auch öffentliche – Debatte unter Einbeziehung aller Faktoren stattfinden, auch unter dem Gesichtspunkt der beabsichtigten Nutzung als nukleare Trägersysteme.
 - Von einer Beschaffung sollte in jedem Fall abgesehen werden, wenn die F-35 die hohen Anforderungen, die an militärisches Gerät zu stellen sind, nicht durch den erfolgreichen Abschluss aller, auch nationalen, (operationellen) Tests und Prüfverfahren nachweisbar erfüllt hat.

Annex 1 – Überblick Systempreise F-35A

Jahr	Land	Anzahl	inkl. Waffen	Gesamtvolumen (in Mio. USD)	Systempreis pro Stück (in Mio. USD)	Quelle	Anmerkung
2022	Schweiz	36	ja	6.352,3	176,5	offiziell	F-35A Block 4
2022	Finnland	64	ja	12.500	195	DSCA	F-35A Block 4
2020	Schweiz	40	ja	6.580	164	DSCA	F-35A Block 4
2022	Schweiz	36		6.237,5	173	offiziell	F-35A Block 4
2022	Finnland	64		9.400	147	Presse	F-35A Block 4
2020	VAE	50		10.400	208	DSCA	kam nicht zustande
2019	Polen	32		4.600	144	Presse	
2019	Polen	32		6.500	204	DSCA	
2018	Belgien	34		6.530	192	DSCA	
2013	Südkorea	60		10.800	180	DSCA	
2012	Japan	32		10.000	312,5	DSCA	zunächst nur 4; mit Option auf weitere 28
2018	Belgien	34		5.100	150	DoD*	
2015	Japan	28		5.277,7	188,5	DoD*	zunächst 22 F- 35A; 2017 dann weitere 6
2015	Israel	50		7.800,3	156	DoD*	inkl. weitere 17 in 2017
2014	Südkorea	40		6.277	157	DoD*	

*DoD/Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR), „F-35 Lightning II Joint Strike Fighter Program“ (Dezember 2019), S. 78.

Annex 2 – Zahlen des schweizerischen Beschaffungspakets

vom Eidgenössischen Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport veröffentlicht²⁰³

Bestandteil des Beschaffungspakets	Kosten in Mio. USD (Euro)
36 x F-35A Block 4	4.029,5 (3.837,6)
Logistikpaket	2.028,4 (1.931,8)
Munition	112,5 (107,1)
Training, Missionsplanung, Evaluationssysteme	90,5 (86,2)
Absicherung technischer Risiken	86,2 (82,1)
Absicherung Kostenrisiko (Inflation)	5,2 (4,95)
GESAMT	6.352,3 (6.049,8)

Wechselkurs von 0,95 CHF = 1 USD, 1 Euro = 1,05 USD

Annex 3 – Überblick Betriebskostenschätzungen

bei deutscher Beschaffung von 35 F-35A mit Kosten von 5,7 Mrd. Euro

	Faktor	Gesamt-kosten (Lebens-zyklus)	Beschaffungs-kosten (Gesamt)	Betriebs-kosten, gesamt	Nutzungs-dauer/ Lebens-zyklus (Jahre)	jährliche Betriebskosten pro F-35A	deutsche Betriebs-kosten, gesamt (in Mrd. €)	Jährliche Betriebs-kosten für Deutschland
<u>Faustformel</u>	2						11,4	
<u>Faustformel</u>	2,5						14,25	
<u>Faustformel</u>	2,33						13,281	
<u>Faustformel</u>	3						17,1	
<u>CAPE-Schätzung</u>	3,25	1700 Mrd. USD	400 Mrd. USD	1300 Mrd. USD	66		18,525	
<u>NLD-Schätzung</u>	3		5,7 Mrd. €	17,14 Mrd. €	30	12,4 Mio. €	17,1	434 Mio. €
<u>NOR-Analyse</u>	2,5	37,8 Mrd. USD	10,8 Mrd. USD	27 Mrd. USD	37	19,5 Mio. USD	14,25	682,5 Mio. USD
<u>Faustformel</u>	0,12 p.a.				30		20,52	684 Mio. €

fett - Quelle entnommen

kursiv - abgeleitete Werte

Anmerkungen

¹ Ab Juni 2022 wird der Fliegerhorst Büchel umfassend saniert und ausgebaut. Deshalb werden 25 der dort stationierten Tornado Kampfbomber auf den Fliegerhorst Nörvenich bei Köln ausgelagert.

² Bundesverteidigungsministerium, 14. Rüstungsbericht Teil 1 (Dezember 2021), S. 64f.,
<https://www.bmvg.de/resource/blob/5325320/1f15343d355c6d77c332b06f27ebd025/download-14-ruestungsbericht-data.pdf>.

³ Department of Defense/Defense Acquisition Management Information Retrieval, „Selected Acquisition Report, F-35 Lightning II Joint Strike Fighter (JSF) Program (F-35)“ (Dezember 2019), S. 101,
<https://man.fas.org/eprint/F-35-SAR-2018.pdf>.

⁴ Insbesondere die Veröffentlichungen des US-Rechnungshofs (Government Accountability Office, GAO), des Director, Operational Test and Evaluation (DOT&E) und des Congressional Budget Office (CBO).

⁵ Beispielsweise durch das Project On Government Oversight (POGO).

⁶ GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 14, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.

⁷ Ibid., S. 14.

⁸ Ibid., S. 18.

⁹ GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 28, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.

¹⁰ Der Wert stellt den prozentualen Anteil der Zeit dar, in der ein Flugzeug in der Lage ist, Aufgaben zu erfüllen. Berücksichtigt werden dabei nur die Flugzeuge, die jeweils in ihren Einheiten sind. IGAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 7ff., <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.

¹¹ GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 7.

¹² Ibid..

¹³ Ibid..

¹⁴ DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 353.

¹⁵ GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 49, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.

¹⁶ DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 57.

¹⁷ GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 16, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.

¹⁸ Ibid., S. 15.

¹⁹ Siehe z.B. die Äußerungen bei DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 58, 65.

²⁰ Dan Grazier, „F-35 Program Stagnated in 2021 but DOD Testing Office Hiding Full Extent of Problem“ (POGO Website, 09.03.2022), <https://www.pogo.org/analysis/2022/03/f-35-program-stagnated-in-2021-but-dod-testing-office-hiding-full-extent-of-problem/>.

²¹ Megan Eckstein, „Spending bill would add five ships, 12 Super Hornets to Navy acquisition plans“ (DefenseNews, 09.03.2022), <https://www.defensenews.com/naval/2022/03/09/spending-bill-would-add-five-ships-12-super-hornets-to-navy-acquisition-plans/>.

²² Deutscher Bundestag, Bundestags-Drucksache 20/2090 (01.06.2022),
<https://dserver.bundestag.de/btd/20/020/2002090.pdf>.

²³ Regierungserklärung von Bundeskanzler Olaf Scholz vor dem Deutschen Bundestag (27.02.2022),
<https://www.bundestag.de/mediathek?videoid=7534034#url=L21IZGlhdGhla292ZXJsYXk/dmlkZW9pZD03NTM0MDM0&mod=mediathek>;

Deutscher Bundestag, Plenarprotokoll 20/19, <https://dserver.bundestag.de/btp/20/20019.pdf#P.1350>.

²⁴ Website des BMVg, „F-35: Nachfolger für den Tornado“ (14.03.2022), <https://www.bmvg.de/de/tornado-nachfolger-beschaffung-neue-kampfflugzeuge-fuer-truppe>.

²⁵ Bundesverteidigungsministerium, 14. Rüstungsbericht Teil 1 (Dezember 2021), S. 64f.,
<https://www.bmvg.de/resource/blob/5325320/1f15343d355c6d77c332b06f27ebd025/download-14-ruestungsbericht-data.pdf>.

²⁶ Koalitionsvertrag 2021-2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP), S. 118,
<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/04221173eef9a6720059cc353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1>.

-
- ²⁷ Neben den USA haben sich das Vereinigte Königreich, Italien, Niederlande, Australien, Kanada, Dänemark, Norwegen und die Türkei an den Entwicklungskosten beteiligt. Die Türkei – immerhin NATO-Mitglied – wurde 2019 aufgrund der Beschaffung russischer Flugabwehrsysteme aus dem F-35-Programm entfernt. Zuvor wurde bereits entschieden, keine F-35 mehr an die Türkei zu liefern.
- ²⁸ Das Joint Program Office (JPO) ist eine dem US-Verteidigungsministerium nachgeordnete Stelle, die für die Entwicklung, Produktion und Beschaffung der F-35 zuständig ist.
- ²⁹ Department of Defense/Defense Acquisition Management Information Retrieval, „Selected Acquisition Report, F-35 Lightning II Joint Strike Fighter (JSF) Program (F-35)“ (Dezember 2019), S. 101, <https://man.fas.org/eprint/F-35-SAR-2018.pdf>.
- ³⁰ Dies sind Belgien, Finnland, Israel, Japan, Polen, Singapur und Südkorea.
GAO, „F-35 Sustainment: DoD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 5, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.
- ³¹ Die Schweiz will beispielsweise 28 der 36 bestellten F-35A im italienischen Cameri produzieren lassen. Siehe armasuisse, Medienmitteilung „Air2030: Schweizer F-35A aus italienischer Produktion“ (24.03.2022), <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-87715.html>;
- ³² Lockheed Martin Website, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-35/f-35-global-partnership.html>.
- ³³ Ministerie van Defensie, Project Verwerving F-35: Jaarlijkse voortgangsrapportage 2021 (21.09.2021), S. 19, <https://open.overheid.nl/repository/ronl-e52d01b4-c288-493a-a267142ddb0a/1/pdf/project-verwerving-f-35-jaarlijke-voortgangsrapportage-2021.pdf>.
- ³⁴ Jeremiah Gertler, „F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Program“ (Congressional Research Service, 02.05.2022), S. 3; <https://sgp.fas.org/crs/weapons/RL30563.pdf>.
- ³⁵ Von Büchel könnte mit dieser Reichweite z.B. das östliche Staatsgebiet Polens bzw. ein Teil der russischen Exklave Kaliningrad erreicht werden.
- ³⁶ Moritz Kütt, „Kernwaffen in Deutschland – Hintergründe zur nuklearen Teilhabe“ (Greenpeace, Oktober 2020), S. 11, https://www.greenpeace.de/publikationen/s03061_gp_nukleare_teilhabe_studie_10_2020_fly_05.pdf.
- ³⁷ Jeremiah Gertler, „F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Program“ (Congressional Research Service, 14.01.2022), S. 9; <https://sgp.fas.org/crs/weapons/RL30563.pdf>.
So wurde bei der F-35 beispielsweise bekannt, dass sich die Beschichtung der Cockpithaube löst. Hierzu GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: DOD Needs to Update Modernization Schedule and Improve Data on Software Development“, GAO-21-226 (18.03.2021), S. 54, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-226.pdf>.
- ³⁸ Australian Government, Department of Defence, „Facilities Requirements for the New Air Combat Capability“ (Juni 2014), S. 12, <https://www.aph.gov.au/DocumentStore.ashx?id=b2b1ed75-dc16-447a-a878-b8670edb674d&subId=254100>.
- ³⁹ Dem liegt in den US-Streitkräften das Konzept des *network-centric warfare* zugrunde. Hierzu Clay Wilson, „Network Centric Operations: Background and Oversight Issues for Congress“ (Congressional Research Service, 15.03.2007), <https://sgp.fas.org/crs/natsec/RL32411.pdf>.
- ⁴⁰ Hierzu ist auch der englische Begriff *augmented reality* gebräuchlich.
- ⁴¹ Nach Darstellung eines Piloten soll es im realen Flugbetrieb allerdings mit den berührungsempfindlichen Displays zu Schwierigkeiten kommen und jeder fünfte Eingabe geht daneben. Hierzu Hushkit Website, „What is good and bad about the F-35 cockpit“ (21.01.2021), <https://hushkit.net/2021/01/21/what-is-good-and-bad-about-the-f-35-cockpit-a-panthers-guide-to-modern-cockpits/>.
- ⁴² Von Sprachsteuerung wird offenbar wenig Gebrauch gemacht. Hushkit Website, „What is good and bad about the F-35 cockpit“ (21.01.2021), <https://hushkit.net/2021/01/21/what-is-good-and-bad-about-the-f-35-cockpit-a-panthers-guide-to-modern-cockpits/>.
- ⁴³ Insbesondere die Veröffentlichungen des US-Rechnungshofs (Government Accountability Office, GAO), des Director, Operational Test and Evaluation (DOT&E) und des Congressional Budget Office (CBO).
- ⁴⁴ Beispielsweise durch das Project On Government Oversight (POGO).
- ⁴⁵ GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 14, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.
- ⁴⁶ Ibid., S. 14.
- ⁴⁷ Ibid., S. 18.
- ⁴⁸ GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 12, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- ⁴⁹ Valerie Insinna, „Two F-35 partners threatened to quit the program. Here's why they didn't.“ (DefenseNews, 19.06.2019), <https://www.defensenews.com/smr/hidden-troubles-f35/2019/06/12/two-f-35-partners-threatened-to-quit-the-program-heres-why-they-didnt/>;

Website des Schweizer Parlaments, Stellungnahme des Bundesrates (Schweiz) vom 26.08.2020 auf die

-
- Interpellation (20.3697) von Franziska Roth,
<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaef?AffairId=20203697>.
- 50 Hierzu u.a. GAO, „F-35 Aircraft Sustainment: DOD Needs to Address Substantial Supply Chain Challenges“, GAO-19-321 (25.04.2019), S. 18ff., <https://www.gao.gov/assets/gao-19-321.pdf>; GAO, „F-35 Aircraft Sustainment - DOD Faces Challenges in Sustaining a Growing Fleet“, GAO-20-234T (13.11.2019), <https://www.gao.gov/products/gao-20-234t>; GAO, „Weapon System Sustainment: DOD Needs a Strategy for Re-Designing the F-35's Central Logistics System“, GAO-20-316 (März 2020), <https://www.gao.gov/assets/gao-20-316.pdf>; GAO, „F-35 Sustainment: Enhanced Attention to and Oversight of F-35 Affordability Are Needed“, GAO-21-505T (22.04.2021), S. 10f., <https://www.gao.gov/assets/gao-21-505t.pdf>.
- 51 GAO, „F-35 Sustainment: Enhanced Attention to and Oversight of F-35 Affordability Are Needed“, GAO-21-505T (22.04.2021), S. 11., <https://www.gao.gov/assets/gao-21-505t.pdf>.
- 52 GAO, „F-35 Aircraft Sustainment: DOD Needs to Address Substantial Supply Chain Challenges“, GAO-19-321 (25.04.2019), S. 18, <https://www.gao.gov/assets/gao-19-321.pdf>.
- 53 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 12, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 54 Ibid., S. 32.
- 55 Ministerie van Defensie, Project Verwerving F-35: Jaarlijkse voortgangsrapportage 2021 (21.09.2021), <https://open.overheid.nl/repository/ronl-e52d01b4-c288-493a-803a-a267142ddb0a/1/pdf/project-verwerving-f-35-jaarlijke-voortgangsrapportage-2021.pdf>.
- 56 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 63.
- 57 GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 30, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.
- 58 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 2, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 59 GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 31, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.
- 60 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 15, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 61 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 353.
- 62 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 13, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 63 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 26.
- 64 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 16, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 65 Ibid., S. 15.
- 66 10 US Code § 4171; Dazu Dan Grazier, „F-35 Program Cutting Corners to “Complete” Development“ (POGO-Website, 29.08.2020), <https://www.pogo.org/investigation/2018/08/f-35-program-cutting-corners-to-complete-development/>.
- 67 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 49, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 68 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 49, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 69 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 57.
- 70 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 355.
- 71 Dazu Dan Grazier, „F-35 Program Cutting Corners to “Complete” Development“ (POGO-Website, 29.08.2020), <https://www.pogo.org/investigation/2018/08/f-35-program-cutting-corners-to-complete-development/>.
- 72 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 353; GAO, „Weapon System Sustainment: Aircraft Mission Capable Rates Generally Did Not Meet Goals and Cost of Sustaining Selected Weapon Systems Varied Widely“, GAO-21-101SP (19.11.2020), S. 2, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-101sp.pdf>.
- 73 Zum Vergleich: Die Klarstandsrate bei den Eurofightern der Luftwaffe wurde zuletzt im Wochenschnitt mit teilweise über 80 Prozent angegeben. BMVg, „Bericht zur materiellen Einsatzbereitschaft der Hauptwaffensysteme der Bundeswehr, II/2021“ (15.12.2021), S. 15, <https://www.bmvg.de/resource/blob/5325364/11a1d50cce70b7b1a8307adc16991f4d/download-bericht-zur-materiellen-einsatzbereitschaft-2-2021-data.pdf>.
- 74 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 58.
- 75 GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 7, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.

-
- 76 Der Wert stellt den prozentualen Anteil der Zeit dar, in der ein Flugzeug in der Lage ist, Aufgaben zu erfüllen. Berücksichtigt werden dabei nur die Flugzeuge, die jeweils in ihren Einheiten sind. Ibid., S. 7ff.
- 77 GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 7, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.
- 78 Ibid..
- 79 Ibid..
- 80 Ibid., S. 9.
- 81 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: DOD Needs to Update Modernization Schedule and Improve Data on Software Development“, GAO-21-226 (18.03.2021), S. 1, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-226.pdf>. Bei der agilen Softwareentwicklung wird versucht, die Entwurfsphase auf ein Mindestmaß zu reduzieren und im Entwicklungsprozess so früh wie möglich zu ausführbarer, aber ggf. auch mit Fehlern verbundenen, Software zu gelangen. Diese wird dann in regelmäßigen Abständen überarbeitet und verbessert. Agile Softwareentwicklung zeichnet sich durch eine iterative und inkrementelle Vorgehensweise aus. Darunter kann man sich ein schrittweises Vorgehen unter regelmäßiger Rücksprache mit dem Auftraggeber vorstellen, wobei das Endprodukt in der Regel nicht vorab feststeht.
- 82 Website Lockheed Martin, „What Do F-35 Advanced Capability Upgrades Bring to 21st Century Security?“ (27.04.2022), <https://www.lockheedmartin.com/f35/news-and-features/what-do-f35-upgrades-bring-to-21st-century-security.html>.
- 83 Robin Hughes, „JSM enters series production“ (Janes Website, 27.11.2021), <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/jsm-enters-series-production>;
- Jeremiah Gertler, „F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Program“ (Congressional Research Service, 02.05.2022), S. 23; <https://sgp.fas.org/crs/weapons/RL30563.pdf>.
- 84 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: DOD Needs to Update Modernization Schedule and Improve Data on Software Development“, GAO-21-226 (18.03.2021), S. 27, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-226.pdf>.
- 85 Ibid.
- 86 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 54.
- 87 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 26, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 88 DoD/Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR), „F-35 Lightning II Joint Strike Fighter Program“ (Dezember 2019), S. 193.
- 89 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 26, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 90 Ibid.
- 91 Laut eines Vertreters von Lockheed Martin im Rahmen einer Anhörung im US-Repräsentantenhaus. House Armed Services Committee No. 117-22 (22.04.2021), S. 193, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-117hhrg45012/pdf/CHRG-117hhrg45012.pdf>.
- 92 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: DOD Needs to Update Modernization Schedule and Improve Data on Software Development“, GAO-21-226 (18.03.2021), S. 1 & 11, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-226.pdf>.
- 93 Ibid., S. 11.
- 94 DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 56.
- 95 Ibid., S. 48.
- 96 Ibid., S. 355. Siehe auch oben unter 1.b)(4).
- 97 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 25, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 98 Ibid., S. 22.
- 99 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: DOD Needs to Update Modernization Schedule and Improve Data on Software Development“, GAO-21-226 (18.03.2021), S. 34, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-226.pdf>.
- 100 GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 25, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- 101 Die bislang durchgeführten anfänglichen operationellen Tests sprechen dafür, dass die F-35 erst mit F-35 Block 4 (40 Serie), also mit TR-3 und späteren Softwareversionen, nuklearwaffenfähig werden könnte. DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 54ff..
- 102 Website Lockheed Martin, <https://www.lockheedmartin.com/f35/about/5th-gen-capabilities.html>.
- 103 United States Air Force, „Small Unmanned Aircraft Systems (SUAS) Flight Plan: 2016-2036. Bridging the Gap Between Tactical and Strategic“ (2016), S. 45.

-
- ¹⁰⁴ So zumindest eine Sprecherin des Joint Program Office (JPO). Steve Trimble, „Manned-Unmanned Teaming Eyed For F-35 Block 4“ (Aviation Week Network, 18.04.2022). <https://aviationweek.com/defense-space/multi-mission-aircraft/manned-unmanned-teaming-eyed-f-35-block-4>.
- ¹⁰⁵ GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 23, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- ¹⁰⁶ Laut eines Vertreters von Lockheed Martin im Rahmen einer Anhörung im US-Repräsentantenhaus; House Armed Services Committee No. 117-22 (22.04.2021), S. 193, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CHRG-117hhrg45012/pdf/CHRG-117hhrg45012.pdf>.
- ¹⁰⁷ Valerie Insinna, „New F-35 modernization plan could come with hefty \$16B price“ (DefenseNews, 08.03.2018), <https://www.defensenews.com/air/2018/03/08/new-f-35-modernization-plan-could-come-with-hefty-16b-price-tag/>.
- ¹⁰⁸ Mark A. Lorell et al., „Do Joint Fighter Programs Save Money?“ (RAND, 2013), S. 39, <http://www.rand.org/pubs/monographs/MG1225.html>. Im Fall der F-35 kann ergänzend hinzugefügt werden, dass auch der Wunsch nach immer weiteren Fähigkeiten dazu beiträgt und die Behebung von Mängeln demgegenüber hintenansteht.
- ¹⁰⁹ Mark A. Lorell et al., „Do Joint Fighter Programs Save Money?“ (RAND, 2013), S. 39f., <http://www.rand.org/pubs/monographs/MG1225.html>.
- ¹¹⁰ Megan Eckstein, „Spending bill would add five ships, 12 Super Hornets to Navy acquisition plans“ (DefenseNews, 09.03.2022), <https://www.defensenews.com/naval/2022/03/09/spending-bill-would-add-five-ships-12-super-hornets-to-navy-acquisition-plans/>.
- ¹¹¹ Für das Jahr 2021 wurden beispielsweise 60 F-35A-Flugzeuge vom US-Kongress genehmigt. Douglas Berrie et al., „US FY2023 defence budget request: something old, something new...“ (IISS Blog, 14.04.2022), <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2022/04/us-fy2023-defence-budget-request-something-old-something-new>
- ¹¹² Brent Eastwood, „NGAD and F-15EX: Why the F-35 Stealth Fighter Is Being Cut?“ (Online-Publikation 1945, 30.03.2022), <https://www.19fortyfive.com/2022/03/ngad-and-f-15ex-why-the-f-35-stealth-fighter-is-being-cut/>.
- ¹¹³ Siehe z.B. die Äußerungen bei DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 58, 65.
- ¹¹⁴ Dan Grazier, „F-35 Program Stagnated in 2021 but DOD Testing Office Hiding Full Extent of Problem“ (POGO Website, 09.03.2022), <https://www.pogo.org/analysis/2022/03/f-35-program-stagnated-in-2021-but-dod-testing-office-hiding-full-extent-of-problem/>.
- ¹¹⁵ DOT&E, „FY 2021 Annual Report (CUI)“ (Januar 2022), S. 53.
- ¹¹⁶ In Belgien, Deutschland, Italien, den Niederlanden und der Türkei. Center for Arms Control and Non-Proliferation, Fact Sheet „U.S. Nuclear Weapons in Europe“ (August 2021), https://armscontrolcenter.org/wp-content/uploads/2021/08/NATO_NSNW_factsheet.pdf.
- ¹¹⁷ Abschluss-Communiqué der Staats- und Regierungschefs zum NATO-Gipfel 2018.
- ¹¹⁸ Otfried Nassauer/Gerhard Piper, „Atomwaffen-Modernisierung in Europa - Das Projekt B61-12“ (BITS-Website, August 2012), <https://www.bits.de/public/researchreport/rr12-1-1.htm>.
- ¹¹⁹ Zu den technischen Details siehe Moritz Kütt, „Kernwaffen in Deutschland – Hintergründe zu nuklearen Teilhabe“ (Greenpeace, Oktober 2020), S. 7ff., https://www.greenpeace.de/publikationen/s03061_gp_nukleare_teilhabe_studie_10_2020_fly_05.pdf; Hans Kristensen, „B61 LEP: Increasing NATO Nuclear Capability and Precision Low-Yield Strikes“ (Website der Federation of Atomic Scientists, 15.06.2011), <https://fas.org/blogs/security/2011/06/b61-12/>.
- ¹²⁰ Whitney Spivey, „Celebrating success with an eye on the future“ (Los Alamos National Laboratory Website, 22.04.2022), <https://discover.lanl.gov/publications/national-security-science/2022-spring/b61-12>.
- Trotz einer Vielzahl durchgeföhrter Tests, hat die B61-12 noch nicht die Stufe der anfänglichen Einsatzfähigkeit (*initial operating capability*) erreicht.
- ¹²¹ Kristen Meub, „B61-12 production begins (Website Sandia National Laboratories“, 11.02.2022), <https://www.sandia.gov/labnews/2022/02/11/b61-12-production-begins/>
- ¹²² Jeremiah Gertler, „F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Program“ (Congressional Research Service, 14.01.2022), <https://sgp.fas.org/crs/weapons/RL30563.pdf>, S. 20.
- ¹²³ Lindsay Heflin, „F-35A reaches milestone test with refurbished nuclear gravity bombs“ (Website Eglin Air Force Base, 06.10.2021), <https://www.eglin.af.mil/News/Article-Display/Article/2802149/f-35a-reaches-milestone-test-with-refurbished-nuclear-gravity-bombs/>
- ¹²⁴ Giancarlo Casem, „F-35 ITF’s Dual Capable Aircraft Team wins national aviation award“ (Website Edwards Air Force Base, 17.02.2022), <https://www.edwards.af.mil/News/Article/2940015/f-35-itfs-dual-capable-aircraft-team-wins-national-aviation-award/>

¹²⁵ Lindsay Heflin, „F-35A reaches milestone test with refurbished nuclear gravity bombs“ (Website Eglin Air Force Base, 06.10.2021), <https://www.eglin.af.mil/News/Article-Display/Article/2802149/f-35a-reaches-milestone-test-with-refurbished-nuclear-gravity-bombs/>

¹²⁶ Giancarlo Casem, „F-35 ITF’s Dual Capable Aircraft Team wins national aviation award“ (Website Edwards Air Force Base, 17.02.2022), <https://www.edwards.af.mil/News/Article/2940015/f-35-itfs-dual-capable-aircraft-team-wins-national-aviation-award/>.

¹²⁷ Ibid.

¹²⁸ Insbesondere unter 1.c) und d).

Zur allgemeinen Problematik des Versuchs einer Kostenabschätzung siehe Otfried Nassauer/Ulrich Scholz, „Teuer und umstritten – die Tornado-Nachfolge“ (Greenpeace, Juli 2020), S. 18f.,
https://www.greenpeace.de/publikationen/greenpeace_bits_kosten_tornadonachfolger_studie_07_2020.pdf.

¹³⁰ In der mittlerweile außer Kraft gesetzten Department of Defense Instruction 5000.33 vom 15. August 1977 heißt es, dass die Flyaway-Kosten „Elemente der Hauptsystemausrüstung (wie Grundaufbau, Antrieb, Elektronik, inkl. von der Regierung bereitgestellte Ausrüstung usw.), System-/Projektmanagement und Systemtestauswertung“ umfassen. Ähnlich liest sich auch eine aktuelle Definition der Website der Defense Security Cooperation Agency (DSCA), <https://samm.dsca.mil/glossary/flyaway-costs>: „*The costs related to the production of a usable end item of military hardware. Flyaway cost include the cost of procuring the basic unit (airframe, hull, chassis, etc.), a percentage of basic unit for changes allowance, propulsion equipment, electronics, armament, and other installed government-furnished equipment, and nonrecurring production costs. Flyaway cost equates to rollaway and sail-away costs.*“

¹³¹ Siehe hierzu die Beispiele bei DoD, „FY 2022 Budget Estimates – Aircraft Procurement, Air Force Vol-1“ (Mai 2021), S. 43 (pdf).

¹³² DoD, „FY 2022 Budget Estimates – Aircraft Procurement, Air Force Vol-II Mods“ (Mai 2021), S. 263 (pdf).

¹³³ Hierzu die Kostenzusammensetzung bei DoD, „FY 2022 Budget Estimates – Aircraft Procurement, Air Force Vol-1“ (Mai 2021), S. 43 (pdf).

¹³⁴ Siehe z.B. DoD/Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR), „F-35 Lightning II Joint Strike Fighter Program“ (Dezember 2019), S. 9.

¹³⁵ John Tirpak, „Six Months Late to a Deal, F-35 Lot 15-17 Contract Negotiations Drag On“ (Website Air Force Magazine, 19.04.2022), <https://www.airforcemag.com/six-months-late-to-a-deal-f-35-lot-15-17-contract-negotiations-drag-on/>.

¹³⁶ DoD, „FY 2022 Budget Estimates – Aircraft Procurement, Air Force Vol-1“ (Mai 2021), S. 43 (pdf) nennt ca. 78,6 Mio USD pro F-35A für das Fiskaljahr 2021 (4716 Mio. USD bei 60 Stück). Im Fiskaljahr 2022 werden ca. 80 Mio. USD pro Stück veranschlagt (3836 Mio. bei 48 Stück).

¹³⁷ DoD, „FY 2022 Budget Estimates – Aircraft Procurement, Air Force Vol-1“ (Mai 2021), S. 61 (pdf) veranschlagt beispielsweise ca. 89,7 Mio USD pro F-15EX im Fiskaljahr 22 (1077 Mio. USD bei 12 Stück).

¹³⁸ Valerie Insinna, „Full rate production for F-35 is at least another year away“ (Website Breaking Defense, 08.03.2022), <https://breakingdefense.com/2022/03/full-rate-production-for-f-35-is-at-least-another-year-away/>.

¹³⁹ GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 19, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.

¹⁴⁰ Marcus Weisgerber, „Inflation, Supply Problems Could Push F-35 Cost Higher Than Expected, Lockheed Says“ (Website Defense One, 19.04.2022), <https://www.defenseone.com/business/2022/04/inflation-supply-problems-could-push-f-35-cost-higher-expected-lockheed-says/365856/>.

¹⁴¹ Medienmitteilung Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, „Air2030: Verträge für F-35A und Patriot liegen vor“ (26.11.2021), <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-86118.html>.

¹⁴² Siehe armasuisse, Medienmitteilung „Air2030: Schweizer F-35A aus italienischer Produktion“ (24.03.2022), <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-87715.html>.

¹⁴³ Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller)/Chief Financial Officer, „Program Acquisition Costs by Weapon System“ (April 2022), S. 20 (pdf).

¹⁴⁴ DoD, „FY 2022 Budget Estimates – Aircraft Procurement, Air Force Vol-1“ (Mai 2021), S. 61 (pdf) veranschlagt beispielsweise ca. 89,7 Mio USD pro F-15EX im Fiskaljahr 22 (1077 Mio. USD bei 12 Stück).

¹⁴⁵ Ähnlich Otfried Nassauer/Ulrich Scholz, „Teuer und umstritten – die Tornado-Nachfolge“ (Greenpeace, Juli 2020), S. 25,
https://www.greenpeace.de/publikationen/greenpeace_bits_kosten_tornadonachfolger_studie_07_2020.pdf.

¹⁴⁶ Frank Jungbluth, „Ministerin will F-35 für die nukleare Teilhabe kaufen“ (Website Deutscher Bundeswehrverband, 14.03.2022), <https://www.dbvv.de/aktuelle-themen/blickpunkt/beitrag/tornado-tornado>.

¹⁴⁷ Dem folgend wird z.B. die DSCA-Meldung aus dem Jahr 2008 (<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2008-10-15/pdf/E8-24401.pdf>) über das israelische Beschaffungsvorhaben nicht berücksichtigt, da ihr eine gemischte Beschaffung (F-35A und F-35B) zugrunde liegt.

¹⁴⁸ So lagen beispielsweise die Kosten des Folge-Supports für die südkoreanische F-35-Flotte laut einer DSCA-Meldung aus dem Jahr 2020 bei 675 Mio. USD, <https://www.dsca.mil/press-media/major-arms-sales/korea-f-35-follow-support>.

¹⁴⁹ 1 Euro = 1,05 USD.

¹⁵⁰ Website Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, Medienmitteilung „Air2030: Verträge für F-35A und Patriot liegen vor“ (26.11.2021),
<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-86118.html>.

¹⁵¹ Website Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, Medienmitteilung „Air2030: Verträge für F-35A und Patriot liegen vor“ (26.11.2021),
<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-86118.html>;
DSCA, Meldung „Switzerland – F-35 Joint Strike Fighter Aircraft and Weapons“ (30.09.2020),
<https://www.dsca.mil/press-media/major-arms-sales/switzerland-f-35-joint-strike-fighter-aircraft-and-weapons>.

¹⁵² Bundestags-Drucksache 19/27108, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Linken (01.03.2021), <https://dserver.bundestag.de/btd/19/271/1927108.pdf>.

¹⁵³ DoD/CAPE, Operating and Support Cost Estimating Guide (September 2020), S. 6,
https://www.cape.osd.mil/files/OS_Guide_Sept_2020.pdf.

¹⁵⁴ DoD, Operating and Support Cost Estimating Guide (September 2020), S. 6: ähnlich Otfried Nassauer/Ulrich Scholz, „Teuer und umstritten – die Tornado-Nachfolge“ (Greenpeace, Juli 2020), S. 25,
https://www.greenpeace.de/publikationen/greenpeace_bits_kosten_tornadonachfolger_studie_07_2020.pdf.

¹⁵⁵ Hierzu beispielsweise Paul Desmier, „Forecasting the Operating and Maintenance Costs of Aircraft“ (Defence Research and Development Canada, März 2021); Gregory G. Hildebrandt and Man-bing Sze, „An Estimation of USAF Aircraft Operating and Support Cost Relations“ (RAND, 1990).

¹⁵⁶ BMVg, „Lebenswegkostenmanagement in den Phasen des CPM (Life Cycle Cost Management)“, Zentrale Dienstvorschrift A-1510/1 (Stand April 2021).

¹⁵⁷ Website SRF, „Neue Kampfjets sollen insgesamt 18 Milliarden kosten“ (31.05.2020),
<https://www.srf.ch/news/abstimmung-27-september-2020/kampfjetbeschaffung/schaetzung-des-bundes-neue-kampfjets-sollen-insgesamt-18-milliarden-kosten>.

¹⁵⁸ Foreign Affairs, Defence and Trade References Committee (Australien), „Planned acquisition of the F-35 Lightning II (Joint Strike Fighter)“ (Oktober 2016), report-1.pdf, S. 53,
https://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Foreign_Affairs_Defence_and_Trade/JointStrikeFighter~/media/Committees/fadt_ctte/JointStrikeFighter/report.pdf.

¹⁵⁹ Office of the Undersecretary of Defense, Memorandum for Acquisition Professionals „Better Buying Power: Guidance for Obtaining Greater Efficiency and Productivity in Defense Spending“ (14.09.2010), S. 2,
https://www.acq.osd.mil/fo/docs/USD_ATL_Guidance_Memo_September_14_2010_FINAL.PDF.

¹⁶⁰ Otfried Nassauer/Ulrich Scholz, „Teuer und umstritten – die Tornado-Nachfolge“ (Greenpeace, Juli 2020), S. 25, https://www.greenpeace.de/publikationen/greenpeace_bits_kosten_tornadonachfolger_studie_07_2020.pdf; Christoph Vollenweider, Positionspapier „Herausforderung neues Kampfflugzeug für die Schweiz“ (Stiftung Lilienberg Unternehmerforum, überarbeitete 2. Ausgabe, Mai 2018),
https://www.lilienberg.ch/fileadmin/user_upload/Lilienberg%20Bilder/PDF/Gedanken/1805_Herausforderung_neues_Kampfflugzeug_f%C3%BCr_die_Schweiz.pdf.

¹⁶¹ Analyse von André Blattmann (abrufbar über Website der Sozialdemokratischen Partei der Schweiz), S. 8,
<https://www.sp-ps.ch/sites/default/files/documents/blattmann.pdf>.

¹⁶² R. A. Groves, „Defence Economic Trends Contributing to Rising Costs in the O&M Program“, (Internes Memorandum, 29.11.2006) [nach Paul Desmier, „Forecasting the Operating and Maintenance Costs of Aircraft“ (Defence Research and Development Canada, März 2021), S. 167].

¹⁶³ GAO, „F-35 Sustainment: Enhanced Attention to and Oversight of F-35 Affordability Are Needed“, GAO-21-505T (22.04.2021), S. 14, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-505t.pdf>.

¹⁶⁴ Ministerie van Defensie, Project Verwerving F-35: Jaarlijkse voortgangsrapportage 2021 (21.09.2021), S. 46, <https://open.overheid.nl/repository/ronl-e52d01b4-c288-493a-a267142ddb0a/1/pdf/project-verwerving-f-35-jaarlijkse-voortgangsrapportage-2021.pdf>.

¹⁶⁵ Francis Tusa, „The Weight of Evidence: Norwegian Defence Budget and F-35 Costings“ (Post auf der Website Defense-Aerospace, 29.11.2021), https://www.defense-aerospace.com/articles-view/feature/5/216023/norwegian-defence-budget-reveals-real-f_35-costs-%3C%3E%28free-access%29%3C%2A7i%3E.html

¹⁶⁶ GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 40, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.

-
- ¹⁶⁷ Michael Boito et al., „Metrics to Compare Aircraft Operating and Support Costs in the Department of Defense“ (RAND, 2015), S. 34,
https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1100/RR1178/RAND_RR1178.pdf.
- ¹⁶⁸ So z.B. der Vergleich mit den Kosten einer F-16C/D im letzten veröffentlichten Selected Acquisition Report (SAR) von Dezember 2019. DoD/Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR), „F-35 Lightning II Joint Strike Fighter Program“ (Dezember 2019), S. 102.
- ¹⁶⁹ Michael Boito et al., „Metrics to Compare Aircraft Operating and Support Costs in the Department of Defense“ (RAND, 2015), S. 19,
https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1100/RR1178/RAND_RR1178.pdf.
- ¹⁷⁰ Ibid., S. 2.
- ¹⁷¹ GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 40, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.
- ¹⁷² Nutzung des Inflationsrechners des US Bureau of Labor Statistics,
https://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm.
- ¹⁷³ Bei Kurs 1 Euro = 1,05 Dollar.
- ¹⁷⁴ Michael Boito et al., „Metrics to Compare Aircraft Operating and Support Costs in the Department of Defense“ (RAND, 2015), S. 19,
https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR1100/RR1178/RAND_RR1178.pdf.
- ¹⁷⁵ GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 40, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.
- ¹⁷⁶ CBO, „Availability and Use of F-35 Fighter Aircraft“ (April 2022), S. 7,
<https://www.cbo.gov/system/files/2022-04/57842-F35.pdf>.
- ¹⁷⁷ GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 40, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.
- ¹⁷⁸ GAO, „Weapon System Sustainment: Aircraft Mission Capable Rates Generally Did Not Meet Goals and Cost of Sustaining Selected Weapon Systems Varied Widely“, GAO-21-101SP (19.11.2020), S. 126ff.,
<https://www.gao.gov/assets/gao-21-101sp.pdf>.
- ¹⁷⁹ CBO, „Availability and Use of F-35 Fighter Aircraft“ (April 2022), S. 7,
<https://www.cbo.gov/system/files/2022-04/57842-F35.pdf>.
- ¹⁸⁰ GAO, „F-35 Sustainment: Need for Affordable Strategy, Greater Attention to Risks, and Improved Cost Estimates“, GAO-14-778 (23.09.2014), S.31, <https://www.gao.gov/assets/gao-14-778.pdf>.
- ¹⁸¹ Der frühere Schweizer Armeechef André Blattmann nennt Kosten von mindestens 100.000 CHF pro Flugstunde. Analyse von André Blattmann (abrufbar über Website der Sozialdemokratischen Partei der Schweiz), S. 8, <https://www.sp-ps.ch/sites/default/files/documents/blattmann.pdf>.
- ¹⁸² Aussage von Georg Mader von Jane's Defence laut Nina Weißensteiner/Conrad Seidl, „Eine Stunde im Eurofighter um 100.000 Euro“ (Website Der Standard, 22.06.2020),
<https://www.derstandard.at/consent/tcf/story/2000118208587/eine-stunde-im-eurofighter-um-100-000-euro>
- ¹⁸³ GAO, „F-35 Sustainment: Need for Affordable Strategy, Greater Attention to Risks, and Improved Cost Estimates“, GAO-14-778 (23.09.2014), S.9, <https://www.gao.gov/assets/gao-14-778.pdf>.
- ¹⁸⁴ Volker Witting, „Deutsche Luftwaffe - mit Flugzeugen, aber ohne Piloten“ (Website Deutsche Welle, 06.09.2019), <https://www.dw.com/de/deutsche-luftwaffe-mit-flugzeugen-aber-ohne-piloten/a-50275916>
- ¹⁸⁵ <https://dserver.bundestag.de/bid/19/271/1927108.pdf>
- ¹⁸⁶ DoD/Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR), „F-35 Lightning II Joint Strike Fighter Program“ (Dezember 2019), S. 102.
- ¹⁸⁷ CBO, „Availability and Use of F-35 Fighter Aircraft“ (April 2022), S. 7,
<https://www.cbo.gov/system/files/2022-04/57842-F35.pdf>.
- ¹⁸⁸ Karl Schwarz, „Preis-Update für die F-35A“ (Website Flugrevue, 26.11.2021),
<https://www.flugrevue.de/militaer/air2030-programm-in-der-schweiz-preis-update-fuer-die-f-35a/>.
- ¹⁸⁹ GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 1, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.
- ¹⁹⁰ Otfried Nassauer/Ulrich Scholz, „Teuer und umstritten – die Tornado-Nachfolge“ (Greenpeace, Juli 2020), S. 25, https://www.greenpeace.de/publikationen/greenpeace_bits_kosten_tornadonachfolger_studie_07_2020.pdf.
- ¹⁹¹ GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 43, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.
- ¹⁹² GAO, „F-35 Joint Strike Fighter: Cost Growth and Schedule Delays Continue“, GAO-22-105128 (25.04.2022), S. 13, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105128.pdf>.

¹⁹³ Dan Grazier, „F-35 Program Stagnated in 2021 but DOD Testing Office Hiding Full Extent of Problem“ (POGO Website, 09.03.2022), <https://www.pogo.org/analysis/2022/03/f-35-program-stagnated-in-2021-but-dod-testing-office-hiding-full-extent-of-problem/>

¹⁹⁴ GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 51, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.

¹⁹⁵ Congressional Research Service, „FY2022 NDAA: Procurement Authorizations“, S. 4, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IN/IN11870/2>.

¹⁹⁶ GAO, „F-35 Sustainment: Need for Affordable Strategy, Greater Attention to Risks, and Improved Cost Estimates“, GAO-14-778 (23.09.2014), <https://www.gao.gov/assets/gao-14-778.pdf>; GAO, „F-35 Aircraft Sustainment - DOD Faces Challenges in Sustaining a Growing Fleet“, GAO-20-234T (13.11.2019), <https://www.gao.gov/products/gao-20-234t>; GAO, F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability, GAO-21-439 (07.07.2021), <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.

¹⁹⁷ GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 31, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.

¹⁹⁸ Ibid., S. 31; GAO, „F-35 Sustainment: DOD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability“, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 45, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.

¹⁹⁹ GAO, „F-35 Sustainment - DoD Needs to Cut Billions in Estimated Costs to Achieve Affordability“, GAO-21-439 (07.07.2021), S. 49, <https://www.gao.gov/assets/gao-21-439.pdf>.

²⁰⁰ GAO, „F-35 Sustainment: DOD Faces Several Uncertainties and Has Not Met Key Objectives“, GAO-22-105995 (28.04.2022), S. 31, <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105995.pdf>.

²⁰¹ Die Personalkosten umfassen schätzungsweise nur ein Viertel der gesamten Betriebskosten.

²⁰² Otfried Nassauer/Ulrich Scholz, „Teuer und umstritten – die Tornado-Nachfolge“ (Greenpeace, Juli 2020), S. 15, https://www.greenpeace.de/publikationen/greenpeace_bits_kosten_tornadonachfolger_studie_07_2020.pdf.

²⁰³ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-86118.html>