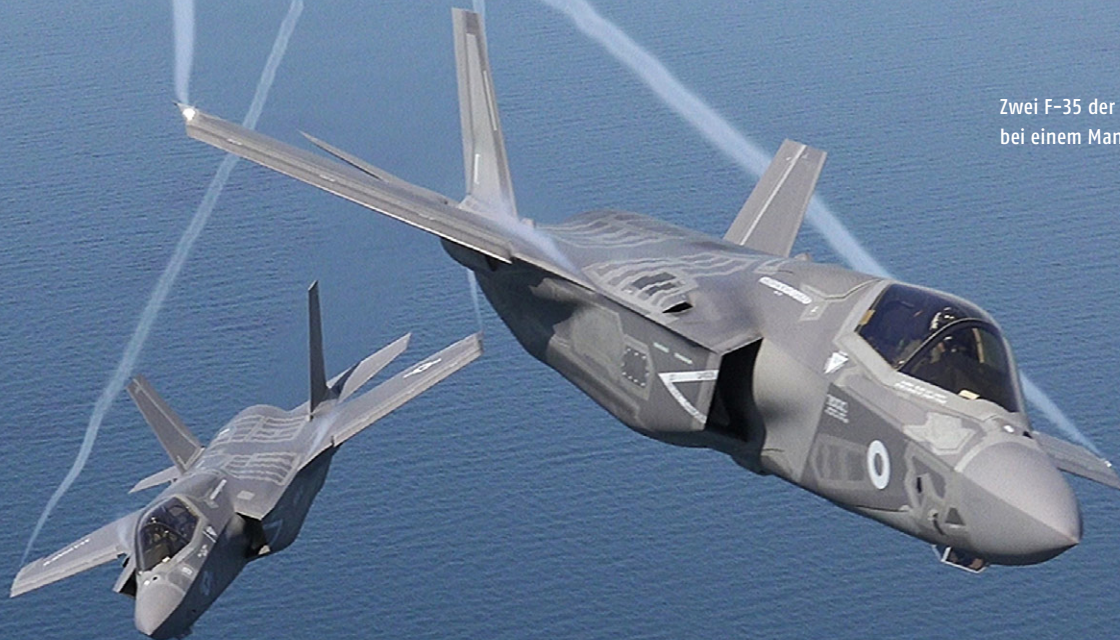


Zwei F-35 der Royal Air Force
bei einem Manöver



Fotos - wenn nicht anders bezeichnet: U.S. Air Force

KONSEQUENZ AUS DEM KRIEG GEGEN DIE UKRAINE

F-35 für die deutsche Luftwaffe

Der Überfall Russlands auf die benachbarte Ukraine hat zu einem radikalen Umdenken in Europa geführt. In Deutschland soll die Bundeswehr modernisiert werden – die Luftwaffe wird den Stealth-Jet F-35 erhalten.

Der Ausbruch eines Krieges in Europa hat vieles verändert. Seit dem Überfall Russlands auf den Nachbarn Ukraine am 24. Februar 2022 haben sich die deutschen Perspektiven der Sicherheitspolitik radikal verschoben. Eine der Entscheidungen, welche die Wende in der Verteidigungsstrategie besonders sichtbar macht, ist die deutsche Kaufabsicht für den amerikanischen Stealth-Fighter Lockheed Martin F-35.

Tornado-Nachfolger dringend gesucht

Für die Bundeswehr gilt innerhalb der NATO das Konzept der „Nuklearen Teilhabe“. Im Verteidigungsfall entscheiden die an der Teilhabe beteiligten Mitglieder der NATO über einen Einsatz von Atomwaffen. Die Atomwaffen selbst stehen unter der Kontrolle der USA, die Länder müssen für geeig-

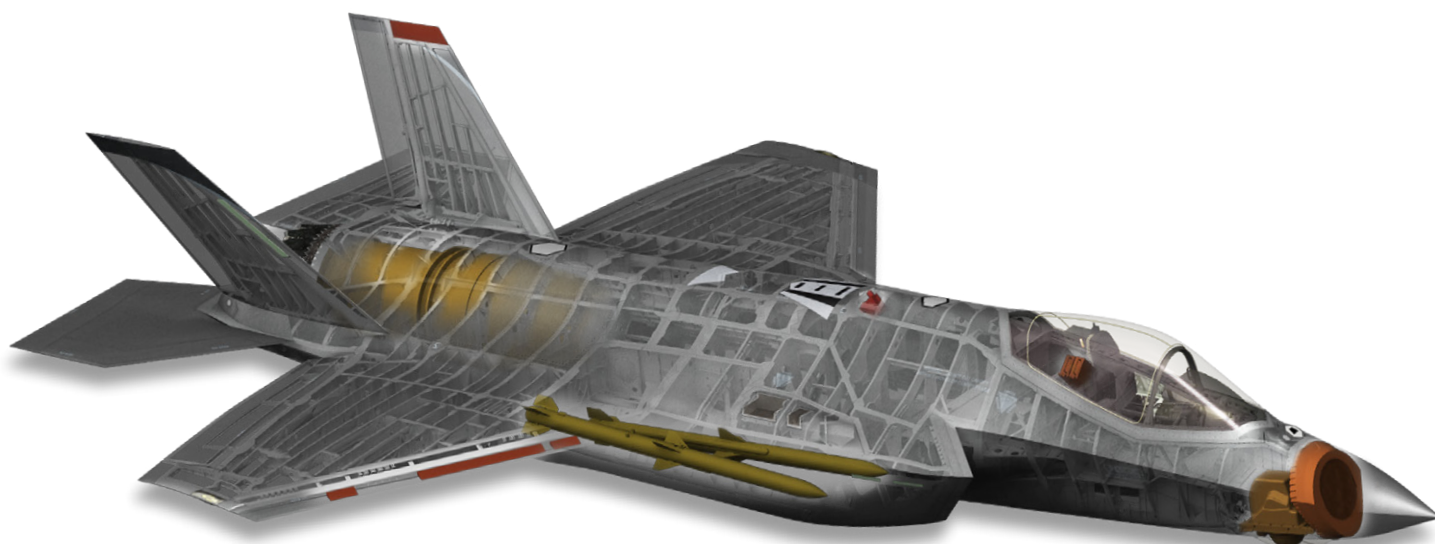
nete Trägermittel, also Flugzeuge, Raketen, Geschütze oder Flugkörper sorgen. In Deutschland wurde der Kampffjet Tornado dafür ausgewählt. Dazu mussten neben den organisatorischen auch die technischen Voraussetzungen für einen Einsatz von US-Atomwaffen vom Tornado aus geschaffen werden. Nun ist der Tornado in die Jahre gekommen und 90 Flugzeuge soll ab 2025 schrittweise bis zum Jahr 2030 aus dem Dienst genommen werden. Die Entscheidung über ein Nachfolgemuster wurde von heftigen Diskussionen begleitet.

Das Bundesministerium der Verteidigung entschied im Herbst 2019, es werden 30 F/A-18 Super Hornet und 15 EA-18G Growler für die Luftwaffe angeschafft. Die mögliche Anschaffung des Eurofighter für diesen Zweck wurde verworfen, da die Zertifizierung für den nuklearen Einsatz des

Musters erst frühestens 2030 erwartet wird. Ein Kriterium für die beiden Varianten der F/A-18 war, Europa plane die Entwicklung eines eigenen Kampfflugzeugs der sechsten Generation, des FCAS (Future Combat Air System). Deswegen sei der Kauf eines modernen Stealth-Flugzeugs nicht notwendig. Damit war die F/A-18 im Prinzip als Lückenbühler für die zehn Jahre zwischen dem Ende des Tornado-Einsatzes bis zum Erscheinen des FCAS ab 2040 gedacht. Für diese Jets der Bundeswehr war ein ernsthafter Einsatz in einer Gefahrenzone wohl nicht befürchtet worden. Das hat sich geändert.

Überlebensfähig als Merkmal

Am Beginn der 1990er-Jahre dachte das amerikanische Militär über ein Nachfolgemodell für die F-16, A/F-18 und F-111 nach. Es sollte gleich mehrere



Innerer Aufbau der Lockheed Martin F-35A. Im internen Waffenschacht auf der Steuerbordseite trägt die Maschine zwei Luft-Luft-Raketen.

Grafik: Lockheed Martin



Ein Prototyp der F-35 wirft hier eine nachgesteuerte Präzisionsbombe aus dem Waffenschacht ab. Die Kombination von hochentwickelter Sensorik am Trägerflugzeug und sogenannter „intelligenter“ Bomben erhöht die Schlagkraft, es werden daher weniger Flugzeuge für die Zerstörung eines Zieles benötigt.

Rollen in möglichen Konflikten erfüllen und über Stealth-Eigenschaften verfügen, die sich an der F-117 in der Operation Desert Storm im Januar 1991 bewährt hatten. Ab 1993 wurden in einem Entwicklungsprogramm von Boeing und Lockheed Martin Prototypen gefertigt. Die Entscheidung für den Entwurf von Lockheed Martin fiel im Oktober 2001.

Die F-35 erfüllt dabei eine andere Aufgabe als die Lockheed Martin F-22, die ein Stealth-Luftüberlegenheitsjäger ist. Die F-22 bekämpft hauptsächlich gegnerische Jagdflieger und soll dabei die Luft-
hoheit über einem bestimmten Gebiet übernehmen und sichern. Die F-35 ist dagegen dafür ausgelegt, auch wenn keine eigene Luft-
hoheit besteht, ihre Kampfaufgaben auszuführen. Dabei geht es um die Bekämpfung von Bodenzielen oder um Patrouillenflüge zum Abfangen von Gegnern über dem Gefechtsfeld. Die Stealth-Eigenschaften erhöhen dabei die Überlebenswahrscheinlichkeit von Flugzeug und Pilot. Von der F-35 werden drei Versionen hergestellt. Die A-Variante als Flugzeug für den Einsatz von Flugplätzen aus. Die B-Version als Senkrechstarter und die C-Variante für den Einsatz von Flugzeugträgern.

Stealth heißt nicht unsichtbar

Gerne wird hier die Bezeichnung „Tarnkappen“-Flugzeug oder „unsichtbarer Jet“ verwendet. Dies täuscht über die wahre Eigenschaft eines Stealth-Flugzeugs hinweg. Die spezielle Formgebung, die Auslegung und ein besonderer Anstrich mit Dämpfungseigenschaften für elektromagnetische Strahlung, mindert die Radarsignatur des Flugzeugs, heben sie aber nicht auf. Schräge Flächen reflektieren Radarwellen weg vom Sender und nicht zu ihm zurück. Deswegen haben Stealth-Flugzeuge keine Seitenflosse. Besonders hell leuchten im Radar-

bild die Triebwerksschaufeln im Lufteinlauf von Jets. Stealth-Maschinen verstecken ihre Triebwerke deswegen tief im Rumpf. An Außenträgern beförderte Lasten wie Zusatztanks, Bomben oder Raketen zeichnen sich im Radar gut ab. Stealth-Flugzeuge tragen diese intern im Rumpf. Etwa nur zehn Prozent des Radarechos eines Kampfflugs kommt vom Rumpf, 90 Prozent von den Außenlasten, dem Seitenleitwerk und dem Triebwerk. Die geraden Kanten von Klappen für das Fahrwerk oder für die Wartung erzeugen ebenfalls ein starkes Radarecho, bei Stealth-Maschinen sind diese Kanten deshalb gezackt. Bei der F-117 mussten die Kanten von Wartungskappen immer mit einem Klebeband überklebt und dann mit dem Stealth-Anstrich übermalt werden. Bei jeder Wartung wurde der Anstrich entfernt und danach wieder aufgebracht. Die F-35 ist so konstruiert, dass diese aufwendige Prozedur fast völlig entfallen kann. All diese Forderungen erklären den vergleichsweise dicken Rumpf der F-35. Sie ist wirklich keine fliegende Schönheit, aber eine extrem gefährliche Erscheinung.

Stealth ist andererseits nicht nur die Reduzierung des Radarechos, sondern auch die Verminderung von Signalen, die vom Flugzeug selbst ausgesendet werden. Dies bezieht sich auf die elektromagnetischen Wellen, etwa Funk oder Radar, die thermische Signatur der Geräte und des Triebwerks und auch auf die Druckwellen und Geräusche eines Flugzeugs. All dies kann eine anfliegende Maschine oder einen Verband verraten. Die F-35 ist auf die Reduzierung derartiger Emissionen hin konstruiert.

Nach der Operation Desert Storm lagen Russland und China genügend Informationen vor, um sich auf die Taktik der USA und den Einsatz amerikanischer Maschinen der vierten Generation und von Stealth-Flugzeugen einzustellen. Beide Nationen haben darauf weitreichende Flugabwehrwaffen mit etwa 400 km Reichweite entwickelt. Flugzeuge der vierten Generation müssen in Paaren oder Verbänden fliegen, um sich gegenseitig gegen andere Flugzeuge oder Flugabwehrraketen zu schützen. Die fünfte Generation mit der F-35 ist die Antwort darauf, in einem Verband fliegen die einzelnen Flugzeuge etwa 15 bis 40 km voneinander entfernt.

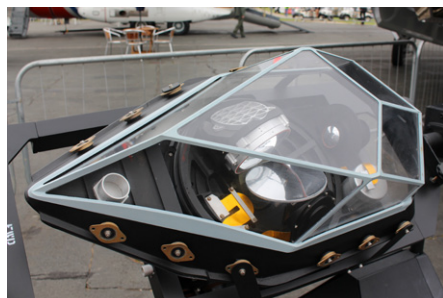
Soll ein Luftschlag gegen Einrichtungen beim Gegner durchgeführt werden, so ist es wichtig,

möglichst spät oder besser nicht vom Radar entdeckt zu werden. Radarstationen liegen so, dass sich ihre Erfassungsbereiche überschneiden. Da die F-35 schwerer zu entdecken ist, die Auffassungsentfernung als kürzer ist als bei herkömmlichen Jets, bieten sich zwischen den Radarstationen Bereiche, in denen die F-35 unerkannt durchschlüpfen kann.

In der ersten Bewerbungsrunde für den Tornado-Nachfolger hatte Lockheed Martin Deutschland angeboten, einen Teil der Mittelrumpfe der F-35A hier produzieren zu lassen. Deutschland hätte damit nicht nur einen Teil der Kaufkosten bestreiten können, sondern wäre damit in den Besitz von Wissen über die Stealth-Technologie gelangt. Nach dem Entscheid für die F/A-18 war man hier wohl der Meinung, gleich eine Maschine der sechsten Generation für Europa entwickeln zu können, ohne je ein richtiges Stealth-Flugzeug angefasst zu haben.

Ein fliegendes Netzwerk

Bei den Flugzeugen der vierten Generation, etwa bei der A/F-18, hieß die Devise „Geschwindigkeit heißt Leben“, bei der fünften Generation hat sich dies komplett gewandelt. Jetzt gilt „Information heißt Leben“. Früher und genauer zu wissen, wo



Das Kamera/Laser-System im Detail



Unter dem Bug der Maschine befindet sich eine empfindliche Videokamera und ein Laser.



Das U.S. Marine Corps fliegt den Senkrechtstarter F-35B mit einem Hubtriebwerk hinter dem Cockpit.

sich welcher Gegner befindet, bevor er selbst erkennt, dass du da bist, sichert den Erfolg und das Überleben. Die F-35 ist vollgestopft mit Elektronik und Sensoren. Lockheed Martin bezeichnet die Philosophie dahinter als „Sensor Fusion“ (Sensor Verschmelzung). An Bord läuft eine Analyse- und Steuerungssoftware, die aus mehr als neun Millionen Programmzeilen besteht. Sie garantiert, dass dem Piloten eine unglaubliche Fülle von Informationen zur Verfügung gestellt werden, die er auf dem Schlachtfeld benötigt. Jeder der zahlreichen Sensoren am Flugzeug liefert ein eigenständiges Informationssignal. Der Bordrechner kombiniert (verschmilzt) daraus ein komplettes Lagebild rund um das Flugzeug. Ein Display welches in den Pilotenhelm eingespiegelt wird, zeigt über der Landschaft, die der Pilot sieht, Abwehrstellungen, Radarstationen, Raketenstellungen sowie gegnerische und eigene Flugzeuge an. Markiert wird dabei zusätzlich, ob diese Stellungen aktiviert sind. Das moderne Bordradar erfasst gegnerische Flugzeuge oder Flugkörper auf große Entfernung und warnt den Piloten.

Verstärkt wird die elektronische Hilfe für den Piloten dadurch, dass alle Flugzeuge eines Verbands zusammengeschaltet sind. Zusätzlich gibt

es Datenlinks zu entfernten Flugzeugen, etwa AWACS oder zu Bodenstationen oder Flugzeugträgern. Dieses Netzwerk an Datenlieferanten kann Punkte am Boden oder in der Luft sehr genau triangulieren und sich gegenseitig Schutz mit den elektronischen Gegenmaßnahmen geben. Fliegt eine Abwehrrakete an, entscheidet das Netzwerk, welche Maschine in der besten Position für die Abwehr ist und reagiert entsprechend. Die Reichweite der Sensoren ist ein Geheimnis. Bekannt ist dagegen, dass sie nicht nur ermitteln können, aus welcher Richtung eine Gefahr droht, sondern diese mit Hilfe der Bordsoftware auch identifizieren können. Die F-35 verfügt zum Beispiel über sechs Kameras, die auch im Infrarotbereich sehen können und als Nachtsichtgeräte ausgebildet sind. Besonders wichtig ist hierbei die Identifizierung von Zielen am Boden oder in der Luft mittels Infrarot.

Zum Agieren im lockeren Verband gehört hier auch, dass sich jeder Pilot über den Zustand der anderen Maschinen informieren kann. Angezeigt werden unter anderem deren Geschwindigkeit, Flughöhe und Kurs, verfügbarer Treibstoff oder die verbliebenen Waffen. Die Sichtbarkeit des Verbandes wird im Netzwerk dadurch zusätzlich re-



Der Datenhelm lässt die Piloten wie einen Besucher aus dem Weltall erscheinen.



Foto: Lockheed Martin

Beim Hersteller in Texas steht dieser Flug-Simulator mit originalgetreuem Cockpit.

duziert, dass nur ein Flugzeug sein Radar aktivieren muss, die anderen Maschinen partizipieren an den Erkenntnissen.

Wartung und Ausbildung

Wer ein teures Produkt kauft, möchte einen Ausblick darauf, wie aufwendig die Wartung sein wird und wie lange das Produkt halten wird. Lockheed Martin gibt für die F-35 eine Mindestlebensdauer von 8000 Flugstunden an. Der Tornado war ursprünglich auf 4000 Stunden ausgelegt, dies wurde durch ein Modifizierungsprogramm auf 8000 erhöht. Mit allen nur möglichen Mitteln wird der Tornado jetzt wohl fast 16 000 Flugstunden bis 2030 erreichen. Dann war er fast 50 Jahre im Dienst. Testzellen der F-35 wurden problemlos auf 20 000 Stunden getestet. Eine ähnliche Lebensdauer wie beim Tornado dürfte nicht also ungewöhnlich sein.

Die Wartung eines Hochtechnologie-Flugzeugs stellt große Ansprüche an die Bodentechniker. Deren Ausbildung erfolgt bei Lockheed Martin. Dabei wird großer Wert darauf gelegt, dass die mechanische und die Software-Wartung von denselben Personen durchgeführt werden können. Alle größeren Reparaturen oder Modifikationen können bei der F-35 an den weltweiten eingerichteten Wartungsstandorten durchgeführt werden. Besondere Auf-



Ein Prototyp der F-35A mit geöffneten Waffenschächten. Für besondere Aufgaben kann die F-35 auch Lasten an Außenträgern befördern.



Produktion der F-35 in einer riesigen Halle in Fort Worth, Texas. Lockheed Martin hatte Deutschland 2019 angeboten, einen Teil der Rumpffertigung zu übernehmen.

merksamkeit erfordert dies bei für die Stealth-Eigenschaften relevanten Teilen. Wegen unterschiedlicher Ausführung des Schutzanstrichs können Bauteile nicht zwischen verschiedenen Flugzeugen ausgetauscht werden. Ein gewöhnungsbedürftiges Überbleibsel der ursprünglich geplanten Kooperation mit Großbritannien bei der Entwicklung der F-35 sind die angloamerikanische Maße am Flugzeug. Gegenwärtig gibt Lockheed Martin für die F-35A, an, pro Flugstunde werden 5,8 Mann-Stunden für die Wartung benötigt. An Bord sammelt ein Sensorsystem ständig Daten über den Zustand des Flugzeugs. Das System ALIS hilft dem Wartungspersonal und bereitet die Bestellung von Ersatzteilen vor. Diese Daten werden auch zum Hersteller nach Texas zur Auswertung überspielt.

Piloten von ausländischen Kunden werden auf der Luke Air Force Basis ausgebildet. Die Flugschüler fliegen dabei die von ihrem Land erworbenen Flugzeuge. Bis zum März 2022 wurden insgesamt etwa 1600 Piloten und fast 12 000 Mechaniker für die F-35 geschult, dabei wurden bisher 770 Flugzeuge aller drei Baureihen ausgeliefert. Die Gesamtzahl der Flugstunden nähert sich der Marke 500 000.

Cockpit – in der virtuellen Welt

Wenig verwunderlich steht das Cockpit dem fliegenden Computersystem in der Ausrüstung mit modernster Elektronik nicht nach. Die digitalen Cockpitanzeigen mit Touchscreens am Instrumentenbrett und der Pilotenhelm voller Technik bilden eine Einheit. Der Helm ist durch die Verwendung von Kohlenfasern sehr leicht mit hohem Tragekomfort. Jeder Pilot bekommt einen speziell auf seine Kopfform angepassten Helm. Dieser wird durch 3-D-Fräsen aus einem Block geschnitten. Durch zwei Kameras, eine oben auf dem Schleudersitz und eine vorn im Panel, ermittelt das Cockpit, wohin der Pilot gerade schaut. Wenn gewünscht, kann der Pilot eine optische Rundumsicht auswählen. Durch die von Außenkameras übertragenen Bilder wird ihm der Eindruck vermittelt, er fliege nur auf seinem Sitz durch die Luft. Der Pilot kann in alle Richtungen, auch direkt unter sich, die Landschaft anschauen. Da die Außenkameras ein Nachtbild erfassen, braucht der Pilot kein eigenes Nacht-sichtgerät, welches durch sein Gewicht bei langen Flügen zu Nackenschmerzen führt.

Beide Hände hat der Pilot an je einem Stick. Links für die Schubkontrolle und rechts für die Flugführung. Nebenbei haben beide Sticks diverse Schalter und noch einen winzigen Stick für die Steuerung des Cursors auf den Bildschirmen. So erfolgt die Auswahl der angezeigten Ziele am Boden oder in der Luft und die Auswahl der entsprechenden Waffen und deren Aktivierung. Bei hoher Arbeitsbelastung kann der Pilot wichtige Kommandos auch per Spracheingabe erteilen. Bei der Einsatzbesprechung werden schon alle notwendigen Daten auf eine Datenbox übertragen, die der Pilot mit an Bord nimmt und mit dem Computersystem verbindet. Nach dem Flug kann durch die gespeicherten Flugdaten das tatsächliche Geschehen rekonstruiert werden.

Ein F-35-Pilot muss ein umfangreiches Ausbildungsprogramm durchlaufen. Es gibt ungewöhnliche Funktionen in der F-35, wie etwa die automatische Landung. Im Anflug auf einen Flugplatz kann der Pilot mit dem Cursor einen Punkt auf dem Bild der Landebahn vor sich markieren. Die Automatik bringt die Maschine dann zum Aufsetzen genau auf diesen Punkt. Die Positionsbestimmung der F-35 erfolgt auf drei unterschiedliche Weisen: durch GPS, durch das eingebaute Trägheitsnavigationssystem und durch den Vergleich von Bodenmerkmalen mit digitalen Karten. Im Kampfeinsatz werden im Sichtfeld des Piloten die Positionen der anderen Maschinen des Verbandes und die Ziele, auf die sie sich aufgeschaltet haben, markiert. Dem Piloten stehen also Echtzeit-Informationen über die Position und über die Absichten seiner Verbandskameraden zur Verfügung.

Warum die F-35?

Der Autor hatte die Gelegenheit, die Produktion der F-35, die Ausbildung von ausländischen Piloten und einen Einsatzverband mit F-35 zu besuchen. Gerade waren Piloten aus Norwegen zur Umschulung in Luke Air Force Base in Phoenix. Eine Frage, die heute für Deutschland wieder aktuell ist, galt der Entscheidung, warum ein Land wie Norwegen sich die F-35 anschafft.

Norwegen wollte seine begrenzten Ressourcen in etwas investieren, was lange Bestand hat. „Wir wollten für unser Geld das Beste kaufen“. Von der militärischen Seite her, boten sich für die F-35 keine Alternativen. Norwegen braucht ein Flugzeug,



Im Vergleich zur F/A-18 kommt die F-35 mit einem Triebwerk aus.

welches in der Lage ist, einen ersten Angriff zu überleben. Nur so kann die Souveränität der Nation geschützt werden. Da viele Verbündete, auch der stärkste Partner, die USA, die F-35 fliegen, ergeben sich durch die Vernetzung der Maschinen in der Luft, taktische Vorteile für Norwegen und eine erhöhte Überlebenschance für die F-35 und ihre Piloten. An die Piloten werden natürlich neue Herausforderungen bei der Ausbildung gestellt. Sie müssen einen Teil dessen vergessen, was ihnen bisher beim Fliegen geholfen hat. Um dies in ein ständiges Training zu überführen, werden in Luke auch norwegische Fluglehrer ausgebildet, die dann im Land weitere Trainings durchführen werden.

In Europa fliegen (oder haben geordert) folgende Länder die F-35: Italien (90), Finnland (64), Norwegen (52), England (60 bis 80), Niederlande (46), Belgien (34), Dänemark (27), Polen (32 plus eventuell 16) und die Schweiz (36). Die Türkei hatte geplant, 136 F-35 anzuschaffen. Der Kauf des russischen Luftabwehrsystems S-400 führte zur Stornierung des Geschäftes durch die USA. Der gegenwärtige Krieg könnte nach Meinung des Autors zu einer Distanzierung der Türkei von Russland führen und zu einer Neuverhandlung über die Lieferung von F-35 durch die USA. Im Licht der Beschaffung der F-35 durch viele europäische Nachbarn und NATO-Partner erscheint die jetzt revidierte damalige Entscheidung für die F/A-18 bei der Wahl eines Tornado-Nachfolgers noch rätselhafter. Die Bundeswehr plant jetzt die Anschaffung von 35 Maschinen F-35. Damit beginnt für die Luftwaffe eine neue Zeitrechnung. ■ UWE W. JACK



Im Modell schon zusehen: eine F-35 mit deutschen Kennzeichen.