



RNAV-APPROACH

Nr. 10, Oktober 2013

SATELLITENNAVIGATIONSSYSTEME

Auch wenn die Zeiten, in denen man mit VOR, NDB und vor allem ILS Anflüge durchführen kann, noch lange nicht vorbei sind, so nimmt doch die Anzahl der satellitengestützten Anflüge, meist mit RNAV(GPS) oder RNP(GNSS) bezeichnet, rasant zu. Dank des europäischen Satellitenkorrektursystems EGNOS lassen sich nun Signalgenauigkeiten erzielen, die auch eine vertikale Führung im Anflug zulassen. Die neuen Anflugverfahren mit der Bezeichnung LPV ermöglichen Anflugminima ähnlich wie beim ILS. Auch mit einer Kombination von barometrischer Höhenmessung und satellitengestützter Kursführung, Baro-VNAV genannt, sind nun Anflüge mit vertikaler Führung möglich. Insgesamt ein enormer Gewinn an Sicherheit im Anflugbereich. Da für die Anzeige im Cockpit weiterhin das herkömmliche oder ein elektronisch erzeugtes Kreuzzeigerinstrument genutzt werden kann, bereitet die Durchführung von RNAV(GPS)-Approaches keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten. Allerdings sind einige Besonderheiten zu beachten, auf die dieser AOPA Safety Letter aufmerksam machen möchte.

Für IFR-Flüge müssen Luftfahrzeuge in den meisten Lufträumen weltweit mit Geräten zur Flächennavigation (Area Navigation, RNAV) ausgerüstet sein. Deshalb basiert heute ein immer größerer Teil der IFR-Strecken, einschließlich An- und Abflugverfahren, ausschließlich auf RNAV. Für die Durchführung von RNAV werden neben VOR und DME global arbeitende Satellitennavigationssysteme (Global Navigation Satellite System, GNSS) eingesetzt, wie das bekannte US-amerikanische Satellitennavigationssystem GPS (Global Positioning System) und das russische GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System). Das europäische Satellitennavigationssystem GALILEO befindet sich im Aufbau und wird voraussichtlich 2020 betriebsbereit sein.

Obwohl die vom GPS gesendeten Signale eine weitestgehend genaue Positionsbestimmung ermöglichen, lässt sich durch zusätzliche Korrektur- bzw. Ergänzungssysteme die Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Genauigkeit des GPS soweit steigern, dass die Signale auch für die vertikale Führung genutzt werden können und Anflüge mit der Präzision eines ILS möglich werden. Arbeitet das Ergänzungssystem mit weiteren Satelliten, die Korrektursignale liefern, so spricht man vom „Satellite Based Augmentation System“ (SBAS). Werden die Korrekturen von einer Bodenstation erzeugt, heißt das System „Ground Based Augmentation System“ (GBAS).

In den USA ist bereits seit 2003 das SBAS mit dem Namen WAAS (Wide Area Augmentation System) in Betrieb und ermöglicht RNAV(GPS)-Anflüge mit vertikaler Führung. In Europa wurde ein ähnliches System unter

dem Namen EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) aufgebaut und Ende 2011 für den Betrieb freigegeben. Damit sind nun auch in Europa RNAV(GPS)-Anflüge mit Vertikalführung möglich. Die DFS veröffentlicht seit 2012 diese Verfahren mit so genannten Minima für LPV (Localizer Performance with Vertical guidance) an immer mehr Flugplätzen.

Der besondere Vorteil von WAAS bzw. EGNOS liegt darin, dass die Ausstrahlung korrigierter GPS-Signale durch weitere Satelliten erfolgt und damit ein großer Bereich bzw. Luftraum abgedeckt werden kann. Ein am Boden installiertes GBAS kann dagegen nur einen begrenzten Bereich erfassen, meist einen oder mehrere nahe zusammenliegende Flugplätze. Die erzielte Genauigkeit und Zuverlässigkeit, insbesondere was den ungestörten Empfang anbetrifft, ist dagegen bei von Bodenanlagen korrigierten Signalen sehr hoch.

Trotz der inzwischen extrem hohen Zuverlässigkeit von GPS kann es im Einzelfall zu Störungen oder gar lokalen Ausfällen des Signalempfangs kommen. Ist eine Störung oder eine Empfangsbeschränkung für einen bestimmten Bereich vorhersehbar, so wird ein entsprechendes NOTAM herausgegeben. Darüber hinaus überprüft das Navigationssystem an Bord des Luftfahrzeuges fortlaufend die Signalstärke, Systemverfügbarkeit und Genauigkeit des Systems und gibt Alarm, wenn die erforderliche Integrität nicht erzielt wird. Um dieses so genannte Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM) durchführen zu können, ist der Empfang bestimmter Satelliten erforderlich. Aufgrund der Positionierung der einzelnen Satelliten kann es in einigen Fällen zu einer Konstellation kommen, bei der eine Integritätsprüfung für einen kurzen Zeitraum nicht möglich ist. Diese kurzzeitigen lokalen Ausfälle werden von der Flugsicherung für jeden einzelnen Flugplatz vorherbestimmt (RAIM-Prädiktion) und als NOTAM veröffentlicht. Die entsprechenden GPS-An- und Abflugverfahren stehen während dieser Zeit dann nicht zur Verfügung.

LNAV, LNAV/VNAV, LPV

KLASSIFIZIERUNG

Seit vielen Jahren stehen RNAV(GPS)-Anflugverfahren an den deutschen wie den internationalen Verkehrs- und Regionalflughäfen zur Verfügung, meist als zusätzliches Verfahren zu ILS-, VOR- und NDB-Anflugverfahren. An den kleineren IFR-Flugplätzen ist dagegen der

RNAV(GPS)-Approach oftmals das einzig mögliche Anflugverfahren.

Der „klassische“ RNAV(GPS)-Approach ist ein Nicht-Präzisionsanflugverfahren mit einer Genauigkeit von +/- 0,3 NM im Endanflugsegment und einem Landeminimum von bestenfalls 300 ft, wenn es die Hindernislage zulässt. Durch die Einführung von Baro-VNAV (Vertical Navigation, VNAV) in Deutschland vor einigen Jahren, also der vertikalen Anflugführung durch Verwendung der Höhenmesserinformationen, konnten die RNAV(GPS)-Verfahren weiter verbessert und das Landeminimum im günstigsten Fall auf 250 ft reduziert werden.

Eine weitere Verbesserung in der Präzision und Zuverlässigkeit von RNAV(GPS)-Approaches erfolgte mit Inbetriebnahme des europäischen Systems EGNOS Ende 2011. Dank der Verbesserung der Signalqualität von GPS kann nun die geometrische Höheninformation der Satellitensignale verwendet und somit zur Vertikalnavigation auf RNAV(GPS)-Anflugverfahren genutzt werden. Damit werden Anflugverfahren mit Vertikalführung bis zu einem operationellen Minimum von bestenfalls 250 ft möglich. Mit der geplanten weiteren technischen Verbesserung von EGNOS werden später, ähnlich wie mit WAAS in den USA, auch Minima wie beim ILS CAT I in Europa möglich sein.

Je nachdem, ob nur eine laterale Kursführung (Lateral Navigation, LNAV), zusätzlich eine barometrisch gestützte vertikale Führung (Vertical Navigation, VNAV) oder ein Anflug in der Qualität ähnlich eines ILS (Localizer Performance with Vertical Guidance, LPV) möglich ist, unterscheidet ICAO die folgenden RNAV(GPS)-Approaches:

- RNAV(GPS)-Approach down to LNAV minima (with MDA/MDH)
- RNAV(GPS)-Approach down to LNAV/VNAV minima (with DA/DH)
- RNAV(GPS)-Approach down to LPV minima (with DA/DH)

Die etwas komplizierte Schreibweise der verschiedenen Typen von RNAV(GPS)-Approaches führt dazu, dass die Verfahren meist abgekürzt als LNAV-Approach, LNAV/VNAV-Approach bzw. LPV-Approach bezeichnet werden. Da die LNAV/VNAV- und LPV-Approaches über eine vertikale Führung (engl. vertical guidance) verfügen, die jedoch aufgrund ihrer technischen Limitie-

rungen nicht die Güte von Präzisionsanflugssystemen erreichen, werden sie auch von ICAO als „Approach Procedures with Vertical Guidance“ (APV) klassifiziert.

LATERAL NAVIGATION (LNAV)

Ein RNAV(GPS)-Approach down to LNAV-minima bzw. ein LNAV-Approach entspricht den bislang veröffentlichten RNAV(GPS)-Approach mit einer Genauigkeit von +/- 0,3 NM im Endanflug. Die laterale Kursführung erfolgt durch Satellitensignale und definierte Wegpunkte (engl. Waypoints), die vertikale Führung wie bei anderen Nicht-Präzisionsanflugverfahren (VOR, VOR/DME, NDB usw.) durch Einhaltung einer entsprechenden Sinkrate bzw. durch einen Sinkflug auf definierte Höhenstufen (engl. Step Down Fix). Gemäß europäischer Vorschriften (EU OPS 1) sollte hierbei die so genannte CDFA-Technik (Continuous Descent Final Approach, CDFA) angewandt werden. Danach ist bei Erreichen des Landeminimums kein Horizontalflug (engl. level flight) erlaubt, vielmehr muss sofort der Fehlanflug eingeleitet werden, es sei denn, der weitere Anflug kann nach Sicht fortgesetzt werden.

LATERAL NAVIGATION/ VERTICAL NAVIGATION (LNAV/VNAV)

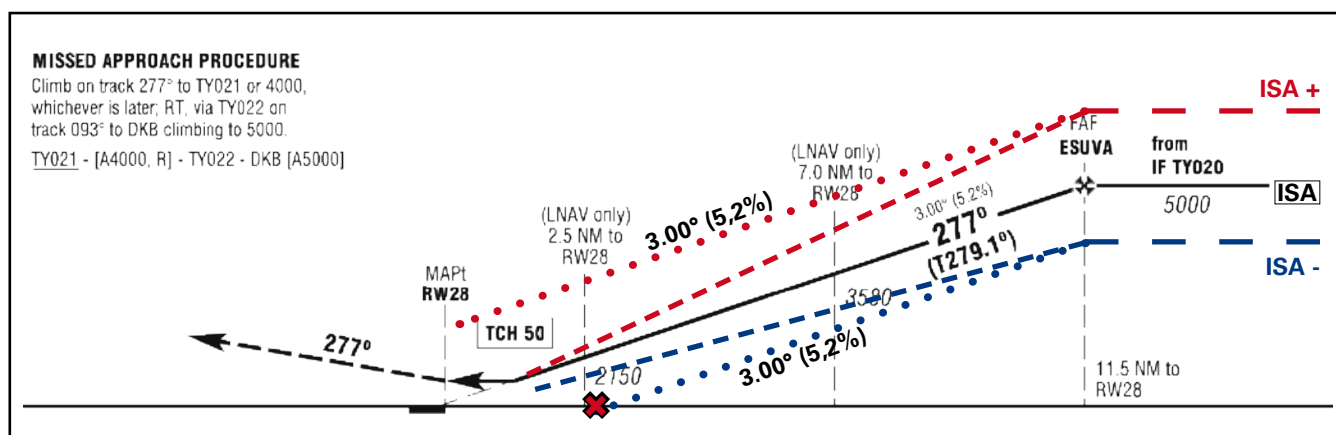
Für die Durchführung eines LNAV/VNAV-Approaches muss das Luftfahrzeug mit einem entsprechenden RNAV-Navigationssystem ausgerüstet sein, das für die vertikale Führung im Anflug entweder die Signale von EGNOS oder die vom Höhenmesser gelieferten Werte digital in eine Gleitweganzeige umsetzen kann (APV Baro-VNAV-Approach).

Bei Verwendung des Höhenmessers errechnet ein Computer aufgrund der barometrischen Höhe den

Gleitweg bis zur Landebahn bzw. zwischen zwei Wegpunkten und zeigt diesen auf dem Navigationsdisplay bzw. auf dem üblichen Kreuzzeigerinstrument im Cockpit an.

Da der Höhenmesser auf die Werte der Internationalen Standardatmosphäre, ISA (1013,2 hPa, 15°C in MSL) geeicht ist, muss er, um (annähernd) die richtige Höhe über MSL anzuzeigen, wie bekannt, immer wieder nach dem aktuellen QNH-Wert eingestellt werden. Eine Korrektur der Höhenmessung um den durch die Abweichung von der Standardtemperatur hervorgerufenen Messfehler findet dagegen im Allgemeinen nicht statt. Die Abweichung beträgt etwa 4% pro 10° Temperaturdifferenz zur Standardtemperatur. Verfügt das Navigationssystem nicht über eine manuelle oder automatische Temperaturkorrekturvorrichtung, so führt der Temperaturfehler dazu, dass bei höherer als der ISA-Temperatur, der aktuelle Gleitweg oberhalb, bei geringerer Temperatur, der aktuelle Gleitweg unterhalb des nominellen (idealen) Gleitweges verläuft. Natürlich findet der Fehler Berücksichtigung bei der Verfahrensplanung und der Berechnung der Minima. Da bei sehr geringen Temperaturen der Höhenmesser eine zu geringe Höhe misst, sind Baro-VNAV-Anflugverfahren je nach Hindernissituation auf eine bestimmte (tiefe) Temperatur, limitiert, in Deutschland in vielen Fällen auf -15°C. Bei Temperaturen unterhalb des Temperaturlimits sind die Verfahren nicht nutzbar.

Obwohl Baro-VNAV-Anflugverfahren nicht die Bedingungen für einen Präzisionsanflug erfüllen, wird das operationelle Landeminimum nicht als Minimum Descent Altitude/Height (MDA/H), sondern als Decision Altitude/Height (DA/H) bestimmt.



Erfolgt ein Baro-VNAV-Approach ohne temperaturkorrigierte Höhe, so wird der Endanflug je nach Temperaturabweichung von ISA in einer größeren oder geringeren Höhe als der angegebenen wahren Zwischenanflughöhe (im Beispiel 5000 ft) erfolgen. Der Bordcomputer rechnet in jedem Fall die richtige (sichere) Vertikalführung zur Landebahnschwelle aus.

LOCALIZER PERFORMANCE WITH VERTICAL GUIDANCE (LPV)

Für die Nutzung eines LPV-Approaches muss das Luftfahrzeug mit einem WAAS- bzw. EGNOS-fähigen RNAV-Navigationssystem und der entsprechenden aeronautischen Datenbank ausgestattet sein. Die laterale wie auch die vertikale Kursführung erfolgt über vom Navigationscomputer erzeugte Signale, die auf dem Navigationsdisplay bzw. auf dem Kreuzzeigerinstrument wie bei einem ILS-Anflug dargestellt werden.

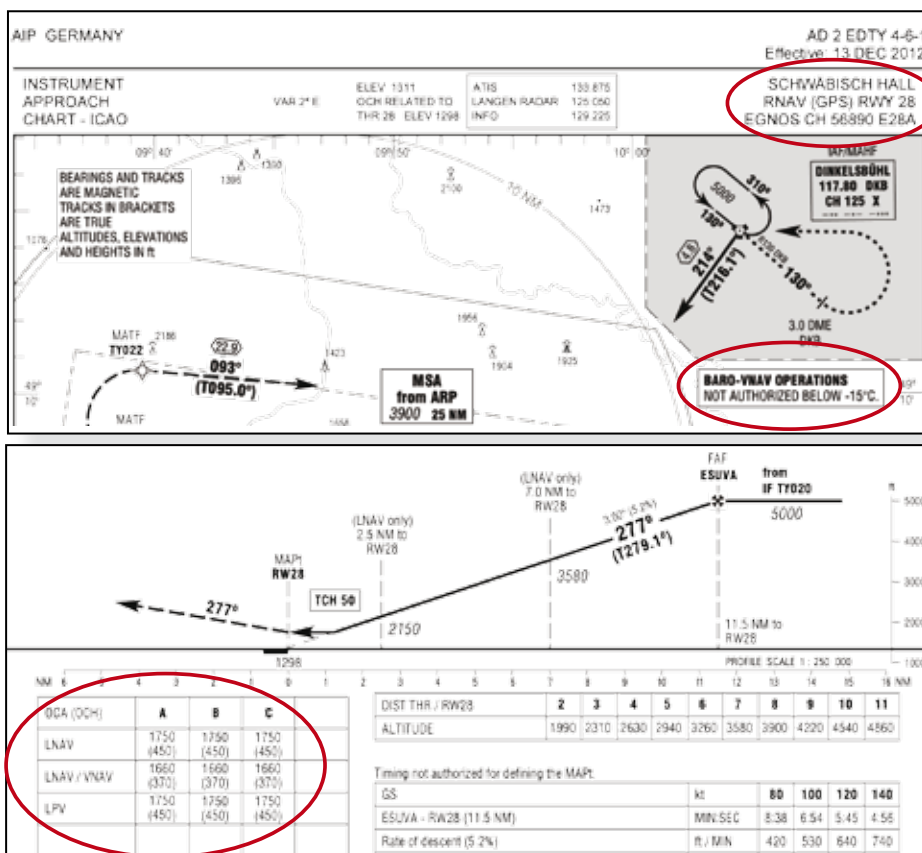
Während bei einem LNAV- oder LNAV/VNAV-Approach die Skala am Kreuzzeigerinstrument eine seitliche Abfrage vom Sollkurs in Teilen einer Nautischen Meile darstellt, erfolgt die Anzeige bei einem LPV-Verfahren wie bei einem Localizer, d.h. als Winkelablage. Je näher man der Landebahn kommt, umso größer wird die Empfindlichkeit der Anzeige.

KARTENDARSTELLUNG

RNAV(GPS) Approaches werden auf den Instrument Approach Charts gemäß der entsprechenden Landebahn (engl. runway) gekennzeichnet, z.B. SCHWÄBISCH HALL RNAV (GPS) RWY 28. Welche Art von Anflug bis zu welchem Minima möglich ist, ergibt sich erst aus der Kartenbox mit den verschiedenen Hindernisfreihöhen (Obstacle Clearance Altitude/Height, OCA/H) bzw. den Landeminima. Zusätzlich erfolgt ein Hinweis auf das verwendete satellitengestützte Korrektursystem, in Europa „EGNOS“, in den USA „WAAS“, sowie die Angabe des Temperaturlimits für Baro-VNAV, z.B. BARO-VNAV OPERATIONS - NOT AUTHORIZED BELOW -15°C.

Obwohl der LNAV Approach ein Nicht-Präzisionsanflug ist und damit gemäß Vorschriften von ICAO und EASA operatio-

nell eine Minimum Descent Altitude/Height, MDA/H, festzulegen ist, hat sich die Firma Jeppesen entschieden, für diese Art von Anflügen anstelle einer MDA/H eine Decision Altitude/Height, DA/H zu veröffentlichen. Jeppesen begründet diesen Schritt damit, dass gemäß EU OPS 1 für LNAV-Approaches die Anwendung der CDFA-Technik gefordert wird, also bei Erreichen des Landeminimums kein Horizontalflug erfolgen darf. Damit muss, wie beim Präzisionsanflug, bei Erreichen des Minimums unmittelbar eine Entscheidung zur Fortsetzung des Anfluges oder zum Durchstarten getroffen werden. Die Möglichkeit, im Horizontalflug weiter zu fliegen, wie beim klassischen Nicht-Präzisi-



Welche Art von RNAV(GPS)-Approach möglich ist, erkennt man auf der Instrument Approach Chart an den Hinweis zu EGNOS (mit Angabe des Frequenzkanals), der angegebenen Temperaturbeschränkung für Baro-VNAV, vor allem aber an den entsprechenden Minima (OCA/H) für LNAV, LNAV/VNAV und LPV.

| Standard | LPV | STRAIGHT-IN LANDING RWY28 LNAV/VNAV | LNAV |
|----------|------------------------|--|------------------------|
| | DA(H) 1748' (450') | DA(H) 1668' (370') | DA(H) 1750' (452') |
| A | ALS out | ALS out | ALS out |
| B | RVR 1500m | RVR 1500m | RVR 1500m |
| C | RVR 1700m CMV 2100m | RVR 1700m | RVR 1700m CMV 2100m |
| D | NOT APPLICABLE | NOT APPLICABLE | NOT APPLICABLE |

Anders als bei den im AIP veröffentlichten Instrument Approach Charts werden bei den entsprechenden Karten von Jeppesen die operationellen Landeminima angegeben. Zu beachten ist, dass auch für einen LNAV-Approach eine Entscheidungshöhe (DA(H)) festgelegt wird.

onsanflug, ist nicht erlaubt. Die Verfahrensplanung der DFS weist jedoch ausdrücklich darauf hin, dass – anders als bei APV-Verfahren (LNAV/VNAV und LPV) – bei Nichtpräzisionsanflugverfahren (LNAV, VOR, NDB, LOC) zur Kalkulation der OCH-Werte keine „Height Loss Margin“ bei Einleitung eines Fehlanfluges berücksichtigt wird.

FLUGDURCHFÜHRUNG

Voraussetzung für die Durchführung von RNAV(GPS)-Approaches ist die Ausrüstung des Luftfahrzeuges mit einem entsprechenden Navigationssystem. Der Flugweg wird durch Waypoints, die überflogen (fly-over) oder bei Kurven auch seitlich passiert werden (fly-by), sowie durch Kurse, Distanzen und Höhen definiert, die alle in der entsprechenden aeronautischen Datenbank vorhanden sein müssen und unter dem Namen des Anflugverfahrens aufgerufen werden können. Der Anflug kann sowohl manuell als auch mit einem Autopiloten durchgeführt werden.

Da ein RNAV(GPS)-Approach mit Hilfe von Satellitensignalen und anhand von elektronisch gespeicherten Luftfahrt Daten erfolgt, unterscheidet sich der Anflug mit GPS in einigen Punkten vom konventionellen Anflug mit bodengestützten Funknavigationsanlagen. So empfiehlt die Europäische Agentur für Flugsicherheit EASA im AMC 20-28 für die Durchführung von LPV-Approaches u.a. folgendes zu beachten:

Vor dem Flug

- Die Instrument Approach Chart muss den RNAV(GPS)-Approach klar mit einem LPV Minima ausweisen.
- Es muss sichergestellt werden, dass der geplante LPV-Approach in der Navigationsdatenbank abgespeichert und die Datenbank aktuell ist.
- Die entsprechenden NOTAM müssen überprüft werden, insbesondere auch solche, die sich auf die Verfügbarkeit von GPS und EGNOS beziehen.

Vor Beginn des Anfluges

- Vor dem Beginn des LPV-Approaches (vor Überflug des Initial Approach Fixes, IAF) muss der Pilot anhand der Instrument Approach Chart überprüfen, ob das vom Navigationssystem geladene Verfahren korrekt dargestellt wird, insbesondere die Reihenfolge der Wegpunkte sowie der Kurse und Distanzen.
- Der Pilot muss sich bewusst sein, dass die Flugsicherung Radar Vectors bzw. Direct-to-Freigaben

erteilen kann, die dazu führen, dass bestimmte Teile des Initial und Intermediate Approaches nicht geflogen werden können. Das Navigationssystem hat die Fähigkeit, den Endanflugkurs in ausreichendem Abstand vor dem FAP (Final Approach Point) anzuschneiden.

- Die manuelle Eingabe von Koordinaten in das Navigationssystem während des Fluges im Nahbereich des Flugplatzes ist nicht erlaubt.

Während des Anfluges

- Das Navigationssystem muss anzeigen, dass es sich im LPV-Mode befindet.
- Der Endanflug muss vor dem FAP erfolgen werden, damit sich das Luftfahrzeug auf dem Endanflug korrekt stabilisieren kann bevor der Sinkflug beginnt.
- Der Pilot muss das Luftfahrzeug innerhalb von 1/3 des Vollausschlages für die Anzeige zur Kursführung und innerhalb von 1/2 Vollausschlag für die vertikale Abweichung halten.
- Der Anflug muss abgebrochen werden oder ggf. zum LNAV-Minimum weitergeführt werden, wenn der Verlust der Systemintegrität durch eine Warnanzeige angegeben wird.

Egal, ob LNAV, LNAV/VNAV oder LPV operiert wird, die ATC-Freigabe für einen Anflug lautet stets: „Cleared RNAV(GPS) RWY (Designator)“. Der Pilot allein entscheidet in Abhängigkeit seiner Ausrüstung und Schulung, welche operationelle Art von RNAV-Approach er durchführt.

VORSCHRIFTEN

GERÄTEZULASSUNG

Voraussetzung für die Nutzung von RNAV(GPS)-Approaches ist eine Zulassung der entsprechenden Geräte bzw. der Avionik im Luftfahrzeug. In Europa erfolgt die Zulassung entsprechend der von EASA herausgegebenen so genannten Acceptable Means of Compliance (AMC): AMC 20-27 für RNAV-Approaches einschließlich APV Baro-VNAV, AMC 20-28 für LPV-Approaches.

Das Anzeigeelement im Cockpit muss sich im Blickfeld des Piloten befinden und eine dem ILS ähnliche Darstellung aufweisen („ILS look like presentation“). Viele der heute im Einsatz befindlichen Navigationssysteme stellen auf dem Display ein komplett elekt-



Mit dieser modernen Avionik ist das Fliegen von RNAV(GPS)-Approaches einfach und sicher

ronisch erzeugten Horizontal Situation Indicator (HSI) dar. Zusätzlich lassen sich die Signale des Navigationssystems meist unmittelbar auf das Kreuzzeigerinstrument aufschalten, so dass ein LPV- oder Baro-VNAV-Approach wie ein ILS geflogen werden kann. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die laterale und vertikale Skaleneinteilung am Kreuzzeigerinstrument eine andere Ablage als beim ILS anzeigt.

Die heute in vielen Kleinflugzeugen verwendeten Navigationsgeräte Garmin GNS 430 lassen nur einen RNAV(GPS) Approach bis zu einem LNAV-Minima zu. Eine vertikale Führung ist nicht vorhanden. Geräte mit dem Zusatz „W“ (für WAAS) können auch EGNOS-Signale empfangen und erlauben je nach Ausstattung RNAV(GPS)-Approaches bis zu einem LPV-Minima.

Handheld-Navigationsgeräte sind für RNAV(GPS)-Approaches nicht zugelassen, allein schon wegen der beschränkten Empfangsmöglichkeit.

PILOTENQUALIFIKATION

Piloten, die in Deutschland stand-alone RNAV(GPS)-Approaches durchführen wollen, müssen sich gemäß den geltenden Vorschriften ausreichend mit den Grundlagen, Besonderheiten und Beschränkungen von GPS sowie mit der Handhabung der entsprechenden Bordausrüstung vertraut gemacht haben und in die Bedienung der GPS-Navigationsgeräte für normale und außergewöhnliche Verfahren eingewiesen worden sein. Die Qualifikation für die Durchführung von RNAV(GPS)-Approaches muss durch einen Gerätehersteller, eine IFR-Flugschule, einen Fluglehrer oder Ein-

weisungsberechtigten bestätigt werden. Die Bestätigung kann über einen Eintrag im Flugbuch erfolgen.

Einige Luftfahrtbehörden anderer Staaten verlangen für die Durchführung von RNAV(GPS)-Approaches ein vorhergehendes Pilotentraining. So ist in der Schweiz gemäß Directive O-017 E eine theoretische und praktische Einweisung an einer Flugschule erforderlich. Das Training wird dokumentiert und ins Flugbuch eingetragen. Ausländische Piloten, die in der Schweiz RNAV(GNSS)-Approaches fliegen möchten,

müssen vorher ein Training wie in der Directive O-017 E beschrieben, absolviert haben.

Die derzeit gültigen europäischen Vorschriften zum Erwerb einer Instrumentenflugberechtigung enthalten bislang keine Trainingseinheiten für RNAV(GPS)-Approaches mit Minima für LNAV, LNAV/VNAV und LPV. Im Rahmen einer EASA-Arbeitsgruppe, an der auch die IAOPA beteiligt ist, werden derzeit die Flight Crew Licensing/FCL-Vorschriften entsprechend überarbeitet bzw. ergänzt. Zukünftig werden also RNAV(GPS)-Approaches fester Bestandteil der IFR-Ausbildung und Prüfung sein.

Da die überarbeiteten FCL-Vorschriften erst in einigen Jahren in Kraft treten werden, plant EASA für die Übergangszeit eine europäische Regelung zu erlassen, wonach auch Privatpiloten eine theoretische und praktische Einweisung absolvieren müssen, um RNAV(GPS)-Approaches fliegen zu dürfen.

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG

EINFÜHRUNG WEITERER LPV-VERFAHREN

Anders als in den USA, wo Dank des Systems WAAS bereits tausende von LNAV/VNAV- und LPV-Approaches veröffentlicht sind und die Anzahl dieser Anflugverfahren bereits die Anzahl von ILS-Anflügen übersteigt, sind Europa und auch Deutschland erst am Anfang dieser Entwicklung. Dies hängt damit zusammen, dass das europäische System EGNOS erst Ende 2011 für den Betrieb freigegeben wurde. Die DFS wird

in naher Zukunft weitere LPV-Approaches veröffentlichen. Da jedes einzelne Verfahren nicht nur geplant und die Hindernisfreiheit aufwendig berechnet, sondern auch vor der Freigabe fliegerisch getestet werden muss, ist davon auszugehen, dass es noch einige Zeit dauern wird, bis alle IFR-Flugplätze „LPV-fähig“ sind.

Dank LPV und LNAV/VNAV wird es gerade für Piloten der Allgemeinen Luftfahrt einfacher, auch kleinere Flugplätze unter IMC-Bedingungen anfliegen zu können. Durch die zusätzliche vertikale Führung im Endanflug wird die Sicherheit in einem Maße erhöht, die ohne Frage dazu führen wird, dass in diese Bereich weniger Unfälle passieren werden.

PERFORMANCE-BASED NAVIGATION (PBN)

Die Einführung von RNAV(GPS)-Approaches mit Minima bis zu LNAV, LNAV/VNAV und LPV ist ein Bestandteil der von ICAO festgelegten Planung, die Navigation zukünftig nicht mehr anhand von einzelnen technischen Merkmalen von Bodenanlagen, sondern an Leistungsparametern, wie z.B. Genauigkeit, Integrität und Zuverlässigkeit, auszurichten. Entsprechend dieser Definition wird die Navigation „Performance-Based Navigation (PBN)“ genannt und die Anforderungen dazu im gleichnamigen ICAO Document 9613 beschrieben.

PBN beinhaltet die Spezifikationen für Area Navigation (RNAV) und Required Navigation Performance (RNP). Auch wenn der Begriff RNAV und RNAV (GPS)-Approach noch bis über das Jahr 2020 hinaus gemäß ICAO zu verwenden ist, so nutzen einige Staaten für bestimmte Verfahren bereits das Kürzel RNP und bezeichnen die Anflugverfahren mit RNP(GNSS).

Das PBN-Manual beschreibt allerdings nicht nur die Anforderungen für RNAV(GPS)- bzw. RNP(GNSS)-Approaches, sondern für die IFR-Flächennavigation generell. In Europa ist die schrittweise Verpflichtung von Performance-Based Navigation, welche die Anflugverfahren wie LNAV, LNAV/VNAV und LPV beinhalten, ab 2018/20 seitens der Europäischen Kommission geplant. Man geht davon aus, dass insbesondere durch die erhöhte Navigationsgenauigkeit die Luftraumkapazität weiter erhöht werden kann. Auf

lange Sicht wird die Erweiterung von PBN zum Abbau einzelner Funknavigationsanlagen, vor allem für die Strecke, führen. Voraussetzung ist allerdings, dass alle Luftverkehrsteilnehmer, auch die Allgemeine Luftfahrt, ihre Luftfahrzeuge entsprechend ausgerüstet haben werden.

NEUE KLASSIFIZIERUNG VON ANFLUGVERFAHREN

Seit Jahrzehnten werden IFR-Anflugverfahren, je nachdem, ob sie über eine Gleitwegführung verfügen oder nicht, in Präzisions- und Nicht-Präzisionsanflugverfahren unterschieden. Mit Einführung von APV Baro-VNAV-Systemen und entsprechender Verfahren bereits Ende der 90er Jahre ist bei ICAO eine Diskussion über die Neu-Benennung von Anflugverfahren entstanden. Der „klassische“ Gleitweg, wie er beim ILS von einem am Boden installierten Antennensystem erzeugt wird, wird beim LNAV/VNAV- und LPV-Approach durch eine bordautonome, computerberechnete vertikale Führung ersetzt. Aus einem 2-dimensionalen Anflug (nur Kursführung) wird unter Einbeziehung von barometrischer Höhe und korrigierten GPS-Daten ein 3-dimensionaler Anflug. ICAO trägt dieser Entwicklung Rechnung und wird im November 2014 die Klassifizierung von Anflugverfahren entsprechend ändern. Danach wird es zukünftig die Klassifizierung nach 2-D und 3-D Anflugverfahren geben.

| | |
|-----------|---|
| AMC | Acceptable Means of Compliance |
| APV | Approach Procedure with Vertical Guidance |
| Baro VNAV | Barometric Vertical Navigation |
| CDFA | Continuous Descent Final Approach |
| EASA | European Aviation Safety Agency |
| EGNOS | European Geostationary Navigation Overlay Service |
| GBAS | Ground-Based Augmentation System |
| GLONASS | Global Orbiting Navigation Satellite System |
| GNSS | Global Navigation Satellite System |
| GPS | Global Positioning System |
| LNAV | Lateral Navigation |
| LPV | Localizer Performance with Vertical Guidance |
| PBN | Performance-Based Navigation |
| RAIM | Receiver Autonomous Integrity Monitoring |
| RNAV | Area Navigation |
| RNP | Required Navigation Performance |
| SBAS | Satellite-Based Augmentation System |
| VNAV | Vertical Navigation |
| WAAS | Wide Area Augmentation System |

DOKUMENTE ZU RNAV(GPS) BZW. RNP(GNSS) UND ZU PERFORMANCE-BASED NAVIGATION (PBN)

Die nachfolgende Liste enthält einige Dokumente zur Nutzung von RNAV(GPS)- bzw. RNP(GNSS)- und RNAV(GNSS)-Approaches. Auf internationaler Ebene ist das wichtigste Dokument das ICAO Performance-Based Navigation Manual, auf europäischer Ebene sind dies die so genannten „Acceptable Means of Compliance – AMC“ von EASA, AMC 20-27 und AMC 20-28. Für Deutschland sind die Regelungen zur Nutzung von GNSS-basierten Flugverfahren im Luftfahrthandbuch Deutschland, Teil ENR zusammengefasst. Viele der Dokumente, wie z.B. die EASA –AMC, sind im Internet frei verfügbar; das ICAO PBN Manual (396 Seiten) dagegen muss man käuflich erwerben.

International Civil Aviation Organization – ICAO (www.icao.int/pbn)

- Doc 9613 „Performance-Based Navigation Manual (PBN)“, 4th edition, 2013

European Aviation Safety Agency – EASA (www.easa.europa.eu)

Acceptable Means of Compliance - AMC

- AMC 20-27, 23/12/2009 „Airworthiness Approval and Operational Criteria for RNP APPROACH (RNP APCH) Operations Including APV BARO-VNAV Operations“
- AMC 20-28, 24/09/2012 „Airworthiness Approval and Operational Criteria to Area Navigation for Global Navigation Satellite System approach operation to Localiser Performance with Vertical guidance minima using Satellite Based Augmentation System“

Deutsche Flugsicherung GmbH – DFS (www.dfs.de)

- AIC IFR 3, 12 FEB 2009 „Implementation of Approach Procedures with Vertical Guidance (APV) by means of Barometric Navigation (Baro-VNAV) in German airspace“
- Luftfahrthandbuch Deutschland (AIP), ENR 1.5, „Nutzung von GNSS-basierten Flugverfahren“

Federal Aviation Administration – FAA USA (www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/)

Die FAA hat bereits eine große Anzahl von Advisory Circular (AC) zu RNAV und RNAV(GPS)-Approaches veröffentlicht, die alle unter der entsprechenden Internetseite der FAA zu finden sind.

Civil Aviation Authority – CAA UK (www.caa.co.uk)

- CAP 773, 1 August 2007 „Flying RNAV (GNSS) Non-Precision Approaches in Private and General Aviation Aircraft“

Direction générale de l'aviation civile – DGAC France (www.sia.aviation-civile.gouv.fr)

- AIC A 21/12, 20 SEP 2012 „Implementation of RNP APCH type instrument approach procedures commonly called RNAV(GNSS) approaches“

Swiss Federal Office of Civil Aviation – FOCA Switzerland (www.bazl.admin.ch)

- Directive O-017 E, 19 March 2013 „Guidelines for Instrument Rated (IR) pilots conducting RNAV GNSS Approaches (formerly GPS Approaches) in categories NCO Aeroplane and NCO/NCC Helicopter“

Ente Nazionale di Assistenza al Volo – ENAV Italy (www.enav.it)

- AIC A 17/2012, 01 NOV 2012: „Introduction of RNP APCH in Italy“

Autor:

Jürgen Mies (mit fachlicher Unterstützung von Roland Kaluza, DFS, ATM Operations, Strategy, Navigation)

Bildnachweis:

AOPA, Cessna, DFS, Jeppesen

Quellen:

Neben den oben angegebenen Dokumenten wurden folgende weitere Quellen verwendet:

- Jeppesen Briefing Bulletin Jep 08-D, 26 September 2008
- Luftfahrthandbuch Deutschland, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen, 2013
- „Alles Baro oder was?“, Jörg Biermann, der flugleiter, 2010/03

Haftungsausschluss:

Die Informationen und Daten in diesem AOPA Safety Letter sind vom Autor und der AOPA-Germany sorgfältig erwogen und geprüft. Dennoch kann eine Garantie für Richtigkeit und Vollständigkeit nicht übernommen werden. Eine Haftung des Autors bzw. von AOPA-Germany und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

HERAUSGEBER

AOPA-Germany e.V.
Außerhalb 27 / Flugplatz
63329 Egelsbach

www.aopa.de