

A close-up photograph of a man's face, focusing on his eyes and the side of his head. He is wearing blue and white flight goggles. The background is a plain, light color.

Michael Fröhling

AUFSTEIGEN ZUM INSTRUMENTENFLUG

powered by **flieger**
magazin

DAS HAT UNS GERADE NOCH GEFEHLT

Diese Überschrift ist ganz ohne Ironie gemeint: Ein Buch, das sich gänzlich mit dem Instrumentenflug in der Praxis befasst und nur so viel Theorie enthält, wie unbedingt sein muss – das gibt es tatsächlich erst mit dem Band, den Sie in Händen halten. Dieser Ansatz war es, der uns beim fliegermagazin dazu bewogen hat, die Artikelserie des Autors zu veröffentlichen, aus der nun ein – deutlich umfangreicheres – Buch geworden ist.

Auch wenn es viele eingefleischte Sichtflug-Piloten nicht glauben können: Die Instrumentenflugberechtigung ist die wohl größte fliegerische Bereicherung, die man sich nach dem ursprünglichen Lizenzerwerb gönnen kann – ein echter Aufstieg, wie der Buchtitel suggeriert. Das Instrument Rating verändert die Herangehensweise an das Fliegen auf vielfältige Weise, sorgt für mehr Struktur und letztlich auch für mehr Sicherheit und Flexibilität.

Ein verbreitetes Vorurteil wird spätestens mit der praktischen Erfahrung aufgehoben: Auch mit einfachsten IFR-Flugzeugen ist Instrumentenflug oft und sicher möglich.

In diesem Buch erfahren Sie, worauf es in der praktischen IFR-Fliegerei ankommt. In diesem Buch lernen Sie nicht, wann und wo die ICAO gegründet wurde – auch wenn dies als Prüfungsfrage lange Zeit zum verlangten Theoriewissen gehörte. Wir möchten Ihnen Mut machen: Gehen Sie die Herausforderung an. Lernen Sie, nach Instrumenten zu fliegen! Sie werden viel Freude daran haben.



THOMAS BORCHERT
Chefredakteur
fliegermagazin

DIESES BUCH IST GANZ SCHÖN PRAKTISCH

Es basiert auf einer 12-monatlichen Kolumne des Autors, die im Zeitraum 2014/15 in der Zeitschrift fliegermagazin unter gleichem Namen erschienen ist. Spätere Artikel des Autors aus der Zeitschrift wurden hinzugefügt – alle wurden aktualisiert und erweitert. So werden alle wichtigen Themen des praktischen Instrumentenfluges behandelt und die durch die EASA gesetzlich vorgegebenen Inhalte der praktischen IFR-Ausbildung – sei es das Enroute- oder Competency based – IFR oder das klassische IFR, welches Teil der ATPL-Ausbildung zum Verkehrsflugzeugführer ist, abgedeckt.

Es ist ein Buch aus der Praxis für die Praxis. Theoretische und technische Inhalte werden nur behandelt, soweit sie eine direkte Relevanz für die praktische IFR-Fliegerei haben. Das Buch ist somit nicht nur optimales Handwerkszeug für Fluglehrer sondern auch unverzichtbare Lektüre für jeden, der erwägt, eine Instrumentenflug-Berechtigung zu erwerben, der sich bereits in der Ausbildung befindet oder

der privat wie geschäftlich nach Instrumentenflugregeln unterwegs ist und den Anspruch hat, seine Kenntnisse und Fähigkeiten aufzufrischen und auf ein höheres, professionelleres Niveau zu heben.

Philosophie des Buches ist es auch, sich ständig entsprechend neuer Technik, Gesetze, Verfahren und Erkenntnisse weiter zu entwickeln und so beim geplanten eBook und bei neuen Druckauflagen möglichst aktuell zu sein. Vor diesem Hintergrund sind die Leser herzlich eingeladen, mit dem Autor in Kontakt zu treten, kritische Anmerkungen und Vorschläge zu machen oder auch neue Inhalte einzubringen (mike@checkpilot.de).



DIE INSTRUMENTEN- FLUGPRAXIS IM BLICK

Der Autor mit sogenannten IFR-Goggles, die der Schüler beim Flugtraining trägt, um bei schönem Wetter schlechtes zu simulieren.

INHALT

Easy by EASA	8
Kapitel 1 – Erleichterungen durch EASA: Grundlagen und Ausbildungsinhalte	
Perfektion durch Präzision	16
Kapitel 2 – Fliegerische Grundlagen des Instrumentenflugs: Instrumente, Scan-Technik, Control & Performance und das richtige Trimmen	
Abfahren auf Verfahren	24
Kapitel 3 – Basisverfahren des Instrumentenflugs: Checklisten, Call-outs, COM/NAV-Setting und Briefings	
Fliegen wie am Schnürchen	34
Kapitel 4 – Funknavigationstechnik und standardisierte Navigationsverfahren: Tracking, Station Passage, Interceptions, Procedure Turns und Holdings	
Mal so richtig abfliegen	46
Kapitel 5 – Die zentralen Themen der IFR-Departure: Briefings und Verfahren, Abflug vom IFR- oder Nicht-IFR-Platz, konventionell oder per GPS, Wechsel von Altitude zu Flight Level, Verfahren in den Bergen und Wetterproblematik	

Und jetzt zum gemütlichen Teil	52
Kapitel 6 – Der Reiseflug: Zusammenarbeit mit Lotsen, GPS und Autopilot, Vorausdenken und Vorausplanung, Funkausfall und Wettergefahren	
Wie auf Schienen bis zur Schwelle	60
Kapitel 7 – Grundlagen von Präzisions-Anflügen: ILS, GPS, Anflugvarianten, Geschwindigkeiten, Briefings, Procedures und Call-outs.	
Ungenau, aber auch ganz schlau	70
Kapitel 8 – Grundlagen von Nicht-Präzisions-Anflügen: VOR, NDB, GPS, Localizer, Continuous Descent Approach und Cloud Breaking	
Yippie-S	78
Kapitel 9 – GPS: Siegeszug der Satelliten-Navigation, Wandel und Ausprägungen der Technologie, Präzisere Anflugverfahren mit vertikaler Führung und neue Begrifflichkeiten	
Wenn falsch rum richtig ist	84
Kapitel 10 – Circle-to-Land: Verfahren, Varianten, Minima und Herausforderungen	

Kreisverkehr der Lüfte	88
Kapitel 11 – DME-Arc: Verfahren per CDI und Bearing Pointer, Reinform und Praxis	
Die Bürokratie bleibt am Boden	92
Kapitel 12 – Flugplanung: Routenerstellung, Flugplanaufgabe, Serviceanbieter, Karten, GPS-Plan, Treibstoffberechnung, Ausweichplatz und Slots	
Bye, Bye, Uhrenladen	100
Kapitel 13 – Glascockpits: Primary Flight Display, Multi Function Display, Komplexität und Eingewöhnung, Vorteile, Highlights und Synthetic Vision	
Frag nicht nach Sonnenschein	108
Kapitel 14 – Wetter-Risiken: Nebel, Gewitter und Vereisung – rechtliche, technische und persönliche Minima und Grenzen, Selbstbriefing mit pc_met	
Suppe mit Einlage?	120
Kapitel 15 – Systemausfälle: Notwendige Systemkenntnisse, Setzen von Prioritäten, Kommunikation und Krisenbewältigungsstrategie	

Der große Schwindel	128
Kapitel 16 – Vertigo: Sinnestäuschungen, Verlust der räumlichen Orientierung und gefährliche Konsequenzen	
Mit dem ILS in die Stadt	132
Kapitel 17 – Anflug von 3 Metropolen: Paris, London und Kopenhagen	
Alpine Luftnummer	144
Kapitel 18 – IFR-Anflug Innsbruck: Localizer-Approach plus Circle-to-Land, besondere Verfahren und besondere Herausforderungen	
Im Gespräch mit der Nabelschnur	150
Kapitel 19 – Lotsen-Gespräch: Verhältnis Controller-Pilot, Wünsche für die Zusammenarbeit, Problempunkte, Sicherheitsgewinn und Perspektive	
Alle Jahre nieder?	158
Kapitel 20 – IFR-Jahrescheckflug: Philosophie, Termine, Anforderungen an Prüfer und Prüfling, Inhalte und Toleranzen	
Abkürzungsverzeichnis	164

#01

ERLEICHTERUNGEN DURCH EASA:
Grundlagen und Ausbildungsinhalte

EASY BY EASA

WAS HABEN SIE EIGENTLICH DAGEGEN?

Ach, was hört man doch an den Fliegerstamm-tischen für Parolen, was die IFR-Fliegerei angeht: „Ein Erwerb der IFR-Berechtigung ist zu umfangreich und langwierig, was es praktisch unmöglich macht, es neben dem Job durch-zuziehen. IFR-Fliegen mit kleinen Flugzeugen ohne Enteisierung ist gar nicht richtig möglich. Wenn man nicht ständig nach Instrumenten fliegt, kommt man aus der Übung und dann wird es zu gefährlich.“ Soweit die Stimme des Volkes.

Da gibt es zunächst mal sehr gute Nach-richten. Mit den ab Anfang 2015 umgesetzten EASA-Konzepten des Enroute IR und Competen-cy-based IR wurde der Einstieg wesentlich er-leichtert. Die Theorie wurde um 50% abgespeckt und auch in der Praxisausbildung gibt es eine we-sentliche Erleichterung. Ein großer Teil kann näm-lich mit einem Fluglehrer außerhalb einer Flug-schule auf dem eigenen oder einem gecharterten Flugzeug erflogen werden. Was die übrigen Ein-wände betrifft: Selbstverständlich kann man auch mit einem kleinen einmotorigen Flugzeug ohne Enteisierung nach IFR fliegen. Natürlich nicht bei großräumigen Vereisungsbedingungen auf der Strecke, aber immerhin doch sehr häufig. Al-lein die Tatsache, dass der überwiegende Teil der

zum IFR-Training eingesetzten Flugzeuge über keine Enteisungsanlage verfügt, unterstreicht diesen Punkt. Ja, und wie häufig muss man IFR fliegen, um auf der sicheren Seite zu sein? Da-bei ist zunächst zu sagen, dass ein VFR-Pilot, der seine Mindeststunden fliegt (12h im letzten von zwei Jahren Gültigkeit), auch nicht davon ausge-hen kann, wirklich auf der sicheren Seite zu sein. Jeder Flug ist für ihn ein kleines Abenteuer. Mehr zu fliegen würde ihm einfach ein besseres Gefühl bereiten und mehr Sicherheit bringen. Genauso ist es auch bei der IFR-Fliegerei – hoffentlich mit einem gewissen Erfahrungs- und Sicherheits-päckchen mehr an Stunden als die vom Gesetz-geber für VFR geforderten.

ALLE WETTER. DAS IFR?

Der ausschlaggebende Punkt, endlich sein IFR zu machen, ist doch die Wettergefahr: Ein sehr großer Teil von tödlichen Unfällen in der VFR-Fliegerei kommt aufgrund eines visuellen Ori-entierungsverlustes bei Einflug in Instrumen-tenflug-Wetterbedingungen zustande. Warum ist das denn so?

Piloten sprechen gerne vom „Hosenboden-Gefühl“, wenn es darum geht, wie sie ihr Flugzeug beherrschen. Das funktioniert mit Sicht nach außen wunderbar. Fliegt man aber in Wolken,

MIT SICHERHEIT NEBULÖS Nebel ist zwar auch für IFR-Piloten ein Problem, aber dieser Anflug wäre legal und sicher möglich.

#02

FLIEGERISCHE GRUNDLAGEN DES INSTRUMENTENFLUGS:

Instrumente, Scan-Technik, Control & Performance und das richtige Trimmen

PERFEKTION DURCH PRÄZISION

SO KANN ES NICHT WEITERGEHEN

Der angehende IFR-Schüler sollte nicht glauben, dass er fliegerisch einfach so weiter machen kann wie bisher – das Ganze einfach nur nach Instrumenten. Er muss lernen, seinen Gleichgewichtssinn zu ignorieren, der ihm ohne den visuellen Input vom großen Horizont draußen vorm Fenster alles Mögliche über die Fluglage suggerieren will. Die Wahrheit erfährt er von sechs recht kleinen Instrumenten vor sich. Zuerst lernt er, diese kontinuierlich nach einem bestimmten Schema abzulesen, Instrument Scan genannt. Zudem wird ihm das Control & Performance – Konzept helfen, die grundsätzlichen Zusammenhänge des Fliegens besser zu verstehen und höchst präzise in die Tat umzusetzen. Und die (Rück-) Besinnung auf ein kontinuierliches und konsequentes Trimmen gibt seinem fliegerischen Basiskönnen den letzten Schliff. So werden die Fähigkeiten, als Pilot in der

IFR-Grundausbildung – in der Regel im Simulator – auf ein ganz neues Niveau gehoben, was den engagierten Piloten sicher erfreuen wird.

HABEN SIE AUCH ALLES IM BLICK?

In jedem für IFR zugelassenen Flugzeug mit herkömmlichem „Uhrenladen“ sind die folgenden vier Basisinstrumente nach einem sogenannten „Basic T“ angeordnet: Künstlicher Horizont, Kurskreisel oder HSI, Geschwindigkeitsanzeiger und Höhenmesser (s. Abb. S. 17). Das „T“ wird links unten durch den Wendezeiger und rechts unten durch das Vario ergänzt – zum im Fliegerjargon sogenannten „Sixpack“. Im modernen Glasscockpit findet man prinzipiell das gleiche Schema, allerdings je nach Hersteller etwas anders angeordnet (s. Abb. S. 19). Die Idee ist nun, dass grundsätzlich primär die Instrumente im T und sekundär die zwei zusätzlichen Instrumente gescannt, also abgelesen und interpretiert werden. Die insgesamt höchste Priorität kommt dabei

DAS KLASSISCHE SIXPACK

1 FAHRTMESSER

Auf Englisch Airspeed Indicator (ASI). Er zeigt mit Hilfe des Pitot-Rohrs die Indicated Airspeed an – die von True Airspeed und Groundspeed erheblich abweichen kann. IFR-Flugzeuge haben eine Pitotrohr-Heizung, die bei Minustemperaturen in den Wolken eine Vereisung verhindert.

2 KÜNSTLICHER HORIZONT

Auf Englisch Attitude Indicator (AI). Er zeigt die Lage des Flugzeugs um die Längs- und Querachse in Relation zum Horizont an. Dies verrät aber nichts direkt darüber, ob die Maschine steigt, sinkt oder die Flugrichtung ändert. Herkömmlich mit Unterdruck/Vakuum angetrieben.

3 HÖHENMESSER

Auf Englisch Altimeter (ALT). Er zeigt die barometrische Höhe an, also die vom Luftdruck abhängige Höhe. Die Höhe über MSL ist nur nach manueller Einstellung des aktuellen Luftdrucks (QNH) zu sehen. Die Einstellung auf 1013 hPa ergibt die Anzeige von Flugflächen.

4 WENDEZEIGER

Auf Englisch Turn Coordinator (TC). Er misst die Geschwindigkeit der Drehung um die Hochachse (Drehrate) – aber nicht die Querneigung. Da er jedoch den künstlichen Horizont bei dessen Ausfall ersetzen soll, wird die Drehung um die Hochachse in die Anzeige einer Querlage übersetzt. An der Kugel (Englisch „Ball“) sieht man, ob die Kurve koordiniert geflogen wird. Der Antrieb ist meist elektrisch.

5 KURSKREISEL

Auf Englisch Directional Gyro (DG). Er zeigt den Kurs auch in Kurven ohne Kompassdrehfehler an, muss aber regelmäßig mit dem Kompass synchronisiert werden. Das geht je nach Gerät manuell oder automatisch (Slaved Gyro). Der Horizontal Situation Indicator (HSI, s. Foto) zeigt zusätzlich die Kursablage eines Navigationsinstruments an. Der DG wird herkömmlich von Unterdruck/Vakuum angetrieben.

6 VARIOMETER

Auf Englisch Vertical Speed Indicator (VSI). Es zeigt die Steig- oder Sinkgeschwindigkeit an; in Motorflugzeugen meist in Fuß pro Minute (ft/min). Anders als die komplizierter aufgebauten Instrumente in Segelflugzeugen reagieren herkömmliche Varios mit einiger Verzögerung.



WOHIN DAS AUGESCHAUT Ein systematisches Scanning ist die Grundvoraussetzung beim „Blindflug“. Die Pfeildicke illustriert, wie oft das Auge zu den jeweiligen Instrumenten schauen soll. Im Zentrum steht der künstliche Horizont mit der Achse zum Kurskreisel.

ALLES AN SEINEM

PLATZ Ein klares System zur Einstellung von COM- und NAV-Frequenzen ist sehr hilfreich.

EINE FRAGE DER EINSTELLUNG

BEISPIEL FÜR EIN COM/NAV-SETTING

COM 1	NAV 1
Tower	ILS
Info	VOR 1
Radar	(GPS)

COM 2	NAV 2
Ground	VOR 2
ATIS	VOR 3
121.50	DME

So wie es bei der Airline üblich ist, sollte man auch bei der privaten IFR-Fliegerei ein klares Schema für die Einstellung der COM- und NAV-Frequenzen haben. Das heißt, man weiß immer, wo was ist, was besonders in Stress-situationen sehr hilfreich sein kann. Natürlich gibt es keinen Standard, der alle Situationen abdecken kann, so dass Flexibilität ebenfalls gefragt ist. Folgendes hat jedoch in der Ausbildung Schule gemacht: COM 1 benutzt man nur für Tower/ Info- und Radarfrequenzen. COM 2 dient dann für Ground, ATIS, und im Streckenflug für die internationale Notfrequenz 121.5, die man, während man auf COM 1 spricht, permanent abhört.

Auf NAV 1 hat man beispielsweise im Abflug die erste zu benutzende VOR aktiv, während man das Platz-ILS für einen Notfall in Standby stehen hat. Auf NAV 2 hat man dann die zweite zu befliegende VOR aktiv. Beim Anflug ist selbstverständlich das ILS aktiv in NAV 1 gesetzt während für den Anflug und den Missed Approach zu benutzende VORs in NAV 1 und 2 dazukommen. Und natürlich das GPS: Es wird üblicherweise auf die NAV 1 Anzeige geschaltet, um den eingegebenen Flugplan abzufliegen und wenn ein GPS-Approach geflogen werden soll.

Im IFR-zugelassenen Einbau-GPS – praktisch jedes IFR zugelassene Flugzeug hat heutzutage eins – erstellen Sie einen Flugplan, in dem Sie zwischen EDDK und EDDH als Anfangs- und Endpunkte zumindest die ersten Strecken-

punkte eingeben. Die anderen können im Fluge ergänzt werden. Das Abflugverfahren Wipper Three Echo hat Ihr GPS in seiner Datenbank. Sie können den Streckenverlauf mit wenigen Tastendrücken laden. Obwohl Sie nach konventionellen Instrumenten abfliegen wollen, lassen Sie die GPS-Departure auf der Moving Map mitlaufen. Außerdem geht es heutzutage bei der Routenführung ausnahmslos über GPS-Punkte, so dass Sie zumindest auf der Strecke nach GPS fliegen und mit ihrem GPS-Flugplan arbeiten, in dem Sie bei Streckenänderungen einzelne Punkte addieren bzw. löschen.

Mit dem Departure Briefing (s. Box S. 28) prägen Sie sich den zu fliegenden Ablauf ein und überprüfen Ihre COM/NAV-Settings. Während Sie zur Bahn rollen, machen Sie dann ihr Take-off- und Emergency-Briefing (s. Box S. 29). Dazu kommen noch die üblichen Checks unter Verwendung der Listen, etwa beim Run-up.

Meist variiert sich der Tower mit der Startfreigabe bei Ihnen und Sie melden sich gleich nach dem Take-off selbständig bei Radar – außer, das Abflugverfahren schreibt vor, dass Sie bis zu einer bestimmten Höhe auf der Tower-Frequenz Hörbereitschaft halten, um dann erst umzuschalten. Beim Durchsteigen der sogenannten Transition Altitude (in Deutschland bei 5.000 Fuß, außer Alpenregion), stellen Sie ihre Höhenmesser und den Autopiloten auf Standarddruck 1013 hPa um – eines der After-Take-off Items, deren Erledigung jetzt mit der Checkliste geprüft wird.

Auf der Strecke werden Sie dann von einem Radar-Sektor zum anderen weitergereicht und melden sich stets mit Nennung ihrer Flughöhe sowie des Wegpunkts, auf den Sie zufliegen, oder des „Radar Headings“, das Ihnen der vorige Lotse zugewiesen hat.

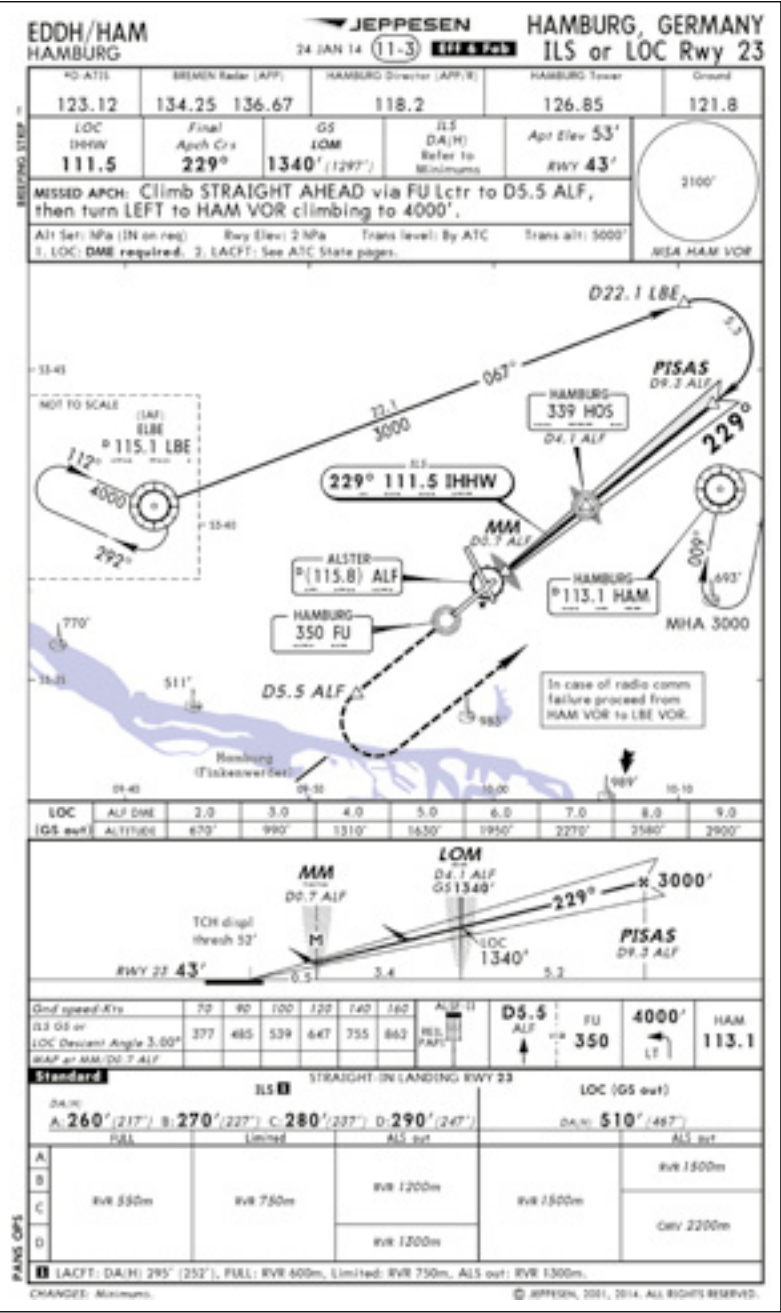
Der Anflug in Hamburg gestaltet sich dann wie folgt: Sie hören bereits in Ihrer Reiseflughöhe die ATIS-Ansage ab und notieren sie. Sie wissen jetzt, welche Runway aktiv ist, und welche Instrumenten-Anflugverfahren Ihnen zur Verfügung stehen. Das lokale QNH stellen Sie später nach Passieren des sogenannten Transition-Levels ein, der auf der ATIS bekanntgegeben wird

BEISPIEL EINES APPROACH BRIEFINGS FÜR EINEN KONTROLLIERTEN IFR-PLATZ

- Radar vectored ILS-Approach Runway 23 at Hamburg
- Page 11-3, dated 24th of January 14
- Minimum Sector Altitude for approach and missed approach is 2.100 ft
- Initial Approach Altitude is 3.000 ft
- ILS 111.5 is set active and identified on NAV1 and final course 229° is selected on the HSI
- Descent starts at PISAS Final Approach Fix, 9.3 DME from ALF DME 115.8, which is set and identified on the DME, indicating 17 Miles
- Locator Outer Marker is at 4.1 Miles from ALF and Check Altitude is 1.340 ft (HOS locator 339 is set active on the ADF, indicating QDM 270°)
- Minimum is 260 ft
- Missed Approach: Climb straight ahead via FU locator (FU 350 is set standby on the ADF) to 5.5 ALF, then turn left to HAM VOR climbing to 4.000 (HAM VOR 113.1 is set standby on NAV1)
- Entry procedure for the holding will be a direct
- Tower 126.85 is set standby on COM1, Ground 121.8 is set active on COM2
- Approach speed is 100 kts, target speed 80 kts, full configuration at Locator Outer Marker

BEISPIEL EINES APPROACH BRIEFINGS FÜR EINEN UNKONTROLLIERTEN NICHT-IFR PLATZ

- Visual approach at Dinslaken Schwarze Heide
- Runway in use is 26
- Displaced threshold for Aircraft below 2 tons
- Runway length available is 1.000 m
- Field elevation is 213 ft
- Southern traffic pattern, altitude 1.200 ft
- Enter the downwind with a 45° angle – heading 035°
- Target speed is 85 kts
- Dinslaken Information 122.70 is set active on Com1



DARAUF WERDEN SIE SICH EIN-SCHIESSEN Der ILS-Approach bringt Sie sicher bis zur Entscheidungshöhe in 200 ft (Thema Kapitel 7).

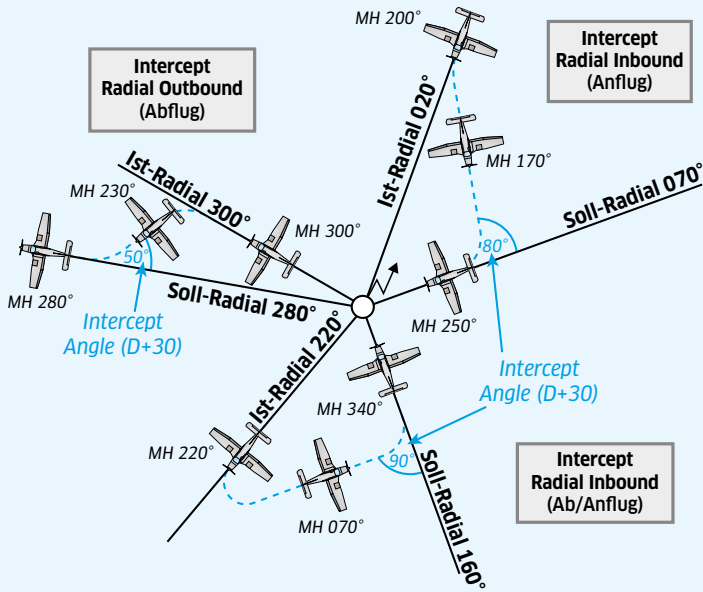
WINKELBERECHNUNG Der Schüler stellt sich räumlich vor, wo sich die Soll-Standlinie im Verhältnis zu seiner Position befindet. Dann ermittelt er den Winkel zwischen Ist und Soll (Differenz = D), unabhängig vom Kurs, der geflogen wird, und addiert die Zahl 30. Daraus ergibt sich ein Winkel, mit dem der neue Track angeschnitten werden soll. Legt man nun diesen Anschneidewinkel (Interception Angle) an das Soll an, ergibt sich das Heading, mit dem zur Soll-Standlinie geflogen werden muss. Bei Erreichen wird auf diese entsprechend eingekurvt.

ALTES DENKEN IN RADIALEN Eine Erschwernis bei der Navigation mit VOR kommt noch hinzu: Es ist gebräuchlich, auch bei einem Hinflug zur VOR nicht primär von einem Inbound-Track zu sprechen sondern einen sogenannten Radial-Inbound vorzugeben. Dabei wird wenig sinnvollerweise die Gradzahl des Radials von der Station wegweisend genannt, obwohl man sich flugtechnisch beim Hinflug am Inbound-Track orientiert. Beim NDB existiert dieses Problem nicht, da man sich sinnvollerweise beim Hinflug am QDM und beim Wegflug am QDR orientiert. Beim GPS hat man durch Bearing (Ist) und Desired Track (Soll) die gleiche Situation. Man denkt immer sinngemäß.

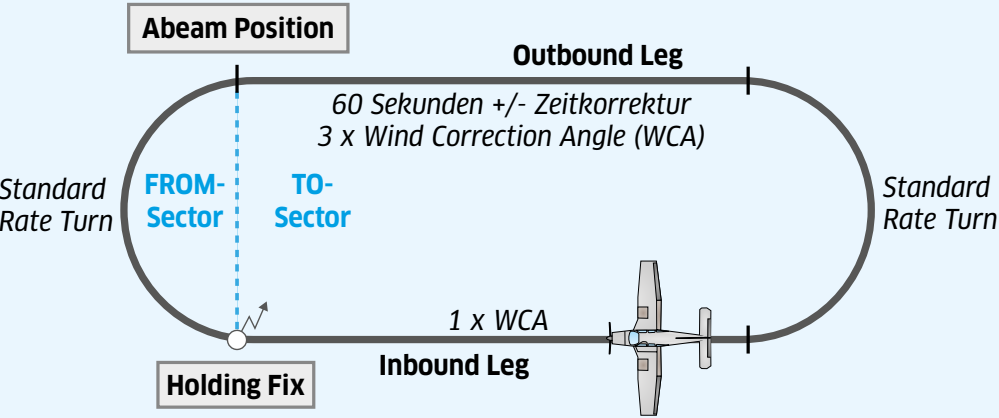
ADDIEREN ODER SUBTRAHIEREN Eine entscheidende Frage ist, ob man den Anschneidewinkel zum Sollkurs addieren oder von ihm subtrahieren sollte, um das Heading zu erhalten. Dabei helfen Merksätze. Beim Anflug auf die Station (Inbound Intercept) gilt: Stehe größer, steure größer. Stehe kleiner, steure kleiner. Soll heißen: Hat das Radial bzw. der Track, auf dem man sich befindet, eine größere Zahl als das neue Radial oder der neue Track, wird der Anschneidewinkel addiert, man steuert anschließend eine größere Zahl. Wobei immer dann, wenn die Summe aus den Winkeln 360° überschreitet, 360 abgezogen wird. Ist die alte Standlinie kleiner als die neue, wird der Anschneidewinkel abgezogen. Auf Outbound-Intercepts, also beim Abflug von der Station, gilt dagegen: Stehe größer, steure kleiner (subtrahieren); stehe kleiner, steure größer (addieren).

- Ablauf-Schema D+30 – Interception (VOR)
- Nennung der Ist-Position: Radial und DME-Distanz
- Vorgabe des Soll: Radial Inbound oder Outbound (durch den Lehrer)
- Räumliche Vorstellung: Wo bin ich? Wo liegt das Soll-Radial
- Berechnung des Anschneidewinkels: Differenz zwischen Soll und Ist plus 30°
- Verstellung des Radials auf das Soll (Beim Wegflug mit der Nadelspitze oben am Gerät; beim Hinflug mit dem Nadelende unten am Gerät)
- Dann an der Nadelspitze den anzuschneidenden Inbound-Track ablesen
- Berechnung des Anschneide-Headings: Den Anschneidewinkel an das Radial (Wegflug) oder den Inbound-Track (Hinflug) anlegen
- Beim Hinflug: Stehe größer, steure größer (addieren). Stehe kleiner, steure kleiner (subtrahieren)
Beim Wegflug: Stehe größer, steure kleiner (subtrahieren). Stehe kleiner, steure größer (addieren)
- Das Heading fliegen und den Soll-Radial Inbound oder Outbound anschneiden und auf diesen einkurven

DREI BEISPIELE ZEIGT DIE ABBILDUNG Beim Intercept Radial Outbound ist die Maschine auf dem Radial 300°, sie soll auf's Radial 280°. Die Differenz D ist 20°, plus 30° ergibt 50° Anschneidewinkel. Es gilt: Stehe größer (300° zu 280°), steure kleiner – das Intercept Heading ist 280° minus 50°, also 230°. Beim Intercept Radial Inbound geht's vom Radial 20° zum Soll-Radial 70° mit dem Inbound Track von 250°. Also 50° plus 30° gleich 80°. Stehe kleiner (20° zu 70°), steure kleiner, also Inbound Track 250° minus 80° gleich 170° Intercept Heading. Und beim Wechsel zwischen Ab- und Anflug gilt: Vom Ist Radial 220° aufs Soll-Radial 160° mit Inbound Track 340°. Also Anschneidewinkel 60° plus 30° gleich 90°. Inbound gilt: Stehe größer (220° zu 160°), steure größer – das neue Heading beträgt 340° plus 90° gleich 70° (360 von der Summe abziehen).



HOLDING PATTERN



BITTE WARTEN Im Standard-Hold werden die beiden Kurven rechts herum geflogen. Auf dem Inbound Leg fliegt man genau auf der Standlinie mit einfachem Vorhaltewinkel. Auf dem Outbound Leg wird der Wind auch für die zwei Kurven mitkompensiert, also mit dreifachem Vorhaltewinkel geflogen.

Warteschleifen, englisch Holding Pattern, sind selten, aber sie kommen immer wieder vor. Basis eines Holds ist ein Punkt im Raum, das Holding Fix, durch das das Hold zunächst definiert ist. Das kann ein Funkfeuer (VOR, NDB) sein, ein durch Radial und DME Distanz zu einem Funkfeuer definierter Punkt, oder – immer häufiger – ein GPS-Wegpunkt. Zweiter Teil der Definition eines Holds ist das Inbound-Leg, also die Standlinie, auf der man im Oval der Warteschleife auf das Holding Fix zufliegt. Dabei geht es nicht nur um die Richtung des Inbound-Legs sondern auch um dessen Länge: Eine Minute Flugzeit inbound ist unter FL140 Standard, 1,5 Minuten oberhalb. Es können im Prinzip auch andere Zeiten oder Distanzen vorgegeben werden. So gibt es auch Holdings, die nicht nach Zeit, sondern rein nach Entfernung zwischen definierten Punkten zu fliegen sind. Schließlich muss noch die Drehrichtung im Oval klar sein: Rechts herum geht es im Standard-Holding; Linkskurven kennzeichnen ein Non-Standard-Holding. (zum Merken: es verhält sich hier genau anders herum, als bei der Platzrunde). Der so definierte Luftraum ist „geschützt“, dort gibt es weder anderen Verkehr, noch Bodenhindernisse.

VERFAHREN In einem üblichen Holding-Pattern ist man ohne Wind vier Minuten unterwegs: Je eine Minute auf den geraden Abschnitten und je eine Minute in den zwei 180°-Kurven, die mit Standard Rate geflogen werden. Nach Überfliegen des Fixes kurvt man auf das sogenannte Outbound Leg. Ist man querab (Abeam) des Fixes, wird die Stopuhr gestartet. Ein VOR wechselt in der Abeam-Position von FROM auf TO, wenn der Inbound-Track eingestellt wurde; ein GPS-Gerät, welches im Holding praktisch eine VOR simuliert, verhält sich identisch. Ein ADF zeigt die Station querab mit einem Relativ Bearing von 90° bzw. 270°, wenn man exakt den Kurs des Outbound-Legs fliegt.

WINDEINFLUSS Im Hold muss der Wind kompensiert werden, der im Fluge mit einem Glasscockpit bekannt ist, was die Windkorrektur ungemein erleichtert. Ansonsten bleibt einem nichts anderes übrig, als erste Schätzung den Höhenwind aus der Vorhersage zu nehmen oder man rechnet den Bodenwind aus der ATIS hoch, indem man zu der Richtung 30° addiert und die Windstärke verdoppelt (Beispiel: Bodenwind 090°/12 kts – Höhenwind 120°/24 kts).

KURSKORREKTUR Inbound ist die Standlinie fest vorgegeben, ihr wird mit einem normalen Wind Correction Angle (WCA) gefolgt. Da man aber in den zwei Kurven den Wind nicht kompensieren kann, muss das Outbound Leg mit einem dreifachen WCA geflogen werden: Einmal für den geraden Abschnitt, zweimal für die beiden Kurven.

ZEITKORREKTUR Die Gegen- oder Rückenwindkomponente wird auf dem Outbound-Leg kompensiert. Man fliegt dort um so viel länger oder kürzer, dass das Inbound-Leg möglichst die vorgegebene Dauer oder Länge bekommt. Addieren oder subtrahieren Sie den in Knoten gegebenen Wind als Sekunden zum/vom normalerweise einminütigen Leg. Dabei nehmen Sie bei einem Windwinkel von 0° bis 30° die volle Windgeschwindigkeit, bei 30° bis 60° die Hälfte, bei 60° bis 90° korrigieren Sie nicht (s. Grafik S. 44 unten).

EINFLUG Jetzt muss der Pilot nur noch sauber ins Hold kommen, ohne den geschützten Bereich zu verlassen. Dafür gibt es je nach Anflugrichtung auf das Holding-Fix drei Entry Procedures. Die Grafik S. 44 oben zeigt sie für ein Standard Hold, bei einem Non-Standard Hold gelten sie gespiegelt. Eine gedachte 70°-Linie zum Inbound Leg und dessen Verlängerung ergeben drei Sektoren für die drei Einflugverfahren.



#09

GPS: Siegeszug der Satelliten-Navigation, Wandel und Ausprägungen der Technologie, Präzisere Anflugverfahren mit vertikaler Führung und neue Begrifflichkeiten

YIPPIE-S

Was wir als GPS verinnerlicht haben ist schon einen Freudenschrei wert. Die Satelliten-Navigation hat die Fliegerei bereits revolutioniert. Doch in Sachen IFR-Approaches fangen die besten Zeiten gerade erst an. Mit neuer Präzision geht es runter bis fast an den Boden. Aber schon jetzt ist es nicht mehr vorstellbar, ohne Satelliten-Navigation aus dem Weltall nach IFR zu fliegen. Unsere Flugpläne enthalten überwiegend Wegpunkte, die nur per GPS definiert sind, klassische Navigationsanlagen sind zu Randerscheinungen geworden. Für die meisten IFR-Plätze sind inzwischen GPS-Approaches und -Departures veröffentlicht, oft als Overlay, also als Entsprechung eines konventionellen Verfahrens auf den gleichen Routen oder als Stand-alone-Procedure, also ohne konventionelles Vorbild. Einen Riesenvorteil bieten GPS-Anlagen für Flugplatzbetreiber: Sie kommen prinzipiell ohne kostspielige Bodeneinrichtungen aus. So haben auch Plätze, die sich ein ILS nicht leisten konnten, nun oft einen GPS-Approach – bestenfalls mit vertikaler Führung – und können auch bei miesestem Wetter sicher angefliegen werden. In Europa nutzen wir diesen Sicherheitsgewinn noch längst nicht optimal. Zwar ist von EASA vorgesehen, dass langfristig alle für IFR-Flugbetrieb zugelassenen bzw. zulassungsfähigen Flugplätze mit satellitengestützten Verfahren angefliegen werden können; die Behörden tun sich jedoch schwer

mit dem Wandel und der zügigen Genehmigung der neuen Procedures. Ganz anders in den USA, wo derzeit bereits über 4.000 GPS-Approaches in Betrieb sind, eindeutig mehr als ILS-Anflüge. Über 80% weisen eine vertikale Führung auf – später mehr dazu.

MACHEN SIE SICH EINEN BEGRIFF
Zunächst aber müssen wir uns leider an ganz neue Begriffe gewöhnen (s. Box S. 83). Die Behörden möchten sich nämlich gerne von dem inzwischen zum Synonym für die Kategorie gewordenen Kürzel GPS verabschieden. Denn dabei handelt es sich nur um das US-amerikanische Satelliten-Netz, welches heute bereits durch das russische GLONASS und ab 2020 durch das europäische Galileo Konkurrenz bekommt. So ist für die Anflüge bereits der Begriff RNAV üblich, eine Abkürzung für Area Navigation, also

SO FERN, SO NAH
31 GPS-Satelliten teilen sich in 20.000 km Höhe den Himmel, damit wir perfekt navigieren können.

EINFACH VON PUNKT ZU PUNKT
Standard-GPS-Anflug auf die „07“ in Augsburg.



PRIMARY FLIGHT DISPLAY (PFD) Auf dem Display (hier ein Cirrus Perspective by Garmin auf Basis des Glascockpits G1000) sind die klassischen Fluginstrumente dargestellt, ergänzt um eine Fülle weiterer Informationen. Üblich ist die Darstellung von Speed und Höhe als Tape, nicht mit Zeigern.

nutzen, was man tatsächlich braucht. Dennoch ist ein vergleichsweise hoher Schulungsbedarf bei Glasscockpits absolut sicherheitsrelevant. Der beginnt übrigens, was oft vergessen wird, mit dem Studium der online kostenlos verfügbaren Handbücher. Viele Hersteller bieten auch kostenlose Tutorials an, die man u.a. bei Youtube finden kann.

ERWEITERN SIE IHREN HORIZONT

Wie schon in früheren Kapiteln beschrieben, geht es beim IFR-Flug zuerst um die räumliche Orientierung ohne Sicht nach außen. Dabei unterscheidet man zwischen einer Basisorientierung (Elementary Situational Awareness) bei der es um die Kontrolle der Fluglage im Raum geht und einer räumlichen Orientierung in Relation zu Funkfeuern sowie Wegpunkten und diesbezüglichen Standlinien und Distanzen (Navigational Situational Awareness). Was die erstere betrifft, bietet das Primary Flight Display (PFD) eine erhebliche Verbesserung gegenüber einem herkömmlichen künstlichen Horizont. Der füllt nämlich hier den gesamten Bildschirm aus und kommt damit einem natürlichen Horizont sehr viel näher: Schon aus dem Augenwinkel sind Abweichungen von der Fluglage zu erkennen.

PRIMARY FLIGHT DISPLAY

1 AUTOPILOT

Ist der Autopilot in das Glascockpit integriert, wird hier sein Status gezeigt. Im Beispiel: Der AP ist aktiv, folgt dem GPS und hält eine Höhe von 17.000 Fuß.

2 GPS NAVIGATION

Die Anzeige verrät, auf welchem Teil des GPS-Flugplans sich die Maschine befindet (aktiver Wegpunkt Lanux). Die Datenfelder zeigen Distanz und Zeit dorthin.

3 COM FREQUENCIES

Die grüne Frequenz von COM1 wird derzeit genutzt, die blaue ist im Standby. COM2 ist momentan nicht aktiv.

4 FLIGHT DIRECTOR

Der magentafarbene Winkel gibt Fluglage und –richtung vor. Der Pilot – oder der Autopilot – muss die Maschine so steuern, dass der gelbe Winkel genau unter dem magentafarbenen bleibt.

5 HIGHWAY-IN-THE-SKY (HITS)

Bei dieser von der NASA entwickelten Flugführungshilfe soll der Pilot das Flugzeug durch die magentafarbenen Rechtecke steuern, um Fluglage und Flugweg einzuhalten.

6 HORIZON LINE

Bei Flugzeugen mit Synthetic Vision ist dies die Referenzlinie für die Fluglage, nicht mehr die Grenze zwischen „Himmel“ und „Erde“, da die sich mit der Flughöhe verschiebt und im Gebirge gar nicht sichtbar ist.

7 VERTICAL SPEED INDICATOR

Weil die Maschine weder steigt noch sinkt, ist die Box mit dem aktuellen Wert schwarz. Die Skala reicht bis 2.000 Fuß Steigen oder Sinken.

15 SYNTHETIC VISION

Die künstliche Darstellung von Landschaft und Runways ist mehr als „Spielkram“: Sie trägt wesentlich zum Situationsbewusstsein bei.

12 BEARING POINTER

Der blaue Pfeil zeigt die Peilung zu einer Station, die im Fenster links unten gewählt ist, hier das VLM-VOR auf NAV1. Den Morsecode entschlüsselt das Glascockpit automatisch, die Entfernung stammt vom GPS. Hat das Bordsystem auch ein DME, wird es im Fenster darüber angezeigt.

10 HEADING

Die blaue Markierung auf der Kompassrose des Horizontal Situation Indicators (HSI) nennt man Heading Bug. Sie wird vom Piloten auf den gewünschten Steuerkurs gedreht. Das aktuelle Heading liest man im schwarzen Fenster ab.

8 ALTIMETER

Die Höhe wird als Band auf dem PFD angezeigt. Hilfreich ist dabei die Markierung der Sollhöhe, die oben über dem Band eingestellt wird. Unten steht der eingestellte Luftdruck, im Bild der Standardwert (STD BARO) 1013 hPa.

14 AIR SPEED INDICATOR

Der Fahrtmesser hat eine Bandanzeige. Verschiedene Sollmarkierungen (Bugs) sind einstellbar. Der Bordcomputer errechnet die True Airspeed (TAS, unten am Band).

13 WIND DATA

Bequemer geht's nicht:
Windstärke und -richtung
werden stets angezeigt – auf
Wunsch geteilt in Gegen- und
Seitenwind-Komponente.

11 COURSE DEVIATION INDICATOR

Der CDI folgt im Bild dem GPS, kann aber auch auf ein VOR oder ILS geschaltet werden. Er zeigt die Ablage vom Sollkurs. Aus der Differenz zwischen Heading und Kurs über Grund, der durch den magentafarbenen Diamanten angezeigt wird, ist der Vorhaltewinkel ersichtlich.

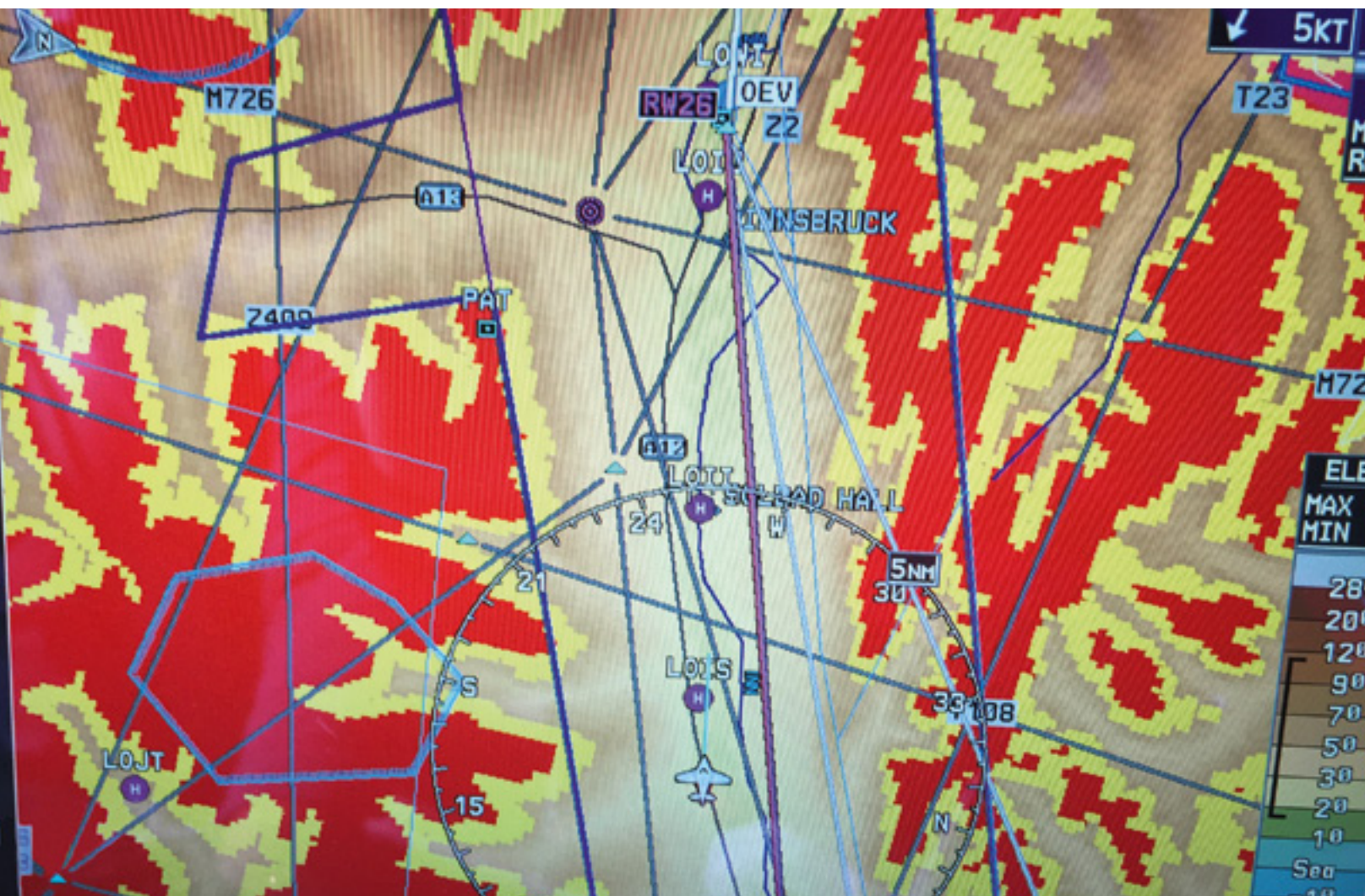
9 FLIGHT PATH MARKER

Der grüne Kreis heißt kurz FPM und ist ein geniales Hilfsmittel. Er zeigt, wohin sich das Flugzeug im Raum bewegt. Bringt der Pilot den FPM auf die Horizontlinie, wird die Höhe gehalten. Zeigt der FPM auf den Bahnanfang, stimmt der Landeanflug.

#18

IFR-ANFLUG INNSBRUCK: Localizer-Approach plus Circle-to-Land, besondere Verfahren und besondere Herausforderungen

ALPINE LUFTNUMMER



**SIEHT NICHT NUR
AUS WIE KUNST**

Auf der Moving Map ist Gelände mit Kollisionsgefahr gelb und rot markiert. Im GPS ist hier nicht das An-, sondern das Abflugverfahren geladen. Hier wird die Kunst des Fliegens besonders gefordert.

Der österreichische Flugplatz liegt in einem Tal sehr hoher Berge und ist deshalb weltweit einer der anspruchsvollsten Plätze für die Kombination eines Instrument Approaches mit einem Circle-to-Land-Verfahren. Wenn Sie jetzt aber glauben, Innsbruck wäre nur etwas für einige wagemutige Piloten, dann haben Sie sich ordentlich getäuscht. Es handelt sich um den nach Passagierzahlen drittgrößten österreichischen Airport, der das ganze Jahr über von Linienmaschinen und Allgemeiner Luftfahrt angeflogen wird.

Aber es ist ein Platz der Gegensätze: Ist das Wetter schön, kann man sich des wundervollen Alpenpanoramas erfreuen und den Anflug durch das Inntal genießen. Bei niedrigen Untergrenzen, schlechten Sichten und starkem Wind verlangt der Anflug auf Innsbruck jedoch einen ordentlichen Berg von Können – und Vorbereitung. Schon das Studium der Karten ist für jeden IFR-Piloten eine hervorragende Übung, ebenso der Anflug auf den Alpenflugplatz in einem Simulator.

Die Verfahren sind kompliziert: Sechs Seiten macht bei Jeppesen allein der Textteil mit Erläuterungen aus. Er schreibt unter anderem vor, dass bei Sichten von unter fünf Kilometern oder Wolkenuntergrenzen von weniger als 3.000 Fuß

über dem Flugplatzniveau niemand die IFR-Anflugverfahren nutzen darf, der sie nicht zuvor in Sichtflugbedingungen oder auf einem Simulator geübt hat. Auch die Mindestanforderungen an dieses Übungsprogramm sind im Textteil genau vorgeschrieben.

Der Kartenteil enthält einige Anflugverfahren, die Sondergenehmigungen für Pilot und Flugzeug erfordern und deshalb eher für kommerzielle Nutzer gedacht sind. Sie sollen uns hier nicht interessieren. Auch den RNAV (GNSS) Y auf die Bahn 08 wollen wir außen vor lassen, denn er hat eine bei schlechtem Wetter wenig praktikable Minimum Descent Altitude (MDA) von 5.193 Fuß über der Schwelle. Einen offiziellen ILS-Anflug gibt es aufgrund der Geländesituation gar nicht.

DER KOPF BRUMMT MIT

Wir beschränken uns also auf die Localizer-DME-Anflüge, von denen es die Variante EAST und WEST gibt – je nachdem, von wo man kommt. Diese Approaches haben es so in sich, dass schon beim Kartenstudium der Kopf so brummt wie im Flug der Motor.

Welchen der Anflüge man nutzt, ist weniger von der aktiven Bahn abhängig, sondern in

KINDERSPIEL

Der Anflug auf die „26“ bei Kaiserwetter. Doch in IMC braucht es „erwachsene“ Piloten.



ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

QNE	Standarddruck 1013 hPa	TNG	Training
QNH	Aktueller Druck über MSL in hPa	TNG AREA	Training Area
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring	TRK	Track
RB	Relativ Bearing	TS	Thunderstorm
RBI	Relativ Bearing Indicator	VASI	Visual Approach Slope Indicator System
REQ	Request	VDP	Visual Descent Point
RMI	Radio Magnetic Indicator	VFR	Visual Flight Rules
RMK	Remark	VMC	Visual Meteorological Conditions
RNAV	Area Navigation	VNAV	Vertical Navigation
RNP	Required Navigational Performance	VOR	Very High Frequency Omni Directional Radio Range
RVR	Runway Visual Range	VSI	Vertical Speed Indicator
RWY	Runway	WAAS	Wide Area Augmentation System
SBAS	Satellite Based Augmentation System	WPT	Waypoint
SV	Synthetic Vision		
SID	Standard Instrument Departure		
SRA	Surveillance Radar Approach		
SRE	Surveillance Radar Equipment		
STAR	Standard Arrival Route		
TAF	Terminal Aerodrome Forecast		
TAS	True Air Speed, Traffic Alert System		
TAWS	Terrain Alert Warning System		
TC	Turn Coordinator, True Course		
TCAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System		
TDZ	Touch Down Zone		
THR	Threshold		
TIS	Traffic Information System		
TKS	Tecalemit, Kilfrost, Sheepbridge Stokes (Hersteller), Liquid Ice Protection System		
TOD	Top of Descent		



ÜBER DEN AUTOR

Michael Fröhling ist seit fast 40 Jahren passionierter Flieger und bildet seit über 30 Jahren Piloten aus. Als Fluglehrer arbeitet er hauptsächlich in der Instrumentenflug-Ausbildung von Privat- und angehenden Verkehrspiloten. Darüber hinaus ist er als Flugprüfer und als Sprachprüfer Englisch für das Luftfahrt Bundesamt tätig. Seit einigen Jahren schreibt er im fliegermagazin über das Thema IFR. Im Jahre 2006 erfüllte er sich einen Lebenstraum und flog mit einer Diamond Twin Star über den Atlantik nach Oshkosh USA und zurück. Er gründete und leitet den Pilot's Table Düsseldorf; ein Pilotenclub mit über 60 Mitgliedern. Michael hat zwei erwachsene Töchter und lebt in Düsseldorf. Seine Internet-Adresse lautet: www.checkpilot.de

Sie haben es in der Hand

Das wohl umfassendste Buch über die Praxis des Instrumentenfluges im europäischen Raum. Und vielleicht auch das am leichtesten lesbare und verständlichste Werk dieser Art. Es basiert auf einer vielbeachteten Jahreskolumne des Autors, die im fliegermagazin unter gleichem Namen erschienen ist. Spätere Artikel des Autors aus der Zeitschrift wurden hinzugefügt – alle wurden aktualisiert und erweitert.

Das Gesetz fliegt mit

Es werden alle wichtigen Themen des praktischen Instrumentenfluges behandelt und die durch die EASA gesetzlich vorgegebenen Inhalte der praktischen IFR-Ausbildung – sei es das Enroute- oder Competency based - IFR oder das klassische IFR, welches Teil der ATPL-Ausbildung zum Verkehrsluftfahrzeugführer ist, werden abgedeckt.

Der neue Standard

So handelt es sich nicht nur um ein optimales Handwerkszeug für Fluglehrer, sondern auch um eine unverzichtbare Lektüre für jeden, der erwägt, eine Instrumentenflug-Berechtigung zu erwerben, der sich bereits in der Ausbildung befindet oder der privat wie geschäftlich nach Instrumentenflugregeln unterwegs ist und den Anspruch hat, seine Kenntnisse und Fähigkeiten aufzufrischen und auf ein höheres, professionelleres Niveau zu heben.

