

Anflugsequenz

Damit man mehrere Flugzeuge, die gleichzeitig ankommen, mit dem geringstmöglichen Abstand auf das ILS bekommen kann, sind zwei Techniken notwendig, die man adequat miteinander kombinieren muss: **Vektoren und Geschwindigkeit**.

Beim Vectoring sollte man möglichst flexibel sein, denn es macht schon einen Unterschied, ob die Flieger mit Minimum Separation auf dem Final sind, und vorher 20 NM mehr oder weniger geflogen sind. Es ist also keinesfalls adequat, einfach jeden Flieger mit derselben Methode (z.B. entlang der Transitions) auf das Final zu bringen. Gerade die Flexibilität, die ersten Flieger möglichst direkt auf das Final zu vektorieren, während die hinteren mehr Strecke ausfliegen müssen, bringt häufig den gewünschten Effekt (nämlich Spacing zwischen die Flieger zu bekommen). In ganz einfachen Fällen (wenn also z.B. ein Paket aus zwei Fliegern reinkommt, die vertikal gestaffelt sind) kann es auch ausreichend sein, ausschließlich Speed Control zu benutzen, während die Flieger genau die gleichen Vektoren bekommen. Dabei sollte man beachten, wieviel Zeit bleibt, um das nötige Spacing herzustellen, um sicherzustellen, dass es auch wirklich klappt. Auch sollte man beachten, dass die angewiesene Geschwindigkeit nicht unter 200 KIAS sein sollte, bis der Flieger den 12 NM Final Point erreicht hat. Wenn es gar nicht anders geht, kann man selbstverständlich davon abweichen. Bis zum Outer Marker sollte die angewiesene Speed nicht mehr als 180 KIAS sein. Nach dem Outer Marker sollte gar keine Speed Control mehr angewendet werden.

Wenn es aber nicht sinnvoll erscheint, das Spacing ausschließlich durch Speed Control herzustellen, muss man zusätzlich das Vectoring bemühen. Bei dem beschriebenen Beispiel des Pakets aus zwei Fliegern ist es dann sinnvoll, den ersten Flieger möglichst direkt mit einem Vector auf das ILS zu fahren, den hinteren entsprechend mit einem anderen Heading 10-20 Grad weiter nach hinten zu führen. Wieviel Differenz zwischen den beiden Headings und welche Speeds dafür am besten geeignet sind, hängt stark von den Aircraft Types und der Zeit ab, die die Flieger bis zum Turn auf das ILS noch haben. Das sollte also jeder selber für sich herausfinden.

ILS Intercept

Die Differenz zwischen der Richtung der Anfluggrundlinie und dem letzten Heading, mit dem der Flieger auf das ILS gecleared wird, **darf** nicht mehr als 45 Grad betragen und **sollte** nicht mehr als 30 Grad betragen.

Außerdem **sollte** der Flieger einen "Steady and Level Flight" nach dem Turn auf das ILS für **mindestens** eine Meile haben, um z.B. die Speed zu reduzieren. Nachdem der Flieger sich auf dem LOC established hat, sollte er also noch mindestens eine Meile Zeit haben, bis der Glide Slope einläuft.

Beispiel

Bei einem Airport, der sich genau auf Meereshöhe befindet, läuft der Glide Slope bei 3000 ft genau bei 10 NM ein. Ein Flieger, der mit 3000 ft auf das ILS gecleared wird, sollte also spätestens bei 11 NM den LOC eingefangen haben. Um das zu erreichen, muss der Flieger bei einem klassischen Base (also genau rechtwinklig zur Anfluggrundlinie) ca. auf den 13 NM Final Point geführt werden, damit er nach dem Einfangen des LOC bei 11 NM rauskommt. Wann der Flieger genau gedreht werden muss, um das Final nicht zu überschießen, und auf welchen Punkt man zielen muss, um die Bedingung des "eine Meile Steady und Level Flight" zu erfüllen, hängt sehr vom Vector, vom Aircraft Type und von der Speed ab. Auch das sollte jeder selber für sich herausfinden!

Das Zielspacing ist für jeden Flughafen abhängig von den lokalen Prozeduren. Um einen Abflug zwischen zwei Anflügen zu ermöglichen ist ein Abstand zwischen beiden Anflügen beim Aufsetzen des vorrausfliegenden Fliegers von 6NM eine gute Faustregel. Wenn kein Abflug dazwischen soll, sollte das Ziel die Wirbelschleppenstaffelung oder 3NM sein (je nachdem was größer). Unabhängig davon was der Zielabstand ist, wenn man 2NM zum Zielabstand dazu addiert, bekommt man ungefähr den Abstand den beiden Flieger beim Intercept haben sollten. Denn das führende Flugzeug wird während des Anfluges abbremesen und dies wird dazu führen, dass das hintere Flugzeug etwas aufschließen wird. Als Beispiel, wenn man 3NM beim Aufsetzen erreichen möchte, dann braucht man 5NM zwischen den Fliegern wenn sie intercepten.

Als Faustregel kann man sagen, die Flieger auf dem Downwind fliegen in 5 Sekunden 0.3NM. (Wir runden das und nehmen 0.5NM an). Flieger die auf dem Downwind fliegen und auf den final turn warten fliegen während dessen Weg vom Flughafen und müssen dann diesen Weg auf dem ILS wieder zurück fliegen. Wenn man einen Flieger nur 2 radar updates (10s) zu spät dreht, dann hat der Flieger bereits 1NM geflogen, welches insgesamt 2NM extra bedeutet im Gegensatz zu einem Flieger der nicht 10s warten musste. Man wird Probleme damit haben diesen Fehler mit Geschwindigkeiten zu lösen, weil diese nicht effektiv genug sind um in der verbleibenden Strecke noch 2NM zu korrigieren. Wenn man einen Flieger 30 Sekunden zu spät dreht dann hat dieser Flieger 3NM extra auf dem Downwind geflogen, was in 6NM mehr Abstand endet als geplant. Dieses Beispiel zeigt auf, warum der Final die höchste Priorität hat und man immer am Ball sein muss.

Zuletzt noch ein paar Faustregeln, wann man die Flieger drehen sollte wenn man einen bestimmten Abstand zwischen den Fliegern erreichen möchte. Angenommen der Downwind ist 5NM entfernt vom ILS (was er gewöhnlich ist). Wenn man den nachfolgenden Flieger dreht, wenn der vorrausfliegende (der bereits auf dem LOC established ist) abeam ist, wird das zu einem Abstand von 5.5-6NM zwischen diesen beiden Fliegern auf dem ILS führen wenn beiden Flieger die gleiche Geschwindigkeit haben. Gemeint ist der Zeitpunkt, an dem der Flieger dreht, nicht dort wo man also Lotse mit dem Sprechen beginnt - mit der Anweisung muss man also schon früher beginnen. Wenn man den Flieger dreht, wenn er 0.5NM nach abeam ist, dann wird man 1NM mehr Abstand bekommen. Siehe die Regel im letzten Abschnitt - 1NM mehr Downwind wird in 2NM mehr Flugstrecke enden. Den Flieger zu drehen, wenn er 0.5NM vor abeam ist, wird somit in 1NM weniger Abstand enden. Mit dieser Faustregel kann man jeden gewünschten Abstand errechnen.

Wenn man zwei Flieger hintereinander auf dem Downwind hat, die bereits ein gutes Spacing haben (also z.B. 5 NM) dreht man sie einfach genau am gleichen Punkt auf das Final, dann sollte man auch dort dieses Spacing erreichen. Zu beachten ist, dass all die Regeln oben bei gleicher

Geschwindigkeit durchgedacht sind. Nicht zu vergessen ist, dass der Wind einen Einfluss auf die Geschwindigkeit hat und somit immer mit in die Planung einbezogen werden muss. Mit der Erfahrung automatisiert sich das möglicherweise, aber für den Anfang helfen diese Faustregeln auf jeden Fall.

Der Approach Controller hat sicherzustellen, dass die **Minimum Separation bis zum Touchdown** nicht unterschritten wird. Dies kann er durch Speed Control auf dem Final sicherstellen, indem er die Flieger anweist, eine bestimmte Speed bis zu einem Punkt zu halten. Gute Richtwerte sind dabei 180 bis 6nm/170 bis 5nm/ 160 bis 4nm. Wenn das Spacing von Anfang an auf dem ILS schon Minimum + (mehr als) 4 NM beträgt, ist, wenn die Flieger ähnliche Performance haben, **keine Speed Control mehr nötig!** Um den ersten Flieger möglichst eng reinzuholen kann es auch sehr nützlich sein, ihn z.B. auf einen 8 NM Final zu clearen. Dafür muss man natürlich eine geringere Flughöhe (z.B. 2500 ft) wählen, wobei auf die Einhaltung der MVA zu achten ist. So ein Anflug ist für den Piloten immer etwas schwieriger, daher insbesondere bei Heavies vorher nachfragen, ob z.B. ein 8 NM Final akzeptiert werden kann. Die Regel des "eine Meile Steady and Level Flight" muss auch bei so einem verkürzten Final beachtet werden.

Wenn nun doch ein paar mehr Flieger auf einmal kommen, und man sie nicht mehr alle mehr oder weniger direkt auf das Final führen kann, muss man einen Downwind aufbauen. Dieser sollte ca. 5 NM vom Final entfernt sein und die Flieger sollten nicht schneller als 220 KIAS sein, damit sie beim Turn auf das Final nicht überschießen. Wenn man einen Flieger auf dem Downwind genau dann auf das Final dreht, wenn er abeam des preceding Traffic auf dem Final ist (also genau seitlich von ihm) kriegt man auf dem Final ein Spacing von ca. 4 NM heraus. Wenn man zwei Flieger hintereinander auf dem Downwind hat, die bereits ein gutes Spacing haben (also z.B. 5 NM) dreht man sie einfach genau am gleichen Punkt auf das Final, dann sollte man auch dort dieses Spacing erreichen.

Sehr wichtig ist auch der rechtzeitige Descend der Flieger. Man sollte damit rechnen, dass ein Flieger 300 ft pro NM sinken kann. Wenn der Flieger über den Downwind geführt wird, sollte man als Faustformel beachten, dass er abeam des Platzes nicht höher als 8000 ft sein sollte, sonst ist er eindeutig zu hoch, um ihn auf einen 10 NM Final zu drehen!

Wenn der Flieger zu hoch erscheint, kann der Pilot auf die "Distance to Touchdown" hingewiesen werden, damit er seinen Descent besser planen kann.

Welche Taktik man sich zurechtlegt, um auch bei viel Verkehr ein gutes Inbound Sequencing hinzubekommen, ist jedem selbst überlassen. Wichtig ist nur, dass es ein System gibt, an das man sich hält, dass man vorausplant und entsprechend rechtzeitig Speed Control macht.

Als Tipp: Die Flieger nicht zu früh zu stark ausbremsen, solange noch Verkehr von hinten nachkommt, denn das kann sehr ins Auge gehen! Auch sollte das Final nicht länger als 20 NM werden. Wenn das droht, lieber ein paar Flieger auf dem Downwind mal einen 360° Turn fliegen lassen, als das Final immer länger werden zu lassen.

Die Reihenfolge (Sequence) der Flieger auf dem Final sollte spätestens auf dem Downwind feststehen. Häufig ist es keine gute Entscheidung, ganz spontan die Sequence zu ändern, denn das kann ins Auge gehen. Wenn aber durch einen nicht vorhersehbaren Zufall eine sehr große Lücke auf dem Final entsteht, kann es Sinn machen, da noch einen anderen Flieger dazwischen zu drehen. Vorsicht, das erfordert einiges an Erfahrung und der Pilot muss gut mitspielen!

Welche Reihenfolge man auf dem Final wählt sollte man nicht nur von der Distance to Touchdown der einzelnen Flieger abhängig machen, sondern auch von Gesichtspunkten wie Performance und Wake Turbulence Category. Durch geschickte Wahl der Sequence kann es sein, dass man insgesamt weniger Meilen an Separation braucht als bei einer weniger geschickten Sequence.

Was relativ schwierig ist ist, wenn ein Flieger in die Sequence integriert werden muss, der deutlich langsamer auf dem Final unterwegs sein wird als der Rest der Kundschaft. So ein Flieger kann gut ein paar Meilen neben dem 10 NM Final Point "aufgehängt" werden, indem man ihn dort Kreise fliegen lässt. Wenn sich die Gelegenheit bietet, kann man ihn dann dazwischen quetschen. Wieviel Meilen brauche ich dann zum nächsten Flieger? Das kann man wieder mit der Formel ausrechnen:

$$\text{Speed-Differenz} / 60 = \text{Verlust an Spacing pro Minute}$$

Wenn also der Slow Type mit 120 KTS das ILS runterschippert, und er auf einen 8 NM Final gecleared wird braucht er ca. 4 Minuten bis zum Touchdown. Wenn der nachfolgende Traffic im Schnitt mit 180 KTS fliegen wird, nimmt er dem Slow Type pro Minute eine Meile ab. Er muss also wenigstens 4 NM mehr als die benötigte Separation haben, um den Slow Type nicht aufzufressen. Bei so einer Konstellation sollte man aber immer auf der sicheren Seite sein, also lieber ein zwei Meilen mehr als zuwenig.

SEHR wichtig ist übrigens auch die Entscheidung, wann das Final und der Downwind drohen zu überfüllt zu werden. Das kann passieren, wenn der CTR Controller einfach zu viele "Pakete" übergeben hat, oder insgesamt zu viele Flieger aus unterschiedlichen Richtungen kommen. Dann ist es keine Schande, sondern genau richtig, dem CTR rechtzeitig bescheid zu geben, dass man vorerst keine Inbounds mehr nimmt. Die müssen dann halt ein paar Holdings fliegen, allemal besser, als wenn der APP gar nicht mehr weiß, wohin mit all den Fliegern.

Um eine gute Sequence aufzubauen und wirklich eng zu staffeln braucht es schon einiges an Erfahrung. Wenn man die Tipps hier beachtet und vorallendingen immer einen Plan und einen alternativ Plan im Kopf hat, sollte die Arbeit aber auch beim Üben schon relativ zufriedenstellend ausfallen und vorallendingen viel Spaß machen.

Effizienz

Vorallem bei hohem Verkehrsaufkommen ist es besonders wichtig effizient und vorrausschauend zu arbeiten um die höchste Kapazität zu erreichen.

Wenn der Flieger nur zwei Radar-Updates (10 Sekunden) später auf den Endanflug gedreht wird als geplant, hat dieser in der Zeit bereits 1 NM zurück gelegt. Dies führt dazu, dass 2 NM mehr geflogen werden müssen, was man mit Geschwindigkeiten nur selten korrigieren kann. Bei 30 Sekunden resultiert dies in 6 NM mehr Flugweg und reduziert die Kapazität einer Piste um 50%.

Inbound Sequencing bei Area Control

Auf der CTR Position gibt es auch sowas wie Inbound Sequencing, also das Festlegen der Reihenfolge und das Herstellen von Spacing zwischen den Arrivals, die über den gleichen Fix an den APP weitergeschickt werden. Das ist sehr wichtig, denn insbesondere wenn ein paar Flieger auf einmal kommen, kann man es dem APP sicherlich nicht zumuten, alle diese Flieger einfach vertikal gestaffelt als "Riesen-Paket" zu übernehmen.

Als Faustformel sollte man beachten, dass zwei aufeinanderfolgende Arrivals über den gleichen Fix mit **mindestens 10 NM Spacing** übergeben werden sollten. Das erscheint sehr viel, aber wenn es so ist, dass der APP mehrere Arrival Ströme auf dem Final zusammenführen muss, macht es Sinn. Nach Koordination kann selbstverständlich auch mal ein Paket aus zwei Fliegern oder zwei Flieger mit weniger als dem abgesprochenen Spacing übergeben werden.

Sequenz herstellen

Wenn beide Flieger aus der gleichen Richtung kommen, ist das sehr einfach die Sequenz herzustellen, da man den Abstand zum Arrival Fix sehr gut vergleichen kann. Wenn die Flieger aus unterschiedlichen Richtungen auf den Arrival Fix zufliegen, kann man sich dabei aber schon eher mal verschätzen. Daher ist es in so einem Fall nicht verkehrt, auch mal nachzumessen, entweder mit den Möglichkeiten, die der Euroscope bietet, oder einfach mal schnell mit den Fingern. Wenn man dann feststellt, dass das Spacing gerade ausreichend ist, muss man nur noch sicherstellen, dass beide die gleiche Speed fliegen, dann sollte das Spacing auch bei der Abgabe an APP noch OK sein.

Wenn das Spacing nicht ausreichend ist, muss man zunächst mal feststellen, welcher von beiden Number 1 ist und welcher Number 2. Wenn beide gleich auf sind, muss man diese Entscheidung danach treffen, welcher von beiden schneller ist bzw. sein kann (je nach Aircraft Type). In besonderen Fällen kann es sogar sein, dass der Flieger, der eigentlich schon dichter am Arrival Fix ist als der nachfolgende, trotzdem Nr.2 wird. Wer schonmal versucht hat eine B767 hinter einer ATR auszubremsen wird verstehen, was ich meine.

Wenn man diese Entscheidung getroffen hat sollte man sie beibehalten und nicht irgendwann wieder über den Haufen schmeißen (selbst wenn man merkt, dass es andersrum vielleicht doch besser gegangen wäre). Damit wird es nämlich zumeist noch schwerer.

Wie man jetzt das Spacing herstellt hängt ganz von der Situation ab. Manchmal reicht es, mit Speed Control zu arbeiten. Dazu muss man aber ein bisschen rechnen bzw. abschätzen.

Beispiel

Flieger Nr.1 ist 80 NM vom Arrival Fix entfernt, Flieger Nr.2 ist 85 NM entfernt. Beide fliegen die gleiche Ground Speed von 420 KTS. Die beiden legen also pro Minute $420 / 60 = 7$ NM zurück. Sie brauchen also noch ca. 11 Minuten bis zum Arrival Fix. In dieser Zeit müssen noch 5 NM Spacing zusätzlich hergestellt werden. Dazu reichen also 0,5 NM pro Minute, das entspricht einer Speed Differenz von 30 KTS. Also einfach Flieger Nr.1 die Speed halten lassen (oder sogar noch ein bisschen upspeeden lassen) während man Flieger Nr.2 die Speed um 30 KTS reduzieren lässt. Dann sollte man am Arrival Fix locker mit 10 NM rauskommen.

Wenn man bei diesen Berechnungen (oder aus Erfahrung) feststellt, dass man nur mit Speed Control nicht auskommt, muss man zusätzlich auch noch das Vectoring bemühen. Man spricht dabei von einem sogenannten "Delay Vector". Dies ist ein Heading, auf das man den Flieger, der noch ausgebremst werden muss, dreht, damit er mehr Strecke zurücklegen muss als der preceding Traffic (der natürlich möglichst direkt auf den Arrival Fix gecleared werden sollte). Dann kann man den Abstand der beiden zum Arrival Fix immer wieder vergleichen, bis man die benötigten 10 NM zusammen hat, und dann kann man den nachfolgenden Traffic wieder auf den Arrival Fix zurückdrehen, natürlich unter der Beachtung, dass er keinesfalls schneller ist als der vorausfliegende Traffic. Was man möglichst vermeiden sollte ist, dass man gleich zwei Delay Vectors fahren muss, also einmal in die eine Richtung und dann irgendwann nochmal in die andere Richtung, das kommt doch sehr unprofessionell rüber. Man sollte also eigentlich mit einem Delay Vector auskommen.

Diese Methode ist insbesondere dann das Mittel der Wahl, wenn nach dem "Paket", zwischen das man Spacing bringen will, noch Inbound Traffic nachkommt. Wenn man dann nämlich den zweiten Flieger des Pakets krass ausbremst kommt man arg in Schwierigkeiten, da der andere Verkehr schnell von hinten nachkommt und alles zusammenschiebt. Eine moderate Speed Reduzierung aber insbesondere ein Delay Vector sind da also besser, da man den restlichen Verkehr, der nachkommt, ja auch noch auf diesen Vector drehen kann, ohne dass es Probleme gibt. Es ist übrigens ein Irrglaube, dass man die Speed am besten sofort reduziert. Insbesondere wenn man den Flieger wirklich langsam braucht ist es viel besser, ihn erstmal "runterzuprügeln" (nicht zimperlich sein, 3000 fpm or more sind nicht schlimm!), damit seine GS abnimmt. Danach (während des Descent mit so einer hohen Rate kann man natürlich keine Speed Reduction erwarten) lässt man ihn dann die Speed reduzieren.

Zu wissen, wann man am besten welche Maßnahmen ergreifen sollte, fordert, ihr könnt es euch denken, Erfahrung ! Aber wenn man erstmal stur die oben beschriebenen Rechnungen durchführt, ist schonmal viel gewonnen, denn diese Methode ist sehr zuverlässig, man kann halt durch nichts überrascht werden, anders als wenn man einfach nur schätzt.

Sehr wichtig ist aber auch die Entscheidung, wann man es mit Speed Control und Delay Vectors einfach nicht mehr schaffen kann, das nötige Spacing herzustellen. Meine Erfahrung hat gezeigt, dass es gut möglich ist, zwischen 3 Fliegern, die nahezu gleich auf sind, mit diesen Methoden das nötige Spacing zu bringen. Bei 4 Fliegern wird es heikel und darüber ist es eigentlich nicht mehr sinnvoll machbar. Das muss man frühzeitig erkennen und entsprechend ein Holding vorbereiten, oder beim APP anfragen, ob er ein oder mehrere Pakete annimmt.