



**ROD MACHADOS  
FLUGSCHULE**

# INHALT

<b>Rod Machados Flugschule</b> .....	<b>5</b>	<b>Lektion 6: Landungen</b> .....	<b>62</b>
Ihr Fluglehrer stellt sich vor .....	6	Ihre erste (mentale) Landung .....	62
<b>Lektion 1: Was hält Flugzeuge</b>		Die Landung im Detail .....	63
<b>in der Luft?</b> .....	<b>7</b>	Spiel mit der Leistung .....	64
Mögen Ihnen die vier Kräfte		Anpassen des Gleitwegs	
wohl gesonnen sein .....	7	bei zu niedriger Flughöhe .....	67
Flugsteuerung .....	10	Das Abfangen .....	68
Querruder .....	10	Klappen und noch mehr Klappen ...	72
Höhenruder .....	11	Landung mit Landeklappen .....	75
Horizontaler Geradeausflug .....	13	<b>Lektion 7: Rollen mit dem Flugzeug ..</b>	<b>78</b>
Trimmen eines Flugzeugs .....	18	Das Rollen .....	78
<b>Lektion 2: Fliegen von Kurven</b> .....	<b>22</b>	Markierungen .....	79
Seitenruder .....	26	Pistenbeleuchtung .....	81
<b>Lektion 3 - Der Steigflug</b> .....	<b>31</b>	Rollwegmarkierungen .....	83
Der Sinkflug .....	34	Zusätzliche Markierungen	
Einleiten eines Steigflugs .....	35	für Start- und Landebahnen .....	88
Sie befinden sich auf dem		<b>Lektion 8: Strömungsabriss</b> .....	<b>91</b>
Weg nach oben .....	36	Zunächst ein wenig Theorie .....	91
Mögen Sie Walzer? .....	37	Strömungsabriss und Anstellwinkel .	91
Auf den Aufstieg folgt		Strömungsabriss bei jeder Flughöhe	
der Abstieg .....	37	oder Fluggeschwindigkeit .....	94
Drehen im Steigflug .....	41	Nicht mehr fliegen	
Drehen im Sinkflug .....	43	heißt überziehen .....	96
<b>Lektion 4: Langsamer Flug</b> .....	<b>46</b>	Falsches Handeln beim	
Die Tragflächen .....	46	Strömungsabriss .....	97
Here's What You've Learned .....	58	Richtiges Handeln beim	
You're On Your Own .....	58	Strömungsabriss .....	97
<b>Lektion 5: Der Start</b> .....	<b>60</b>	Strömungsabriss beim Start .....	98



# INHALT

<b>Lektion 9: Steilkurven</b> .....	<b>99</b>	Fliegen auf einem ausgewählten Kurs von der VOR-Station weg ..	129
Die Aerodynamik einer Steilkurve ..	99	Ausgleich der Windeinwirkung bei Verfolgung eines VOR-Kurses .....	130
Was bedeutet das für Sie? .....	102		
2 g .....	103		
Der harte Teil .....	103		
Der letzte Schliff .....	104		
<b>Lektion 10: Die Platzrunde</b> .....	<b>107</b>	<b>Lektion 13: Die erste Stufe des dreistufigen Instrumentenchecks</b> ..	<b>135</b>
Der Abflugabschnitt .....	108	Fluglage, Leistung und Trimmung	135
Seitenwindabschnitt .....	108	Übergang vom Steigflug in den horizontalen Geradeausflug .....	138
Der Rückenwindabschnitt .....	109	Übergang vom horizontalen Geradeausflug in den Sinkflug ..	139
Vorbereiten auf die Kurve in den Querabschnitt .....	110	Übergang vom Sinkflug in den horizontalen Geradeausflug .....	140
Querabschnitt .....	110	Übergang in Steigflug- und Sinkflugkurven .....	140
Endabschnitt .....	112		
<b>Lektion 11: Landungen bei Seitenwind</b> .....	<b>115</b>	<b>Lektion 14: Die zweite Stufe des dreistufigen Instrumentenchecks</b> ..	<b>142</b>
Das Spiel mit dem Seitenwind ....	115	Systematisches Überprüfen der Hauptinstrumente .....	142
Die Schiebemethode .....	115		
Die Rutschmethode .....	119	<b>Lektion 15: Die dritte Stufe des dreistufigen Instrumentenchecks</b> ..	<b>151</b>
Die kombinierte Schiebemethode .....	120	Trimmen Sie mit dem Variometer, und überprüfen Sie die wichtigsten 6 Instrumente .....	151
<b>Lektion 12: VOR-Navigation</b> .....	<b>121</b>		
Das Ganze im Überblick .....	121		
Die VOR-Ausrüstung .....	123		
So navigieren Sie mit VOR .....	123		
Aufnehmen und Verfolgen eines VOR-Kurses .....	126		

# INHALT

<b>Lektion 16: Instrumentenanflüge ...</b>	<b>155</b>	<b>Lektion 18: Warteschleifen .....</b>	<b>177</b>
Sichtflug und Instrumentenflug....	155	Fliegen von Warteschleifen .....	177
Instrumentenflug: Ein Überblick...	156	Direkter Einflug .....	178
Die Anflugkarte .....	157	Paralleler Einflug .....	178
Der VOR-Anflug .....	158	„Teardrop“-Einflug .....	179
VOR-Anflug auf Santa Monica .....	159	Abschließende Bemerkungen .....	180
Eine Variante des VOR-Anflugs .....	160		
Die Kursumkehr in		<b>Index .....</b>	<b>181</b>
der Warteschleife .....	161		
Die Verfahrenskurve .....	162		
Der ILS-Anflug.....	164		
<b>Lektion 17: Der ILS-Anflug .....</b>	<b>168</b>		
Der Sinkflug mit konstanter			
Sinkrate .....	169		
Systematisches Überprüfen			
der Hauptinstrumente .....	172		
Einige wichtige Tipps .....	173		
Ausgleichen der Windeinwirkung			
beim Anflug auf			
den Landekursender .....	174		



## ROD MACHADOS FLUGSCHULE



*Rod Machado hält professionell Vortragsreisen durch die Vereinigten Staaten und Europa, auf denen er sein Publikum mit seinem Auftreten und lebendigen Vorträgen unterhält. Sein außergewöhnliches Talent, schwierige Sachverhalte einfach zu erklären und durch Humor dafür zu sorgen, dass diese in Erinnerung bleiben, hat ihn nicht nur in Luftfahrtkreisen sehr beliebt gemacht.*

*Rod hat seine Erfahrungen in über 30 Jahren in der Luftfahrt gesammelt. In dieser Zeit hat er über 8.000 Stunden in der Luft zugebracht, die meisten davon auf die mühsame Art: Stunde für Stunde als Fluglehrer. Seit 1977 hat er Hunderte von Fortbildungslehrgängen für Fluglehrer und Sicherheitsseminare gehalten und wurde 1991 zum „Western Region Flight Instructor of the Year“ ernannt. Er ist als Verkehrspilot geflogen und besitzt die Fluglehrerlizenz seit mehr als 28 Jahren.*

*Sechs Jahre lang hat Rod die Sendung „Wide World of Flying“ des Fernsehsenders ABC geschrieben und moderiert. Darüber hinaus ist er auch Sprecher der Fluglehrer bei der AOPA und wurde von der FAA in Washington D.C. zum „National Accident Prevention Counselor“ ernannt. Sein „Private Pilot Handbook“ ist die Grundlektüre für Tausende von Menschen, die das Fliegen lernen. Seine gesamten Bücher sowie jede Menge Weisheiten und Anekdoten zur Luftfahrt stehen im Internet unter [www.rodmachado.com](http://www.rodmachado.com) zur Verfügung.*

## ROD MACHADOS FLUGSCHULE

### Ihr Fluglehrer stellt sich vor

Ich bin Rod Machado, Ihr Lehrer für den theoretischen Unterricht. Ich werde Sie auf all das vorbereiten, was in den praktischen Flugstunden auf Sie zukommen wird (wie es der Zufall so will, bin ich gleichzeitig auch Ihr Fluglehrer). Legen Sie also bitte Ihren Sicherheitsgurt an, und bringen Sie Ihren Stuhl in eine aufrechte Position. Wir werden viel Neues lernen. Seien Sie gespannt!

Seit vielen Jahren bringe ich Schülern das Fliegen bei. Dabei bin ich im Großen und Ganzen immer nach demselben Schema vorgefahren. Nach dem theoretischen Unterricht folgt die Umsetzung des Erlernten in einer praktischen Flugstunde mit einer anschließenden Auswertung.

Nach diesem Schema werden Sie auch vorgefahren. Ich werde Sie in den theoretischen und praktischen Flugstunden so behandeln, als würden Sie das Fliegen mit einem echten Flugzeug lernen. Natürlich ist das kein echtes Flugzeug, kommt dem aber sehr nahe. Die theoretischen Stunden sind die Hausaufgaben, die Sie erledigen müssen, bevor Sie sich in ein Cockpit begeben und Flugstunden nehmen können. Insofern möchte ich Sie darum bitten, vor jeder Flugstunde Ihre Hausaufgaben zu machen.

Hausaufgaben sind das A und O. Eines Tages hatte ich in der Grundschule meine Hausaufgaben nicht dabei. Als der Lehrer wissen wollte, warum, antwortete ich: „Äh, der Hund hat sie gefressen“. Der Lehrer hat mich natürlich sofort durchschaut. Er entgegnete: „Rod, du willst mir also wirklich weismachen, dass euer Hund deine Hausaufgaben gefressen hat?“, worauf ich wiederum antwortete: „Na ja, ich musste ihn schon dazu zwingen, aber er hat sie gefressen.“ Natürlich kann ich Sie nicht dazu zwingen, Ihre Hausaufgaben zu machen. Doch wenn Sie sie erledigen, garantiere ich Ihnen, dass Sie genau wie alle anderen Schüler, die ich bis jetzt unterrichtet habe, das Fliegen erlernen werden.

Doch grau ist alle Theorie. Lassen Sie uns deshalb zur Tat schreiten und mit dem Unterricht beginnen. Dabei werde ich Sie nicht mit trockenen Fakten überhäufen, sondern Ihnen alles Wissenswerte sozusagen „en passant“ beibringen.

# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

Oft verwenden wir technische Geräte, ohne zu wissen, wie sie eigentlich funktionieren.

Irgendwann in meiner Junggesellenzeit schenkten mir meine Eltern einen Staubsauger zum Geburtstag. Einige Monate später rief meine Mutter bei mir an und wollte wissen, ob es denn schwierig sei, die passenden Beutel dafür zu bekommen. Ich antwortete verwundert: „Beutel? Was für Beutel?“

Woher bitte sollte ich wissen, dass für einen Staubsauger Beutel benötigt werden?

Technisches Unverständnis kann durchaus seine Vorteile haben, jedoch nicht, wenn Sie sich hoch in der Luft befinden. Nun, Sie müssen keinen Dokortitel in Aerodynamik haben, um ein Pilot zu werden. Sie sollten sich aber ausreichend mit den Mechanismen auskennen, die ein Flugzeug in der Luft halten. Das ist notwendig und sogar überlebenswichtig. Aus diesem Grund ist die erste Lektion im theoretischen Unterricht auch die längste. Doch keine Sorge! So viel, dass Ihnen davon der Kopf schwirren wird, ist es auch wieder nicht. Ich möchte Sie aber dennoch bitten, den Stoff vollständig durchzulesen. Um ein Flugzeug fliegen zu können, müssen Sie zunächst einige theoretische Grundlagen erlernen. In dieser Lektion wird damit begonnen. Nehmen Sie sich dafür Zeit und Geduld, es wird sich lohnen!

## Mögen Ihnen die vier Kräfte wohl gesonnen sein

Nein, die vier Kräfte sind keine Rockgruppe aus den 60er Jahren. Vielmehr sind damit die Kräfte gemeint, die während des Fluges auf ein Flugzeug einwirken. Diese vier Kräfte (Auftrieb, Gewicht, Schub und Luftwiderstand) sind immer allgegenwärtig, sobald sich ein Flugzeug in der Luft befindet. In Abbildung 1-1 ist die Wirkung dieser vier Kräfte dargestellt.

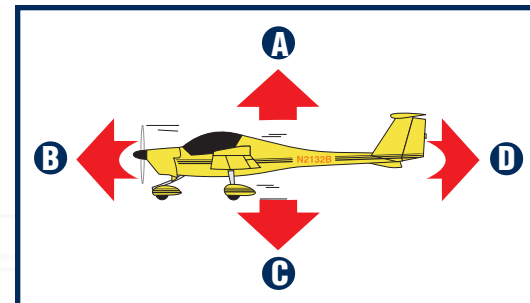


Abbildung 1-1. Die vier Kräfte, die auf ein fliegendes Flugzeug wirken. A - Auftrieb, B - Schub, C - Gewicht und D - Luftwiderstand

Natürlich ragen aus dem Flugzeug nicht solche dicken Pfeile heraus. Das wird sicher diejenigen unter Ihnen enttäuschen, die erwarten, dass die einzelnen Länder beim Überfliegen farblich sauber voneinander getrennt und durch ordentliche Grenzen gekennzeichnet sind. Sie werden sich aber bestimmt daran gewöhnen. Die Pfeile sollen



## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

lediglich verdeutlichen, dass wir es hier mit einem aufreibenden Zusammenspiel zu tun haben, gewissermaßen einem Tauziehen in vier Richtungen. Ihre Aufgabe als Pilot ist es, die verfügbaren Mittel und Möglichkeiten so einzusetzen, dass Sie die Wirkung dieser Kräfte ausgleichen. Betrachten wir diese nun näher.

Der Auftrieb ist die Kraft, die ein Flugzeug zum Fliegen bringt. Auftrieb entsteht, während die Tragflächen eines Flugzeugs durch die Luft gleiten. Durch die Vorwärtsbewegung entsteht an den Oberflächen der Unter- und Oberseite der Tragfläche ein leichter Druckunterschied. Dieser Druckunterschied bewirkt den Auftrieb und hält das Flugzeug in der Luft.

Ich persönlich habe im zarten Alter von vier Jahren erste Bekanntschaft mit dem Auftrieb geschlossen. Als während meines ersten Kirchenbesuchs die Kollekte herumgereicht wurde, fand ich die funkelnden Geldstücke darin so verlockend, dass ich kurzerhand zulangte. Sehr zum Unmut meines Großvaters, der mich daraufhin um die Kirchenbank herumjagte. Im ersten Moment erschien mir die Kirche wie ein großartiger Spielplatz für Kinder. Doch die Freude hielt nicht lange: Mein Großvater packte mich am Kragen, hielt mich ca. einen Meter über dem Boden und trug mich aus der Kirche heraus. In diesem Augenblick war es gewissermaßen der Auftrieb des Armes meines Großvaters, der genau mein Gewicht ausglich und mich in der Luft hielt. Die Tragflächen sind

für ein Flugzeug genau das, was der Arm meines Großvaters damals für mich war - sie stellen den Auftrieb zur Verfügung, der ein Flugzeug in der Luft hält.

Die Schwerkraft zieht das Flugzeug nach unten. Die Wirkung der Schwerkraft kann von Piloten bis zu einem gewissen Maße selbst gesteuert werden, indem sie bestimmen, wie das Flugzeug beladen wird. Abgesehen vom Treibstoffverbrauch lässt sich das tatsächliche Gewicht eines Flugzeugs im Flug kaum noch ändern. Es wird nur schwer möglich sein, während des Flugs Fracht zu verbrennen oder zusätzliche Passagiere mit an Bord zu nehmen (bzw. von Bord zu schicken). Das unerwartete Ausladen von Fluggästen während des Flugs verstößt im Übrigen gegen die geltenden Bestimmungen für den Flugverkehr und sollte insofern möglichst unterlassen werden.

Beim unbeschleunigten Flug (wenn Geschwindigkeit und Richtung des Flugzeugs konstant sind) gleichen sich die entgegengesetzt wirkenden Kräfte des Auftriebs und des Gewichts aus.

Die Schubkraft treibt das Flugzeug vorwärts. Sie entsteht durch die schnelle Rotation der Propeller. Im Großen und Ganzen kann gesagt werden, dass mit zunehmender Motorleistung (höherer PS-Zahl) mehr Schub produziert wird und das Flugzeug schneller fliegt (zumindest bis zu einem gewissen Punkt). Die Vorwärtsbewegung löst immer eine aerodynamische Gegenkraft, nämlich den Luftwiderstand, aus. Der Luftwiderstand zieht das Flugzeug

## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

gewissermaßen nach hinten. Er entsteht aufgrund des molekularen Widerstandes der Atmosphäre, während sich das Flugzeug durch sie bewegt. In der Natur wird uns nur wenig geschenkt, oder, wie Konfuzius vermutlich sagen würde: „Es gibt in der Natur nur wenige Dinge, die wir bekommen, ohne dafür unsere Kreditkarte vorlegen zu müssen“.

Der Schub beschleunigt das Flugzeug, der Luftwiderstand jedoch bestimmt dessen letztendliche Geschwindigkeit. Mit zunehmender Beschleunigung des Flugzeugs erhöht sich auch der Luftwiderstand. Bei Verdoppelung der Flugzeuggeschwindigkeit vervierfacht sich der Luftwiderstand. Letztendlich entspricht der bremsende Luftwiderstand dem Schub des Triebwerks, wodurch eine konstante Geschwindigkeit erzielt werden kann.

Mein VW Käfer aus Studententagen kannte diese Grenzen sehr wohl (der Name kommt wohl daher, dass Sie damit höchstens gegen einen Käfer fahren können, ohne gleich einen Totalschaden zu verursachen). Die Vorwärtsgeschwindigkeit des VW Käfers ist durch die Größe seines Motors bestimmt. Mit vier kleinen Zylindern (von denen immer nur drei funktionierten), konnte dieses Auto eine maximale Spitzengeschwindigkeit von 100 km/h erzielen. In Abbildung 1-2 sehen Sie, was passiert, wenn der maximale Schub bei dieser Geschwindigkeit auf einen gleich großen und nach hinten ziehenden Widerstand trifft.



Abbildung 1-2. Bei einem Auto wird A - Schub durch die Motorleistung erzeugt und der B - Luftwiderstand durch den Widerstand der Luftmoleküle verursacht.

Das Fahren bei niedrigen Geschwindigkeiten erfordert weniger Leistung, da der Luftwiderstand geringer ist. Bei jeder Geschwindigkeit, die unter der maximalen Vorwärtsgeschwindigkeit des Autos liegt, steht überschüssiger Schub (PS) zur Verfügung, der für andere Zwecke verwendet werden kann, z. B. zum Überholen anderer Autos oder auch zum Anschließen einer Miniorgel, wenn Sie das möchten.

Das Gleiche gilt für Flugzeuge. Wird beim Horizontalflug nicht mit der maximalen Geschwindigkeit geflogen, ist überschüssige Leistung (Schub) vorhanden. Mit Hilfe der überschüssigen Schubkraft kann eines der wichtigsten Manöver in der Luftfahrt ausgeführt werden - der Steigflug. Nach diesen einführenden Bemerkungen möchte ich Ihnen nunmehr die verschiedenen Steuerelemente eines Flugzeugs vorstellen.

# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

## Flugsteuerung

Als guter Pilot, der Sie einmal werden möchten, haben Sie geduldig auf die Erläuterung der Flugsteuerung gewartet. Gandhi wäre vermutlich begeistert (da er jedoch nicht hier sein kann, bin ich es eben). In Abbildung 1-3 sind die drei imaginären Achsen eines Flugzeugs dargestellt. Durch die Verwendung der Flugsteuerungen kann das Flugzeug in eine rotierende Bewegung um eine oder mehrere dieser Achsen gebracht werden.

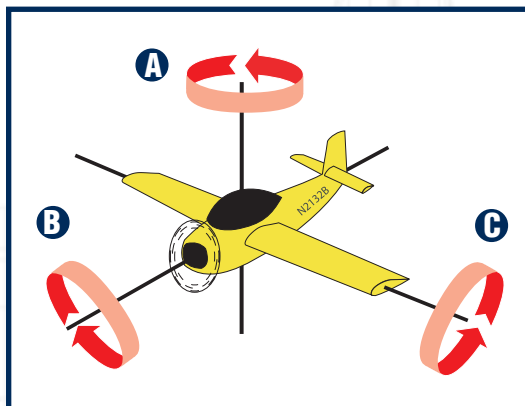


Abbildung 1-3. Die drei Achsen eines Flugzeugs, A - Vertikale Achse (Gieren), B - Längsachse (Rollen), C - Querachse (Längsneigung)

Die Längsachse verläuft durch die Mittellinie des Flugzeugs vom Bug zum Heck. Flugzeuge drehen bzw. neigen sich immer um ihre Längsachse.

Ein seitlicher Pass heißt im American Football Querpass. Ähnlich verläuft die Querachse durch das Flugzeug von der Spitze einer Tragfläche zur Spitze der anderen Tragfläche. Flugzeuge neigen sich um ihre Querachse.

Die vertikale Achse des Flugzeugs verläuft von oben nach unten vom Cockpit zur Unterseite des Rumpfes. Flugzeuge gieren um ihre vertikale Achse. Stellen Sie sich die Gierbewegung wie die Bewegung vor, die Sie ausführen, wenn Sie sich morgens nach dem Aufstehen räkeln. Dabei strecken Sie sich vertikal, drehen sich von nach rechts und links, bis die Wirbel wieder an ihrem Platz sitzen.

Im Folgenden machen Sie sich nacheinander mit den drei Flugsteuerungen vertraut, die für die Bewegung eines Flugzeugs um seine Achsen verantwortlich sind.

## Querruder

Als Querruder werden die beweglichen Flächen an den äußeren Hinterkanten der Tragflächen bezeichnet. Ihre Aufgabe ist es, das Flugzeug in die Richtung zu neigen, in die Sie drehen möchten. Wenn das Steuerhorn nach rechts gedreht wird (siehe Abbildung 1-4), bewegen sich die Querruder gleichzeitig in die entgegengesetzte Richtung



# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

(was nicht heißt, dass sie defekt sind). Das Querruder an der linken Tragfläche senkt sich und erhöht somit den Auftrieb, der auf die linke Tragfläche einwirkt. Das Querruder an der rechten Tragfläche hebt sich und verringert so den Auftrieb, der auf die rechte Tragfläche einwirkt. Dadurch neigt sich das Flugzeug nach rechts.

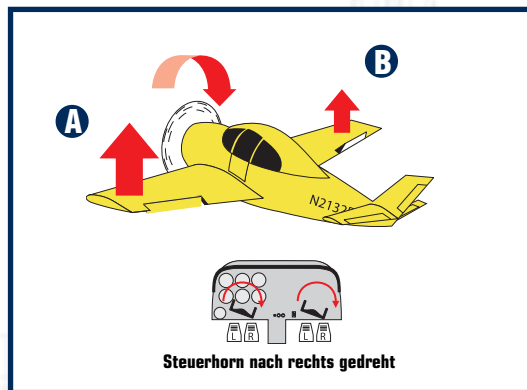


Abbildung 1-4. Querneigung nach rechts. So bringen die Querruder das Flugzeug in die Querneigung. A - höherer Auftrieb mit abgesenktem Querruder; B - geringerer Auftrieb mit angehobenem Querruder.

Wenn das Steuerhorn nach links gedreht wird (siehe Abbildung 1-5), hebt sich das Querruder der linken Tragfläche und verringert so den Auftrieb, der auf die linke Tragfläche einwirkt. Das Querruder der rechten Tragfläche senkt sich und erhöht somit den auf die rechte Tragfläche einwirkenden Auftrieb. Dadurch neigt sich das Flugzeug nach links.

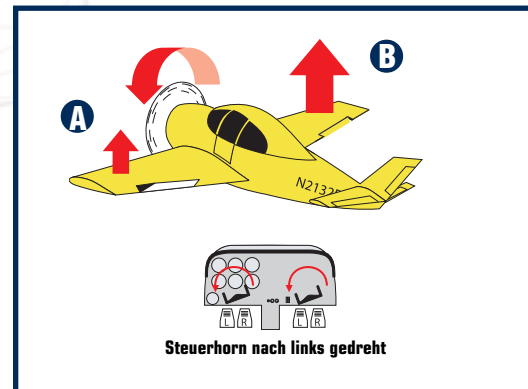


Abbildung 1-5. Querneigung nach links. So bringen die Querruder das Flugzeug in die Querneigung. A - geringerer Auftrieb mit angehobenem Querruder; B - höherer Auftrieb mit abgesenktem Querruder.

Querruder bewirken, dass an einer Tragfläche ein höherer Auftrieb und an der anderen ein geringerer Auftrieb entsteht. Durch den unterschiedlichen Auftrieb wird das Flugzeug in einen Neigungswinkel versetzt, wodurch die gesamte Auftriebskraft in die Richtung gekippt wird, in die Sie drehen möchten.

## Höhenruder

Das Höhenruder ist die bewegliche horizontale Fläche am Flugzeugheck (Abbildung 1-6). Seine Aufgabe ist es, die Nase des Flugzeugs nach oben oder nach unten zu bewegen.

# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

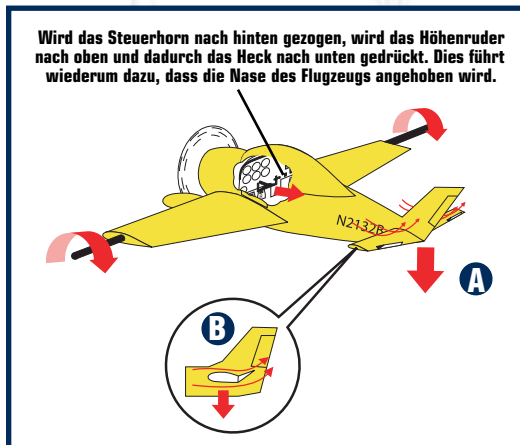


Abbildung 1-6. So ändert die Steuerung des Höhenruders die Längsneigung des Flugzeugs. A - Bewegung des Hecks (nach unten). B - Heck bewegt sich nach unten und Nase bewegt sich nach oben.

Der Steuerung des Höhenruders liegt dasselbe aerodynamische Prinzip wie der Steuerung des Querruders zugrunde. Wird das Steuerhorn des Flugzeugs nach hinten gedrückt (siehe Abbildung 1-6), schwenkt das Höhenruder nach oben.

Dadurch entsteht an der Unterseite des Hecks ein geringerer Druck, das Heck wird nach unten und die Nase des Flugzeugs nach oben gedrückt.

In Abbildung 1-7 sehen Sie, was geschieht, wenn das Steuerhorn des Flugzeugs nach vorn bewegt wird. Das Höhenruder senkt sich und erzeugt damit einen geringeren Druck an der Oberseite des Hecks.

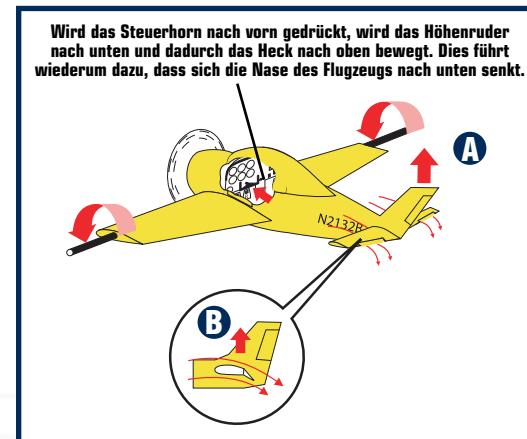


Abbildung 1-7. So ändert die Steuerung des Höhenruders die Längsneigung des Flugzeugs. A - Bewegung des Hecks (nach oben). B - Heck bewegt sich nach oben und Nase bewegt sich nach unten.

Dadurch hebt sich das Heck. Die Nase dreht sich um die Querachse nach unten. Um es auf den Punkt zu bringen: Zum Hochziehen ziehen Sie das Steuerhorn nach hinten und zum Absenken drücken Sie es nach vorn.

# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

Mit der dritten Flugsteuerung, dem Seitenruder, regeln Sie das Gieren um die vertikale Achse. Das erwähne ich jetzt nur der Vollständigkeit halber. Wir werden das Seitenruder später noch ausführlich durchführen.

Nun wissen Sie im Großen und Ganzen bereits, wie die Flugsteuerungen funktionieren. Denken Sie sich nun in ein Flugzeug hinein und überlegen Sie sich, wie Sie ein wichtiges Flugmanöver, nämlich den horizontalen Geradeausflug, durchführen.

## Horizontaler Geradeausflug

Mit dem horizontalen Geradeausflug üben Sie nun eines der wichtigsten Flugmanöver überhaupt. Wahrscheinlich haben Sie schon längst erkannt, dass sich hinter diesem Begriff mehr als nur ein Manöver verbirgt. Nun, damit liegen Sie richtig. Geradeausflug bedeutet, dass der Bug des Flugzeugs immer in dieselbe Richtung zeigt und sich die Tragflächen parallel zum Horizont befinden. Horizontalflug heißt, dass das Flugzeug in einer konstanten Höhe bleibt.

In Abbildung 1-8 sehen Sie, wie Sie den horizontalen Geradeausflug vom linken Platz im Cockpit aus, dem Pilotensitz, wahrnehmen. Lassen Sie sich von dem Berg, auf den wir in der Abbildung geradewegs zusteuern, nicht irritieren. Ich bin ja bei Ihnen. Mit mir an Ihrer Seite wird Ihnen nichts passieren. Schließlich habe ich einige Erfahrung darin, nicht mit Bergen zusammenzustoßen.

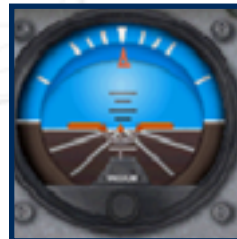


Abbildung 1-8

## So finden Sie heraus, ob Sie sich im Geradeausflug befinden

Um herauszufinden, ob Sie sich im horizontalen Geradeausflug befinden, schauen Sie einfach über das Instrumentenbrett aus dem Fenster (dem vorderen); siehe Abbildung 1-8. Der obere Teil des Instrumentenbrettes ist in etwa parallel zum Horizont in der Ferne. Das bedeutet, dass die Tragflächen nicht geneigt sind. Sie befinden sich also im Geradeausflug und fliegen keine Kurve.

Es gibt noch eine weitere Möglichkeit, festzustellen, ob Sie geradeaus fliegen. Drücken Sie dafür den Kopfschalter am Joystick. (Der Kopfschalter ragt direkt aus der Mitte neben Ihrem Daumen heraus. Ich vermute mal, dass Sie mindestens einen Daumen besitzen, sofern Sie nicht bei der Evolution eine Lektion verpasst haben.) Wenn Sie nach links oder rechts aus dem



# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

Fenster blicken (siehe Abbildung 1-9), sehen Sie die relative Position der Tragflächen zum Horizont. Beim geraden Flug befinden sich beide Tragflächen in derselben Höhe über dem Horizont (orientieren Sie sich am Horizont, nicht an den Bergen).



Abbildung 1-9

## Bestimmen der richtigen Fluglage

Wenn ich mit meinen Schülern in einem richtigen Flugzeug sitze, möchte ich gern, dass sie so weit wie möglich nach rechts und links aus dem Fenster schauen. Damit haben sie die Position der Tragflächen optimal im Blick und können sich gleichzeitig auf den Verkehr konzentrieren. Damit meine ich natürlich nicht den Straßen-, sondern den Flugverkehr. Im Simulator hingegen ist es nicht wirklich sinnvoll, sich ständig nach links und rechts umzuschauen. Hier ermitteln Sie stattdessen mit dem Fluglageanzeiger, ob Sie sich im horizontalen Geradeausflug befinden.

Der Fluglageanzeiger ist das oberste der sechs wichtigsten Fluginstrumente direkt vor Ihnen (Abbildung 1-10).



Abbildung 1-10

Der Fluglageanzeiger ist ein künstliches Abbild des tatsächlichen Horizonts. Wie der Name schon sagt, stellt der Fluglageanzeiger die Lage des Flugzeugs dar (seine Neigung nach oben oder unten und die Neigung der Tragflächen im Vergleich zum Horizont). Die obere Hälfte des Fluglageanzeigers ist blau (wie der Himmel, sofern Sie nicht gerade Los Angeles überfliegen), der untere Teil ist braun (wie die Erde unter uns). Die dünne weiße Linie zwischen diesen beiden Farben ist die künstliche Horizontlinie. Piloten verwenden den Fluglageanzeiger immer dann, wenn sie den Erdhorizont aufgrund ungünstiger Sichtbedingungen nicht sehen

## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

können oder wenn es nicht möglich ist, ständig auf die Spitzen der Tragflächen zu schauen (wie es bei Ihnen im Simulator der Fall ist).

Wenn Sie den Joystick nach links bewegen, neigt sich das Flugzeug nach links. Dadurch wird die linke Tragfläche nach unten in Richtung Boden gekippt (siehe Abbildung 1-11). So leiten Sie eine Linkskurve ein. Beachten Sie, dass sich der linke Flügel des Miniaturflugzeugs im Fluglageanzeiger (orangefarbene Flügel) dabei ebenfalls in Richtung Boden neigt. Technisch ausgedrückt, bewegt sich eigentlich der Hintergrund des Fluglageanzeigers und stellt so die Fluglage des Flugzeugs dar. Darüber hinaus können Sie immer genau erkennen, in welche Richtung sich das Flugzeug neigt, indem Sie bestimmen, welcher der kleinen orangefarbenen Flügel im Fluglageanzeiger nach unten zeigt (das ist nicht allzu schwer, da es nur zwei Möglichkeiten gibt).

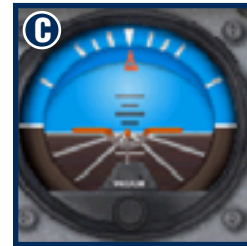
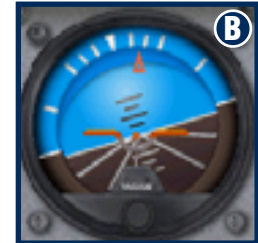
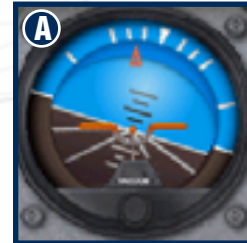


Abbildung 1-11

Wenn Sie den Joystick wie eben beschrieben vorsichtig nach rechts bewegen, zeigt der Fluglageanzeiger eine Rechtskurve an. In diesem Fall weist die rechte Tragfläche nach unten (siehe Abbildung 1-11B). Wenn Sie den Joystick nach rechts oder links bewegen, bis sich beide Tragflächen parallel zum künstlichen Horizont befinden (Abbildung 1-11C), kehrt der Joystick wieder in die mittlere Stellung (Neutralstellung) zurück, und das Flugzeug fliegt wieder geradeaus (siehe Abbildung 1-11C). Wenn die Tragflächen also nicht geneigt sind, dreht sich das Flugzeug nicht.

# LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

## Ermitteln des Kurses

Der Steuerkursanzeiger (Abbildung 1-12) ist eine weitere Möglichkeit, festzustellen, ob Sie sich im Geradeausflug befinden.



Abbildung 1-12

In Abbildung 1-12 ist der Steuerkursanzeiger (oder auch Kurskreisel) des Flugzeugs dargestellt. Dieser befindet sich mittig in der unteren Reihe der sechs wichtigsten Fluginstrumente, die wir in Kürze kennen lernen werden. Stellen Sie sich den Steuerkursanzeiger wie einen mechanischen Kompass vor, der Ihnen anzeigt, welchen Kurs das Flugzeug gerade hält. Achten Sie auf die Ziffern auf dem Steuerkursanzeiger. Um den tatsächlichen Steuerkurs des Flugzeugs zu ermitteln, hängen Sie eine Null an die jeweilige Ziffer

an. Wenn dort also 6 steht, lautet der Steuerkurs 60 Grad (ausgesprochen: Null-Sechs-Null Grad). Wird die Ziffer 33 angezeigt, lautet der Steuerkurs 330 Grad. (Dies wird aus Gründen der Deutlichkeit „Drei-Drei-Null Grad“ ausgesprochen. Beim Fliegen ist es außerordentlich wichtig, sich klar und präzise auszudrücken.) Diese Ziffern werden in Abständen von 30 Grad angezeigt. Dazwischen wird der Steuerkurs in Schritten von 5 und 10 Grad abgestuft.

Um einen bestimmten Steuerkurs zu fliegen, drehen Sie das Flugzeug einfach auf dem kürzesten Weg auf den gewünschten Steuerkurs. Drehen Sie das Flugzeug beispielsweise so lange, bis der Bug des weißen Flugzeugs im Steuerkursanzeiger auf den Buchstaben W für Westen zeigt (dies entspricht einem Steuerkurs von 270 Grad). Wenn der Steuerkurs konstant bleibt, fliegen Sie natürlich geradeaus und führen keine Drehung aus. Dies ist eine weitere Möglichkeit, festzustellen, ob Sie sich im Geradeausflug befinden.

Nun, da Sie wissen, wie der Geradeausflug funktioniert, wenden wir uns dem Horizontalflug zu.



## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

### **So stellen Sie sicher, dass Sie sich im Horizontalflug befinden**

Betrachten Sie, wie sich die Auf- und Abwärtsbewegung der Flugzeugnase auf den Steuerkurs auswirkt. Wenn Sie das Flugzeug hochziehen, indem Sie den Joystick nach hinten ziehen, zeigt das Miniaturflugzeug im Fluglageanzeiger ebenfalls nach oben in Richtung Himmel (blau), wie in Abbildung 1-13A dargestellt.



Abbildung 1-13

Betrachten Sie den Höhenmesser, der sich gleich rechts neben dem Fluglageanzeiger befindet (Abbildung 1-13B). Beim Anheben des Bugs bewegt sich der größte Zeiger (der Hunderterzeiger) normalerweise im Uhrzeigersinn. Genau wie bei einer Uhr nimmt etwas zu, wenn sich die Zeiger im Uhrzeigersinn bewegen. In diesem Fall nimmt die Höhe zu.

Direkt unter dem Höhenmesser befindet sich das Variometer. Dessen Zeiger bewegt sich ebenfalls nach oben und zeigt die Steigrate an (Abbildung 1-13C). Dies sind zusätzliche Hinweise dafür, dass Sie sich im Steigflug und nicht im Horizontalflug befinden.

Wenn Sie den Joystick wieder in die Mittelposition bewegen, begibt sich das Flugzeug wieder in den Horizontalflug (vorausgesetzt, dass das Flugzeug ordnungsgemäß getrimmt ist, doch dazu später).

Wenn Sie das Flugzeug nach unten ziehen, zeigt das Miniaturflugzeug im Fluglageanzeiger in Richtung Boden (brauner Bereich), wie in Abbildung 1-14A dargestellt.

## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?



Abbildung 1-14.

Die Zeiger des Höhenmessers bewegen sich nun entgegen dem Uhrzeigersinn und zeigen damit einen Höhenverlust an.

Gleichzeitig zeigt das Variometer durch die Abwärtsbewegung seines Zeigers die Sinkrate an. Wenn sich der große Zeiger des Höhenmessers nicht mehr bewegt und der Zeiger des Variometers null anzeigt, befinden Sie sich im Horizontalflug. So stellen Piloten sicher, dass sich ihr Flugzeug im Horizontalflug befindet.

Um zu erreichen, dass sich die Zeiger überhaupt nicht bewegen, erfordert es schon einige Übung (in der Praxis stehen die Zeiger eigentlich nie ganz still). Wenn Sie es schaffen, das Flugzeug mit einer Abweichung von maximal 100 Fuß auf der geplanten Flughöhe zu halten, sind Sie schon sehr gut. Als ich das Fliegen lernte, habe ich es leider vorgezogen, die geplante Flughöhe zu ändern (das beherrschte ich natürlich eines Tages perfekt).

In den interaktiven Flugstunden werden Sie den Geradeausflug üben, indem Sie das Miniaturflugzeug des Fluglageanzeigers (die orangefarbenen Flügel) parallel zur künstlichen Horizontlinie halten. Neigt sich einer der Flügel nach rechts oder links, heben Sie ihn an, indem Sie den Joystick in die entgegengesetzte Richtung drücken.

Darüber hinaus bekommen Sie ein Gefühl für das Beibehalten des Horizontalflugs, indem Sie dafür sorgen, dass sich der Hunderterzeiger des Höhenmessers nicht bewegt. Er sollte nach Möglichkeit still stehen. Sollte dies nicht der Fall sein, ändern Sie die Neigung mithilfe des Joysticks ganz leicht, bis der Zeiger sich nicht mehr bewegt. Dies ist die für den Horizontalflug erforderliche Längsneigung.

### Trimmen eines Flugzeugs

Flugzeuge sind verschiedenen aerodynamischen Kräften ausgesetzt. Einige, z. B. die Triebwerkleistung, die Gewichtsverteilung oder der Auftrieb, heben die Nase an, andere drücken sie wiederum nach unten. Was bedeutet das für Sie konkret? Wenn das Flugzeug dazu tendiert, sich nach vorn zu neigen, können Sie unmöglich den gesamten Flug über den Joystick nach hinten ziehen. Wenn Sie kontinuierlich Druck auf das Steuerhorn ausüben, würden Ihre Arme ziemlich schnell ermüden (damit könnten Sie vielleicht Schwarzenegger begeistern, mich jedoch nicht). Glücklicher-





## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

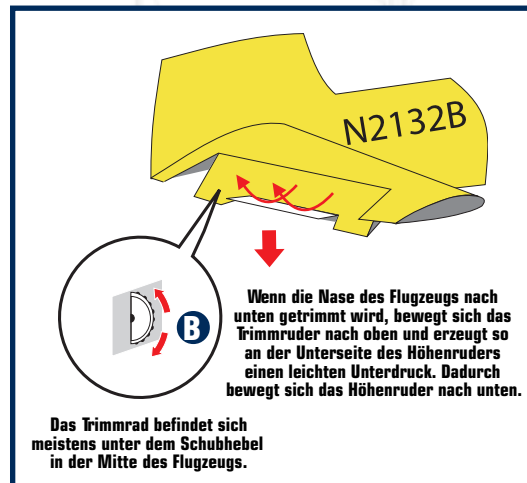


Abbildung 1-15B. So funktioniert die Höhenrundertrimmung.  
A - Nase nach unten, B - Nase nach oben.

Stellen Sie sich ein Trimmeruder wie eine imaginäre Hand vor, die das Flugzeug in der gewünschten Fluglage hält, wobei Sie keinen Druck auf den Joystick ausüben müssen. Die Trimmsteuerung befindet sich am Joystick in Form kleiner Räder oder Tasten. Wenn Ihr Joystick keine Trimm Taste besitzt, können Sie zwei Tasten auf der Zehnertastatur verwenden, um das Flugzeug für die richtige Fluglage zu trimmen. Mit **1** trimmen Sie die Nase nach oben, mit **7** nach unten.

Im Folgenden erfahren Sie, wie Sie ein Flugzeug für den horizontalen Geradeausflug trimmen. Überprüfen Sie zunächst, ob

das Flugzeug bereits richtig getrimmt ist. Üben Sie dafür einfach weniger Druck auf den Joystick aus. Achten Sie dann darauf, wie der Zeiger des Variometers reagiert. Zeigt er einen Steigflug an (Zeiger geht nach oben), muss die Nase des Flugzeugs nach unten getrimmt werden. Drücken Sie den Joystick ganz leicht nach vorn, um in den Horizontalflug zurückzukehren, und drücken Sie dann einmal die **7**, um die Nase leicht nach unten zu trimmen (oder drücken Sie die Joysticktaste für die Trimmung nach unten). Lassen Sie anschließend den Joystick los, und schauen Sie, was passiert.

Je stärker Sie die Trimm Taste drücken, desto größer die Trimmung. Haben Sie also Geduld. Unter Umständen müssen Sie diesen Vorgang mehrmals wiederholen, bis der Zeiger des Variometers nahezu horizontal in der Nähe der Steigrate null verbleibt.

Wenn der Zeiger des Variometers einen Sinkflug anzeigt (indem er sich nach unten bewegt), ziehen Sie den Joystick etwas nach hinten, um das Flugzeug wieder in den Horizontalflug zu bringen. Drücken Sie dann einige Male die **1** auf der Zehnertastatur (oder verwenden Sie die Joysticktaste für die Trimmung nach oben). Lassen Sie anschließend den Joystick los, und beobachten Sie den Zeiger des Variometers. Wiederholen Sie diesen Vorgang so oft, bis das Flugzeug weder steigt noch sinkt.

## LEKTION 1: WAS HÄLT FLUGZEUGE IN DER LUFT?

Ich persönlich verwende zum Trimmen am liebsten den Zeiger des Variometers, da dieser äußerst empfindlich ist. Damit meine ich natürlich nicht empfindlich im persönlichen Sinne. Vielmehr reagiert der Zeiger auch auf kleinste Veränderungen der Höhe. Dadurch können Abweichungen vom Horizontalflug ganz einfach festgestellt werden. In einer der folgenden Flugstunden werde ich Ihnen zeigen, wie Sie die Trimmung mit dem Zeiger des Variometers in einem Steig- oder Sinkflug durchführen.

Viele Flugzeuge verfügen über eine Trimmung, mit der sich die Querneigung steuern lässt. Die Rede ist von der Querrudertrimmung. Möglicherweise ist diese Funktion in Ihrem Joystick bereits integriert. Die Querrudertrimmung kann erforderlich sein, wenn der Treibstoff in den Tragflächen ungleichmäßig verteilt ist oder auf der einen Seite des Flugzeugs schwerere Fluggäste sitzen.

Unabhängig davon, wie gut das Flugzeug getrimmt ist, kann es leicht nach oben oder unten schwingen, wodurch die Flughöhe

um ca. 100 Fuß nach oben oder unten variieren kann. Flugzeuge sind eben auch nur Menschen, und so hat jedes von ihnen seinen eigenen Kopf. So kann es mitunter vorkommen, dass ein Flugzeug Höhe und Steuerkurs auch dann variiert, wenn es eigentlich ordnungsgemäß getrimmt ist. Solange die Abweichungen nicht zu groß werden, sollten Sie sich darum nicht weiter kümmern. Ihre Aufgabe ist es vielmehr, dafür zu sorgen, dass das Flugzeug so leicht wie möglich fliegt, damit Sie mehr Zeit dafür haben, nachzudenken, Ihren Flug zu planen und sich auf einen sicheren Flug mit dem Simulator zu konzentrieren.

Herzlichen Glückwunsch. Soeben haben Sie Ihre erste Unterrichtseinheit im theoretischen Unterricht absolviert. Ich bin stolz auf Sie. Nun ist es an der Zeit, sich dem interaktiven Flugtraining zuzuwenden. Wechseln Sie zum Abschnitt **Fliegen lernen**, und wählen Sie die erste Flugstunde. In der nächsten theoretischen Lektion werden Sie sich mit den Grundlagen des Kurvenfliegens vertraut machen.

## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

In der Luftfahrt gibt es einige missverständene Begriffe. So soll es z. B. Piloten geben, die beim Wörtchen „Propwash“ in erster Linie an ein spezielles Waschmittel denken, und nicht an ein Flugzeug. Andere denken vielleicht, dass sie ein Taxi rufen sollen, wenn sie auf einem internationalen Flughafen die Anweisung „Okay, taxi“ erhalten. Während meiner Ausbildung zum Piloten hat mich eines Tages ein Fluglehrer gefragt, wie eine Kurve geflogen wird. Ich sah ihn an und entgegnete: „Mit dem Lenkrad“. Er rang nach Atem und schüttelte fassungslos den Kopf. Zugegeben, meine Antwort lag etwas daneben und hatte meinem Gegenüber offenbar sehr zugesetzt (der Schaum vor seinem Mund und die hochgezogenen Augenbrauen ließen daran keinen Zweifel). Damit Ihnen eine solche Situation erspart bleibt, betrachten wir, welche Kräfte die Drehung eines Flugzeugs bewirken. Anschließend erfahren Sie, wie Sie dieses Manöver selbst ausführen können.

Das Flugzeug A in Abbildung 2-1 stellt ein Flugzeug im horizontalen Geradeausflug dar.

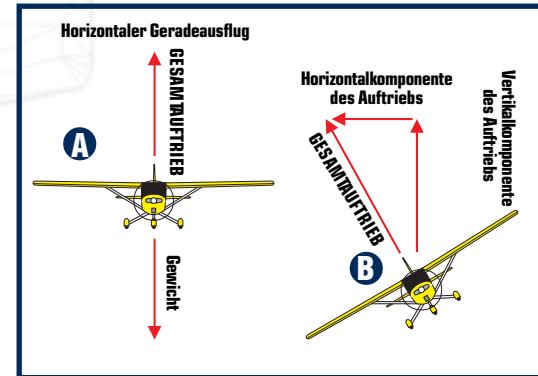


Abbildung 2-1. So fliegt ein Flugzeug eine Kurve. Durch die Querneigung neigt sich auch die Auftriebskraft und zieht das Flugzeug in Richtung der Querneigung. Technisch gesehen ist es die horizontale Komponente der geneigten Auftriebskraft, durch die das Flugzeug eine Kurve beschreibt.

Von diesem Blickwinkel aus betrachtet wirkt der Auftrieb vertikal ein, hebt das Flugzeug damit an und hält es in der Luft. Wenn der Auftrieb in der Lage ist, ein Flugzeug nach oben zu drücken, dann kann er es auch nach links oder rechts bewegen. In diesem Fall dreht das Flugzeug.

Flugzeug B in Abbildung 2-1 zeigt den Gesamtauftrieb, der auf ein Flugzeug in Querneigung wirkt. Ein Teil der Auftriebskraft drückt das Flugzeug nach oben (die vertikale Auftriebskomponente), der andere Teil drückt das Flugzeug in die Richtung, in die es drehen soll (die horizontale Auftriebskomponente). Sie können sich die insgesamt einwirkende Auftriebskraft sozusagen



## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

als Summe zweier kleinerer, separater Kräfte vorstellen. (Wenn Sie schon am echten Flugzeug darauf verzichten müssen, so habe ich doch wenigstens in der Abbildung die Pfeile eingefügt.) Diese Pfeile stellen die Auftriebskräfte dar.

Denken Sie immer daran, dass die horizontale Komponente für die Drehung des Flugzeugs verantwortlich ist. Sie ist es, die das Flugzeug in einen Bogen zieht. Deshalb gilt der Grundsatz, dass die horizontale Komponente mit steigendem Neigungswinkel zunimmt und das Flugzeug schneller dreht.

Nun, da Sie wissen, welche Kräfte die Drehung eines Flugzeugs bewirken, lassen Sie mich kurz in die Rolle des Philosophen Sokrates schlüpfen und Ihnen eine wichtige Frage stellen. (Stören Sie sich nicht an dem Laken, das ich umhabe. Wenn ich dann eines Tages in eine Matratze gehüllt vor Ihnen stehe, ist es an der Zeit, die Landung zu üben.) Die Frage lautet: „Wie kann der Auftrieb ein Flugzeug so in die Schräglage bringen, dass es eine Kurve fliegt?“

Die richtige Antwort darauf heißt: „Mit den Querrudern.“

Wenn Sie sagen würden „Mit dem Lenkrad“, wäre ich Ihnen auch nicht böse. Beim Drehen des Steuerhorns oder Kippen des Joysticks (d. h. Neigen des Flugzeugs mithilfe von Querrudern) wird das Flugzeug durch den entstehenden Gesamtauftrieb in die Schräglage gebracht und leitet eine Kurve ein. Um eine Kurve zu fliegen, bewegen Sie den Joystick (langsam und vorsich-

tig) nach rechts oder links (je nachdem, in welche Richtung Sie die Kurve fliegen möchten), und neigen Sie das Flugzeug so weit, bis es die gewünschte Schräglage erreicht hat. Bringen Sie den Joystick anschließend wieder in die Ausgangsstellung (mittlere Stellung) zurück. Das Flugzeug sollte dann in der eingestellten Querneigung verbleiben. Wenn das Flugzeug von der gewünschten Querneigung abweicht, tippen Sie den Joystick ganz leicht in der gewünschten Richtung an, um den Winkel beizubehalten.

Gestatten Sie mir an dieser Stelle, mich noch einmal in das Laken zu hüllen und erneut eine Frage frei nach Sokrates zu stellen: „Wie sehen Sie vom Cockpit aus, wie stark das Flugzeug geneigt ist?“ Es ist ziemlich unwahrscheinlich, dass Ihnen ein anderer Pilot ständig folgt, der Ihnen berichtet, wie groß die Querneigung Ihres Flugzeugs ist. Deshalb gibt es dafür eine bessere Möglichkeit.

In Abbildung 2-2 sehen Sie den bereits besprochenen Fluglageanzeiger. An der Oberseite des Fluglageanzeigers befinden sich direkt rechts und links von der Mitte drei weiße Markierungen, die die Querneigung angeben. Diese Markierungen geben die Querneigung von 10 bis 30 Grad an. Unterhalb der 30-Grad-Markierung befinden sich die Markierungen für 60 und 90 Grad. Um eine Querneigung von 30 Grad herzustellen, neigen Sie das Flugzeug so lange zur Seite, bis sich eine weiße Markierung (die dritte von oben) genau über dem kleinen orangefarbenen Dreieck befindet.

## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

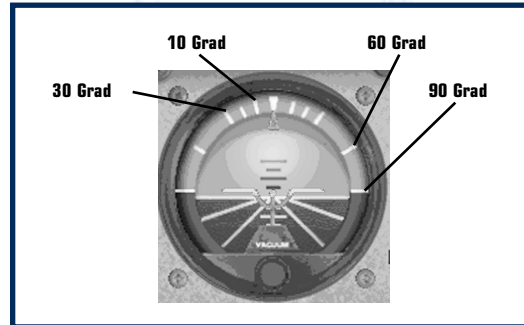


Abbildung 2-2. Markierungslinien für die Querneigung.

Klingt ganz einfach, oder? Doch wie sieht es aus, wenn Sie das Flugzeug um 15 oder 45 Grad neigen möchten? Das funktioniert folgendermaßen:

In Abbildung 2-3 sehen Sie zwei weiße Linien, die von der Mitte des Fluglageanzeigers im diagonalen Winkel nach unten verlaufen. Dabei handelt es sich um die Markierungen für eine Schräglage von 15 bzw. 45 Grad. Wenn Sie das Flugzeug nach rechts neigen, bis sich das Miniaturflugzeug im Fluglageanzeiger (das Flugzeug mit den kleinen orangefarbenen Flügeln) parallel zur ersten diagonalen Linie befindet (siehe Abbildung 2-3), hat das Flugzeug eine Querneigung von 15 Grad. Eine Schräglage von 45 Grad erzielen Sie, indem Sie das Flugzeug vorsichtig drehen, bis die Flügel des Miniaturflugzeugs parallel zur zweiten diagonalen Linie stehen (Abbildung 2-3).

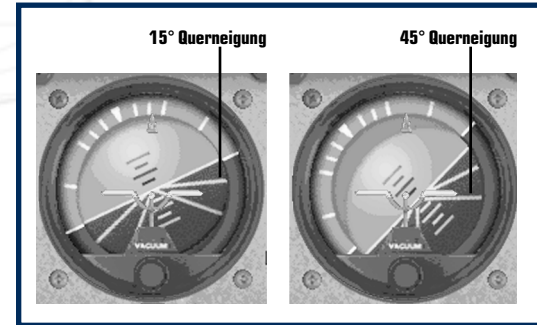


Abbildung 2-3.

Bevor Sie Kurven nun im interaktiven Teil des Unterrichts selbst üben können, möchte ich Sie noch auf etwas Wichtiges hinweisen.

Denken Sie immer daran, dass Ihnen oben in der Luft nichts geschenkt wird. Das gilt insbesondere für Kurven.

Wenn während einer Drehung die gesamte Auftriebskraft dafür verwendet wird, das Flugzeug in die Schräglage zu bringen, verringert sich die verfügbare Auftriebskraft, die der Schwerkraft des Flugzeugs vertikal entgegenwirken kann (siehe Flugzeug B in Abbildung 2-1). Als Reaktion darauf bewegt sich das Flugzeug in die Richtung, in die die augenblicklich stärkere Kraft wirkt. Dies ist in diesem Fall die Schwerkraft. Das Flugzeug bewegt sich also nach unten. Um dies auszugleichen, wird der Auftrieb beim Einleiten einer Kurve leicht erhöht. Dafür drücken Sie den Joystick leicht nach hinten. Später werden Sie sehen, dass durch das

## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

Zurückdrücken des Joysticks der Anstellwinkel der Tragflächen erhöht und damit ihr Auftrieb etwas vergrößert wird. Bedauerlicherweise bewirkt jedoch ein vergrößerter Anstellwinkel gleichzeitig einen erhöhten Luftwiderstand, der das Flugzeug wiederum abbremst. Bei Kurven mit einer leichten Schräglage (maximal etwa 30 Grad) fällt diese Bremswirkung nicht sehr stark ins Gewicht. Bei steileren Kurven (über 45 Grad) ist gegebenenfalls eine größere Leistung erforderlich, damit die Fluggeschwindigkeit nicht zu stark absinkt.

Sehen Sie sich noch einmal den Fluglageanzeiger an, und überlegen Sie, wie Sie beim Einleiten einer Kurve mit dessen Hilfe den Druck nach hinten auf den Joystick regulieren können.

Behalten Sie die Position des Miniaturflugzeugs im Fluglageanzeiger im Auge (vor allem die orangefarbene Kugel zwischen den Flügeln). Beim horizontalen Geradeausflug verbleibt das Miniaturflugzeug (und mit ihm die orangefarbene Kugel) fast direkt über der künstlichen Horizontlinie, wie in Abbildung 2-4 dargestellt. Wenn sich das

Flugzeug in Querneigung befindet, lässt sich die Längsneigung auf dem Fluglageanzeiger nur sehr schwer erkennen, da das kleine Flugzeug dann nicht mehr an der künstlichen Horizontlinie ausgerichtet ist. Sie stellen daher die Längsneigung in einer Kurve anhand der Position fest, die die orangefarbene Kugel im Verhältnis zur künstlichen Horizontlinie einnimmt.

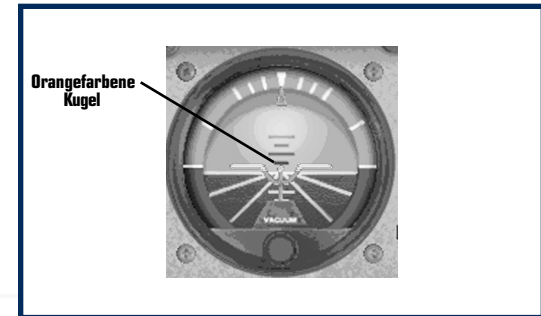


Abbildung 2-4. Beim horizontalen Geradeausflug verbleibt das Miniaturflugzeug unmittelbar über der Horizontlinie.

Damit das Flugzeug in 15- und 30-Grad-Kurven nicht an Höhe verliert, müssen Sie die Längsneigung leicht erhöhen. In Abbildung 2-5 sehen Sie, um wie viel die Längsneigung erhöht werden muss.



## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

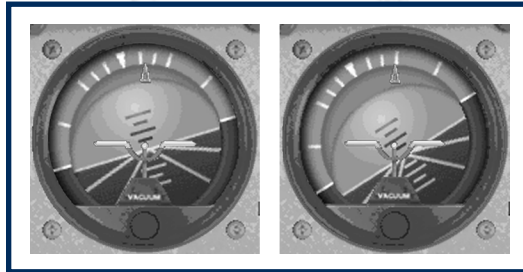


Abbildung 2-5.

Merken Sie sich also, dass *bei steileren Kurven eine größere Längsneigung erforderlich ist, um die Höhe beizubehalten*. Wenn Sie das Flugzeug nach einer Kurve wieder in den Geradeausflug bringen, müssen Sie den Joystick wieder ein wenig nach vorn drücken, um das Flugzeug in die dafür erforderliche geringere Längsneigung zu bringen. In einer der nächsten Lektionen zum Langsamflug erfahren Sie genau, warum die Längsneigung erhöht werden muss. Begnügen Sie sich an dieser Stelle damit, beim Neigen in oder aus einer Kurve die Längsneigung so anzupassen, dass das Flugzeug nicht an Höhe verliert. Bei steileren Kurven drücken Sie den Joystick ein wenig weiter nach hinten, so dass die Nadel des Variometers auf null zeigt und der große Zeiger (Hunderterzeiger) des Höhenmessers unverändert bleibt. Anhand der Position der orangefarbenen Kugel zum künstlichen Horizont bestimmen Sie die Längsneigung des Flugzeugs in der Querneigung. Denken Sie daran, die

Längsneigung bei der Rückkehr in den horizontalen Geradeausflug wieder zu verringern.

Eingangs habe ich angekündigt, die Verwendung des Seitenruders ausführlicher zu beschreiben. Dies ist für Sie allerdings nur interessant, wenn Seitenruderhardware verwenden.

### Seitenruder

Das Seitenruder ist die bewegliche vertikale Fläche am Flugzeugheck. Es sorgt dafür, dass die Nase des Flugzeugs *in Kurvenrichtung gedreht bleibt*. Das Seitenruder ist nicht für die Drehung des Flugzeugs gedacht. Denn wie Sie bereits wissen, fliegen Sie Kurven durch die Querneigung. Das Seitenruder gleicht lediglich die Kräfte aus, die das Flugzeug in die entgegengesetzte Richtung treiben (dies sind verschiedene Kräfte, auf die an dieser Stelle jedoch nicht näher eingegangen werden soll. Wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, lesen Sie die Lektion „Zusatzwissen: Querruder-Giermoment“ am Ende dieser Lektion.

Flight Simulator 2002 verfügt über eine automatische Seitenruderfunktion, die bewirkt, dass die Nase des Flugzeugs beim Fliegen einer Kurve in der richtigen Richtung bleibt. Wenn ein simuliertes Flugzeug also nicht über Seitenruderpedale verfügt, fliegt es trotzdem koordiniert. Anders ausgedrückt kommt bei jeder Aktion

## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

des Querruders bis zu einem gewissen Punkt auch das Seitenruder zum Einsatz. In echten Flugzeugen gibt natürlich keine automatische Seitenruderfunktion (es gibt allerdings Flugschüler, die ihren Lehrer dafür halten). Wenn Sie also Flugstunden in einem echten Flugzeug absolvieren, werden Sie das Seitenruder und die Verwendung der Pedale kennen lernen. Wenn Sie Seitenruderpedal-Hardware verwenden, dürften die folgenden Ausführungen für deren Einsatz interessant für Sie sein.

Stellen Sie sich ein Seitenruder wie ein vertikales Querruder vor, das sich im Heck des Flugzeugs befindet. Wenn die Seitenruderpedale nach rechts oder links gedrückt werden, ändert sich der Winkel der Seitenflosse zum Fahrtwind, wodurch das Flugzeug um seine vertikale Achse giert. Diese Gierbewegung bewirkt, dass die Nase des Flugzeugs in der Richtung bleibt, in der das Flugzeug dreht.

Wenn das rechte Seitenruderpedal betätigt wird (siehe Flugzeug A in Abbildung 2-6), dreht sich das Heck in die Richtung des geringeren Drucks. Durch die Heckbewegung rotiert das Flugzeug um seine vertikale Achse. Bei Betätigung des rechten Seitenruderpedals giert die Nase nach rechts. Es wird Sie nicht überraschen

zu erfahren, dass die Nase bei Betätigung des linken Seitenruderpedals (im Folgenden nur noch Seitenruder genannt) nach links giert (siehe Flugzeug B).

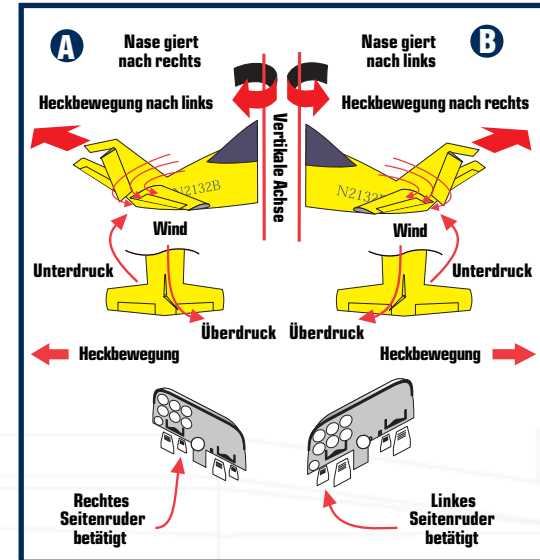


Abbildung 2-6. So wird das Querruder-Giermoment mit dem Seitenruder kompensiert.

### Weitere Hinweise zur Verwendung des Seitenruders

Angenommen, jemand meinte es gut mit Ihnen und hat Ihnen zu Ihrem Geburtstag Seitenruderhardware für Flight Simulator 2002 geschenkt. (Oder die Seitenruderfunktion ist in Ihrem Joystick bereits inte-

## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

griert. Versuchen Sie, den Joystick zu drehen.) Nach einiger Zeit werden Sie sich fragen, wann Sie das Seitenruder verwenden sollten. Ganz einfach: *Jedes Mal, wenn Sie die Querruder verwenden* (z. B. weil Sie eine Kurve fliegen).

Wenn Sie in einer Kurve kein Seitenruder verwenden, driftet ein Teil des Flugzeugs nicht in die Richtung, in die das Flugzeug geneigt ist, sondern in die andere. Sie können mir glauben, dass dies kein schöner Anblick ist und Ihrem Fluglehrer in diesem Moment sprichwörtlich die Haare zu Berge stehen werden. Denken Sie also immer daran: Rechtskurve, rechtes Seitenruder; Linkskurve, linkes Seitenruder. Hände und Füße bewegen sich gleichzeitig.

Nun stellen Sie sich vermutlich die Frage, wie stark Sie das Seitenruder betätigen sollten. Dies ist eine sehr gute Frage. In Abbildung 2-7 sehen Sie den Inklinometer (Neigungsmesser in Form einer Kugel), der zu einem anderen Instrument namens Wendeanzeiger gehört (dieser befindet sich auf dem Instrumentenbrett).

*Die Bewegung der Kugel ähnelt der Bewegung der Sonnenbrille auf dem Armaturenbrett eines Autos. Dieselben Kräfte, die die Brille hin und her schieben, bewegen auch die Kugel. Die Kugel bewegt sich natürlich nicht ganz so hektisch. An den abweichenden Bewegungen der Kugel von der Mitte können Sie erkennen, wie stark die Ausrichtung der Nase des Flugzeugs von der Drehrichtung abweicht. Mit dem Seitenruder können Sie die Kugel wieder zentrieren.*

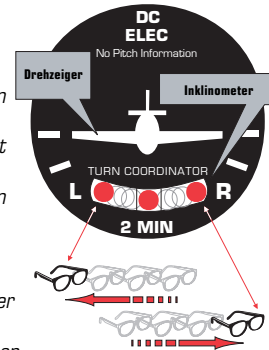


Abbildung 2-7. Der Wendekoordinator.

Das kleine weiße Flugzeug im Wendeanzeiger zeigt die Richtung der Kurve an. Die Kugel gibt dabei an, ob das Seitenruder in der richtigen Stärke betätigt wurde. Die Kugel kann in der Glasröhre von einer Seite auf die andere rollen. Durch falsche (oder keine) Betätigung des Seitenruders kommt es zu einer unnötigen seitlichen Krafteinwirkung auf das Flugzeug. Dadurch wird die Kugel in der Glasröhre so hin- und hergeschwenkt wie z. B. eine Sonnenbrille, die im Auto auf dem Armaturenbrett liegt, wenn Sie eine scharfe Kurve fahren. Ihre Aufgabe ist es, mithilfe des Seitenruders dafür zu sorgen, dass die Kugel immer in der Mitte bleibt.



## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

In Abbildung 2-8 ist ein Flugzeug in der Kurve dargestellt. Die Nase von Flugzeug A zeigt nicht in die Richtung, in die das Flugzeug dreht (der Grund dafür kann sein, dass das rechte Seitenruder nicht ausreichend bzw. das rechte Querruder zu stark betätigt wurde). Die Kugel und das Flugzeug schwenken nach rechts in das Kurveninnere hinein. Um eine ordentliche Kurve fliegen zu können, muss die Nase des Flugzeugs also leicht nach rechts zeigen. Wenn Sie das rechte Seitenruder richtig betätigen und das Flugzeug in Kurvenrichtung korrigieren, kehrt die Kugel wieder in die mittlere Position zurück (siehe Flugzeug B).

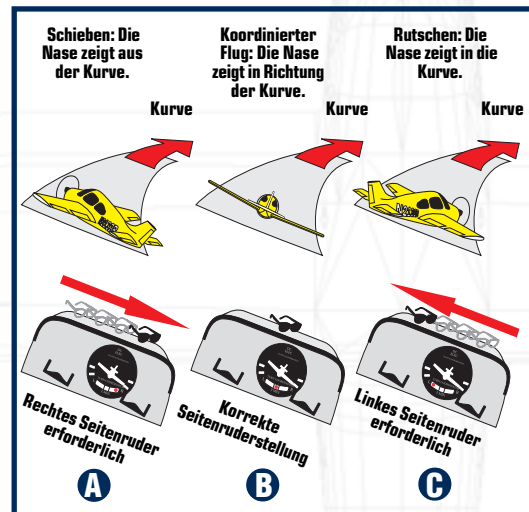


Abbildung 2-8. Schieben und Abrutschen bei einem Flugzeug.

Die Nase von Flugzeug C zeigt zum Inneren der Kurve (der Grund dafür kann sein, dass das rechte Seitenruder zu stark oder das rechte Querruder nicht ausreichend betätigt wurde). Die Kugel und das Flugzeug schwenken nach links aus der Kurve heraus. Wenn Sie das linke Seitenruder ganz leicht betätigen, zeigt die Nase wieder in die Richtung, in die sich das Flugzeug dreht, und die Kugel rollt zurück in die Mitte.

Wenn sich die Kugel also einmal nicht in der Mitte befindet, können Sie sie durch Betätigen des rechten bzw. linken Seitenruders wieder zentrieren. Möglicherweise hören Sie Ihren Fluglehrer das ein oder andere Mal sagen, dass Sie an den „Ball“ denken sollten. Das bedeutet, dass Sie das rechte Seitenruder betätigen sollen, wenn die Kugel nach rechts rollt, bzw. das linke Seitenruder, wenn die Kugel nach links rollt. Denken Sie in dem Moment bitte nicht, dass Ihr Fluglehrer von einer Feier oder von Murmeln spricht. Er würde wohl ernsthaft an Ihren Fähigkeiten zweifeln.

Beim Einleiten einer Kurve werden Querruder und Seitenruder gleichzeitig und in derselben Richtung betätigt. Das ist es, was Piloten unter koordiniertem Fliegen verstehen. Das Querruder sorgt für die Querneigung, und das Seitenruder bewirkt, dass die Nase in Richtung der Kurve zeigt. Befindet sich die Kugel dabei genau in der Mitte, sind die Steuerelemente perfekt koordiniert.

## LEKTION 2: FLIEGEN VON KURVEN

### **Zusatzwissen: Querruder-Giermoment**

Das Querruder-Giermoment macht es erforderlich, Flugzeuge mit Seitenrudern auszustatten. Wenn sich das Flugzeug nach rechts neigt, senkt sich das Querruder an der linken Tragfläche und bewirkt damit einen Auftrieb an dieser Tragfläche. Das abgesenkte Querruder vergrößert den Auftrieb an der linken Tragfläche und erhöht dabei gleichzeitig leicht den Luftwiderstand. „Aber Moment mal“, höre ich Sie sagen, „warum erhöht sich bitte der Luftwiderstand, wenn ich einfach nur den Auftrieb vergrößere?“ Nun ja, die Natur hat es leider so eingerichtet, dass Auftrieb und Luftwiderstand immer gemeinsam auftreten.

In einer Rechtskurve senkt sich das Querruder an der linken Tragfläche und gibt dieser Auftrieb. Die Tragfläche hebt sich. Durch den leicht zunehmenden Luftwiderstand zieht die linke Tragfläche jedoch ein wenig nach hinten. Als Ergebnis wird die Nase des Flugzeugs nach links gezogen (bzw. giert), wenn das Flugzeug eigentlich nach rechts drehen soll. Daher wird diese Kraft „Querruder-Giermoment“ genannt.

Wenn das Flugzeug nach rechts geneigt ist, soll die Nase natürlich in dieselbe Richtung zeigen, oder? An dieser Stelle kommen die Seitenrudern ins Spiel. Wenn sich die Kugel im Inclinometer konstant in der Mitte befindet, gleichen Sie das

Querruder-Giermoment perfekt aus. In diesem Zustand ist das Flugzeug genau richtig koordiniert.

Denken Sie also daran, dass das Querruder-Giermoment in dem Augenblick auf das Flugzeug einwirkt, in dem Sie es in die Schräglage hinein oder aus ihr heraus drehen. Aus diesem Grund müssen Sie einen stärkeren Druck auf das Seitenruder ausüben, wenn sich das Flugzeug in die Querneigung oder aus ihr heraus begibt. Wenn Sie sich bereits in der Kurve befinden, zeigt die Nase des Flugzeugs in der Regel auch dann in die gedrehte Richtung, wenn Sie das Seitenruder wieder loslassen. (Später werde ich Ihnen Situationen schildern, in denen es auch in der Kurve notwendig ist, ein wenig Druck auf das Seitenruder auszuüben.)

Wenn Sie weder Seitenruderpedal-Hardware noch Seitenruder-Joystick besitzen, empfehle ich Ihnen, beim Fliegen die automatische Seitenruderfunktion zu aktivieren. Es wäre nicht besonders sinnvoll, diese Funktion von Flight Simulator 2002 zu deaktivieren, um anschließend durch den Himmel zu schlingern.

Bravo, Sie haben dem Unterricht bis jetzt aufmerksam gefolgt. Wenn Sie möchten, können Sie Flugstunde 2 gleich üben. Anschließend erfahren Sie etwas über Steigflüge. Darüber hinaus lernen Sie den Sinkflug kennen, mit dem Sie ganz schnell und wohlbehalten wieder herunter kommen.

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

Eines Tages wollte meine Lehrerin im Religionsunterricht von mir wissen, wie eine Kirche aufgebaut ist. Statt „Kirche“ verstand ich „Kirsche“, und so ging ich nach vorne und antwortete zielsicher: „Aus einem Stiel, einem Kern und dem Fruchtfleisch“. Das war wohl nicht die Antwort, die sie damals hören wollte.

Jedenfalls setzt sich auch das Fliegen aus verschiedenen Bestandteilen zusammen. Bis jetzt haben Sie mit dem horizontalen Geradeausflug und den Kurven zwei der vier wichtigsten Komponenten des Fliegens kennen gelernt. Nun können Sie die anderen beiden üben: Steig- und Sinkflug. Einer der am weitesten verbreiteten Irrtümer im Zusammenhang mit dem Fliegen ist der, dass Flugzeuge aufgrund überschüssiger Auftriebskraft steigen. Das ist in etwa so, als würde jemand ernsthaft glauben, dass durch die Beimengung von Handcreme in den Treibstofftank die Landungen eines Flugzeugs glatter und frischer aussehen.

Flugzeuge steigen nicht durch überschüssige Auftriebskraft, sondern durch überschüssigen Schub. Damit Sie sich das besser vorstellen können, denken Sie wieder an den Vergleich mit dem Auto auf der Straße.

Ein Auto, das bergauf fährt, lässt sich mit einem Flugzeug im Steigflug vergleichen. Der einzige Unterschied ist der, dass Sie (als Pilot) den Anstieg des Berges bestimmen können. Das tun Sie mithilfe des eingangs beschriebenen Höhenruders.

Auf waagerechter Strecke beträgt die maximale Vorwärtsgeschwindigkeit des Fahrzeugs bei voller Leistung 100 km/h (Abbildung 3-1, Fahrzeug A). Beim Bergauffahren (Fahrzeug B) beträgt die maximale Geschwindigkeit nur noch 75 km/h. Wird der Anstieg noch steiler, sinkt die Geschwindigkeit sogar auf 60 km/h (Fahrzeug C). Aufgrund seiner geringen PS-Zahl kann der Motor bei steilerem Anstieg dem Luftwiderstand und der nach hinten ziehenden Gewichtskraft nichts entgegensetzen. Dadurch wird das Auto langsamer. Damit es schneller bergauf fahren kann, können Sie es nur mit einem leistungsfähigeren Motor ausstatten und ihm eine aerodynamischere Form geben.

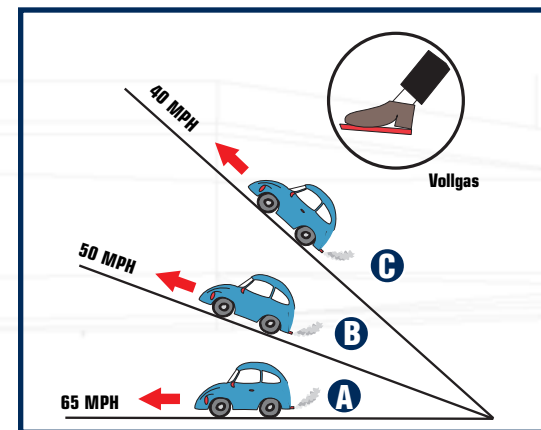


Abbildung 3-1. Leistung und Steigungswinkel. Selbst bei Vollgas wird das Auto mit zunehmender Steigung langsamer.



## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

Dasselbe gilt in gewisser Hinsicht auch für ein Flugzeug im Steigflug (Abbildung 3-2). Angenommen, das Flugzeug erreicht bei Vollgas im horizontalen Geradeausflug eine maximale Geschwindigkeit von 200 km/h (Flugzeug A). (Gas wird in einem Flugzeug mithilfe eines Leistungshebels gegeben. Der einzige Unterschied zum Gaspedal bei einem Auto besteht darin, dass der Leistungshebel nicht mit dem Fuß, sondern mit der Hand betätigt wird.)

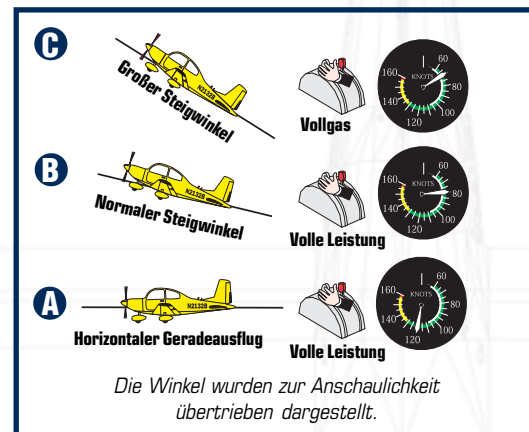


Abbildung 3-2. Leistung, Steigwinkel und Fahrt. Selbst bei Vollgas (maximale Leistung) wird das Flugzeug mit zunehmender Steigung langsamer. Piloten bestimmen den Steigwinkel durch Wahl einer Fluglage, in der sie eine bestimmte Geschwindigkeit im Steigflug erreichen.

Um mehr Gas zu geben, drücken Sie den Gashebel nach vorn. Um etwas Gas zurückzunehmen, ziehen Sie ihn nach

hinten. Wenn Sie nun das Höhenruder leicht nach hinten drücken, zeigt die Nase des Flugzeugs nach oben (Flugzeug B). Dadurch geht das Flugzeug in einen sanften Steigflug über. Die Geschwindigkeit verringert sich dabei, ähnlich wie beim Auto, beispielsweise auf 150 km/h. Beim steileren Steigflug (Flugzeug C) beträgt die Geschwindigkeit nur noch 120 km/h. Da das Flugzeug nicht über die zusätzliche Leistung (Schub) verfügt, kann der Steigflug bei einer maximalen Geschwindigkeit von 120 km/h ausgeführt werden.

Mit zunehmender Steilheit des Anstiegs winkels nimmt die Fluggeschwindigkeit, ähnlich wie beim Auto, weiter ab. An dieser Stelle verhalten sich Flugzeuge jedoch anders als Autos. Damit die Tragflächen genügend Auftrieb erzeugen, um das Flugzeug in der Luft halten zu können, ist eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit erforderlich. Haben Sie sich jemals die Frage gestellt, warum Flugzeuge Startbahnen brauchen? Nun, aus demselben Grund, aus dem Weitspringer Anlauf nehmen. Flugzeuge müssen, genau wie Weitspringer, zunächst ein bestimmtes Tempo erreichen, um abheben zu können.

Diese Mindestgeschwindigkeit wird als Überziehgeschwindigkeit des Flugzeugs bezeichnet. Es handelt sich hierbei um eine wichtige Größe, die sich mit dem Gewicht, der Klappenstellung, der eingestellten Leistung und der Querneigung verändert. Die Überziehgeschwindigkeit schwankt auch

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

von Flugzeug zu Flugzeug. Machen Sie sich keine Sorgen darüber: Sie werden noch erfahren, wie Sie die Überziehgeschwindigkeit erkennen können. Solange die Geschwindigkeit des Flugzeugs über der Überziehgeschwindigkeit bleibt, reicht der entstehende Auftrieb aus, um dem Gewicht des Flugzeugs entgegenzuwirken und es in der Luft zu halten.

Wenn die Überziehgeschwindigkeit von Flugzeug C (Abbildung 3-2) 100 km/h beträgt, würde bei einem steileren Aufstiegswinkel nicht mehr genügend Auftrieb erzeugt, um das Flugzeug in der Luft zu halten. Dieser Zustand wird Strömungsabriss genannt. Wenn Sie unbeabsichtigt einen Strömungsabriss herbeiführen, führt dies vermutlich zu spontanen Lautäußerungen wie „Uhoh“, „Huaaahhh“, „Arghhhhh“ oder auch Aussprüchen wie „Ich hätte doch das Vaterunser lernen sollen“. Es ist unnötig anzumerken, dass Ihre Passagiere angesichts solcher Urlaute wohl so schnell nicht mehr bereit sind, mit Ihnen zu fliegen. Aus diesem Grund ist dem Thema Strömungsabriss eine vollständige Lektion gewidmet. Hierin erfahren Sie mehr über Strömungsabrisse, und wie Sie diese absichtlich herbeiführen können. Fluglehrer haben sich in aller Regel so weit im Griff, dass sie, sollte bei einem Flugzeug einmal versehentlich ein Strömungsabriss auftreten, nicht gleich solche Laute von sich geben. Deshalb sind sie auch als Fluglehrer zugelassen. Sie sollten sich merken, dass Flugzeuge mit einer extrem hohen Leistung (z. B.

Düsenjäger) in einem sehr steilen Winkel und Flugzeuge mit geringerer Leistung in einem weniger steilen Winkel steigen können.

Wenn Sie wissen, dass der Anstieg nicht durch zusätzlichen Auftrieb von den Tragflächen, sondern durch zusätzlichen Schub bewirkt wird, können Sie daraus interessante Rückschlüsse ziehen. So verhindern z. B. alle Faktoren, die die erzeugte Triebwerkleistung bremsen, das Erzielen der maximalen Steigrate. Faktoren, die zu einer verringerten Triebwerkleistung führen können, sind beispielsweise große Höhen und hohe Temperaturen. Wenn Sie bei einem Steigflug nicht auf volle Leistung gehen, steht ebenfalls weniger Leistung zur Verfügung (aber das versteht sich ja eigentlich von selbst).

An diesem Punkt sollte sich Ihnen eine wichtige Frage stellen. Damit denke ich weniger an Zen-Fragen, etwa in der Art: „Wie klingt das Geräusch eines einzelnen Rotorblatts?“ oder „Wenn ein Flugzeug unsanft im Wald aufschlägt und niemand da ist, der dies hören könnte, entsteht dann wirklich ein Geräusch?“ Nein, ich meine vielmehr die Frage, wie sich der richtige Steigungswinkel für ein Flugzeug bestimmen lässt. Hier ist die Lösung. Flugzeuge haben eine bestimmte Steiglage, in der eine optimale Steigleistung möglich ist und bei der sie sicher über der Überziehgeschwindigkeit bleiben. Die richtige Steiglage für das Flugzeug bestimmen Sie anhand des Fahrtmessers.

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

Wenn Sie Gas für den Steigflug geben (bei kleineren Flugzeugen meist Vollgas), wird die Längsneigung so eingestellt, dass der Fahrtmesser die korrekte Geschwindigkeit für den Steigflug anzeigt. Bei einer Cessna 172 wird für den Steigflug generell eine Geschwindigkeit von 75 Knoten verwendet. Mitunter fliegen Piloten jedoch etwas schneller als 75 Knoten. Der Grund dafür ist nicht etwa, dass sie schneller am Ziel sein möchten. Vielmehr können sie dadurch besser über die Nase des Flugzeugs blicken.

Durch das Hochziehen der Flugzeugnase verringert sich die Fluggeschwindigkeit. Wird sie nach unten gedrückt, erhöht sich die Geschwindigkeit. Die Anzeige auf dem Fahrtmesser richtet sich letztendlich nach der Ausrichtung der Nase und damit nach der Fluglage sowie dem gewählten Anstiegswinkel. Im Gegensatz zu einem Hügel auf der Erde legt ein Pilot in der Luft selbst fest, in welchem Anstiegswinkel er fliegen möchte (innerhalb bestimmter Grenzen, versteht sich). Mit ein wenig Erfahrung können Sie den richtigen Anstiegswinkel (Nase zeigt nach oben) feststellen, wenn Sie aus dem Fenster sehen. Sie müssen sich dann nicht mehr ausschließlich auf den Fahrtmesser verlassen.

Als ich fliegen lernte, kam es mir so vor, als würde der Zeiger des Fahrtmessers prinzipiell nie auf die Geschwindigkeit zeigen, die ich erreichen wollte. Ich muss dazu sagen, dass ich als junger Mensch kein besonders gutes Koordinationsvermögen besaß. Ich reagierte

so langsam, dass ich eines Tages beinahe von einem Auto überrollt worden wäre, das einen Platten hatte und von zwei Männern geschoben wurde. Immerhin, ich bin ein gutes Beispiel dafür, dass jemand, der nicht gerade über das Koordinations- und Reaktionsvermögen eines 13-jährigen Olympiateurners verfügt, trotzdem ein kompetenter Pilot werden kann.

### Der Sinkflug

Ein Auto, das sich, durch seine Motorkraft angetrieben, bergauf bewegt, wird gleichzeitig durch die Schwerkraft bergab gezogen. Wenn Sie den Fuß vom Gaspedal nehmen, richtet sich die Abwärtsgeschwindigkeit des Autos nach dem Gefälle des Hügels, von dem es hinunterrollt. Je steiler der Hügel, desto schneller rollt das Auto. Wird der Hügel flacher, verringert sich die Geschwindigkeit. Wenn der Hügel zu flach wird, müssen Sie wieder ein wenig auf das Gaspedal treten, um eine ausreichende Vorwärtsgeschwindigkeit zu halten.

Auch Flugzeuge können „bergab“ fliegen, ohne dass Sie dabei Gas geben müssen (Abbildung 3-3). Durch Senken der Nase können Sie das Flugzeug praktisch ohne Aufwand fliegen (das stimmt so nicht ganz, aber da wollen wir jetzt nicht näher drauf eingehen). Sie können die Fluglage, bei der die Nase des Flugzeugs abgesenkt ist, mit dem Höhenruder korrigieren und bei jeder (angemessenen) Geschwindigkeit in den Sinkflug gehen.



## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

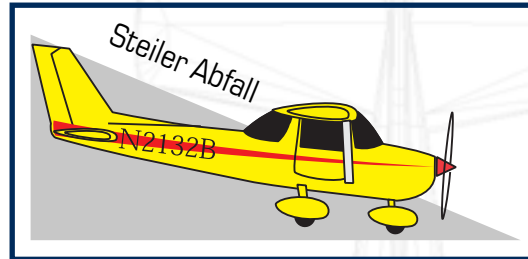


Abbildung 3-3. Ein Flugzeug im Sinkflug.

Damit haben Sie die Antwort auf eine Frage, die garantiert jedem Passagier, der zum ersten Mal in einem Flugzeug sitzt, auf den Nägeln brennt: „Was geschieht, wenn die Triebwerke ausfallen?“ In diesem Fall würde das Flugzeug nicht etwa herunterfallen wie ein Stein, sondern gleiten wie ein Segelflieger.

Anders als beim Steigflug können Sie den Sinkflug in verschiedenen Geschwindigkeiten ausführen. Dabei sind jedoch viele verschiedene Faktoren zu berücksichtigen, z. B. die Sicht nach vorne, die Kühlung der Triebwerke sowie die strukturellen Auswirkungen von Turbulenzen auf das Flugzeug. (Alle diese Faktoren werden in meinem Buch *Private Pilot Handbook*, das auf meiner Website verfügbar ist, detailliert erläutert. Die Seite **Bibliothek und Hilfe** in Flight Simulator 2002 enthält einen Link zu dieser Site.)

Im letzten Teil des Landeanflugs (auch Endanflug genannt) sollte das Flugzeug

jedoch eine bestimmte Fluggeschwindigkeit aufweisen. Diese liegt in der Regel bei mindestens 30 % über der Überziehggeschwindigkeit des Flugzeugs. Eine zu hohe Fluggeschwindigkeit oder unregelmäßige Steuerungskräfte können beim Landeanflug zum Problem werden und eine sanfte Landung erschweren (das ist auch der Grund dafür, dass Piloten sich gerne über andere Piloten lustig machen).

Lassen Sie mich nun erläutern, wie Steig- und Sinkflüge aus dem Cockpit heraus gesteuert werden.

### Einleiten eines Steigflugs

Fliegen macht keinen Spaß, wenn man nur darüber spricht und es nicht selbst ausprobieren kann. Überlegen Sie sich deshalb, welche Schritte notwendig sind, um einen Steigflug durchzuführen. Angenommen, das Flugzeug befindet sich im horizontalen Geradeausflug bei einer Reisegeschwindigkeit von 100 Knoten. Um den Steigflug einzuleiten, müssen Sie die Nase des Flugzeugs in die Steiglage hochziehen und zusätzlich die Leistung für den Steigflug erhöhen. Es empfiehlt sich, das Flugzeug so schnell wie möglich hochzuziehen, damit Sie unter anderem von günstigeren Winden und einer besseren Sicht profitieren können. Bei einer Cessna 172 verwenden Sie für den Steigflug immer volle Leistung. Damit das Flugzeug in dieser Fluglage bleibt, trimmen Sie die Nase anschließend leicht nach oben.

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

Sobald Sie mit dem Hochziehen der Nase beginnen, lässt die Fluggeschwindigkeit nach, und das Variometer zeigt einen Steigflug an. Das ist ein sicheres Anzeichen dafür, dass sich das Flugzeug im Steigflug befindet. Ein weiterer Anhaltspunkt ist, wenn die Menschen auf der Erde langsam die Größe von Ameisen annehmen (das funktioniert natürlich nur, wenn Sie nicht wirklich auf Ameisen schauen).

In Abbildung 3-4 ist ein Flugzeug dargestellt, dass bei 85 Knoten und 500 Fuß pro Minute steigt.



Abbildung 3-4

### Sie befinden sich auf dem Weg nach oben

Technischen Untersuchungen zufolge steigt die Cessna 172 am effektivsten bei einer Geschwindigkeit von 74 Knoten. Die Geschwindigkeit des Flugzeugs in Abbildung 3-4 beträgt jedoch 85 Knoten. Wie können Sie nun die Geschwindigkeit auf 74 Knoten verringern und dabei gleichzeitig bei voller Leistung steigen?

Ganz einfach, indem Sie die Nase des Flugzeugs nach oben in eine etwas höhere Steiglage ziehen. Halten Sie die Nase in dieser Position, und beobachten Sie den Fahrtmesser. Korrigieren Sie die Längsneigung leicht nach oben oder unten, bis auf dem Fahrtmesser eine Geschwindigkeit von 74 Knoten angezeigt wird. (Es dürfen auch 75 sein.) Haben Sie Geduld. Flugzeuge sind träge und benötigen deshalb nach Veränderungen der Längsneigung einen Augenblick, bis sie die neue Geschwindigkeit annehmen.

Um eine Anstiegsgeschwindigkeit von 75 Knoten halten zu können, sollte der Fluglageanzeiger eine Neigung von ca. 13 Grad anzeigen; siehe Abbildung 3-5. (Da es bei einem Flugsimulator sehr schwierig ist, hinter dem Instrumentenbrett den echten Horizont zu sehen, begnügen wir uns damit, unsere Längs- und Querneigung anhand des Fluglageanzeigers zu ermitteln.) Die vertikalen Kalibrierungslinien des Fluglageanzeigers geben jeweils Neigungsintervalle von 5 Grad an. Sie zeigen nacheinander von unten nach

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

oben eine Längsneigung von 5, 10, 15 und 20 Grad an. Bei einer Längsneigung von 13 Grad würde der Zeiger kurz unter dem dritten Strich stehen.



Abbildung 3-5

Die Längsneigung des Flugzeugs unterliegt beim Steigflug natürlich leichten Schwankungen. Wichtig ist jedoch, die richtige Längsneigung herauszufinden, bei der Sie in der gewünschten Steiggeschwindigkeit fliegen können.

### Mögen Sie Walzer?

Nun wissen Sie, wie Sie ein Flugzeug zum Steigen bringen. Gehen Sie deshalb beim nächsten Mal, wenn Sie einen Steigflug durchführen möchten, wie folgt vor: Heben Sie die Nase um etwa 13 Grad auf dem Fluglageanzeiger an, gehen Sie auf volle Leistung, und trimmen Sie das Flugzeug, damit es nicht an Höhe verliert. Das war's

schon. Korrigieren Sie dann ganz leicht die Längsneigung (nur um 1 bis 2 Grad), bis Sie die gewünschte Fluggeschwindigkeit erreichen. Stellen Sie sich einen Steigflug wie einen Walzer vor, der im Dreivierteltakt getanzt wird. Zählen Sie: eins, zwei, drei, eins, zwei, drei, oder Neigung, Leistung, Trimmen (bei mir persönlich klappt das Zählen beim Walzer leider nicht so ganz, da ich mich zwischendurch immer wieder bei meiner Tanzpartnerin entschuldigen muss, wenn ich ihr auf die Füße getreten bin.) Ändern Sie die Fluglage, ändern Sie die Leistung, und trimmen Sie dann das Flugzeug, sobald es sich stabil in der neuen Fluglage befindet.

Sie können für den Steigflug natürlich auch auf eine etwas höhere Geschwindigkeit gehen. Dies erleichtert in der Regel den Blick über das Instrumentenbrett (dabei können Sie andere Flugzeuge rechtzeitig sehen und ihnen ausweichen). Wenn es nicht erforderlich ist, möglichst schnell und effizient zu steigen, wählen Sie eine Fluggeschwindigkeit, bei der Sie eine gute Steigrate haben und gleichzeitig auch noch ausreichend über das Instrumentenbrett sehen können.

### Auf den Aufstieg folgt der Abstieg

Wenn Sie ununterbrochen steigen würden, durchbrächen Sie irgendwann die Erdatmosphäre, oder? Na ja, nicht ganz. Dennoch sollten Sie wissen, wie Sie das Flugzeug wieder nach unten bekommen.



## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

Stellen Sie sich das Sinken mit einem Flugzeug so vor, als würden Sie mit einem Auto bergab fahren. Wenn sich das Auto an einem steilen Abhang befindet, nehmen Sie normalerweise zunächst Ihren Fuß vom Gas und versuchen im Leerlauf zu fahren. Dabei richtet sich die Geschwindigkeit des Autos nach dem Gefälle des Berges. An einem steileren Berg wird das Auto im Leerlauf schneller als an einem flacheren Berg. Flugzeuge funktionieren ganz ähnlich.

In Abbildung 3-6 sehen Sie ein Flugzeug, dessen Leistung so reduziert ist, dass es im Leerlauf fliegt. In gewisser Weise gleitet das Flugzeug im Leerlauf einen Berg hinunter. Die Geschwindigkeit des Flugzeugs in dieser Abbildung liegt stabil bei 80 Knoten. Ändern Sie jetzt das Gefälle des Berges.



Abbildung 3-6

### **Änderungen der Längsneigung bedeutet Änderung der Fluggeschwindigkeit**

Betrachten Sie an dieser Stelle, wie sich eine leichte Änderung der Längsneigung auf die Fluggeschwindigkeit auswirkt. Wenn Sie die Nase leicht absenken (das Gefälle vergrößern), ohne dabei die Trimmung zu korrigieren, gerät das Flugzeug in eine Fluglage, bei der es zu einer Fluggeschwindigkeit von 90 Knoten kommt. Orientieren Sie sich dabei am Fluglageanzeiger. Wenn Sie die Längsneigung leicht ändern (etwa um ein halbes oder ein, zwei Grad) und diese Position beibehalten, werden Sie bemerken, dass die Fluggeschwindigkeit zunimmt.

Die Fluggeschwindigkeit beträgt schließlich laut Fahrtmesser 90 Knoten, und der Fluglageanzeiger zeigt in etwa eine Längsneigung wie in Abbildung 3-7 an. Wenn Sie bei dieser Geschwindigkeit sinken möchten, trimmen Sie das Flugzeug in dieser Lage.

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG



Abbildung 3-7

Wenn Sie die Nase leicht hochziehen (das Gefälle verringern), gerät das Flugzeug in eine Fluglage, bei der eine Fluggeschwindigkeit von 70 Knoten erreicht wird. In Abbildung 3-8 ist die Fluglage dargestellt, die für diese Fluggeschwindigkeit erforderlich ist.



Abbildung 3-8

Die Fluggeschwindigkeit im Sinkflug wird folgendermaßen geregelt: Erhöhen oder verringern Sie die Längsneigung mithilfe der vertikalen Kalibrierung auf dem Fluglageanzeiger. Ändern Sie die Längsneigung ganz leicht, und beobachten Sie das Ergebnis. Haben Sie hierbei ein wenig Geduld. Das Flugzeug ändert seine Geschwindigkeit nur langsam.

Es ist sehr wichtig, die Fluggeschwindigkeit auf diese Weise durch Ändern der Längsneigung anzupassen. Das gilt insbesondere bei der Vorbereitung auf die Landung. Beim Landeanflug ist es erforderlich, mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu fliegen. Durch die Änderung der Längsneigung können Sie bei jeder gewünschten Fluggeschwindigkeit sinken. Vergessen Sie dabei

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

jedoch nicht, das Flugzeug auf die gewünschte Fluglage und damit die gewünschte Fluggeschwindigkeit zu trimmen.

Schließlich verrate ich Ihnen noch ein kleines Geheimnis, das offenbar nur gute Piloten kennen. Wenn das Flugzeug richtig auf eine bestimmte Geschwindigkeit getrimmt ist, behält es diese Geschwindigkeit normalerweise auch dann bei, wenn Sie die Leistung ändern (da hierbei viele Faktoren eine Rolle spielen, kann es sein, dass sich die Geschwindigkeit geringfügig ändert.) Dies ist ein entscheidendes Verhalten des Flugzeugs. Wenn Sie sich auf die Landung vorbereiten und das Flugzeug auf eine bestimmte Geschwindigkeit getrimmt ist, müssen Sie lediglich die Leistung regulieren, um den gewünschten Gleitweg einhalten zu können. Das bedeutet, dass das Flugzeug normalerweise die Geschwindigkeit beibehält, auf die es zuletzt getrimmt wurde. Gut, Sie haben mich überredet. Im Folgenden erfahren Sie, wie Sie die Sinkrate ändern können.

### **Ändern der Sinkrate Ändern der Sinkrate**

Wie gehen Sie vor, wenn Sie bei einer niedrigeren Sinkrate (kleiner Wert auf der Variometeranzeige) mit derselben Fluggeschwindigkeit fliegen möchten? Hier kommt die Leistung ins Spiel. (Damit meine ich die Triebwerkleistung.) Die Leistung wirkt sich direkt auf die Sinkrate des Flugzeugs aus.

Ein Flugzeug, das bei 80 Knoten im Leerlauf fliegt, sinkt um etwa 700 Fuß pro Minute (Abbildung 3-9). Stellen Sie sich vor, dass Sie sich im Landeanflug befinden und eine geringere Sinkrate benötigen, um die Landebahn zu treffen. Was tun Sie in diesem Fall?



Abbildung 3-9

Sie erhöhen die Leistung auf beispielsweise 2100 Umdrehungen und korrigieren die Längsneigung leicht, sodass Sie die Fluggeschwindigkeit von 80 Knoten halten können. Trimmen Sie das Flugzeug gegebenenfalls neu aus.

Auf Ihren Instrumenten sollten nun dieselben Werte wie in Abbildung 3-10 angezeigt werden. Aufgrund dieser geringfügigen Leistungszunahme beträgt die Sinkrate des Flugzeugs nun 300 Fuß



## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

pro Minute. Wenn Sie noch mehr Leistung geben, hört das Flugzeug irgendwann auf zu sinken. Bei einer noch größeren Leistung geht das Flugzeug in den Horizontalflug und bei 80 Knoten gar in den Steigflug über.



Abbildung 3-10

An diesem Punkt Ihrer Ausbildung möchte ich Ihnen erklären, wie Sie ein Flugzeug steuern. Mithilfe der Leistung (regelbar über den Leistungshebel) können Sie die Sinkrate (auf der Variometeranzeige) regulieren. Mit der Längsneigung des Flugzeugs, die Sie mit dem Joystick regulieren, können Sie eine bestimmte Fluggeschwindigkeit halten. Bei einem Steigflug setzen Sie immer die volle

Leistung ein und richten dabei die Fluglage für die gewünschte Fluggeschwindigkeit mit dem Joystick aus. Da Sie nun mit den Verfahren für Steig- und Sinkflüge vertraut sind, kombinieren Sie diese Kenntnisse mit dem Wissen aus Lektion 2.

### Drehen im Steigflug

Angenommen, Sie möchten während des Steig- oder Sinkflugs eine Kurve fliegen. Konkret können Sie beispielsweise überlegen, wie Sie während des Steigflugs eine Rechtskurve mit 20 Grad Neigung durchführen und anschließend in den horizontalen Geradeausflug übergehen. Dies funktioniert folgendermaßen:

Gehen Sie zunächst in den Steigflug. Erhöhen Sie die Längsneigung auf 13 Grad Steiglage (siehe Abbildung 3-11), geben Sie volle Leistung, und trimmen Sie das Flugzeug. Das Flugzeug dreht sich nun in die gewünschte Querneigung. Dabei ermitteln Sie die Längsneigung des Flugzeugs anhand der orangefarbenen Kugel des Fluglageanzeigers. Da die orangefarbenen Flügel nicht am Horizont ausgerichtet sind, wird die Längsneigung des Flugzeugs in diesem Fall mit der orangefarbenen Kugel des Fluglageanzeigers ermittelt.

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG



Abbildung 3-11

Beim Steig- oder Sinkflug empfiehlt es sich, 50 Fuß vor der gewünschten Flughöhe in den Horizontalflug überzugehen. Dadurch verhindern Sie, dass Sie über die Zielflughöhe hinauschießen oder zu niedrig fliegen. Wenn Sie beispielsweise bei 4000 Fuß in den Horizontalflug übergehen möchten, beginnen Sie damit bereits, sobald auf dem Höhenmesser eine Flughöhe von 3.950 Fuß angezeigt wird. An diesem Punkt senken Sie die Nase und drehen das Flugzeug wieder in die Lage für den horizontalen Geradeausflug.

Die Leistung ist hierbei nach wie vor maximal, und das ist auch gut so. Beschleunigen Sie das Flugzeug auf die Reisegeschwindigkeit (sofern Sie nicht ausdrücklich bei einer geringeren Geschwindigkeit fliegen möchten). Verringern Sie anschließend die Drehzahl auf ca. 2.200 Umdrehungen.

Wenn die Fluggeschwindigkeit stabil ist, trimmen Sie das Flugzeug auf dieser Höhe (siehe Abbildung 3-12).



Abbildung 3-12

Das ist eigentlich schon alles. Seien Sie jedoch versichert, dass dieses Manöver nicht ganz so einfach ist, wie es auf den ersten Blick erscheint. Denken Sie deshalb beim Wechseln von einer Fluglage in eine andere (z. B. vom horizontalen Geradeausflug in den Steigflug) immer an das Walzerschema. Fluglage, Leistung und Trimmung. Korrigieren Sie die Fluglage auf den Wert, bei dem das Flugzeug in die richtige Position für den Steigflug gebracht wird (13 Grad für einen Steigflug bei 80 Knoten). Regeln Sie anschließend die Leistung (in diesem Flugzeug verwenden Sie für den Steigflug die volle Leistung). Trimmen Sie schließlich das Flugzeug ausreichend, um diese Höhe zu

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

halten. Das richtige Maß an Fluglage, Leistung und Trimmung ist es, worauf es beim Ändern der Fluglage ankommt.

### Drehen im Sinkflug

Angenommen, Sie befinden sich in einer Flughöhe von 4.000 Fuß und möchten in einer Linkskurve bei einer Querneigung von 20 Grad auf 2.500 Fuß sinken. Damit dieses Manöver noch anspruchsvoller wird, führen Sie es bei 90 Knoten aus. Das funktioniert folgendermaßen:

Neigen Sie das Flugzeug zunächst um 20 Grad nach links.

Reduzieren Sie dann die Leistung, und versetzen Sie das Triebwerk in den Leerlauf.

Senken Sie als Nächstes die Nase in eine Fluglage, bei der Sie eine Fluggeschwindigkeit von etwa 90 Knoten erzielen (wenn Sie die Leistung verringern, hat die Nase automatisch die Tendenz, nach unten zu ziehen. Um zu verhindern, dass das Flugzeug zu schnell sinkt, müssen Sie daher den Joystick meist ein wenig nach hinten drücken). Bei einer positiven Längsneigung von 3 Grad erzielen Sie eine Geschwindigkeit von 80 Knoten. Bei einer positiven Längsneigung von 1 Grad (etwas niedrigere Fluglage) kommen Sie möglicherweise auf ca. 90 Knoten. Da Sie sich in einer Kurve befinden, ermitteln Sie die Längsneigung des Flugzeugs immer anhand der orangefarbenen Kugel des Fluglageanzeigers (siehe Abbildung 3-13).



Abbildung 3-13

Wenn Sie sich auf einer Flughöhe von 2.550 Fuß befinden (2.500 Fuß plus 50 Fuß Spielraum), bringen Sie das Flugzeug in die Fluglage für den horizontalen Geradeausflug.

Erhöhen Sie anschließend die Leistung auf 2.300 Umdrehungen, und trimmen Sie das Flugzeug, sobald sich die Reisegeschwindigkeit stabilisiert hat. Sie verfahren wieder nach demselben Schema: Fluglage, Leistung und Trimmung.

Nun wissen Sie bereits, wie der Steigflug, Kurvenflug, Sinkflug und der horizontale Geradeausflug funktionieren. Damit kennen Sie die Grundlagen des Fliegens. Nun ist es an der Zeit, diese in der Praxis zu üben. Sie können nun die dritte Flugstunde absolvieren.



## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG



Abbildung 3-14

Sie wissen nun grundsätzlich, wie Sie ein Flugzeug durch die Luft bewegen. Als Nächstes erfahren Sie, wie Sie das Flugzeug wieder heil auf die Landebahn bringen. In der nächsten Unterrichtseinheit werden Sie sich mit dem Fliegen bei geringeren Geschwindigkeiten befassen, wie es z. B. beim Landeanflug der Fall ist.

In Abbildung 3-14 sehen Sie einen typischen Höhenmesser, wie er in den meisten Flugzeugen anzutreffen ist. Er verfügt über drei Zeiger. Der kleinste von ihnen gibt die Flughöhe in Schritten von jeweils 10.000 Fuß an.

Sie lesen den Höhenmesser im Grunde wie eine Uhr. Das sage ich allerdings unter Vorbehalt, da es im Zeitalter der Digitaluhren ja Menschen geben soll, die nicht mehr wissen, wie spät es ist, wenn der kleine Zeiger auf der 3 und der große auf der 12 steht.

Der mittlere, dickere Zeiger gibt die Höhe in Schritten von je 1.000 Fuß an. Der lange, dünne Zeiger gibt die Flughöhe in Schritten von je 100 Fuß an.

Sie lesen den Höhenmesser am besten wie eine Uhr. Wenn beispielsweise Höhenmesser A in Abbildung 3-14 eine Uhr wäre, welche Uhrzeit würde er dann anzeigen? Richtig, 3 Uhr. Höhenmesser A ist jedoch keine Uhr und zeigt daher eine Flughöhe von 3.000 Fuß an. Der lange Zeiger (Hunderterzeiger) zeigt auf null, der mittlere (Tausenderzeiger) auf 3.000 Fuß.

Wenn Höhenmesser B eine Uhr wäre, wie spät wäre es dann? Es wäre 3:30 Uhr bzw. halb vier. Da es sich jedoch um einen Höhenmesser handelt, zeigt er 3.500 Fuß an. Der lange Zeiger (Hunderterzeiger) zeigt auf 500 Fuß, der mittlere (Tausenderzeiger) steht zwischen 3.000 und 4.000 Fuß. Die Flughöhe beträgt demnach 500 Fuß über 3.000 Fuß (und damit 3.500 Fuß).

## LEKTION 3 - DER STEIGFLUG

Welche Uhrzeit wäre es auf Höhenmesser C, wenn dieser eine Uhr wäre? Es wäre ca. viertel vor sieben. Ganz genau zeigt der lange Zeiger (Hunderterzeiger) 800 Fuß und der mittlere (Tausenderzeiger) knapp 7.000 Fuß an. Der Höhenmesser zeigt also eine Flughöhe von 800 Fuß nach 6.000 Fuß (und damit 6.800 Fuß) an. Das war nicht schwer, oder?

Lesen Sie Höhenmesser D wie eine Uhr. Welche Uhrzeit ist es darauf? Richtig, auf den ersten Blick ist es 3:00 Uhr. Wenn Sie jedoch genauer hinsehen, werden Sie erkennen, dass der kleine Zeiger (Zehntausenderzeiger) ein wenig hinter der 1 steht. Das bedeutet, dass Sie zu dem Wert, den der mittlere und große Zeiger des Höhenmessers anzeigen, noch 10.000 Fuß hinzu addieren müssen. Höhenmesser D zeigt demnach eine Flughöhe von 13.000 Fuß an.

Das Windrädchen eines Kindes dreht sich im Wind. Falls Sie es noch nicht bemerkt haben sollten: die Propeller eines Flugzeugs sind im Grunde große Windräder für große Kinder. Der Windradeffekt ist dafür verantwortlich, dass sich die voreingestellten Umdrehungszahlen bei unterschiedlichen Fluggeschwindigkeiten ändern. Wenn Sie z. B. einen neuen Wert für die Umdrehungen pro Minute einstellen, ändert sich die RPM-Anzeige, wenn sich die Fluggeschwindigkeit ändert. Warum? Ganz einfach. Der Propeller reagiert auf die sich ändernde Fluggeschwindigkeit genau wie ein Windrad auf den Wind. Daher dreht sich der Propeller entweder besonders schnell oder langsamer als möglich, bis sich die Fluggeschwindigkeit stabilisiert hat. Daher muss der RPM-Wert meist ein bis zwei Mal auf die gewünschte Einstellung korrigiert werden. Der beschriebene Windradeffekt gilt für Festpropeller (über die auch unser simuliertes Flugzeug verfügt). Später erfahren Sie etwas über Verstellpropeller mit konstanter Drehzahl. Diese verstellen sich, um die Umdrehungen pro Minute konstant zu halten.

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Okay, jetzt wird's interessant. Gleich werden Sie in einem Flugzeug sitzen, das 120 Knoten schafft - das ist doppelt so schnell wie die Autos auf der Autobahn unter Ihnen - und ich stelle Ihnen nur eine Bedingung: Ich will, dass Sie so langsam fliegen wie möglich. Klingt doch vernünftig, oder? Eigentlich nicht. Das ist, als würde man von einem Formel 1-Fahrer verlangen, nur Schrittgeschwindigkeit zu fahren. Allerdings gibt es sehr wohl einen guten Grund, langsam zu fliegen.

Der Langsamflug bildet die Grundlage für das wichtigste Manöver in der gesamten Fliegerei: die Landung. Sie möchten sicherlich nicht mit normaler Reisegeschwindigkeit landen, schließlich sind Flugzeuge nicht dafür gebaut, mit hoher Geschwindigkeit am Boden zu manövrieren. Und außerdem möchten Sie sicher auch nicht, dass sich die Reifen in Rauch auflösen. (Das war natürlich nur ein Scherz, allerdings gar nicht so abwegig...) Generell gilt: Je langsamer die Maschine beim Aufsetzen ist, desto leichter fällt die Steuerung auf dem Rollfeld.

Allzu langsam darf der Flug allerdings nicht werden, sonst fliegt das Flugzeug nicht mehr, sondern gerät ins Fallen (diese Situation ist als Strömungsabriss oder Überziehen bekannt, hat aber nichts mit dem Ausfall des Motors zu tun, wie Sie später noch erfahren werden.) Aus diesem

Grund möchte ich, dass Sie sich auch bei langsameren Geschwindigkeiten wohl fühlen, sich aber trotzdem der möglichen Gefahren bewusst sind. Wie Sie noch sehen werden, ist es manchmal auch erforderlich, einem langsameren Flugzeug zu folgen. Sie müssen wissen, wie Sie die Fluggeschwindigkeit anpassen, damit Sie den nötigen Abstand halten können. Und dies sind nur einige der Gründe, warum es wichtig ist, das langsame Fliegen zu üben. Es handelt sich um eines der wichtigsten Manöver. Zunächst werden Sie lernen, wie die Flügel eines Flugzeugs Auftrieb entwickeln.

### Die Tragflächen

#### Eigenschaften von Tragflächen

Vor vielen Jahren fragte mich meine Lehrerin in der Flugschule nach der Herkunft und Definition des Wortes „Flügel“. Ich antwortete: „Ich glaube, das bezieht sich auf Geflügel und bedeutet 'Vogelarm'.“ Sie murmelte etwas darüber, warum viele Tiere ihre Jungen bei der Geburt fressen, und schlug dann in einem Wörterbuch die Definition nach. Flügel war definiert als „paarige, bewegliche Extremitäten, die zum Fliegen befähigen.“ Sie sah mich an und fragte: „Nun, wie klingt das?“ Und ich sagte: „Nun, das klingt für mich wie der Arm eines Vogels.“ Wir einigten uns darauf, uns nicht einig zu sein, obwohl ich recht behielt.



## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Der Flügel besteht aus mehreren Teilen. Dies sind die obere Profilwölbung, die untere Profilwölbung, die Vorderkante (auch Eintrittskante genannt), die Hinterkante (auch Austrittskante genannt) sowie die Profilsehne (Abbildung 4-1).

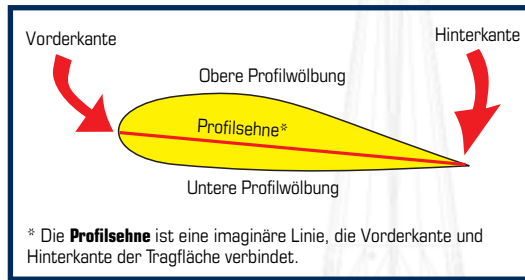


Abbildung 4-1. Die fünf Komponenten einer Tragfläche.

Beachten Sie, dass die obere Profilwölbung stärker gewölbt ist als die untere Profilwölbung. Das ist Absicht. Es ist sogar so wichtig, dass wir später noch einmal im Detail darauf eingehen werden.

Der einzige Begriff, dessen Definition vielleicht nicht gleich offensichtlich ist, ist die Profilsehne. Die Profilsehne ist eine imaginäre Linie, die Vorderkante und Hinterkante verbindet. Natürlich gibt es diese Linie nicht wirklich im Flügel. Man muss sie sich dazu denken, genau wie die vier Pfeile, die die auf die Tragflächen wirkenden Kräfte darstellen. Wenn der Schuhverkäufer auf Ihren Fuß deutet und sagt: „Hier ist Ihre Zehe“, würden Sie

vielleicht gerne antworten: „Oh danke, ich habe sie schon gesucht!“ In Wirklichkeit deutet er auf die Position von etwas, das nicht sichtbar ist. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Profilsehne. Angesichts der starken Wölbung der Flügeloberfläche ist es schwierig, die Ausrichtung des Flügels zu bestimmen. Da Ingenieure die Ungewissheit nicht gerade lieben, sind sie überein gekommen, dass die Profilsehne die allgemeine Form einer Tragfläche repräsentiert.

### Die Funktionsweise von Tragflächen

Um zu verstehen, wie der Auftrieb entsteht, müssen Sie sich bildlich vorstellen, wie die Luft den Flügel umströmt. Luftfahrt-Ingenieure sprechen hierbei vom Gleiten oder Schneiden der Tragfläche durch den Luftstrom. Das geschieht praktisch genauso wie bei einem Sprung ins Wasser - wenn Sie mit dem Kopf voran eintauchen, haben Sie weniger Widerstand. Welcher Teil des Flügels stellt nun die Angriffsfläche dar? Ist es die Vorderkante? Die Hinterkante? Oder ist es die Tragflächenunterseite? Jetzt ist es an der Zeit, den Begriff „Profilsehne“ zu definieren.

Da Tragflächen verschiedene Größen und Formen haben (genau wie Piloten), ist es manchmal schwierig, festzustellen, wie und wo genau der Wind auf die Tragfläche trifft. Glücklicherweise ist die Profilsehne ein allgemeiner Anhaltspunkt für die Form des Flügels. Wenn der Wind zum Beispiel in

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

einem Winkel von 18 Grad auf den Flügel trifft, so bedeutet das, dass der Winkel zwischen dem Wind und der Profelsehne 18 Grad beträgt (Abbildung 4-2). Diese Unterscheidung, auch wenn sie banal klingt, ist für einen Techniker allerdings genau so wichtig, wie die hundertstel Sekunde Vorsprung für den Läufer, der ins Ziel kommt. Noch eine weitere Definition müssen Sie lernen, bevor die Geheimnisse des Auftriebs enthüllt werden. Es geht um den Begriff des „relativen Windes“.

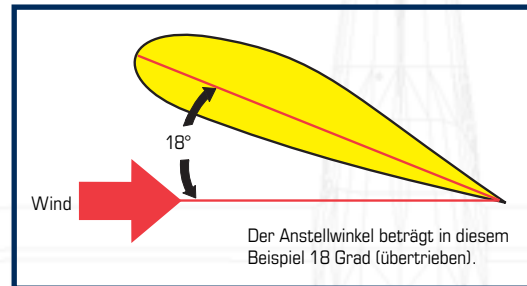


Abbildung 4-2. Anstellwinkel. Der Anstellwinkel ist der Winkel zwischen der Profelsehne und der Richtung des relativen Winds (die Luft, die die Tragfläche anströmt).

### Der relative Wind

Durch die Bewegung eines Flugzeugs entsteht eine Luftströmung über der Tragfläche. Diese Luftströmung wird relativer Wind genannt, da er in Relation zur Bewegung steht (bzw. durch sie entsteht). So ist es beispielsweise egal, in welche Richtung der Jogger in Abbildung 4-3 läuft, er spürt im Gesicht den Wind, der relativ (und zwar entgegengesetzt seiner Richtung und entsprechend seiner Geschwindigkeit) zu seiner Bewegung entsteht.

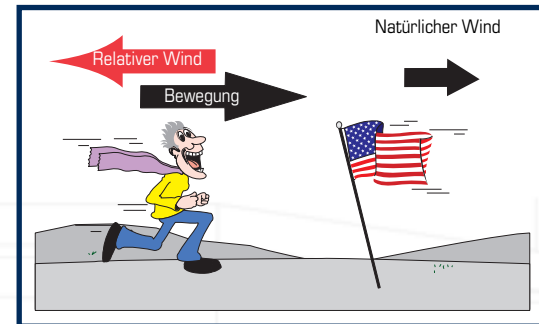


Abbildung 4-3. Der relative Wind. Der relative Wind ergibt sich aus der Bewegung eines Objekts. Obwohl der tatsächliche Wind von hinten weht, fühlt der Jogger den Wind von vorn im Gesicht, da er sich bewegt. Der relative Wind weht relativ (entgegengesetzt und entsprechend) zur Bewegung eines Objekts.

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Relativer Wind entsteht durch Bewegung. Das merken Sie zum Beispiel, wenn Sie im fahrenden Auto sitzen und die Hand aus dem Fenster halten. Sie merken, dass der Wind genau in die entgegengesetzte Richtung bläst, in der sich Ihr Auto bewegt. Wenn Sie also auf der Autobahn rückwärts fahren, hören Sie nicht nur andere Autos hupen, sondern spüren auch den Wind von hinten. Relativer Wind entsteht durch Bewegung, und zwar entgegen der Richtung, in die sich das Flugzeug bewegt, und in direktem Verhältnis zu seiner Geschwindigkeit.

Bewegt sich ein Flugzeug vorwärts, wie Flugzeug A in Abbildung 4-4, so bläst ihm der Wind frontal auf die Nase. Bewegt sich ein Flugzeug einen Hang hinauf oder hinunter (Flugzeuge B und C), so bläst ihm der Wind immer noch auf die Nase. Fällt das Flugzeug, bläst der Wind auf seinen Bauch (Flugzeug D). Was Flugzeug D betrifft, so bläst der Wind es von unten an, obwohl es sich waagerecht hält.

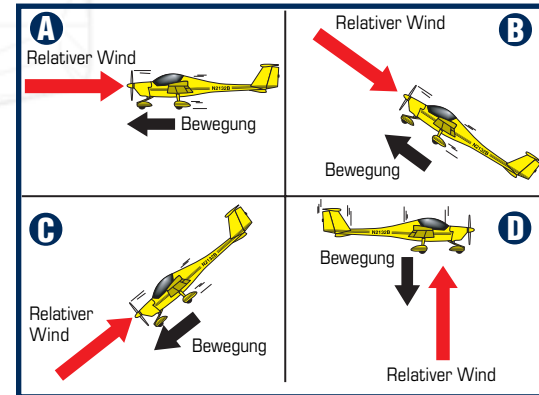


Abbildung 4-4. Alle Darstellungen zeigen den relativen Wind entgegengesetzt und entsprechend zur Bewegung des Flugzeugs.

Der relative Wind kommt immer aus der Richtung, in die sich das Flugzeug bewegt, entgegengesetzt ist, unabhängig davon, in welche Richtung die Nase des Flugzeugs zeigt. Der folgende Punkt ist so wichtig, dass Sie sich sicherheitshalber einen Knoten in Ihr Taschentuch machen sollten. Na los, machen Sie schon! Was jetzt kommt, dürfen Sie auf gar keinen Fall vergessen. Merken Sie sich: die Strömungsrichtung des relativen Windes ist unabhängig von der Richtung, in die die Nase des Flugzeugs zeigt. Der relative Wind weht immer entgegengesetzt zur Flugrichtung und entspricht der Geschwindigkeit des Flugzeugs. Betrachten wir also, wie der Wind um die Tragfläche strömt und daraus der Auftrieb entsteht.



## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

### Die Luftströmung um die Tragfläche

Jagen ist für manche eine Sportart. Es ist auch ein Sport, bei dem Ihr Gegner nicht weiß, dass er zu den Teilnehmern gehört. Ein Tier anzugreifen, bedeutet, dass der Jäger die Beute direkt anvisieren muss. Der Jäger blickt durch das Fadenkreuz und sieht die Bahn, die seine Kugel nehmen wird. Ein Flugzeug verhält sich ein wenig anders als ein Gewehr (oder ein Auto). Beim Flugzeug haben nämlich die vertikale Steigung und der Neigungswinkel (die Richtung, in die das Flugzeug nach oben zeigt) erstmal nichts miteinander zu tun. Erinnern Sie sich an den 250 Meter hohen Wolkenkratzer direkt hinter dem Rollfeld? Wenn Sie beim Abheben mit der Nase des Flugzeugs auf eine Stelle etwas oberhalb des Hindernisses zielen (wie beim Blick durchs Zielfernrohr), so ist es wenig wahrscheinlich, dass Sie die Hürde nehmen. Vergessen Sie nicht, dass Flugzeuge mit geringer Leistung einen flacheren Anstiegswinkel haben - ganz im Gegensatz zu manchen Kampffjets.

Das wichtigste Prinzip, das Sie hierbei beachten sollten, ist, dass die Nase des Flugzeugs (und folglich die Tragfläche) zu einem bestimmten Grad geneigt sein kann, der nicht dem Grad des Anstiegs entspricht. Zwischen dem Neigungsgrad des Flügels und dem Grad seines Steigflugs gibt es einen Winkel (darauf werden wir später noch genauer eingehen). In Anbetracht der

Tatsache, dass der relative Wind immer der Flugbahn entgegengesetzt ist und der Fluggeschwindigkeit entspricht, ist es besser, von einem Winkel zwischen der Profelsehne und dem relativen Wind zu sprechen. Dieser Winkel wird Anstellwinkel genannt (Abbildung 4-5).

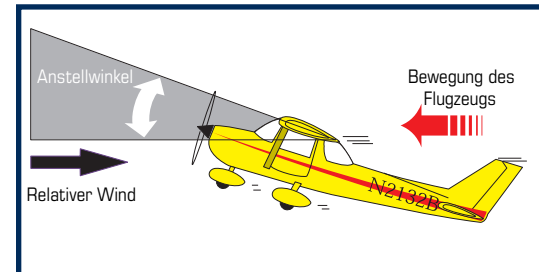


Abbildung 4-5. Der Anstellwinkel.

Abbildung 4-6 zeigt zwischen dem Flügel (bzw. der Profelsehne) von Flugzeug A und dem relativen Wind einen Winkel von 5 Grad. Anders gesagt: Der Anstellwinkel des Flügels beträgt 5 Grad. Die Flugzeuge B, C und D haben größere Anstellwinkel von 10, 30 und 45 Grad. Je größer die Differenz zwischen dem Flügel und dem relativen Wind, desto größer der Anstellwinkel. Und wie Sie hier sehen, steht der Auftrieb des Flügels in direktem Verhältnis zu seinem Anstellwinkel.

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

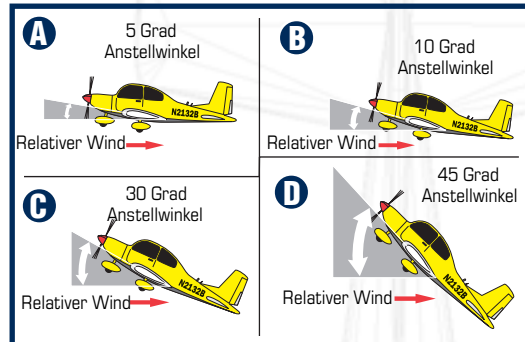


Abbildung 4-6. Anstellwinkel. So entsteht Auftrieb.

Eine Tragfläche ist ideal dafür geeignet, Luft zu schneiden. Wie ein scharfes Messer oder ein Samuraischwert ist auch die Tragfläche ein Präzisionswerkzeug, das die Luft auf eine bestimmte Art und Weise durchschneidet. Flügel sind speziell dafür konstruiert, durch die Luftmoleküle zu pflügen und sie entweder nach oben oder unten zu verdrängen, ohne dabei viel Angriffsfläche in der Horizontalen zu bieten. Jeglicher horizontaler Widerstand bremst nämlich die Bewegung des Flügels. Dieser horizontale Widerstand wird Luftwiderstand genannt und gehört definitiv zu den Sachen, von denen man so wenig wie möglich haben möchte.

Abbildung 4-7 zeigt, wie das Profil des Flügels den Wind bei einem Anstellwinkel von 10 Grad teilt. Die Luftströmung trifft auf die Vorderkante des Flügels und wird

dort geteilt, sodass ein Teil über und ein Teil unter dem Profil durchströmt. Sowohl die Luft, die unter den Flügel strömt, als auch die Luft, die darüber strömt, erzeugen den Auftrieb. Sehen Sie sich zuerst einmal an, wie der Luftstrom unter dem Flügel einen Anteil des Gesamtauftriebs erzeugt.

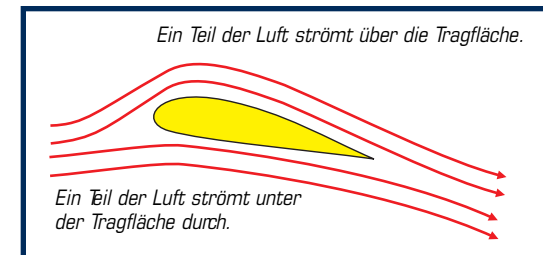


Abbildung 4-7. Luftströmung über und unter einer Tragfläche. Der Auftrieb einer Tragfläche wird durch Luft hervorgerufen, die entlang der Ober- und Unterseite des Flügels strömt.

### Stoßauftrieb und Druckauftrieb

Wenn Sie Ihre Hand aus einem fahrenden Auto halten, passieren zwei Dinge: es zeigt sich, wie eine relativ glatte Oberfläche Auftrieb entwickeln kann, und es signalisiert den anderen Verkehrsteilnehmern, dass Sie nach links abbiegen möchten. Abbildung 4-8 zeigt, dass Wind nach unten geleitet wird, wenn er auf die Hand trifft.

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

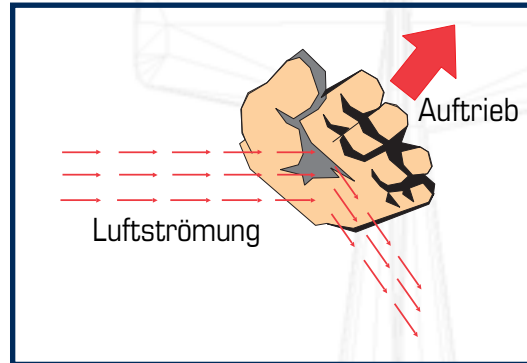


Abbildung 4-8. Stoßauftrieb. Der auf die Hand auftreffende Luftstrom wird nach unten abgelenkt. Dadurch wirkt eine entsprechende und entgegengerichtete Aufwärtskraft auf die Hand. Durch die auftreffenden Luftmoleküle entsteht auf der Handunterseite ein Überdruck.

Seit Sir Isaac Newton, der sich mit solchen Dingen sehr gut auskannte, wissen wir, dass jede Reaktion eine Gegenreaktion hervorruft. Luftstrom, der von einer Tragfläche nach unten gedrückt wird, erzeugt eine nach oben gerichtete (entgegengesetzte) Bewegung der Tragfläche. Diese aufsteigende Bewegung wird von der geballten Energie von Milliarden kleiner Luftmoleküle erzeugt, die an die Unterseite der Tragfläche stoßen. Außerdem erzeugt die langsamere Luft auf der Unterseite einen höheren Druck auf das Flügelprofil als die sich schneller bewegende Luft an der Oberseite der Tragfläche. Die Tragfläche bewegt sich nach oben, ganz so, als würde von unten dagegen gestoßen.

Diese Art von Auftrieb wird auch Stoßauftrieb genannt. Normalerweise trägt der Stoßauftrieb nur zu einem geringen Teil zum Gesamtauftrieb bei, der von den Tragflächen erzeugt wird. Sonst wäre zum Fliegen keine Aerodynamik erforderlich.

Eine subtilere und weitaus wirkungsvollere Art des Auftriebes ist jener, der durch den leicht gebogenen Strom der Luftmoleküle über die Tragflächenoberseite entsteht.

### Die Tragfläche „formt“ den Wind

Japaner entwickelten die Kunst des Papierfaltens und -formens und nannten sie Origami. Anschließend machten sie sich an das „Formen“ und „Falten“ von Personen und nannten es Judo. Zur wahren Blüte brachte es die Kunst des Faltens von Personen jedoch erst mit den von den Fluggesellschaften eingesetzten „fliegenden Kleinbussen“.

Die Tragflächen großer Flugzeuge (eigentlich aller Flugzeuge) formen etwas ganz anderes - den Wind. „Den Wind formen“ klang jedoch nicht wissenschaftlich genug, um zu erklären, warum Flugzeuge fliegen, und deshalb erhielt dieses Phänomen einen griechischen Namen: Aerodynamik. Einfach ausgedrückt ist die Tragfläche ein Präzisionswerkzeug, das Wind nach unten wölbt bzw. ableitet.

Doch wie entsteht dabei der Auftrieb? Betrachten wir das etwas näher.



## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Abbildung 4-9 zeigt das Querprofil einer Tragfläche. Sehen Sie sich das Profil genau an. Bei kleinen Anstellwinkeln gleitet die Luftströmung über die Tragfläche und folgt dabei präzise der Biegung der oberen Flügelseite. Die eher gerade Oberfläche der Tragflächenunterseite trägt weniger zur Biegung des Luftstroms bei. Der Luftstrom kann relativ glatt über die Unterseite gleiten. Weil die Oberseite des Flügels gewölbt ist, muss der obere Luftstrom einen längeren Weg zurücklegen als der untere Luftstrom, der über die gerade Unterseite gleitet. Wenn der obere Luftstrom die Hinterkante des Flügels gleichzeitig mit dem unteren Luftstrom erreichen will, muss er folgerichtig schneller strömen als sein Pendant an der Flügelunterseite (was durch Wissenschaft und Experimente bewiesen wurde).

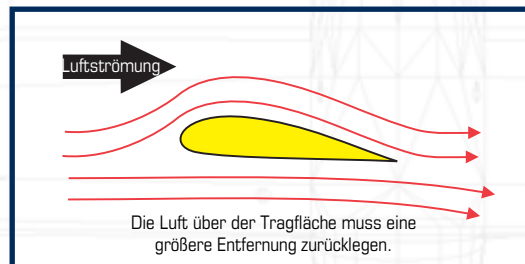


Abbildung 4-9. Luftströmung auf der Ober- und Unterseite der Tragfläche bei geringem Anstellwinkel. Bei geringen Anstellwinkeln strömt die Luft in einem Bogen über die Oberseite der Tragfläche, während sie auf Unterseite relativ geradlinig strömt.

Ein Beispiel hierzu: Nehmen wir an, Sie gehen mit Ihrem Hund (nennen wir ihn Hasso) Gassi und halten ihn an der Leine. Sie gehen auf dem Bürgersteig und Hasso trottet auf der Straße einher (Abbildung 4-10). Hasso trifft auf einen parkenden VW und, anstatt um diesen herum zu laufen, will er schnurstracks über ihn klettern (ein sehr eigensinniger Hund). Es ist offensichtlich, dass die Strecke über den Wagen größer ist als die Strecke um den Wagen herum. Damit Hasso keinen Erstickungstod durch die Leine erleidet, muss er schneller laufen, um diese größere Distanz in der gleichen Zeit zurückzulegen.

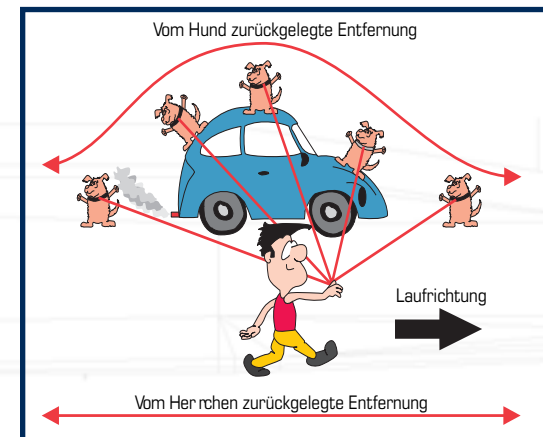


Abbildung 4-10. Unterschiedliche Längen im Kurvenverlauf über und unter dem Auto (gilt auch für Tragflächen).

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Ist Ihnen die Analogie zum Tragflächenprofil aufgefallen? Wie das Tragflächenprofil ist auch der VW oben gewölbt und unten glatt. Wenn der Luftstrom über die Tragfläche strömt, wölbt er sich und wird dadurch schneller.

Wenn Luft über eine Oberfläche strömt und an Geschwindigkeit zunimmt, kommt es zu einem interessanten Effekt. Ein Physiker namens Bernoulli fand heraus, dass, je schneller Luft über eine Oberfläche gleitet, desto weniger Druck auf diese ausgeübt wird. Ein mit hoher Geschwindigkeit über die Tragfläche gleitender Luftstrom erzeugt eine leichte Druckabnahme an der Flügeloberseite. Das bedeutet letztendlich, dass der Druck, der auf die Oberseite des Flügelprofils ausgeübt wird, geringer ist als der Druck auf der Unterseite (fragen Sie jetzt nicht warum. Das hat etwas mit der Übertragung von kinetischer Energie zu tun. Mehr brauchen Sie aber nicht zu wissen, denn wenn ich Ihnen das nun in allen Einzelheiten erklären würde, würden Sie sich wie nach einer zweifachen Gehirnoperation fühlen.) Dieser wunderbare Effekt, auch als Bernoulli-Prinzip bekannt, sorgt dafür, dass Flugzeuge nicht bloß große und teure Gebilde sind, die in der Landschaft herumstehen.

Die meisten Flügel zeigen die typische Form mit einer gewölbten Oberseite und einer eher flachen Unterseite. Wegen des Tragflächenprofils mit seiner gewölbten Oberseite kann der Luftstrom auch bei

einem geringen Anstellwinkel beschleunigt werden. Das erzeugt den so wichtigen Auftrieb, den Sie noch lieben lernen werden, vor allem wenn Sie auch der Ansicht sind, dass der Sinn eines Flugzeugs das Fliegen ist.

### **Anstellwinkel und Auftrieb**

Während des Starts eines Linienflugzeugs ist Ihnen sicher schon einmal aufgefallen, wie der Pilot die Nase des Flugzeugs kurz nach Erreichen einer minimalen Startgeschwindigkeit ganz leicht hochzieht. Dieser Vorgang wird manchmal auch „Rotation“ genannt, hat aber nicht mit den Reifen des Flugzeugs zu tun.

Beim Start beschleunigt das Flugzeug immer weiter, bis es schließlich eine Geschwindigkeit erreicht, die es ihm erlaubt, in den Flug überzugehen. Bei dieser relativ langsamen Geschwindigkeit entsteht allerdings nicht der Auftrieb, der nötig wäre, um das Flugzeug in die Luft zu heben. Der Luftstrom über und unter dem Flügel ist noch nicht schnell genug. Deswegen muss der Pilot den Winkel des Flügels künstlich erhöhen, indem er die Nase nach oben zieht. So wird dem Wind eine größere Angriffsfläche geboten. Oder haben Sie schon einmal ein Flugzeug wie einen Grashüpfer nach oben starten sehen? Die Luft wird gezwungen, einer stärkeren Kurve zu folgen, als das Flügelprofil selbst sie bilden kann. Abbildung 4-11 verdeutlicht diesen Vorgang.

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

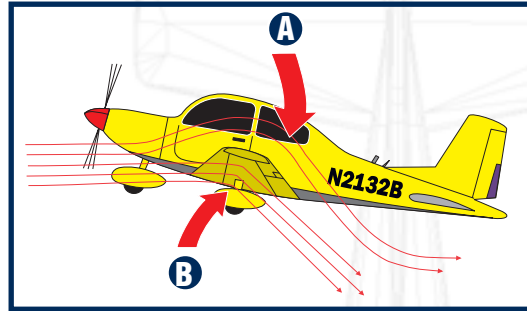


Abbildung 4-11. Zwei Formen des Auftriebs. A - Auftrieb durch Unterdruck. Bei größeren Anstellwinkeln wird die Luft gezwungen, einer stärkeren Kurve zu folgen, als das Flügelprofil selbst bildet. B - Der Stoßauftrieb an der Unterseite der Tragfläche erhöht sich bei größeren Anstellwinkeln.

Die stärkere Kurve führt dazu, dass der Luftstrom einen längeren Weg zur Hinterkante des Flügels überwinden muss. Die größere Distanz führt automatisch zur Beschleunigung des Luftstroms über der Flügeloberseite, was wiederum ausreichend Auftrieb für das Abheben der Maschine erzeugt, trotz der zu niedrigen Eigengeschwindigkeit des Flugzeugs (Ein großer Dank an Herrn Bernoulli). Aufgrund der größeren Angriffsfläche, die durch das Heben des Flugzeugs an der Flügelunterseite entsteht, wird ein größerer Stoßauftrieb erzeugt, der ebenfalls zum Gesamtauftrieb des Flugzeugs beiträgt. Das Ergebnis ist ein Flugzeug, das sich trotz geringer Geschwindigkeit in die Lüfte erhebt.

Jetzt wissen Sie, wie Auftrieb erzeugt wird. Sie haben auch erfahren, warum Flugzeuge beim Start immer ein wenig „hochnäsiger“ wirken. Was passiert nun aber bei höheren Luftgeschwindigkeiten? Ist Ihnen aufgefallen, dass Flugzeuge mit Reisegeschwindigkeit fast horizontal fliegen?

Abbildung 4-12 zeigt ein Flugzeug bei mehreren unterschiedlichen Anstellwinkeln. Bei hoher Fluggeschwindigkeit muss der Anstellwinkel nicht sehr groß sein. Die Form des Flügels sorgt in Kombination mit dem schnellen Luftstrom für ausreichend Auftrieb. Wird das Flugzeug langsamer, muss der Flügel den Luftstrom künstlich „biegen“, indem der Anstellwinkel erhöht wird.



## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

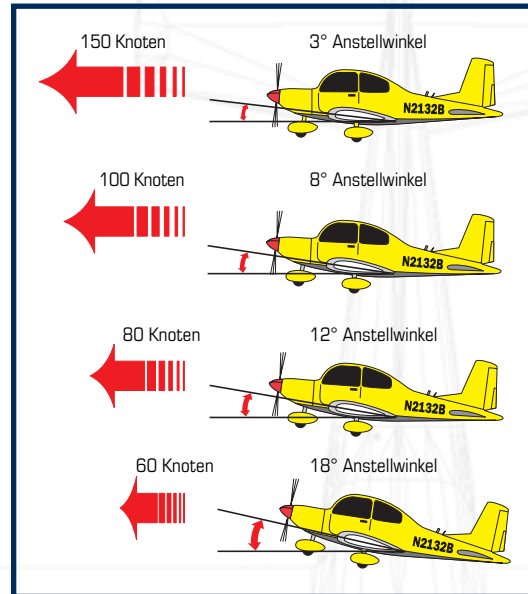


Abbildung 4-12. Beziehung zwischen Anstellwinkel und Geschwindigkeit. Bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten im Horizontalflug zeigt sich die Beziehung zwischen Anstellwinkel und Geschwindigkeit ganz deutlich. Mit zunehmender Geschwindigkeit benötigt das Flugzeug einen geringeren Anstellwinkel, um die Höhe zu halten. Bei geringerer Fluggeschwindigkeit ist ein größerer Anstellwinkel erforderlich.

Zwischen Auftrieb und Anstellwinkel besteht eine sehr enge Beziehung. Auftrieb und Anstellwinkel sind so eng miteinander verbunden wie Rhett Butler und Scarlett O'Hara. Bei einem kleinen Anstellwinkel (wie er beim Reiseflug auftritt) sorgt die

Form des Flügels automatisch für ausreichenden Auftrieb, vorausgesetzt, die Luftgeschwindigkeit ist hoch genug. Der Stoßauftrieb auf der Flügelunterseite spielt bei hohen Reisegeschwindigkeiten kaum eine Rolle. Dafür ist die Angriffsfläche für den Wind einfach zu klein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass, je langsamer ein Flugzeug fliegt, desto größer der Anstellwinkel sein muss, damit es in der Luft bleibt. Wie mit jeder anderen Sache kann man es aber auch hier übertreiben. Ein zu hoher Anstellwinkel führt zu Turbulenzen über dem Flügel, was letztendlich den Verlust des Auftriebs zur Folge hat. Diese Situation wird Überziehen bzw. Strömungsabriss genannt. Die Geschwindigkeit, bei der diese Situation auftritt, ist die Überzieh- bzw. Strömungsabrissgeschwindigkeit. Mehr dazu in einer der kommenden Lektionen.

Jetzt müssen wir erst einmal klären, wie der richtige Übergang in den Langsamflug erfolgt und wie dieser wieder verlassen wird.

### Der Langsamflug in Aktion

Beim Geradeausflug mit Reisegeschwindigkeit bewegt sich das Flugzeug mit ungefähr 110 Knoten durch die Luft. Der Neigungswinkel bei dieser Geschwindigkeit beträgt zirka 4 Grad aufwärts, wie am künstlichen Horizont ersichtlich ist. Mit diesem Grundwissen können Sie sich jetzt in den Langsamflug wagen. Gehen Sie gleich von einer realistischen Situation aus. Angenommen,

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Sie bereiten sich auf die Landung vor und müssen die Geschwindigkeit des Flugzeugs auf 75 Knoten drosseln. Nachfolgend die gängige Vorgehensweise, die Sie für den Übergang in den Langsamflug ohne Höhenverlust befolgen sollten:

1. Stellen Sie die Leistung auf Leerlauf (mit der Zeit werden Sie bald selber wissen, wie viel Leistung für das Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit notwendig ist).
2. Heben Sie die Nase des Flugzeugs ein wenig an, und halten Sie die Nadel des Variometers konstant bei Null.
3. Während das Flugzeug an Geschwindigkeit verliert, trimmen Sie die Nase ein wenig nach oben, um den Neigungswinkel beizubehalten (ziehen Sie die Nase auf ungefähr 9 Grad nach oben, der künstliche Horizont dient als Referenz).
4. Hat das Flugzeug die gewünschte Geschwindigkeit erreicht, müssen Sie mehr Leistung geben, um die Höhe zu halten (regeln Sie die Motorleistung auf ungefähr 1900 Umdrehungen). Durch leichte Anpassungen des Neigungswinkels versuchen Sie jetzt, die gewünschte Geschwindigkeit beizubehalten.
5. Falls nötig, nehmen Sie noch leichte Korrekturen an der Trimmung vor, um den Neigungswinkel und die Geschwindigkeit zu halten.

### **So beenden Sie den Langsamflug**

Angenommen, Sie folgen einem anderen Flugzeug, und der Fluglotse im Tower möchte, dass Sie die Geschwindigkeit von 75 auf 85 Knoten erhöhen. Wie gehen Sie dabei vor? Gehen Sie einfach genau umgekehrt wie beim Eintritt in den Langsamflug vor:

1. Erhöhen Sie die Drehzahl auf ungefähr 2000 Umdrehungen.
2. Senken Sie die Nase des Flugzeugs ein wenig ab, und halten Sie die Nadel des Variometers konstant bei Null.
3. Während das Flugzeug an Geschwindigkeit gewinnt, trimmen Sie die Nase ein wenig nach unten, um den Neigungswinkel gleich zu halten (ca. 6 Grad Aufwärtsneigung, der künstliche Horizont dient dabei als Referenz).
4. Hat das Flugzeug die gewünschte Geschwindigkeit erreicht, müssen Sie ausreichend Leistung geben, um die Höhe zu halten. Durch leichte Anpassung des Neigungswinkels halten Sie diese Geschwindigkeit aufrecht.
5. Falls nötig, nehmen Sie noch leichte Korrekturen an der Trimmung vor, um den Neigungswinkel und die Geschwindigkeit zu halten (in diesem Beispiel 85 Knoten).

## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

### Das haben Sie gelernt

Bisher haben Sie gelernt, wie Sie ein Flugzeug mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten fliegen. Es sollte Ihnen inzwischen klar geworden sein, dass die Höhe bzw. die Sinkrate am besten durch feine Regelung des Leistungshebels aufrecht erhalten werden kann. Die Fluggeschwindigkeit wird über den Neigungswinkel des Flugzeugs gesteuert. Aber was tun, wenn Sie eine konstante Geschwindigkeit aufrecht erhalten möchten, wie beim Flug mit Reisegeschwindigkeit? Immerhin sind beim Reiseflug keine Leistungsanpassungen nötig, um die Höhe zu halten, oder? Genau. Und hier erfahren Sie, warum sie nicht nötig sind:

Beim Reiseflug geben Sie normalerweise so viel Leistung, dass das Triebwerk nicht zu stark belastet wird (der Einfachheit halber gehen wir in dieser Lektion davon aus, dass Vollgas in keiner Simulation zur Beschädigung des Triebwerks führt). Ansonsten brauchen Sie sich die meiste Zeit des Flugs nicht mehr um die Leistungseinstellungen kümmern. Beim Reiseflug kommt es eigentlich nicht unbedingt darauf an, eine konstante Fluggeschwindigkeit zu halten. Also wird die Leistung auf einer festen Einstellung belassen. Nur noch die Höhe wird durch leichtes Anpassen des Neigungswinkels geregelt. Beim Langsamflug hingegen regeln Sie die Höhe mit dem Leistungshebel und die Fluggeschwindigkeit mit dem Neigungswinkel

(also dem Joystick). Wahrscheinlich dachten Sie, es sei genau umgekehrt. Aber das ist genau die Methode, nach der Sie ein Flugzeug landen sollen. Sie werden noch sehen, warum.

### Auf eigene Faust

Als Nächstes setzen Sie Ihre Übungen bitte mit der interaktiven Flugstunde Nummer 4 fort und üben den Langsamflug. Ziel ist es, Höhe und Flugrichtung zu halten, während Sie gleichzeitig den Langsamflug mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten trainieren. Zu Anfang wird es gar nicht so einfach sein, Fluggeschwindigkeit und Höhe zu halten, ohne vom Kurs abzukommen. Vielleicht hilft es, wenn Sie sich folgende Hinweise berücksichtigen: Stellen Sie zunächst den Neigungswinkel ein, um die gewünschte Fluggeschwindigkeit zu erreichen. Passen Sie dann die Triebwerkeleistung an, um die Höhe zu halten, ohne dabei aber den Neigungswinkel zu ändern.

Wenn Sie möchten, können Sie den Langsamflug auch in Kurven üben. Seien Sie aber vorsichtig. Wie Sie aus den ersten Stunden in der Flugschule noch wissen, müssen Sie den Neigungswinkel in einer Kurve erhöhen, um die Höhe zu halten. Nachdem Sie jetzt wissen, wie Sie den Leistungshebel richtig einsetzen, sollten Sie nun die Leistung etwas erhöhen, um die Höhe in der Kurve zu halten. Je steiler die



## LEKTION 4: LANGSAMER FLUG

Kurve, desto mehr Leistung benötigen Sie. Beim Langsamflug ist es nicht verkehrt, die Trimmung einzusetzen (obwohl Sie in Kurven besser nicht auf die Trimmung zurückgreifen sollten, da sich die Fluglage zu oft ändert). Dadurch können Sie dem langsamen Abdriften des Flugzeugs aus dem Neigungswinkel vorbeugen, wenn Sie gerade einmal nicht auf die Instrumente achten. Auf jeden Fall wünsche ich Ihnen viel Spaß!

## LEKTION 5: DER START

Vor einigen Jahren berichtete mir ein Kollege von einem seiner Flugschüler, der offenbar zu viele Jahre auf hoher See verbracht hatte. Bei seiner ersten Flugstunde ging er zum Flugzeug, löste die drei Sicherungsseile, warf sie beiseite und rief: „Leinen los!“. Wahrscheinlich hat das viele Meerwasser seinem Gehirn nicht sonderlich gut getan...

Ist doch wahr. Nur richtigen Seeleuten gelingt es, den Abflug eines Flugzeugs mit „Leinen los!“ einzuleiten. Wenn Sie erst einmal in der Luft sind, müssen Sie wissen, wie Sie zum Flughafen zurückkehren und sich auf die Landung vorbereiten. Ganz ähnlich wie beim Anlegen eines Bootes. Da können Sie ja auch nicht einfach so in den Hafen einfallen, sondern müssen gewisse Regeln beachten. Ein Schiff nach dem anderen fährt diszipliniert in den Hafen ein und legt dort an. Es werden sich keine Wasserschlächten geliefert.

Beenden wir unseren kleinen Ausflug in die Schifffahrt, und wenden wir uns wieder dem Start eines Flugzeugs zu.

Beim Starten müssen Sie das Flugzeug so lange beschleunigen, bis es eine Geschwindigkeit erreicht hat, die es ermöglicht, die Nase anzuheben und in den Steigflug überzugehen. Dies wird auch als Rotieren bezeichnet. Ich persönlich empfehle

eine Geschwindigkeit, die 5 Knoten über der Überziehgeschwindigkeit des Flugzeugs bei eingefahrenen Klappen liegt. Dies entspricht ungefähr 50 Knoten und liegt etwa am Anfang des grünen Bogens auf der Anzeige. Wenn der Fahrtmesser ungefähr 55 Knoten anzeigt, heben Sie die Nase ein wenig an, bis das Flugzeug in einen Steigflug mit 80 Knoten übergeht (wie stark Sie dazu die Nase heben müssen, ist reine Erfahrungssache. In diesem Fall sind es etwa 11 Grad Neigung nach oben). Sind Sie bereit? Ich zeige Ihnen, wie das funktioniert.

Geben Sie zunächst einmal Vollgas, und beschleunigen Sie entlang der Mittellinie auf der Rollbahn. Wenn Sie mit Seitenruderpedalen fliegen und die automatische Seitenruderfunktion abgeschaltet ist, werden Sie feststellen, dass das Flugzeug nach links giert, je mehr Sie die Motorleistung erhöhen. Das hat mehrere Gründe. Unter anderem zählen dazu die Wirbelzone um den Propeller und das Drehmoment des Triebwerks. Korrigieren Sie diesen Linksdrall, indem Sie ein wenig mehr rechtes Seitenruder geben, damit das Flugzeug geradeaus läuft. Wenn Sie natürlich ohne Seitenruderpedale fliegen, brauchen Sie sich um den Linksdrall keine Gedanken machen. Die automatische Seitenruderfunktion stabilisiert die Ausrichtung des Flugzeugs auf der Mittellinie der Rollbahn.

## LEKTION 5: DER START

Sobald der Fahrtmesser 55 Knoten anzeigt, ist das Flugzeug zum Abheben bereit. Also los geht's. Ziehen Sie die Nase wie in Abbildung 5-1 gezeigt 11 Grad nach oben (am Anfang müssen Sie den Steuerknüppel ein wenig stärker anziehen, um das Flugzeug von der Startbahn zu lösen.) Haben Sie Geduld. Bei dieser Neigung wird das Flugzeug von selbst auf 80 Knoten beschleunigen.



Abbildung 5-1

Herzlichen Glückwunsch! Sie sind gerade gestartet. War nicht allzu schwer, oder? Als Nächstes sollten Sie mit den interaktiven Flugstunden fortfahren und weitere Starts üben.

Was nach oben fliegt, muss natürlicher auch irgendwann wieder herunter kommen. Und wenn das passiert, sollten Sie lieber wissen, wie eine ordentliche Landung funktioniert. Deswegen werden Sie in der nächsten Lektion lernen, wie Sie richtig landen.



## LEKTION 6: LANDUNGEN

Es gibt eine Redensart, die jeder Pilot kennt, und da Sie angehender Pilot sind, haben Sie das Recht, sie zu erfahren: Das Starten eines Flugzeugs ist freigestellt, die Landung ist obligatorisch.

Landungen haben für Piloten den gleichen Stellenwert wie für Künstler ein schönes Gemälde. Leonardos Mona Lisa erfüllt den Betrachter mit Bewunderung und Anerkennung für das Kunstwerk. Eine gute Landung löst bei Piloten in etwa die gleichen Gefühle aus. Ich werde Ihnen nun zeigen, wie eine schöne Landung aussieht, egal auf welcher Landebahn.

Allerdings sehen meine theoretischen Ausführungen hierzu etwas anders aus als die, die ich im Flugzeug machen würde. Denn eigentlich müsste ich Ihnen, bevor ich mit meinen Erklärungen zur Landung beginne, erst einmal beibringen, wie Sie eine Platzrunde fliegen. (Dies wird Teil des Privatpiloten-Lehrplans sein). Betrachten Sie das Ganze doch einmal von einer anderen Seite. Was nützt es, wenn ich Ihnen zuerst beibringe, wie Platzrunden zu fliegen sind, Sie aber anschließend nicht wissen, wie Sie landen können, und deswegen wie ein toter Schmetterling zu Boden stürzen? Außerdem sagt mir mein Gefühl, dass Sie über kurz oder lang selbst versuchen werden zu landen, und ohne meine Hilfe. Sie sehen, es ist also gar nicht so unlogisch, zuerst mit der Landung zu beginnen.

Meinen Flugschülern erzähle ich immer, dass Flugzeuge wie von selbst landen (nun ja, fast). Der Pilot muss bei einer Landung das Flugzeug lediglich in die gewünschte Richtung „stupsen“ und ein bisschen am Gashebel herumspielen. Versuchen Sie jetzt einmal, sich den Ablauf Ihrer ersten Landung vorzustellen.

### Ihre erste (mentale) Landung

Stellen Sie sich vor, Ihr Flugzeug fliegt gerade auf eine lange Landebahn zu. Ihre Flughöhe beträgt 500 Fuß und die Fluggeschwindigkeit liegt während des Landeanflugs bei 65 Knoten. Die Leistung wurde bis zum Leerlauf abgedrosselt. Um die Geschwindigkeit von 65 Knoten beizubehalten, müssen Sie die Längsneigung korrigieren. Hierfür müssen Sie die Nase um 10 Grad anheben (siehe Abbildung 6-1). Natürlich sollten Sie in Ihrer Vorstellung das Flugzeug zur Beibehaltung der 65 Knoten auch trimmen. Und nun aufgepasst. Stellen Sie sich nun Folgendes vor: Die 65 Knoten werden mit dieser Längsneigung bis zum Aufsetzen beibehalten, wobei sich der Motor im Leerlauf befindet. Was würde Ihrer Meinung nach passieren?

## LEKTION 6: LANDUNGEN



Abbildung 6-1

Wenn Sie meinen, dass das Flugzeug landen wird, dann liegen Sie richtig. Denn solange Sie die Fluggeschwindigkeit auf 65 Knoten halten, wird das Flugzeug fast von alleine landen. Würde sich auf der Landebahn Kohle befinden, dann würden Sie diese bei der Landung allerdings zu Diamanten pressen und gleichzeitig wahrscheinlich noch ein paar Murmeltiere zwei Meter tief in den Boden stampfen. Vom Aufprall abgesehen könnte eine korrekte Landung durchaus so aussehen. Der einzige Unterschied zwischen dem, was Sie sich vorgestellt haben, und dem, was eine richtig gute Landung ausmacht, ist etwas, das als Abfangen bezeichnet wird.

Tatsache ist, dass Sie das Flugzeug beim Landen nicht in den Boden rammen wollen. Bevor Sie also zur Landung ansetzen,

müssen Sie das Flugzeug zuerst abfangen. Nein. Abfangen bedeutet nicht, dass Sie abspringen und am Boden auf das Flugzeug warten sollen. Beim Abfangen handelt es sich um ein Manöver, das den Sinkflug so abändert, dass der Landeanflug abgeflacht wird. Das Abfangen beginnt in einer Höhe von 10 bis 15 Fuß über dem Boden. Diesen Punkt greife ich gleich wieder auf. Vorerst sollte es Ihnen genügen zu wissen, dass das Geheimnis einer guten Landung darin liegt, dem Flugzeug den Hauptteil der Arbeit zu überlassen. Anders gesagt: wenn das Flugzeug auf die richtige Geschwindigkeit getrimmt ist, müssen Sie nur noch die Flügel in der Waagerechten halten und kleine Korrekturen am Gashebel vorzunehmen, um den Gleitweg zu halten. Wenn Sie das Flugzeug nun noch auf die Landebahn ausrichten, wird es fast von alleine landen.

So. Das Ganze nun etwas ausführlicher:

### Die Landung im Detail

Warum habe ich für den Endanflug eine Geschwindigkeit von 65 Knoten gewählt? (Der Endanflug ist der Teil des Landeanflugs, bei dem das Flugzeug auf die Landebahn ausgerichtet wird.) Normalerweise wählen Piloten für den Endanflug eine Geschwindigkeit, die 30 Prozent über der Überziehggeschwindigkeit des Flugzeugs liegt. In unserem Fall beträgt die Überziehggeschwindigkeit ohne Klappen 50 Knoten (auf dem Fahrtmesser ist das der Bereich,

## LEKTION 6: LANDUNGEN

in dem der grüne Bogen beginnt). Eine Geschwindigkeit von 50 Knoten plus 30 Prozent entspricht 65 Knoten. Mit etwas höherer Geschwindigkeit schießen Sie schon über den gewünschten Aufsetzpunkt hinaus. (Ein zu schneller Endanflug ist einer der größten Fehler, den unerfahrene Piloten beim Landen machen.) Wenn Sie aber langsamer fliegen, nähert sich die Fluggeschwindigkeit zu sehr der Überziehggeschwindigkeit. Sie sehen, die Kontrolle über die Fluggeschwindigkeit gehört zu den wichtigsten Faktoren, die eine gute Landung ausmachen.

In unserem Beispiel wird mit einer Geschwindigkeit von 65 Knoten das Bugfahrwerk etwas höher als das Hauptfahrwerk gehalten (siehe Abbildung 6-2). Denken Sie daran, den Anstellwinkel zu erhöhen, wenn die Fluggeschwindigkeit abnimmt, um für den nötigen Auftrieb zu sorgen. Genau aus diesem Grund benötigen Sie bei einer Geschwindigkeit von 65 Knoten einen etwas größeren Anstellwinkel. Das Bugfahrwerk wird relativ zum Hauptfahrwerk angehoben. Denken Sie aber daran, dass eine Cessna 172 ein Dreibein-fahrwerk hat. Zuerst berühren die beiden Räder des Hauptfahrwerks den Boden, gefolgt vom sanften Aufsetzen des Bugfahrwerks. Wenn zuerst das Bugfahrwerk aufsetzt, könnte dem Piloten der für ihn ungewöhnliche Gedanke in den Kopf schießen: Versicherung mit Selbstbeteiligung. Vielleicht kommt es aber auch zu einer holprigen Landung, ähnlich dem Aufprallen eines Gummiballs.



Abbildung 6-2

### Spiel mit der Leistung

Angenommen, Sie haben das Flugzeug bei 65 Knoten auf einen Sinkflug im Leerlauf getrimmt. Beim Anflug auf die Landebahn fällt Ihnen auf, dass Ihr Sinkpfad an einer Stelle knapp vor der Landebahn endet. Das sollten Sie tunlichst vermeiden. Schließlich sind Flugzeuge dafür gebaut, auf Landebahnen aufzusetzen - und nicht im Maisfeld davor. Wie können Sie also wissen, ob die Aufsetzstelle auf der Landebahn sein wird? Und was ist zu tun, wenn das nicht der Fall ist?



## LEKTION 6: LANDUNGEN

Wenn sich die Ausrichtung zur Landebahn ändert, wissen Sie, dass Sie zu schnell sinken (siehe Abbildung 6-3). Ansicht A zeigt, wie die Landebahn bei korrektem Gleitweg aussehen sollte. Ansicht B zeigt, wie die Landebahn aussieht, wenn die Anflughöhe zu gering ist (also unterhalb des Gleitweges liegt). Ansicht C zeigt, was Sie sehen, wenn Sie zu hoch fliegen (oberhalb des Gleitweges).



Abbildung 6-3A



Abbildung 6-3B



Abbildung 6-3C

## LEKTION 6: LANDUNGEN

Wie Sie sehen, nähern sich Rollbahnende und Horizont in Abbildung B immer weiter an. Außerdem hat es den Anschein, als würden das Rollbahnende und der Anfang der Rollbahn zusammenlaufen. Das ist ein sicherer Hinweis darauf, dass Sie unterhalb des erforderlichen Gleitweges fliegen. Spätestens, wenn Sie die Maiskörner einzeln zählen können, sollte Ihnen klar sein, dass Sie ein wenig zu niedrig fliegen.

Ohne mechanische oder elektronische Hilfsmittel ist es wirklich schwer zu sagen, wann Sie sich auf dem korrekten Gleitweg befinden. Keine Sorge, mit zunehmender Praxis gewinnen Sie immer mehr an Routine. Auf einigen Flughäfen gibt es zudem Einrichtungen, die Ihnen beim Bestimmen des korrekten Gleitweges für eine bestimmte Landebahn behilflich sind. Lesen Sie hierzu bitte den Exkurs zu VASI (optische Gleitweganzeige). Bei Ihrer ersten interaktiven Flugstunde zur Landung ist es durchaus in Ordnung, wenn Sie sich beim Bestimmen der Anflughöhe auf Ihre Intuition verlassen. Spätestens, wenn Sie die Reifen quietschen hören, bevor Sie die Landebahn erreicht haben, sollte Ihnen jedoch klar sein, dass Sie zu niedrig waren. Und wenn Sie die Landebahn unter Ihrem Flugzeug vorbeirauschen sehen, sollte Ihnen klar sein, dass Sie zu hoch geflogen sind. Einfacher ist es wirklich nicht zu beschreiben. Wie bereits erwähnt: Mit zunehmender Praxis werden Sie in der Frage des richtigen Gleitwegs immer mehr an Routine gewinnen. Vertrauen Sie mir; immerhin bin ich Ihr Fluglehrer.

### Die optische Gleitweganzeige (VASI)

Schlechte Sichtbedingungen oder die Dunkelheit bei Nacht machen es manchmal unmöglich, den richtigen Gleitweg auf die Landebahn festzustellen. Äußere Orientierungspunkte, die helfen könnten, fehlen in diesen Fällen. Glücklicherweise gibt es ein System namens Visual Approach Slope Indicator (VASI) bzw. optische Gleitweganzeige, das visuelle Anhaltspunkte zur Einhaltung des richtigen Gleitweges anbietet. (Übrigens, VASI wird so ausgesprochen, wie es geschrieben wird. Es hat aber nichts mit Blumen zu tun).

Eine optische Gleitweganzeige besteht normalerweise aus zwei paarweise angeordneten Lichtreihen seitlich der Landebahn und wird daher auch oft zweireihiges VASI genannt. Die beiden Reihen befinden sich in 500 bis 1000 Fuß Entfernung von der Anflugschwelle, wie in Abbildung 6-13 gezeigt. Die Lichter leuchten entweder weiß oder rot, je nachdem, in welcher Höhe Sie sich befinden. Die Farben sind konstant. Sie ändern sich nicht auf der Leuchtfläche. Die unterschiedlichen Farben sehen Sie bei einer Änderung Ihrer Flughöhe. Je nach Blickwinkel sehen Sie die Gleitweganzeige entweder in Rot oder in Weiß.

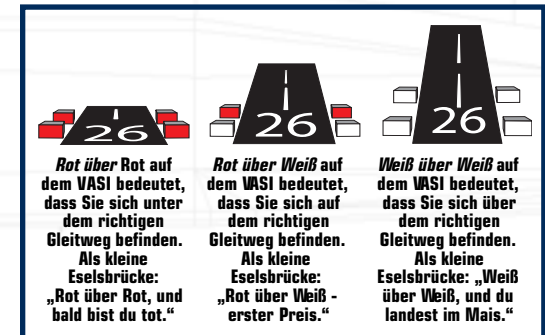


Abbildung 6-13. Das zweireihige VASI (Visual Approach Slope Indicator).

## LEKTION 6: LANDUNGEN

### Anpassen des Gleitwegs bei zu niedriger Flughöhe

Angenommen, Ihre Flughöhe ist zu niedrig, und Sie wissen das. Wie können Sie die Flughöhe korrigieren?

Beim ersten Anzeichen einer zu niedrigen Flughöhe müssen Sie mehr Gas geben. Das ist noch nicht allzu schwierig. Nachdem Sie die Leistung erhöht haben, werden Sie bemerken, dass die Sinkrate nahezu gleichzeitig abnimmt (siehe Abbildung 6-4). Eine geringe Änderung der Leistung bewirkt eine geringe Anpassung des Gleitweges. Geben Sie so viel Gas wie nötig, um das Flugzeug auf die Landebahn zu bringen. Behalten Sie aber immer eine Anfluggeschwindigkeit von 65 Knoten bei. Idealerweise sollte Ihr Gleitweg direkt (also ohne Kurven oder starke Korrekturen) auf die Landebahn führen. Aber was im Leben läuft schon so reibungslos ab? Eigentlich so gut wie nichts. Deswegen sollten Sie auch damit rechnen, immer wieder die Leistung ändern zu müssen, um den Gleitweg so zu korrigieren, dass er auf die Landebahn führt.

Befinden Sie sich unterhalb des idealen Gleitweges, zeigen beide VASI-Reihen die Farbe Rot. Einige Piloten merken sich die Bedeutung dieses Signals mit dem sinnigen Spruch „Rot über Rot und bald bist Du tot“. In so einem Fall sollten Sie das Flugzeug hochziehen, bis Sie die rote Farbe über der weißen sehen. Rot über Weiß bedeutet, dass Sie sich über dem Gleitpfad der am nächsten liegenden Lichtreihe, aber unter dem Gleitpfad der am weitesten entfernten Lichtreihe befinden. Das ist die komplizierte Art zu sagen, dass Sie auf dem aktuellen Gleitweg zwischen den beiden Lichtreihen irgendwo auf der Landebahn ankommen werden. Auch hier ein schlauer Merksatz: „Rot über Weiß - erster Preis.“ Wenn Sie zu hoch fliegen, zeigen natürlich beide Lichtreihen weiß. Merken Sie sich also: „Weiß über Weiß, und Du landest im Mais.“ Erhöhen Sie also die Sinkrate, bis die obere Lichtreihe wieder rot zeigt. Beim Durchfliegen des korrekten Gleitweges mischen sich die beiden Farben des VASI zu einem Rosa. Auch ein Anhaltspunkt.



## LEKTION 6: LANDUNGEN



Abbildung 6-4. A - Variometer und B - Drehzahlmesser bei leicht erhöhter Leistung. C - Variometer und D - Drehzahlmesser bei leicht verringerter Leistung.

Sollten Sie aber zu niedrig fliegen, ist es durchaus vernünftig, die Leistung zu erhöhen und die Flughöhe so lange zu halten, bis Sie sich in der Position befinden, einen normalen Gleitflug zur Landebahn einzuleiten. Ich weiß, ich wiederhole mich. Aber lassen Sie mich Ihnen noch einmal sagen, dass Sie mit zunehmender Flugerfahrung von selbst lernen werden, wann derartige Korrekturen vorzunehmen sind. Wenn Sie falsch geschätzt haben und tatsächlich zu niedrig fliegen, sollten Sie umgehend zu einem Steigflug ansetzen. Haben Sie eine ausreichende Flughöhe erreicht, verringern Sie abermals die

Leistung, und beginnen Sie erneut mit dem Sinkflug. Vielleicht sieht das nicht so elegant aus, aber wen kümmert das schon? Hauptsache, Sie kommen sicher auf der Landebahn an. Vergessen Sie bei all dem nicht, die Trimmung einzustellen.

Was ist zu tun, wenn Sie zu hoch fliegen? Diese Frage werde ich Ihnen in Kürze beantworten. Vorher aber möchte ich Ihnen etwas zum Abfangen des Flugzeugs für die Landung erzählen.

### Das Abfangen

Bisher haben Sie in Gedanken ein Flugzeug in Richtung Landebahn geflogen und dabei eine Endanfluggeschwindigkeit von 65 Knoten eingehalten. In einem echten Flugzeug käme diese Endanfluggeschwindigkeit allerdings nur im Notfall in Frage. Bei 65 Knoten hält unser simuliertes Flugzeug genau die Mindestanforderungen für eine sichere Landung ein. Seine Nase zeigt nach oben, und das Bugfahrwerk liegt höher als das Hauptfahrwerk. So weit, so gut. Hinzu kommt, dass die Sinkrate in dieser Simulation nicht so übermäßig hoch ist, als dass sich die Passagiere bei einer Landung sämtliche Knochen brechen würden. Bei einem echten Flugzeug wäre aber mit größeren Schäden zu rechnen. Deswegen müssen Sie lernen, wie Sie das Flugzeug abfangen. Nur dann können Sie für eine weiche und sichere Landung garantieren, egal unter welchen Bedingungen.

## LEKTION 6: LANDUNGEN



Abbildung 6-5

Sie sollten in einer Höhe von 10 bis 15 Fuß über der Landebahn mit dem Abfangen beginnen (siehe Abbildung 6-5). Während das Flugzeug sich mit der gewünschten Anfluggeschwindigkeit der Landebahn nähert, beginnen Sie mit dem Abfangen, indem Sie sanft am Steuerknüppel ziehen und die Nase etwas anheben. Wie weit Sie den Steuerknüppel ziehen sollen? Ich kann Ihnen nur immer wieder die gleiche Antwort geben: Alles eine Sache der Erfahrung. Merken Sie sich aber, dass Sie beim Landen den Gleitwinkel und die Fluggeschwindigkeit verringern müssen. Nun kann das Flugzeug mit einer niedrigeren Sinkrate und leicht erhöhter Längsneigung auf der Landebahn aufsetzen. Das Flugzeug kann dadurch weich aufsetzen, und das Bugfahrwerks bleibt über dem Hauptfahrwerk (siehe Abbildung 6-6).



Abbildung 6-6

Ist Ihre Geschwindigkeit beim Anflug zu hoch (also 30 Prozent über der Überziegeschwindigkeit), kann es durchaus sein, dass Sie den Aufsetzpunkt verpassen und während des Abfangens sogar noch steigen. Einen ungünstigeren Zeitpunkt hätten Sie sich nicht aussuchen können. Eine Landung wird damit unmöglich. Wenn dann noch die Landebahn zu kurz ist, werden Sie sich und Ihr teures Flugzeug definitiv im Maisfeld wiederfinden. Wenn Sie den Steuerknüppel während des Ausschwebens zu schnell nach hinten ziehen, werden Sie sich plötzlich auf einer Höhe von 50 bis 100 Fuß über der Landebahn wiederfinden - ohne ausreichende Fluggeschwindigkeit und ohne eine Ahnung, wie Sie die Situation retten können. In einem solchen Fall müssen Sie sofort mehr Gas geben, die Nase ein wenig senken

## LEKTION 6: LANDUNGEN

und bis auf eine Höhe gehen, aus der Sie das Flugzeug wieder abfangen können. Tun Sie dies nicht, ist möglicherweise ein Strömungsabriss die Folge. Bitte entschuldigen Sie meine Ausdrucksweise, aber einen Strömungsabriss in einer Höhe von 100 Fuß zu verursachen, ist sprichwörtlich bahnbrechend. Ein Strömungsabriss während des Abfangens ist einzig und allein nur dann gerechtfertigt, wenn er einige Zentimeter über dem Boden stattfindet. Allzu weit kann das Flugzeug dann nicht mehr abstürzen, und weder Passagiere noch Maschine kommen dabei zu Schaden. Sie sehen, das Abfangen bedarf einiger Koordinierung. Doch keine Sorge, Ihnen bleibt genügend Spielraum.

Wie können Sie feststellen, ob Sie die für das Abfangen notwendige Höhe von 10 bis 15 Fuß erreicht haben? In einem richtigen Flugzeug können Sie aus den Seitenfenstern sehen. In der normalen Cockpitsicht von Flight Simulator hingegen gibt es keine Seitenfenster und damit keine visuellen Hinweise. (Testen Sie doch einmal die virtuelle Cockpitsicht, indem Sie den Kopfschalter auf dem Joystick bewegen.) Nur zu! Wählen Sie im Menü **Sichten** zuerst die Option **Sichtoptionen** und danach **Virtuelles Cockpit**.

Mit zunehmender Erfahrung können Sie dann sogar bei normaler Cockpitsicht sagen, wie weit Sie sich über der Landebahn befinden. Bis es soweit ist, können Sie

die Höhenlage der Landebahn über dem Meer (bzw. Flugplatzhöhe) als Orientierungshilfe nehmen. Angenommen, der Flugplatz liegt 2.787 Fuß über Meereshöhe. Wenn der Höhenmesser 2.800 Fuß anzeigt, können Sie mit dem Abfangen beginnen. Natürlich ist dieser Hinweis nur dann von Nutzen, wenn Sie die Landung mit einem Simulator üben. Auf keinen Fall sollten Sie so vorgehen, wenn Sie als Pilot zu einer echten Landung mit einem echten Flugzeug ansetzen. Das könnte Ihren Kopiloten ein wenig nervös machen.

Wenn Sie nicht genau wissen, wann der richtige Zeitpunkt zum Einleiten des Abfangens gekommen ist, Sie aber trotzdem eine weiche Landung vollbringen möchten, dann aufgepasst. Es gibt für diesen Fall eine raffinierte Lösung. In dem Moment, in dem Sie denken, dass Sie sich der idealen Höhe nähern, um mit dem Abfangen zu beginnen, erhöhen Sie die Leistung gerade so viel, dass sich die Sinkrate auf 100 Fuß pro Minute verringert. Halten Sie dabei aber Ihre Anfluggeschwindigkeit konstant (siehe Abbildung 6-7). Diese Vorgehensweise ähnelt der bei Wasserflugzeugen, die sich im Anflug auf spiegelglattes Gewässer befinden. Es ist nämlich gar nicht so einfach, die Höhe über einer Wasserfläche abzuschätzen, die wie ein Spiegel reflektiert. Vorausgesetzt, Sie halten die Sinkrate von 100 Fuß pro Minute bei gleicher Anfluggeschwindigkeit, wird die Landung einigermaßen akzeptabel ausfallen. Zwar werden Sie wegen der zusätzlichen



## LEKTION 6: LANDUNGEN

Schubkraft eine längere Landestrecke zurücklegen müssen, aber was macht das schon? Vorausgesetzt natürlich, dass die Landebahn lang genug ist.



Abbildung 6-7

Unter normalen Bedingungen sollten Sie beim Einleiten der Abfangphase den Motor schrittweise bis auf Leerlauf drosseln. Anschließend sollten Sie die Nase sanft bis zur Abfangneigung anheben und das Flugzeug exakt in dieser Fluglage auf der Landebahn aufsetzen. Wenn Sie noch kein Gefühl dafür haben, wie stark Sie die Nase anheben müssen, dann versuchen Sie es doch mit einem Nickwinkel von 14 Grad auf dem Fluglageanzeiger. In dieser Fluglage wird das Flugzeug auf der Landebahn aufsetzen. Je langsamer das Flugzeug wird,

desto weiter müssen Sie den Steuerknüppel zurückziehen, um den Nickwinkel und das Flugzeug in der Abfangposition zu halten. Sobald die Räder aufsetzen, vermindern Sie den Gegendruck am Steuerknüppel, damit das Bugrad langsam auf dem Boden aufsetzen kann (mit dem Bugfahrwerk kann bei echten Flugzeugen auch gelenkt werden).

Wundern Sie sich nicht, wenn Sie während des Abfangens die Landebahn nicht mehr über dem Instrumentenbrett sehen. Das ist nicht ungewöhnlich. In einem richtigen Flugzeug erhalten Sie eine bessere Sicht, wenn Sie den Sitz höher stellen. Oder dachten Sie etwa, Sie könnten sich auf die Knie des Fluglehrers setzen? Im Simulator haben Sie zwar keinen Fluglehrer, der Sie auf den Schoß nimmt, dafür aber einen verstellbaren Sitz. Drücken Sie **UMSCHALT+EINGABE**, um den Sitz nach oben zu verstellen. Keine Angst, das ist nicht der Schleudersitz. Verstellen Sie den Sitz, bis Sie wieder alles im Blickfeld haben. Soll der Sitz nach unten verstellt werden, drücken Sie **UMSCHALT+RÜCKTASTE**.

Wunderbar! Das hat doch schon recht gut funktioniert. Natürlich müssen Sie das Ganze noch weiter perfektionieren, aber schließlich ist noch kein Meister vom Himmel gefallen. Bisher haben Sie sich eingehend mit dem Abfangen beschäftigt. Sehen Sie nun, wie das Ganze mit voll ausgefahrenen Klappen abläuft. Wann werden die Klappen verwendet? Wenn die Flughöhe zu hoch ist und die Sinkrate und der Sinkwinkel erhöht

## LEKTION 6: LANDUNGEN

werden müssen. Bevor ich Ihnen erkläre, wie die Klappen zur Landung eines Flugzeugs verwendet werden, sehen Sie sich die Klappen zunächst genauer an.

### Klappen und noch mehr Klappen

Haben Sie sich jemals darüber gewundert, warum bei großen Verkehrsflugzeugen vor dem Abflug und der Landung immer Aluminium aus den Flügeln „wächst“? Heutige Flugzeuge benötigen schmale, dünne Flügel, um die von den Passagieren erwartete Reisegeschwindigkeit zu erreichen. Das Problem mit dünnen, schmalen Flügeln ist aber, dass es bei hohen Geschwindigkeiten schnell zum Strömungsabriss kommt. Wenn sie nicht ihre Flügeloberfläche vergrößern bzw. stärker biegen könnten, um kurzzeitig einen „langsamen“ Flügel bereitzustellen, bräuchten die meisten Düsenflugzeuge beim Starten und Landen eine Geschwindigkeit von 320 km/h, um einem Strömungsabriss sicher vorzubeugen. Genau aus diesem Grund wurden Tragflächen mit Klappen entworfen. Durch das Ausfahren oder Einfahren der Klappen ändern sich die Auftriebs- und Widerstandseigenschaften einer Tragfläche.

Ausgefahrene Klappen senken die Hinterkante des Flügels ab (siehe Abbildung 6-8). Der Flügelauftrieb erhöht sich auf zweierlei Art und Weise. Zunächst vergrößert die abgesenkte Hinterkante den Winkel zwischen Profelsehne und relativem

Wind. Durch den vergrößerten Anstellwinkel wird kurzfristig mehr Auftrieb erzeugt. Des Weiteren erhöht die abgesenkte Hinterkante die Krümmung des Flügels, was zu einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit der Luft über die Flügeloberfläche führt. Es gibt sogar Klappen, die nicht nur abgesenkt werden, sondern auch nach außen ausgefahren werden und so die Flügelfläche vergrößern. Das ist zum Beispiel bei der Cessna 172 der Fall. Durch den größeren Anstellwinkel und die stärkere Krümmung erzeugen Klappen bei einer gegebenen Fluggeschwindigkeit mehr Auftrieb.

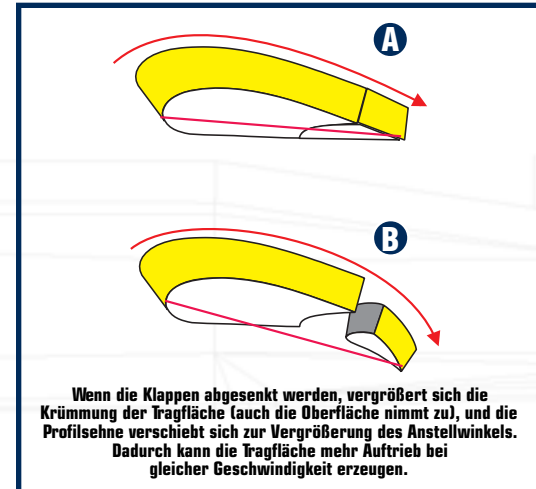


Abbildung 6-8. So ändern die Klappen das Tragflächenprofil.  
A - Tragfläche mit normalem Profil (Klappen eingefahren).  
B - Tragfläche mit verstärktem Profil.

## LEKTION 6: LANDUNGEN

Warum haben auch kleine Flugzeuge Klappen? Der wichtigste Grund ist zunächst einmal, dass die Klappen den nötigen Auftrieb bereitstellen, der für die Aufrechterhaltung der Fluglage bei langsamen Geschwindigkeiten erforderlich ist. Bei der Landung besteht Ihr primäres Ziel darin, den Landeanflug bis zum Aufsetzen mit möglichst langsamer Geschwindigkeit durchzuführen. Eine Landung mit Reisegeschwindigkeit hätte fatale Folgen, wie Sie sich denken können. Ihre Reifen würden sich höchstwahrscheinlich in drei kleine Rauchwölkchen auflösen. Dank der Landeklappen können Sie den Anflug mit langsamerer Geschwindigkeit durchführen, ohne dabei die Gefahr eines Strömungsabrisses einzugehen.

Bedenken Sie, dass eine geringere Geschwindigkeit beim Aufsetzen gleichzeitig einen kürzeren Bremsweg auf der Landebahn bedeutet. Besonders bei kurzen Landebahnen lohnt es sich, diese Tatsache im Auge zu behalten. Bei Windböen sollten Sie die Klappen dagegen nur wenig oder gar nicht ausfahren. Bei langsamer Geschwindigkeit und ausgefahrenen Klappen reagiert die Steuerung des Flugzeugs weitaus schwerfälliger als bei eingefahrenen Klappen. Welche Wirkung die Klappen auf den Auftrieb des Flugzeugs haben, können Sie ganz leicht anhand des Fahrtmessers überprüfen (siehe Abbildung 6-9).

Da die Klappen der Cessna 172 weiß sind (einfach einmal angenommen), können Sie davon ausgehen, dass der weiße Bogen des Fahrtmessers den Betriebsbereich

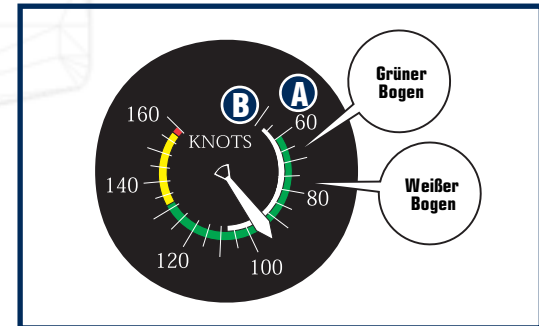


Abbildung 6-9. Geschwindigkeitsbereich für Klappen.  
A - Klappen ausgefahren - 53 Knoten (Beginn des weißen Bogens). B - ohne Klappen - 60 Knoten (Beginn des grünen Bogens).

der Landeklappen darstellt. Der Anfang des weißen Bogens (B) stellt die Überziehggeschwindigkeit bei voll ausgefahrenen Landeklappen und auf Leerlauf gedrosselter Motorleistung dar (bei nicht beschleunigtem Flug mit maximal zulässigem Gewicht). Es handelt sich um die Geschwindigkeit, bei der es zum Überziehen des Flugzeugs kommt, und zwar bei voll ausgefahrenen Klappen, voll ausgefahrenem Fahrwerk und dem Motor im Leerlauf. Das in Abbildung 6-9 gezeigte Flugzeug fliegt nur dann, wenn die Luft mit einer Geschwindigkeit von 53 Knoten über die Tragflächen strömt, wobei die Tragflächen sich unterhalb des kritischen Anstellwinkels befinden müssen.

Das andere Ende des weißen Bogens entspricht der maximalen Geschwindigkeit, die bei voll ausgefahrenen Klappen erlaubt ist. Wenn Sie diese Höchstgeschwindigkeit



## LEKTION 6: LANDUNGEN

überschreiten, könnten die Klappen beschädigt werden. In unserem Beispiel sollte der Fahrtmesser bei ausgefahrenen Klappen nicht mehr als 107 Knoten anzeigen (bei einigen Flugzeugen ist es jedoch möglich, bei teilweise ausgefahrenen Klappen mit höherer Geschwindigkeit zu fliegen). Einen Flug mit kaputten oder verbogenen Klappen zu beenden gehört nicht zu den besten Ideen, selbst wenn es sich nur um ein Mietflugzeug handelt. (Spätestens, wenn die Rechnung kommt, wissen Sie, wie schlecht die Idee wirklich war).

Denken Sie daran, dass der Betriebsbereich der Klappen (weißer Bogen, B) mit einer 7 Knoten geringeren Geschwindigkeit beginnt als der normale Betriebsbereich (grüner Bogen, A). In einer früheren Lektion haben Sie bereits gelernt, dass der grüne Bogen die Überziehggeschwindigkeit bei eingefahrenen Klappen und Fahrwerk und einem Motor im Leerlauf darstellt. Die Luft muss mit einer Geschwindigkeit von mindestens 60 Knoten über die Tragflächen strömen, damit das Flugzeug mit eingefahrenen Klappen fliegen kann. Sind die Klappen voll ausgefahren, kann mit einer geringeren Geschwindigkeit gelandet werden - genau gesagt, mit sieben Knoten weniger (die Überziehggeschwindigkeit bei voll ausgefahrenen Klappen, die auf dem Fahrtmesser abzulesen ist, setzt voraus, dass das Flugzeug sein maximal zulässiges Gewicht aufweist).

Aber wie Konfuzius sagen würde: „Den Edelstein kann man nicht blank machen, ohne ihn zu reiben.“ Mit anderen Worten:

Von nichts kommt nichts. Klappen sorgen für Auftrieb, erzeugen aber auch Luftwiderstand. Voll ausgefahrene Klappen sorgen für einen Flügel, der für langsame Geschwindigkeiten geeignet ist. Versuchen Sie, zu beschleunigen, und ab einem gewissen Punkt wird Ihnen der Luftwiderstand einen Strich durch die Rechnung machen. Glücklicherweise wird bei der ersten Hälfte des Klappenausschlags mehr Auftrieb als Widerstand erzeugt. Bei der zweiten Hälfte entsteht hingegen mehr Widerstand als Auftrieb. Das ist auch der Grund, warum in einigen Handbüchern für Starts auf kurzen Start- und Landebahnen eine Klappenstellung von 10 bis 25 Grad empfohlen wird (normalerweise entspricht das bei einem vierstufigen manuellen Klappensystem ein bis zwei Stufen).

Ist die Flughöhe während des Landeanflugs zu hoch, können Sie die Klappen voll ausfahren und dadurch einen höheren Luftwiderstand erzeugen. Normalerweise werden die Klappen nur beim Sinkflug innerhalb einer Platzrunde, nicht aber beim Sinkflug aus dem Reiseflug genutzt. Schließlich ist das Absinken aus dem Reiseflug bei höherer Geschwindigkeit weitaus effizienter und schneller, da der Profilwiderstand größer ist. Wenn Sie aus dem Reiseflug mit ausgefahrenen Klappen in einen Sinkflug übergehen wollten, müssten Sie vor dem Ausfahren der Klappen die Geschwindigkeit des Flugzeugs so weit zurücknehmen, dass sie unterhalb der maximalen Klappenausschlaggeschwindigkeit liegt. Das wäre aber

## LEKTION 6: LANDUNGEN

ziemlich umständlich. Ein Flugzeug kann bei Reisegeschwindigkeit und reduzierter Leistung schneller sinken und bringt Sie außerdem schneller ans Ziel.

Da die Landeklappen bei geringerer Geschwindigkeit mehr Auftrieb erzeugen, sollten Sie genau wissen, wann und wie die Klappen während des Flugs eingefahren werden sollten. Wenn Sie mit voll ausgefahrenen Klappen zum Landeanflug ansetzen, Sie aber wieder durchstarten müssen (d. h. den Landeanflug abbrechen und wieder in den Steigflug übergehen, um dann die Landung nochmals zu versuchen), dürfen Sie die Klappen nicht auf einmal einfahren. Das wäre ganz so, als ob bei niedriger Geschwindigkeit ein Teil der Tragfläche entfernt würde. Der plötzliche und oft dramatische Anstieg der Überziehggeschwindigkeit könnte zu einem Strömungsabriss führen, und das, bevor Sie auf eine sichere Geschwindigkeit beschleunigen können. Geben Sie also zuerst volle Leistung, und fahren Sie dann die Klappen schrittweise wieder ein. Fahren Sie bei Flugzeugen mit einer Klappenstellung von 30 bis 40 Grad die Klappen bis zum Punkt des geringsten Widerstands bzw. des größten Auftriebs ein. Normalerweise sind die Klappen hierbei halb ausgefahren (je nachdem, um welches Flugzeug es sich handelt). Bei Flugzeugen mit einem dreistufigen manuellen Klappensystem müssen die Klappen schrittweise eingefahren werden, d. h. zuerst bis zum ersten Einrastpunkt, dann bis zum zweiten und schließlich bis zum dritten Einrastpunkt.

### Landung mit Landeklappen

Zur Verwendung der Klappen gibt es zwei Möglichkeiten: benutzen Sie entweder den Klappenhebel (siehe Abbildung 6-10), oder drücken Sie zum Ausfahren der Klappen **F7** (bzw. zum Einfahren der Klappen **F6**).



Abbildung 6-

Da Klappen die Auftriebs- und Widerstandseigenschaften der Tragfläche verändern, müssen Sie gegebenenfalls auch den Nickwinkel korrigieren, um die gewünschte Fluggeschwindigkeit beizubehalten. Sie wissen ja bereits, dass voll ausgefahrene Klappen einen hohen Luftwiderstand erzeugen. Der Einsatz der Klappen verursacht zudem, dass die Nase des Flugzeugs angehoben wird, und Sie müssen, um die Fluggeschwindigkeit beizubehalten, den Steuerknüppel nach vorne drücken. Folgendes Beispiel zeigt Ihnen, was zu tun ist, wenn Ihre Flughöhe zu hoch ist und Sie diesem Zustand mithilfe der Klappen entgegenwirken möchten.

Da die Überziehggeschwindigkeit bei voll ausgefahrenen Klappen für dieses Flugzeug bei 40 Knoten liegt (auf dem Fahrtmesser also dort, wo der weiße Bogen beginnt), müssen Sie zunächst die Fluggeschwindigkeit etwas reduzieren. Denken Sie daran, dass Piloten eine Anfluggeschwindigkeit verwenden, die 30 Prozent über der für die aktuelle Konfiguration des Flugzeugs gültigen Überziehggeschwindigkeit liegt. Für diese Simulation verwenden Sie eine Geschwindigkeit von 60 Knoten.

## LEKTION 6: LANDUNGEN

Sie befinden sich mit eingefahrenen Klappen und 65 Knoten im Landeanflug. Nehmen wir an, dass die Landebahn gerade hinter der oberen Leiste der Instrumententafel verschwunden ist (Abbildung 6-11). Das ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Flughöhe für den Landeanflug zu hoch ist. Und genau hier kommen die Landeklappen ins Spiel. Drücken Sie einmal **F7**, um die Klappen um 10 Grad zu senken. Des Weiteren müssen Sie den Steuerknüppel etwas nach vorne drücken, um das durch die Klappen hervorgerufene Anheben der Nase zu korrigieren. Passen Sie anschließend die Längsneigung entsprechend an, um eine Endanflugsgeschwindigkeit von 53 Knoten zu erzielen. Vergessen Sie aber die Trimmung nicht!



Abbildung 6-11

Geben Sie jetzt in Schritten von 10 Grad die noch fehlenden 20 Grad hinzu, indem Sie zweimal **F7** drücken und die Klappen damit auf 30 Grad ausfahren. (Bei diesem Flugzeug sind die Klappen jetzt vollständig ausgefahren.) Achten Sie aber darauf, den Nickwinkel für eine Geschwindigkeit von 60 Knoten anzupassen, während Sie **F7** drücken.

Die Klappen sind ausreichend ausgefahren, wenn die Landebahn nicht mehr unter dem Flugzeug verschwindet. Die Flugzeugnase ist gleichzeitig ein wenig abgesunken, was einen besseren Blick auf die Bahn ermöglicht. Auch die Sinkrate steigt an, während der Nickwinkel geringfügig kleiner wird, was auf die Anwendung der Klappen zurückzuführen ist (siehe Abbildung 6-12). Der kleinere Nickwinkel bedeutet gleichzeitig, dass sich das Bugfahrwerk nicht ganz so weit über dem Hauptfahrwerk befindet, was wiederum dem Abfangen zugute kommt.



## LEKTION 6: LANDUNGEN



Abbildung 6-12

Was Ihnen beim Anwenden der Klappen sofort auffallen wird, ist die Zunahme der Sinkrate. Das ist der Grund, warum das Abfangen beim Einsatz der Klappen etwas schneller als normal vonstatten gehen muss. Sobald Sie sich in der richtigen Höhe zum Abfangen befinden, ziehen Sie die Nase um ungefähr 14 Grad nach oben. Halten Sie diese Lage bis zum Aufsetzen. Ja, Sie hören jetzt wahrscheinlich das akustische Warnsignal für den Strömungsabriss (mehr dazu in der Lektion „Strömungsabriss“), aber keine Sorge, da Sie sich nur einige Zentimeter über dem Boden befinden, ist das nicht weiter schlimm.

Warum also werden Klappen verwendet? Dank der Landeklappen können Sie mit einer niedrigeren Geschwindigkeit aufsetzen, was bedeutet, dass Sie weniger Energie zum Anhalten aufwenden müssen. Besonders

### Solos and Shirrtails

Niemand weiß mehr so genau, woher der Brauch stammt, einem gerade flügel gewordenen Jungpiloten beim ersten Alleinflug den Hemdkragen durchzuschneiden, aber diese Tradition hält sich hartnäckig unter Fluglehrern und Flugschülern. Manche Leute behaupten, dieser Brauch stammt noch aus den alten Tagen der offenen Tandemcockpits, bei denen der Fluglehrer auf dem Rücksitz und der Schüler auf dem Vordersitz saß. Um die Aufmerksamkeit seines Schülers zu erregen, lehnte sich der Fluglehrer nach vorne und zupfte an seinem Hemdkragen. Alleinflug = kein Fluglehrer; also kein Zupfen am Hemdkragen.

Ich weiß nicht, ob diese Geschichte stimmt, ein lustiger Brauch ist es allemal, und nichts erfüllt mich als Fluglehrer mit mehr Stolz als ein Flugschüler; der zu seinem ersten Alleinflug in die Lüfte startet.

Jetzt sind Sie an der Reihe. Fliegen Sie los, machen Sie mich stolz, und drücken Sie am Ende Ihres Flugs auf Druck. Zur ewigen Erinnerung an dieses aufregende Ereignis erhalten Sie den Ausdruck eines durchgeschnittenen Hemdkragens.

hilfreich sind die Landeklappen auch, wenn Sie aus zu großer Höhe anfliegen. Auch wenn sich auf der Landebahn ein Hindernis befindet oder Sie auf einer kurzen Bahn landen müssen, können die Landeklappen weiterhelfen.

Ihre Grundausbildung ist hiermit beendet. Jetzt können Sie auf eigene Faust losfliegen! Der ideale Zeitpunkt, um mit den Flugstunden für Privatpiloten fortzufahren. Machen Sie sich also bereit, den Himmel auf der Suche nach neuen Abenteuern im Alleingang unsicher zu machen.

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

„Bevor du rennen kannst, musst du erst einmal lernen, wie man geht.“ Das hat mir mein Großvater immer gesagt. Er hat mir auch erzählt, dass ich adoptiert wurde. Und als ich dann ungläubig einen Seufzer ausstieß, sagte er: „Genau. Adoptiert wurdest du. Aber sie haben dich wieder zurückgebracht. Ha!“ Jetzt können Sie sich ein Bild vom Humor meines Großvaters machen. Wäre mein Großvater Fluglehrer gewesen (was er nicht war), hätte er sicherlich gesagt: „Bevor du zu fliegen anfängst, musst du erst einmal lernen, wie man das Flugzeug rollt.“ Da hätte er ebenfalls Recht gehabt. Bevor Sie abheben, sollten Sie sich zunächst einmal mit den folgenden Hinweisen zum Rollen vertraut machen.

### Das Rollen

Flugzeuge sehen zwar in der Luft sehr elegant aus, auf dem Boden aber wirken sie eher schwerfällig und plump - fast so wie ein Albatros. Anders gesagt: Flugzeuge sind nicht dafür gedacht, viel Zeit am Boden zu verbringen. Deshalb haben Ingenieure die Flugzeuge auch nicht mit sämtlichen Extras ausgestattet, die Sie bei einem Fahrzeug erwarten würden. Eine Servolenkung in Ihrer Cessna 172 wäre zum Beispiel wohl etwas zuviel verlangt. Trotzdem gibt es auch in einem Flugzeug „echte“ Pedale am Boden des Cockpits. Mit diesen Pedalen wird das rollende Flugzeug gelenkt.

Rollen ist ziemlich einfach. Wenn Ihr Simulator mit Seitenruderpedalen ausgestattet ist,

ist es wirklich leicht, das Flugzeug zu lenken. Bewegen Sie hierfür einfach das entsprechende Pedal. (Sollte Ihr Joystick mit einer Seitenruderfunktion ausgestattet sein, müssen Sie den Joystick lediglich drehen, und Sie erzielen die gleiche Wirkung wie mit den Pedalen.) Mit den Pedalen wird das Bugfahrwerk in die jeweilige Richtung gelenkt und das Flugzeug somit zum Wenden gebracht. Wenn Sie beispielsweise das rechte Pedal betätigen, wendet sich das Flugzeug nach rechts. Befindet sich das Flugzeug erst einmal in der Luft, wird das Bugfahrwerk in eine Position gebracht, in der es sich nicht mehr drehen kann. Jede Bewegung der Seitenruderpedale wirkt sich dann nicht mehr auf das Bugfahrwerk aus, sondern führt zu einem Ausschlag des Seitenruders.

Sie sehen also: ohne Seitenruderpedale ist das Leben sehr viel einfacher. Sie steuern das Flugzeug dann einfach nur mit dem Joystick. In welche Richtung das Flugzeug rollt, bestimmt der Ausschlag des Joysticks. Einfacher geht es wirklich nicht mehr.

Eine Anmerkung zur Sicherheit: Vermeiden Sie allzu schnelles Rollen. Je schneller Sie rollen, desto wahrscheinlicher ist es, dass Sie die Kontrolle über das Flugzeug verlieren. Flugzeuge mit dreirädrigem Fahrwerk sind zum Beispiel sehr instabil, wenn sie schnell zum Halten gebracht werden müssen. Jeder, der schon einmal auf einem Kinderdreirad gesessen hat, weiß das. Ein zu schneller Stopp oder eine zu scharf genommene Kurve bringen das Dreirad zum Kippen.

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

Das Gleiche trifft auch auf Flugzeuge zu. Als allgemeine Regel gilt: Rollen Sie mit Schrittgeschwindigkeit. Klar, wenn jeder die Schrittlänge von Magic Johnson hätte, wären die Piloten beim Rollen wohl etwas geduldiger... Versuchen Sie langsam zu rollen.

Geben Sie nur so viel Gas, wie es für das Anfahren und das Rollen selbst bedarf, und reduzieren Sie die Leistung anschließend auf 1000 Umdrehungen. Sollte das Flugzeug zu schnell werden, nehmen Sie sofort Gas weg, schalten Sie in den Leerlauf, und betätigen Sie die Bremsen. Reduzieren Sie die Rollgeschwindigkeit auf ein angemessenes Maß, und fahren Sie entsprechend fort.

Das Flugzeug zum Rollen zu bringen ist noch das Einfachste. Schwieriger wird es, wenn es darum geht, dorthin zu gelangen, wo Sie hin möchten. Sie können nicht einfach loslegen, zumindest solange nicht, bis Sie sich mit der Rollbahn und den Markierungen der Start- und Landebahn vertraut gemacht haben. Auf einem Flughafen mit Kontrollturm müssen Sie zuerst bei der Bodenkontrolle die Rollerlaubnis anfordern.

### Markierungen

Sie haben sich doch sicherlich schon gefragt, was die kleinen Fahrzeuge mit den gelben Lichtern auf dem Dach am Flughafen machen. Ich war ebenfalls der Meinung, ich wüsste es... Lange Zeit war ich davon überzeugt, sie würden die Flugschüler, die sich auf dem Flugfeld „verrollt“ haben, mit belegten Brötchen versorgen. Schließlich können auch Flugschüler Hunger bekommen, wenn Sie versuchen, von der Rollbahn über die Startbahn zum Parkbereich zu kommen.

Die einheitlichen Markierungen und die Beschilderung der Flughäfen trägt erheblich zur Sicherheit bei. Die Luftfahrtbehörde war wirklich hilfreich und gründlich und hat festgelegt, wie Start- und Landebahnen, Rollwege und andere Rollfelder ausgelegt, markiert und beleuchtet sein müssen. Leider trifft das alte Sprichwort „Kennst du einen Flughafen, kennst du alle“ nicht zu. Hinter all diesem Markierungs- und Beschriftungswirrwarr steckt jedoch ein System.

Sehen Sie sich den Flughafen Chino, Kalifornien in Abbildung 7-1 einmal etwas genauer an: Zwei Start- und Landebahnen für Abflüge und Landungen in alle vier



## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

Himmelsrichtungen (für diejenigen unter uns, die geographisch nicht so bewandert sind, bedeutet dies zwei Himmelsrichtungen pro Lande- bzw. Startbahn).

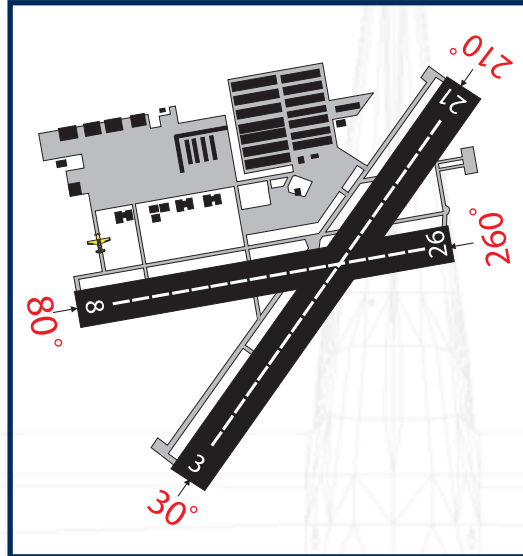


Abbildung 7-1 Plan des Flughafens Chino.

Auch der Flughafen Chino hat einen Kontrollturm, und da die Fluglotsen eher verärgert darauf reagieren, wenn ihre Anweisungen nicht befolgt werden und einfach eine andere Piste benutzt wird als die, die sie vorgesehen hatten, wurden die Start- und Landebahnen mit großen, weißen

Nummern versehen. Die Nummerierung und Markierung von Start- und Landebahnen dient dazu, diese von den Flächen, die nicht für Starts und Landungen verwendet werden sollen, abzuheben. Die Nummern der Lande- bzw. Startbahnen vom Flughafen Chino lauten: 8, 26, 21 und 3.

Nein. Diese Nummern hat man sich nicht einfach so ausgedacht. Einer meiner Schüler war der Ansicht, dass Pistennummern auf irgendeine Art von Geschwindigkeitsbegrenzung oder seismographischen Daten zurückzuführen sind. Nicht ganz. In Wirklichkeit entsprechen die Nummern den ersten beiden Zahlen der tatsächlichen dreistelligen magnetischen Ausrichtung der Start- bzw. Landebahn. Die Nummern auf einer Piste stellen die Richtung dar, in die die Piste zeigt, wobei es sich bei den angezeigten Zahlen immer um eine Aufrundung bzw. Abrundung auf die nächstliegenden 10 Grad handelt. Eine Piste, die auf 211 Grad ausgerichtet ist, wird zur Piste 21 (von Fluglotsen und anderen schlaun Köpfen „Piste 2-1“ ausgesprochen). Eine Piste, die auf 076 Grad ausgerichtet ist, wird zur Piste 8 (aufgerundet).

Alles, was einen Anfang hat, hat auch ein Ende - genau wie Start- und Landebahnen. Mit wenigen Ausnahmen (die normalerweise auf das Terrain zurückzuführen sind) können Sie theoretisch an jeder Seite der Piste abheben bzw. landen. Folglich befinden sich

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

an beiden Enden einer Piste Nummern. Für diejenigen, die sich am anderen Ende der Bahn befinden, weicht die Nummer, wenn sie als dreistellige Ziffer angegeben wird, um einen Wert von 180 Grad ab. Logisch, denn die beiden Enden liegen ja um 180 Grad versetzt zueinander:

Alle Pistenwinkel sind zum magnetischen Nordpol ausgerichtet, also wohin der magnetische Kompass zeigt, und nicht zum geographischen Nordpol. Wenn sich Ihr Flugzeug im Anflug auf eine Landebahn befindet, dann sollte der magnetische Kompass des Flugzeugs ungefähr die Richtung der Landebahn anzeigen. Auf Abbildung 7-2 sehen Sie, was der Kompass und der Kurskreisel anzeigen, wenn sich das Flugzeug im geraden Anflug auf Landebahn 26 in Chino befindet. In Lektion 14 werden Sie mehr über die magnetische und die tatsächliche Richtung lernen. An dieser Stelle genügt es, wenn Sie sich als aktiver Teilnehmer am Flughafenverkehr Folgendes merken: Windrichtung, Landerichtung und alle Kursangaben, die Sie auf Anfrage der Flugsicherung machen müssen, basieren auf der magnetischen Richtung.

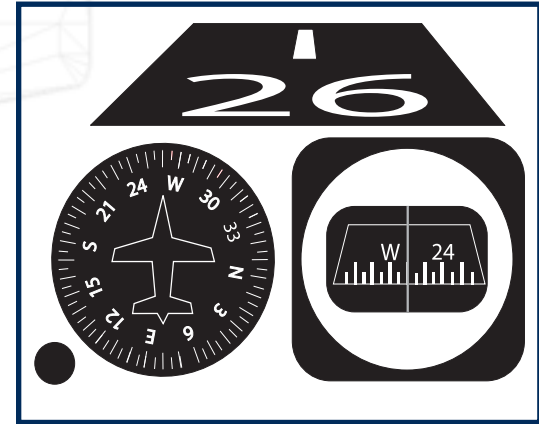


Abbildung 7-2 Die magnetische Ausrichtung der Start- bzw. Landebahn. Sowohl Kursanzeiger als auch Magnetkompass zeigen die magnetische Ausrichtung an, wenn sie auf die Mitte der Start-/Landebahn 26 weisen.

### Pistenbeleuchtung

Pistenmarkierungen sind aufgrund der weißen Ziffern tagsüber zwar leicht zu erkennen, aber was, wenn es dunkel wird? Rechnen Sie nicht mit billigen Leuchtfarben. Schließlich hat ein Flughafen ein gewisses Image zu wahren. Außerdem würde der Flughafen dann zu einem Treffpunkt für Rockstars und Groupies verkommen, und mit Blumen bemalte VW-Busse würden die Rollbahn verstellen.

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

Wenn schon keine Discokugeln, was dann? Ganz einfach: Nachts werden die Pisten beleuchtet oder „befeuert“. Wenn die Sonne untergeht, gehen beim Flughafen die Lichter an. Und zwar eine verwirrende Flut von blinkenden, konstant leuchtenden und farbigen Lichtern. Betrachten Sie die Lichter als eine Art Farbcode.

Die in Abbildung 7-3 zu erkennenden weißen Lichter heißen Pistenrandfeuer. Sie umrahmen beide Seiten des Rollfeldes und werden in einem Abstand von 200 Fuß angebracht. Der Kontrollturm schaltet die Pistenrandfeuer bei schlechter Sicht und zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang ein.

Der Anfang einer Rollbahn wird durch grüne Randbefeuerung und das Ende durch rote Randbefeuerung markiert. Eigentlich eine passende Farbe, wenn Sie bedenken, dass das Ende der geeigneten Landefläche angezeigt werden soll (das Terrain jenseits der roten Randbefeuerung ist nur für Traktoren, Planiermaschinen und Jeeps geeignet). Diese Lichter führen eigentlich ein Doppelleben. Auf der einen Seite sind sie grün, auf der anderen Seite rot. Denken Sie eine Sekunde lang darüber nach. Der Anfang (oder die Schwelle) einer Rollbahn ist das Ende der anderen Rollbahn. Die Lichter an der Schwelle von Rollbahn 21 zeigen gleichzeitig das Ende von Rollbahn 3 an.

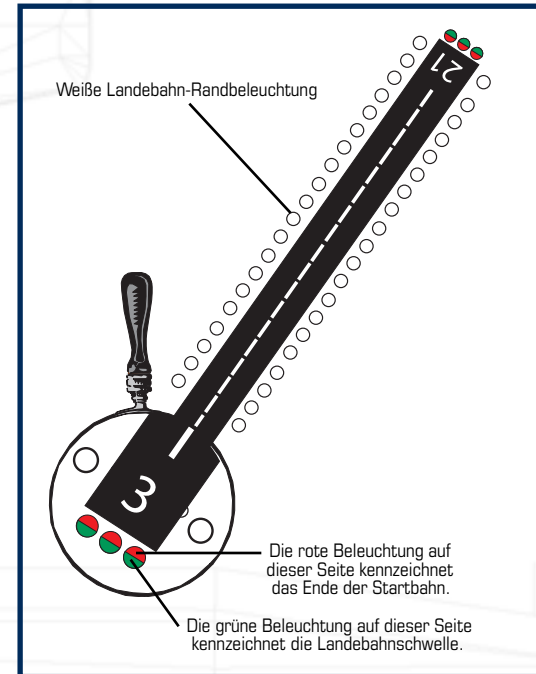


Abbildung 7-3 Grundlegende Start-/Landebahnbeleuchtung.

Was ich Ihnen bisher beschrieben habe, sind die Grundlagen zur Rollbahnbeleuchtung, die fast auf jeden Flughafen mit Nachtflugverkehr zutreffen. Es geht aber noch sehr viel komplizierter. Während Ihrer Pilotenkarriere werden Sie sicherlich auf technisch weit ausgefeiltere Flughafen-Beleuchtungssysteme treffen. Tatsächlich kann das Beleuchtungssystem einer Rollbahn so



## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

detailliert und ausgefeilt sein, dass es schon mal mit einem Präriefeuer verwechselt werden kann. Manche Rollbahnen haben eine Mittellinienbeleuchtung, die aus entlang der Mittellinie in die Rollbahn eingelassenen Lichtern besteht. Andere haben eine grell leuchtende, blinkende stroboskopische Beleuchtung, die auf die Landebahnschwelle zuführt. Und andere wiederum haben eine Zonenbeleuchtung, die aussieht, als wäre ein riesiger Weihnachtsbaum in die ersten 3.000 Fuß der Rollbahn eingelassen worden. Einer meiner Schüler meinte einmal, dass ihn dieser Anblick so überwältigt habe, dass er gar nicht mehr darauf landen wollte. Es geht aber! Im Luftfahrthandbuch (Aeronautical Information Manual) finden Sie weitere Informationen zu diesen Beleuchtungssystemen.

### Rollwegmarkierungen

Es gibt nur wenige Dinge, die mehr Mitleid erregen, als ein Pilot, der sich nicht in der Luft befindet. Der König und die Königin der Lüfte können sehr schnell recht armselig aussehen, wenn das Fahrwerk ihres Flugzeugs auf dem Boden aufsetzt. Irrigerweise wird immer wieder angenommen, dass Piloten mit einer Art überirdischer Begabung ausgestattet sind, die es ihnen ermöglicht,

sich auf Flughäfen zurechtzufinden. Diese Annahme ist nachweislich falsch. Die meisten Piloten können zwar einen Getränkeautomaten im Schlaf finden, sind aber nicht dazu in der Lage, auf einem ihnen nicht vertrauten Flughafen den Parkbereich zu finden. Schon oft kam es vor, dass Piloten und ihre Flugzeuge auf eher ungewöhnlichen Plätzen vorgefunden wurden (so ist zum Beispiel einmal ein Pilot auf einem Flughafen mit ziviler und militärischer Nutzung versehentlich mit seinem Flugzeug in einen geheimen militärischen Hangar gerollt. Ein so großes Geheimnis kann das wohl nicht gewesen sein, da die Türen des Hangars ja ständig offen waren...)

Abbildung 7-4 zeigt eine graphische Darstellung der Rollwegmarkierungen eines Flughafens. Rollweg D (Delta) läuft parallel zur nördlichen Seite der Start-/Landebahn 8-26 und Rollweg C (Charlie) läuft parallel zur nördlichen Seite der Start-/Landebahn 3-21. Einige der sich überschneidenden Rollwege haben eigene Namen.

Auf größeren und sogar auf kleineren Flughäfen ist es bei regem Bodenverkehr oder bei Umbauten nichts Ungewöhnliches, wenn der Fluglotse ausführliche Rollanweisungen gibt.

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

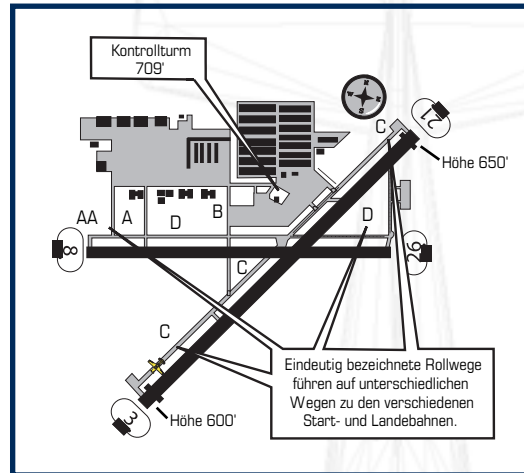


Abbildung 7-4 Rollbahnen auf einem typischen Flughafen.

Hier ein Beispiel für eine solche Rollanweisung: „November 2132 Bravo, über Charlie auf Bahn 21 rollen, südwestlich zu Delta, nach links biegen, Bahn 21 überqueren und auf Golf nach links, Over“. Flugschüler quittieren eine derartige Rollanweisung meist mit einem „Häh?“. Hätten Sie die graphische Darstellung des Flughafens aus Abbildung 7-4 zur Hand gehabt, hätten Sie das Flugzeug ganz einfach und ohne dabei verloren zu gehen von Position A1 nach Position A2 navigieren können. Zur Erleichterung der Bodennavigation auf Flughäfen stehen Ihnen eine Vielzahl von Flughafenplänen zur Verfügung (ähnlich dem in Abbildung 7-4).

Rollwege erkennen Sie an der durchgezogenen gelben Mittellinie und den parallel verlaufenden gelben Doppellinien an den äußeren Rändern des Rollwegs (siehe Abbildung 7-5). Rollwegnamen sind auf kleinen Schildern angegeben, die entlang des Rollwegs angebracht sind.

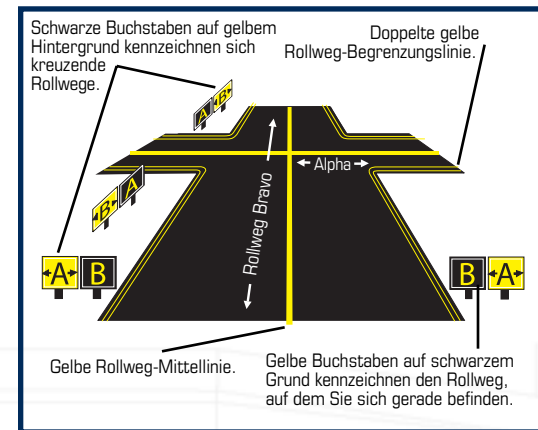


Abbildung 7-5 Rollbahnmarkierungen. Alle Rollbahnmarkierungen sind gelb.

Die Namen stehen in gelben Buchstaben auf schwarzem Hintergrund. Schilder mit gelbem Hintergrund und schwarzer Schrift kennzeichnen die Position sich überschneidender Rollwege. Die Pfeile zeigen die relative Richtung dieser sich überschneidenden Rollwege an. Nachts sind viele Rollwege von blauen, seitlich des Rollwegs

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

angebrachten Rundstrahlern beleuchtet (siehe Abbildung 7-6). Auf einigen Flughäfen ist in den Rollwegen eine grüne Mittellinienbeleuchtung eingebettet.

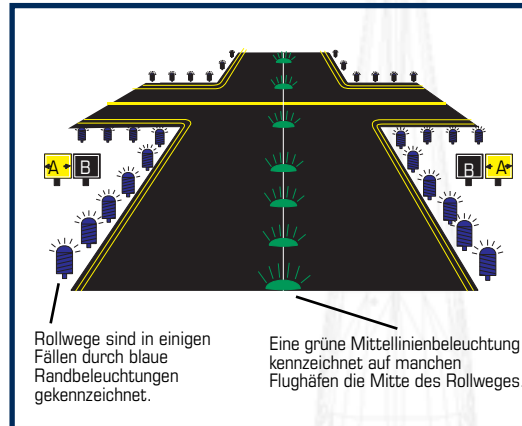


Abbildung 7-6 Rollbahnbeleuchtung.

Eine meiner sensibleren Schülerinnen habe ich einmal dabei ertappt, wie sie sich mit dem Flugzeug durch die grünen eingebetteten Rollweglichter schlängelte. Zuerst dachte ich, die Nebenwirkungen eines Erkältungsmittels würden Ihr schwer zu schaffen zu machen, bis ich herausfand, dass sie nur Angst davor hatte, die eingebetteten Lichter und die Reifen nicht zu beschädigen.

Seien Sie unbesorgt. Es wird nichts beschädigt, wenn Sie über die eingebetteten Lichter fahren. Natürlich verbietet Ihnen niemand, das Bugrad ein paar Zoll neben der eingebetteten Beleuchtung zu halten.

Ein Pilot muss das Ende des Rollwegs und den Anfang der Startbahn erkennen können. Dieser Übergang ist durch vier gelbe Linien gekennzeichnet (zwei durchgezogene und zwei gestrichelten Linien), die quer zum Rollweg und parallel zur Startbahn verlaufen (siehe Abbildung 7-7). Diese Markierungen werden als Rollweg-Haltemarkierungen bezeichnet.

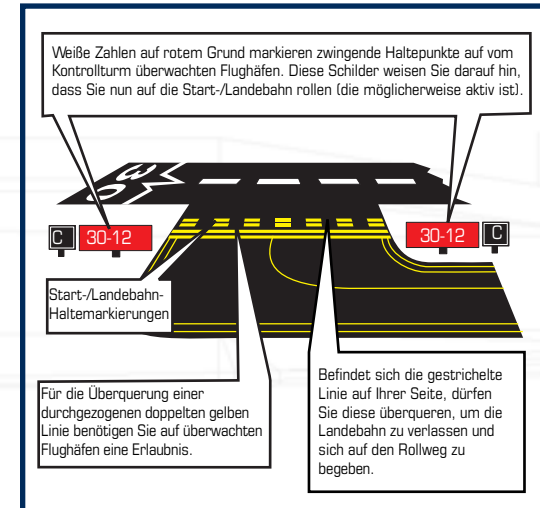


Abbildung 7-7 Rollbahnmarkierungen.



## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

Befinden sich die zwei durchgezogenen Linien auf ihrer Seite und sollte der Flughafen von einem Kontrollturm überwacht sein, benötigen Sie für das Auffahren auf die Startbahn eine Freigabe. Befinden sich die zwei gestrichelten Linien auf Ihrer Seite, müssen Sie diese Linien überqueren, um die Bahn zu räumen und sich auf den Rollweg zu begeben. (Wenn ab jetzt von einem überwachten Flughafen die Rede ist, soll damit ein Flughafen mit einem Kontrollturm gemeint sein.)

Angenommen, Sie sind gerade gelandet und rollen von der Landebahn. In diesem Fall müssen die beiden gestrichelten Linie überqueren und die Landebahn räumen. Die Luftfahrtbehörde hat festgelegt, dass ein Flugzeug erst dann die Landebahn geräumt hat, wenn sich das gesamte Flugzeug jenseits der beiden gestrichelten gelben Linien befindet. Dadurch soll verhindert werden, dass das Heck langer Flugzeuge (z. B. das einer DC-8) nach Überquerung der beiden gestrichelten Linien noch in die Landebahn ragt. So eine Situation könnte für eine andere Maschine äußerst brenzlich werden.

Auf Flughäfen ohne aktivem Kontrollturm (entweder hat der Flughafen keinen Kontrollturm, oder der Kontrollturm ist nachts geschlossen) bleibt das Befahren einer aktiven Start-/ Landebahn dem Ermessen des Piloten überlassen. (Von jetzt an bezeichnen wir Flughäfen, die keinen Kontroll-

turm haben oder deren Kontrolltürme nicht in Betrieb sind, als nicht überwachte Flughäfen.) In diesem Fall sollten Sie kurz vor der Start-/Landebahn anhalten, und zwar hinter den beiden durchgezogenen Rollweg-Haltemarkierungen. Rollen Sie nur auf der Start-/Landebahn, wenn diese nicht befahren ist und keine Flugzeuge im Landeanflug in Sichtweite sind. Mit anderen Worten: Seien Sie vorsichtig und wachsam, bevor Sie die Start-/Landebahn befahren. Das letzte, was Sie sich wünschen, ist ein anderes Flugzeug, das Sie als Landebahn missbraucht. Sie machen sich keine Freunde, wenn Sie einen anderen Piloten zu einer Warteschleife zwingen. Des weiteren wäre es eine gute Idee, wenn Sie Ihre Absichten über Funk bekannt geben würden. Auf nicht überwachten Flughäfen erfolgt ein solcher Funkruf über die CTAF-Frequenz. So wissen andere Piloten, die sich in einer Platzrunde befinden, immer, was Sie tun oder vorhaben. Doch dazu später:

Die roten Schilder mit weißem Schriftzug, die neben den gestrichelten und durchgezogenen doppelten gelben Linien aufgestellt sind, sind ein weiterer Hinweis auf den Beginn der Start-/Landebahn. Diese Schilder werden Startbahn-Halteschilder genannt (obwohl sie eigentlich nichts zum Halten bringen). Diese Halteschilder dienen lediglich dazu, Sie zu informieren, wann Sie sich auf eine aktive Startbahn begeben. Sie zeigen außerdem die Richtung der Startbahn an. In Abbildung 7-7 bedeutet 30-12: Start-

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

/Landebahn 30 links und Start-/Landebahn 12 rechts (mit anderen Worten: links finden Sie den Anfang von Start-/Landebahn 30 usw.) Diese Schilder zeigen auf überwachten Flughäfen an, dass Sie so lange die Position halten müssen, bis Ihnen eine Rollerlaubnis erteilt wurde. Abbildung 7-8 zeigt ein Startbahn-Halteschild, das besagt, dass der Rollweg sich mit dem Anfang einer Startbahn überschneidet.

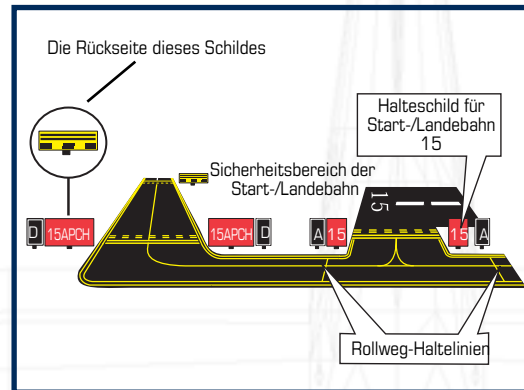


Abbildung 7-8 Rollbahnbeleuchtung.

Auf nicht überwachten Flughäfen zeigen die Halteschilder an, dass Sie nach eigenem Ermessen und nach Überprüfung des Verkehrs auf die Start-/Landbahn fahren oder diese überqueren können (dies sollte tunlichst vermieden werden, wenn ein Flugzeug sich gerade im Landeanflug bzw. beim Abflug befindet). Auf einem vom Kontrollturm überwachten Flughafen sind diese Schilder immer mit den doppelten durchgezogenen und gestrichelten Rollweg-Haltelinien kombiniert. Sie werden somit deutlich davor gewarnt, dass Sie in einen Bereich fahren, in dem es ernst wird.

Einige Flughäfen können Rollwege haben, die in den Sicherheitsbereich der Start- und Landebahn reichen, wie in Abbildung 7-8 dargestellt. Rollweg Delta befindet sich direkt hinter Start-/Landebahn 15. Flugzeuge, die auf Landebahn 15 landen und die sehr tief fliegen, könnten sowohl für sich nähernde Flugzeuge als auch für rollende Flugzeuge zum Problem werden. Zwar stellt dies eher ein Problem für größere Flugzeuge dar, der ungünstigste Fall sollte aber immer in Erwägung gezogen werden. Halteschilder für derartige Pisten haben einen roten Schriftzug auf weißem Hintergrund. Neben den beiden durchgezogenen gelben Linien ist „15APCH“ zu lesen. Das bedeutet, dass auf vom Kontrollturm überwachten Flughäfen an dieser Stelle zwingend angehalten werden muss (denn jedes Flugzeug auf dem nachfolgendem Rollweg könnte auf andere Luftfahr-

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

zeuge treffen, die sich auf den Weg zu Start-/Landebahn 15 befinden). Auf der anderen Seite der Start-/Landebahn, auf Rollweg Delta, ist hinter dem Halteschild ein Schild angebracht, das den Sicherheitsbereich der Start-/Landebahn markiert (normalerweise nur auf überwachten Flughäfen). Diese Markierung gleicht der Markierung auf dem Rollweg (doppelte durchgezogene und gestrichelte Linien). Entscheiden Sie anhand dieser Markierungen, wann Sie dem Fluglotsen melden, dass Sie die Start-/Landebahn geräumt haben. Denken Sie daran, dass es auf nicht überwachten Flughäfen im Ermessen des Piloten liegt, ob er sich auf eine Start- bzw. Landebahn begibt oder diese überquert.

Auf einem überwachten Flughafen ist es eher schwierig, versehentlich auf eine aktive Start- bzw. Landebahn zu rollen, aber es ist nicht unmöglich. Auf einem stark frequentierten Flughafen ist es einem Piloten zum Beispiel gelungen, auf eine aktive Start-/Landebahn zu rollen und dort mittendrin stehen zu bleiben (wahrscheinlich hatte er Hunger und hat auf die kleinen gelben Fahrzeuge gewartet, die belegte Brote bringen). Er war über die Anweisungen aus dem Kontrollturm vollkommen verwirrt und wollte nicht nach entsprechenden Erklärungen fragen, also brachte er das Flugzeug zum Stehen, während ein Jet sich im Endanflug befand. Der Fluglotse wollte

wissen: „32 Bravo, wissen sie eigentlich, wo sie sich befinden?“ Die Antwort: „Burbank Airport, oder?“ - „Das ist korrekt. Aber sehen Sie auch die Boeing 707, die sich im Endanflug befindet und direkt auf Sie zusteuert?“ Der Pilot antwortete: „Ja.“ - „Möchten Sie, dass die 707 auf Ihrem Cockpit eine Touch-And-Go-Landung durchführt?“ Der Pilot darauf: „Nein.“ Daraufhin der Fluglotse: „Dann sollten sie besser von der Landebahn verschwinden!“ Und da der Pilot sich nicht mit einer Boeing 707 anlegen wollte, hat er die Piste natürlich geräumt.

### **Zusätzliche Markierungen für Start- und Landebahnen**

Nur weil eine Piste aus Beton ist, bedeutet dies noch lange nicht, dass auf ihr auch gelandet werden kann. Auf einigen Pisten sind gelbe winkelförmige Markierungen aufgezeichnet (siehe Abbildung 7-9, Position A). Diese Markierung bedeutet, dass die Piste nicht für das Rollen oder für Abflüge bzw. Landungen geeignet ist. Im Grunde genommen handelt es sich bei einer solchen Piste um Niemandsland, das von keinem Flugzeug berührt werden darf. So markierte Bereiche der Piste dürfen auf keinen Fall benutzt werden. Die Piste ist vielleicht gesperrt, weil die Oberfläche das Gewicht eines Flugzeugs nicht tragen würde, auch dann nicht, wenn das Flugzeug nur rollen



## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

würde. Möglicherweise gibt es aber auch einen anderen Grund. Flugzeuge, die sich auf solche Pisten wagen, versinken möglicherweise bis zu den Achsen im Asphalt und verfangen sich wie Riesenfliegen in einem Fliegenfänger:

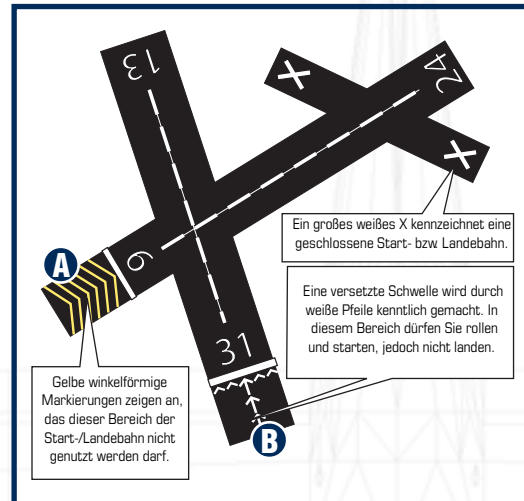


Abbildung 7-9 Oberflächenmarkierungen bei Start-/Landebahnen.

Weißer Pfeile, die in eine Richtung weisen, kennzeichnen eine so genannte versetzte Schwelle (siehe Abbildung 7-9, Position B). Hiermit wird ein Pistenbereich gekennzeichnet, auf dem Sie zwar nicht landen, aber rollen, starten oder nach dem Landen ausrollen können. Versetzte Schwellen dienen häufig der Lärmreduzierung. Dadurch, dass Sie gezwungen werden, weiter hinten auf der Piste zu landen, behalten Sie während des Landeanflugs eine größere Flughöhe bei, als dies beim Aufsetzen am Beginn der Landebahn der Fall wäre. Versetzte Schwellen dienen nicht nur dem Lärmschutz, sondern können auch eine Oberfläche kennzeichnen, die zwar das Gewicht eines Flugzeugs, jedoch nicht das Gewicht eines landenden Flugzeugs tragen kann. (Täuschen Sie sich nicht. Hier besteht hier ein gewaltiger Unterschied. Das weiß ich, da einer meiner Fluglehrer meine Landungen immer mit Werten auf der Richterskala kommentierte.)

## LEKTION 7: ROLLEN MIT DEM FLUGZEUG

Ich werde hier keine Namen nennen, aber es kam schon vor, dass Berufspiloten ein vollbesetztes Passagierflugzeug auf einem falschen Flughafen landeten. Ein Fauxpas auf der Bühne ist nichts dagegen. Vor einigen Jahren passierte dies einem Piloten an der amerikanischen Ostküste. Er landete versehentlich auf einem kleinen Übungsplatz, auf dem nichts außer kleinen Cessnas und Pipers darauf wartete, in der Luft herumflattern zu können. Als er landete und sein Flugzeug zum Stehen brachte, stanzten die Flugzeugreifen förmlich Löcher in die dünne Oberfläche der Landebahn. Spätestens als er das Flugzeug erst bei Vollgas zum Rollen bringen konnte, war ihm klar, dass er in Schwierigkeiten steckte. Einige der Ortsansässigen kamen aus ihren Häusern und meinten: „Hey! Was haben Sie bloß aus unserer Piste gemacht? Sie haben sie komplett umgegraben!“ Die einzige Möglichkeit, das Flugzeug wieder frei zu bekommen, war, es bis auf das blanke Metall zu entkleiden und somit leicht genug zu machen, damit es wieder abheben konnte, ohne dabei der kleinen Piste noch mehr Schaden zuzufügen. Zu behaupten, dass die Karriere des Piloten ebenfalls keinen weiteren Schaden von diesem Zwischenfall davontrug, würde wohl nicht ganz der Wahrheit entsprechen.

## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

### Zunächst ein wenig Theorie

Bei der Beschäftigung mit dem Langsamflug haben Sie gesehen, wie Sie bei abnehmender Geschwindigkeit den Anstellwinkel des Flügels erhöhen können, um ausreichend Auftrieb aufrecht zu erhalten. Vielleicht haben Sie sich gefragt, ob es einen Grenzwert für den Anstellwinkel gibt. Der gesunde Menschenverstand legt nahe, dass alles eine Grenze hat. Schon die alten Ägypter wussten beim Bau von Pyramiden, dass es bestimmte Grenzen gab. Auch bei Tragflächen gibt es Grenzen.

Wenn der Anstellwinkel des Flügels einen großen Wert erreicht (der bei den meisten Flugzeugen ca. 18 Grad beträgt), kann die Luft nicht länger über die Tragflächen streichen, und es bilden sich Turbulenzen. Bei diesem Winkel kommt es zu einem Strömungsabriss an den Tragflächen. Man spricht in diesem Fall vom kritischen Anstellwinkel.

Und nun aufgepasst: Da immer dann ein Strömungsabriss auftritt, wenn der maximale Anstellwinkel überschritten wird, können Sie den Strömungsabriss beheben, indem Sie den Anstellwinkel des Flugzeugs verringern. Haben Sie das verstanden? Wiederholen Sie diesen Satz bitte zehn Mal schnell hintereinander:

### Strömungsabriss und Anstellwinkel

Ein Pilot muss mit den vier Kräften arbeiten, den Auftrieb aufrecht erhalten und Turbulenzen über den Flügeln, die zum Strömungsabriss führen können, vermeiden.

Stellen Sie sich Luftmoleküle als kleine Rennwagen vor, die über die Tragfläche rasen (Abbildung 8-1). Jeder Wagen und jedes Molekül haben das gleiche Ziel: der Profilwölbung des Flügels zu folgen. Wenn der Anstellwinkel klein ist, ist die Kurve nicht sonderlich schwierig zu nehmen (Abbildung 8-1A).

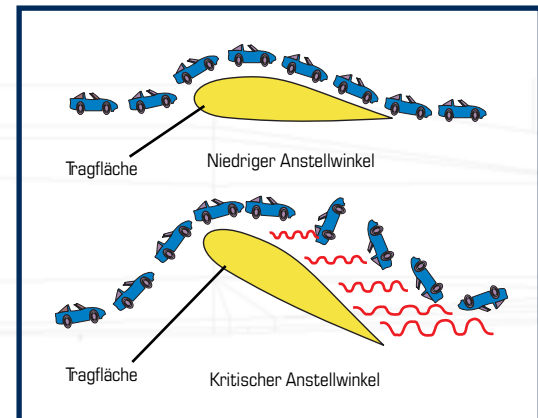


Abbildung 8-1 Anstellwinkel.



## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

Wenn der Anstellwinkel jedoch erhöht wird, gilt es, eine weitaus schärfere Kurve zu nehmen. Erreicht der Anstellwinkel 18 Grad, auch maximaler oder kritischer Anstellwinkel genannt (und das aus Gründen, die Sie gleich erfahren werden), können die kleinen Rennfahrer-Luftmoleküle die Kurve nicht mehr nehmen (siehe Abbildung 8-1B).

Die Luftmoleküle fliegen aus der Kurve oder bilden Luftströmungen und können nicht mehr glatt und gleichmäßig über die Tragflächen streichen (Abbildung 8-2). Es kommt zum Strömungsabriss über dem Flügel.

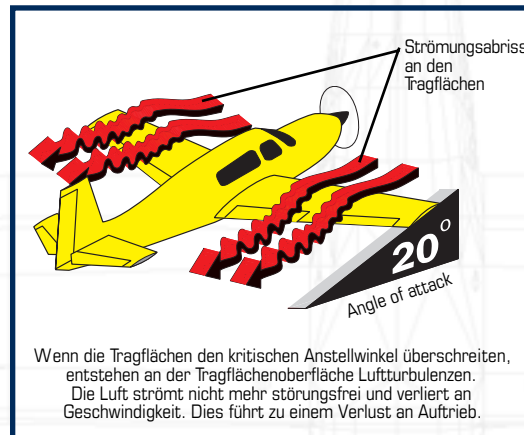


Abbildung 8-2 Flügel bei einem Strömungsabriss im Vergleich zu Flügel bei normalem Flug.

Der physikalische Lehrsatz von Bernoulli besagt, dass langsamere Luftströmungen über die Tragflächen einen geringeren Auftriebseffekt zur Folge haben. Natürlich produzieren die Luftmoleküle unter den Tragflächen noch Auftrieb, aber wie Sie bereits wissen, reicht dieser Auftrieb bei weitem nicht aus, um das Flugzeug in der Luft zu halten. Wenn das Gewicht größer als der Auftrieb ist, sieht es gar nicht gut für das Flugzeug aus. Die Tragflächen streifen, und es kommt zum Strömungsabriss. Ohne Bernoullis Kraft ist das Flugzeug der Erdanziehungskraft ausgeliefert.

Alle Tragflächen haben einen kritischen Anstellwinkel, der je nach Flugzeugtyp variiert. Wenn dieser maximale Anstellwinkel überschritten ist, harmonisieren Wind und Flügel nicht mehr. Auch Ihre eigenen heimlichen Theorien können nichts gegen die Gesetze der Physik und Aerodynamik ausrichten. Die Tragflächenpolizei schläft nie. Wenn Sie den kritischen Anstellwinkel überschreiten, können die Luftmoleküle den Auftrieb nicht mehr aufrecht erhalten. Klingt nicht nur ernst, sondern ist es auch. Glücklicherweise gibt es auch hierfür eine Lösung, die allerdings nicht darin besteht, dem Fluglehrer ohne Vorwarnung das Steuer in die Hand zu drücken. Stecken Sie sich jetzt bitte einen Finger ins Ohr. Warum? Ich habe etwas wirklich Wichtiges zu sagen und möchte nicht, dass es zu einem

## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

Ohr hineingeht und zum anderen wieder hinaus. Also aufgepasst. Sie können dem Strömungsabriss entgegenwirken, indem Sie den Anstellwinkel verringern. Senken Sie hierzu mit dem Höhenruder die Nase des Flugzeugs langsam ab (Abbildung 8-3 A und B).

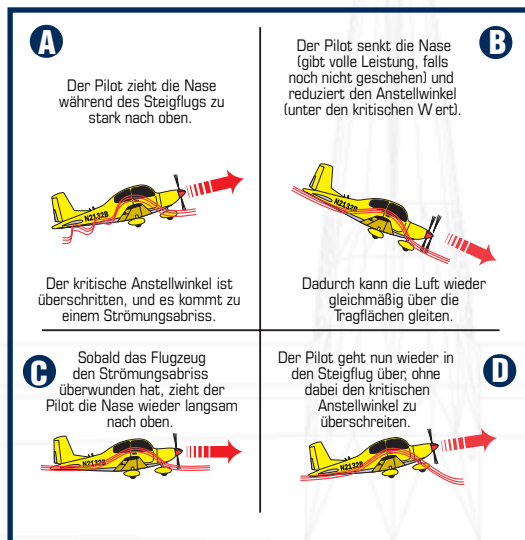


Abbildung 8-3 Strömungsabriss und Überschreiten des kritischen Anstellwinkels.

Dabei immer ganz locker bleiben. Sobald der Anstellwinkel kleiner als der kritische Anstellwinkel ist, können die Luftmoleküle wieder glatt über die Tragflächen strömen, und der Auftrieb ist wiederhergestellt. Das war's schon. Sie können nun in aller Ruhe weiterfliegen (siehe Abbildung 8-3 C und D). Nehmen Sie sich diesen Abschnitt des Kapitels bitte zu Herzen. Sie können jetzt den Finger wieder aus dem Ohr nehmen.

Warum ist dieses Thema so wichtig? Da in einer Stresssituation die meisten dazu neigen, genau das Gegenteil von dem zu tun, was ihnen helfen könnte. Piloten neigen dazu, am Höhenruder zu ziehen, wenn Sie die Fluglage des Flugzeugs unter Kontrolle bringen möchten. Unerfahrene Piloten greifen bei einem Strömungsabriss und beim daraus resultierenden Fall des Flugzeugs instinktiv zum Höhenruder und zerran es wie wild zu sich. Instinktive Handlungen sind jedoch nicht immer die richtigen Handlungen. Der Strömungsabriss bleibt weiterhin bestehen, und Ihnen wird der Angstschweiß auf der Stirn stehen.

## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

Im Falle eines Strömungsabrisses müssen Sie eine wichtige Sache beachten: Verringern Sie den Anstellwinkel der Tragflächen unter den kritischen Wert. Nur dann kann Auftrieb wiederhergestellt werden. Vollgas kann hierbei ebenfalls sehr hilfreich sein.

Auf keinen Fall dürfen Sie bei einem Strömungsabritt nur tatenlos zusehen. Schließlich sind Sie nicht umsonst der Pilot dieses Flugzeugs. Handeln Sie. Aber handeln Sie richtig.

### Strömungsabritt bei jeder Flughöhe oder Fluggeschwindigkeit

Sie sollten sich darüber im Klaren sein, dass ein Strömungsabritt in jeder Flughöhe und bei jeder Fluggeschwindigkeit vorkommen kann. Stecken Sie sich bitte wieder den Finger ins Ohr. Es macht keinen Unterschied, ob die Nase nun nach unten oder nach oben gerichtet ist, oder ob Ihre Fluggeschwindigkeit 60 oder 160 Knoten beträgt. Denn die Überschreitung des kritischen Anstellwinkels ist von Flughöhe und Fluggeschwindigkeit unabhängig. Abbildung 8-4A zeigt ein Beispiel dafür, wie es zum Strömungsabritt kommen kann.

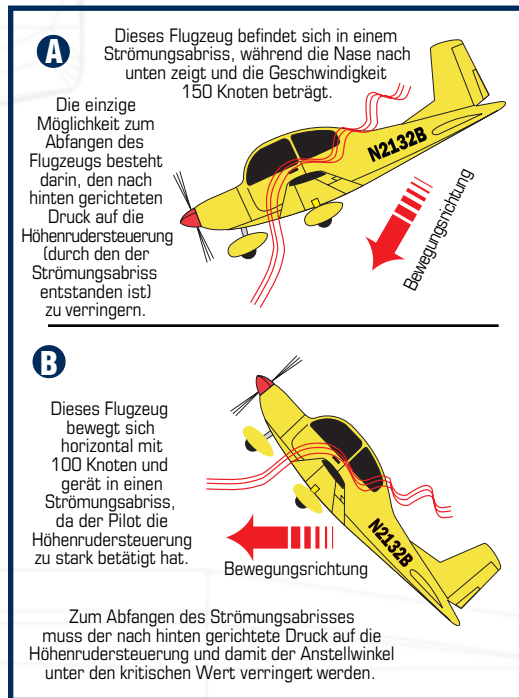


Abbildung 8-4 Wiederherstellen des Gleichgewichts nach Überschreiten des kritischen Anstellwinkels.



## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

Flugzeuge unterliegen dem Trägheitsgesetz, das die Tendenz zur Weiterbewegung eines Körpers beschreibt. Flugzeug A hat die Nase nach unten geneigt und sinkt mit einer Geschwindigkeit von 150 Knoten ab (machen Sie das bitte nicht nach). Der Pilot hat den Steuerknüppel zu hart zurück gerissen, was dazu führt, dass der kritische Anstellwinkel der Flügel überschritten wird und die Strömung abreißt. Au weia! Stellen Sie sich das nur vor. Ein Strömungsabriss bei einer Geschwindigkeit von 150 Knoten mit der Nase nach unten! In Abbildung 8-4B sehen Sie einen Strömungsabriss bei einer Geschwindigkeit von 100 Knoten im Horizontalflug, nachdem der Pilot das Höhenruder zu abrupt angezogen hat.

Wie muss der Pilot jetzt reagieren? Zuerst muss der Anstellwinkel verkleinert werden, indem das Höhenruder nach vorne bewegt wird. (Denken Sie daran, dass der Anstellwinkel wahrscheinlich deshalb so groß war, weil der Steuerknüppel nach hinten gezogen wurde, wodurch es zu einem Strömungsabriss kommen konnte.) Dadurch können die Luftmoleküle wieder gleichmäßig und flink über die Tragflächen gleiten. Das Flugzeug fliegt also wieder.

Der zweite Schritt, den Sie gegebenenfalls machen müssen, besteht darin, die ganze verfügbare Leistung für die Beschleunigung des Flugzeugs aufzubringen. Durch diese Maßnahme wird der Anstellwinkel ebenfalls verkleinert.

Sobald der Strömungsabriss überwunden ist, muss das Flugzeug wieder in die gewünschte Fluglage gebracht werden. Vermeiden Sie dabei einen erneuten Strömungsabriss. Das Überziehen eines Flugzeugs unmittelbar nach einem überwundenen Strömungsabriss wird sekundärer Strömungsabriss genannt. Das ist eine Steigerung im negativen Sinne. (Spätestens, wenn Ihre Fluglehrerin Kommentare abgibt wie „Wenn ich es mir recht überlege, war Kinder kriegen doch nicht so schmerzhaft.“, wissen Sie, dass mit Ihrer Leistung etwas nicht stimmt.)

In sicherer Flughöhe einen Strömungsabriss absichtlich herbeizuführen kann sogar amüsant sein. Zumindest ist es sehr lehrreich. Der Strömungsabriss ist bei den meisten Flugzeugen ein eher harmloses Unterfangen. Ein unbeabsichtigter Strömungsabriss in Bodennähe ist da schon eine viel ernstere Sache. Während Ihrer Flugausbildung werden Sie genügend Praxis darin bekommen, das Flugzeug nach einem Strömungsabriss wieder ins Gleichgewicht zu bringen.

Ein Flugzeug nach einem Strömungsabriss wieder in eine stabile Lage zu bekommen ist eine Sache, Ihre natürlichen Instinkte in den Griff zu bekommen eine andere. Eine typische Situation, die zu einem Strömungsabriss führen kann, entsteht, wenn Sie mit zu hoher Sinkgeschwindigkeit einen Landeanflug ausführen. Sie werden beim Landeanflug wahrscheinlich versu-

## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

chen, den Sinkflug abzufangen, indem Sie das Höhenruder zurück ziehen. Wenn Sie dann den maximalen Anstellwinkel überschreiten, führt das automatisch zum Strömungsabriss und Überziehen des Flugzeugs. Im nächsten Augenblick wird Sie die Landebahn durch die Windschutzscheibe begrüßen.

Wenn Sie weiter Ihren ungeschulten Instinkten folgen und den Steuerknüppel nach hinten ziehen, wird der Strömungsabriss nur verstärkt. Erfahrene Piloten wissen, was in diesem Fall zu tun ist. Sie sind sich der Möglichkeit eines Strömungsabrisse bewusst und setzen Gas und Höhenruder koordiniert ein. Sie ändern den Gleitweg des Flugzeugs, ohne den kritischen Anstellwinkel zu überschreiten. (Ihr Fluglehrer wird Ihnen vermitteln, wie Höhenruder und Gas effektiv beim Landeanflug eingesetzt werden.)

Woher wissen Piloten, wie weit sie das Höhenruder nach hinten ziehen müssen?

Wie können sie sicherstellen, dass sie dabei keinen Strömungsabriss verursachen?

Mit einer Anzeige für den Anstellwinkel wäre alles ganz einfach. Sie müssten den Anstellwinkel nur unter dem maximalen Anstellwinkel halten. Obwohl es solche nützlichen Anzeigen für Anstellwinkel gibt, sind sie doch eher selten in kleineren Flugzeugen vorzufinden. In Flight Simulator ist der einzige Hinweis auf einen Strömungsabriss durch ein akustisches Warnsignal gegeben, das automatisch aktiviert wird, sobald Sie sich einige Knoten über der Überziehgeschwindigkeit befinden.

Doch damit nicht genug. Flight Simulator geht auf Nummer sicher und zeigt Ihnen zusätzlich das Wort Strömungsabriss auf dem Bildschirm an. Solchen Luxus hat ein echtes Flugzeug nicht zu bieten. In manchen Flugzeugen existiert jedoch eine rote Warnlampe, die einen bevorstehenden Strömungsabriss signalisiert.

Sie haben sich nun ausreichend Wissen über die Aerodynamik beim Strömungsabriss angeeignet. Sie erfahren nun genauer, was unternommen werden muss, um das Gleichgewicht eines Flugzeugs nach einem Strömungsabriss wiederherzustellen.

### **Nicht mehr fliegen heißt überziehen**

Sie haben den Steuerknüppel überzogen, der kritische Anstellwinkel ist überschritten, und es kommt zum Strömungsabriss. Bei einem Strömungsabriss können die Luftmoleküle nicht mehr glatt über die Tragflächen strömen. Dies führt zu einem Verlust des Auftriebs, und das Flugzeug fällt nach unten, mit der Nase voraus (allerdings nur, wenn Gepäck, Passagiere und Treibstoff sachgerecht verladen sind).

Bei dieser automatischen Längsneigung nach unten verringert das Flugzeug den eigenen Anstellwinkel auf weniger als den kritischen Wert. Die erste Hilfe wird praktisch automatisch ausgeführt, und das Flugzeug fliegt wieder.

## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

Wenn Flugzeuge so gebaut sind, dass sie einen Strömungsabriss selbst beheben können, warum müssen Sie sich dann mit diesem Thema überhaupt auseinandersetzen? Das Problem besteht darin, dass Piloten sich oft so verhalten, dass sie dieser Selbstheilung entgegenwirken. Sie wissen jetzt, was diese Verhaltensweise kennzeichnet. Bei einem unbeabsichtigten Strömungsabriss in Bodennähe müssen sie handeln und genau wissen, was zu tun ist, um das Flugzeuggleichgewicht wiederherzustellen und den Höhenverlust gering zu halten. Probieren Sie nun eine weitere Art des Strömungsabrisse. Diesmal werden Sie das Flugzeug jedoch daran hindern, von selbst das Gleichgewicht zurückzugewinnen.

### **Falsches Handeln beim Strömungsabriss**

Was geschieht, wenn Sie das Flugzeug bei einem Strömungsabriss daran hindern, das Gleichgewicht von selbst wiederherzustellen? Die Antwort ist ganz einfach. Da der Steuerknüppel bis zum Anschlag nach hinten gezogen wurde, wird das Gleichgewicht des Flugzeugs nicht wiederhergestellt. Sie können noch so sehr am Steuerknüppel ziehen - das Flugzeug wird nicht steigen. Denken Sie über diese Situation nach. Wenn Sie den Steuerknüppel andauernd bis zum Anschlag zurückziehen, haben Sie bis zu Ihrem letzten Bodenkontakt keine Chance, den Strömungsabriss aufzuhalten. Denn durch Ziehen des Steuerknüppels bis zum Anschlag

bleibt der kritische Wert des Anstellwinkels überschritten. Leider gehen einige Piloten exakt nach diesem Schema vor:

### **Richtiges Handeln beim Strömungsabriss**

Genau aus diesem Grund haben Sie gelernt, dass bei Strömungsabriss der Steuerknüppel nach vorne gedrückt werden muss, und zwar so lange, bis der kritische Anstellwinkel der Flügel unterschritten ist. Welche Fluglage für die Rückgewinnung des Gleichgewichts geeignet ist, hängt von vielen Faktoren ab. Senken Sie während unserer interaktiven Flugstunden im Simulator die Nase auf 5 bis 10 Grad ab. Sie sollten die Nase schließlich nicht allzu sehr absenken, da ein übermäßiger Verlust an Flughöhe und eine zu schnelle Fluggeschwindigkeit die Konsequenz wären. Wie können Sie erkennen, dass Sie den Anstellwinkel ausreichend verringert haben? In Flight Simulator sollte Folgendes geschehen: Das akustische Warnsignal ertönt nicht mehr; das Wort Strömungsabriss wird nicht mehr angezeigt, das Flugzeug fliegt wieder normal, die Fluggeschwindigkeit erhöht sich, und Sie haben insgesamt wieder mehr Kontrolle über die Steuerung. Wäre Ihr Fluglehrer an Bord, könnten Sie zudem einen weniger ängstlichen Ton in seiner Stimme ausmachen.

In diesem Fall wissen die meisten Piloten, dass keine Gefahr mehr besteht und das Flugzeug den Strömungsabriss überwunden



## LEKTION 8: STRÖMUNGSABRISS

hat. Nachdem der Anstellwinkel verringert wurde, sollten Sie sofort wieder Vollgas geben. Auf diese Weise stellt sich das Gleichgewicht des Flugzeugs schneller wieder ein. Achten Sie jedoch darauf, dass Sie die Nase beim Erhöhen der Leistung nicht nach oben ziehen. Der Anstellwinkel könnte dadurch nämlich wieder vergrößert werden, was einen erneuten Strömungsabriss zur Folge hätte. Wenn der Strömungsabriss überwunden ist (kein Signalton mehr), heben Sie die Nase in die Steiglage, und stellen Sie die entsprechende Geschwindigkeit ein.

### Strömungsabriss beim Start

Was passiert, wenn ein Strömungsabriss eintritt und Sie bereits die volle Leistung eingestellt haben? Angenommen, Sie sind gerade von einem Flughafen gestartet und befinden sich mit Vollgas im Steigflug (was normalerweise bei diesem Flugzeug so gehandhabt wird). Plötzlich entdecken Sie eine große Hummel im Cockpit. Sie werden abgelenkt und vergessen völlig zu fliegen, während Sie versuchen, das Biest mit beiden Händen zu fangen. Sie fuchteln wie wild herum und bringen das Flugzeug zum Überziehen. Was tun Sie in diesem Fall?

Gehen Sie folgendermaßen vor: Verkleinern Sie den Anstellwinkel der Tragflächen unter den kritischen Wert. Sobald das Flugzeug den Strömungsabriss überwunden hat, können Sie wieder in den Steigflug überge-

hen. Um den Leistungshebel müssen Sie sich dabei nicht kümmern, da Sie ohnehin schon mit Vollgas fliegen.

Perfekt. Das einzige Problem besteht darin, dass Sie die nicht ganz unwichtige Realität vergessen haben. Sie dürfen nämlich etwas nicht vergessen.

Sie haben wahrscheinlich behalten, dass der Strömungsabriss auf das Überschreiten des Anstellwinkels zurückzuführen ist. Vergessen Sie jedoch nie, dass dies in jeder Fluglage bei jeder Geschwindigkeit und jeder Leistungseinstellung passieren kann.

In Wirklichkeit sieht es nämlich so aus, dass es bei einem steil nach unten sinkenden Flugzeug durch das energische Zurückziehen des Steuerknüppels zu einem Strömungsabriss kommt. Natürlich würden Sie eine solche Situation niemals in einem echten Flugzeug herbeiführen (auch nicht mit einem Mietflugzeug). Denken Sie daran. Sie befinden sich in einem Flugsimulator. Sie können hier Situationen durchspielen, die Sie auf keinen Fall in einem echten Flugzeug erleben möchten. Auf dieser „Spielwiese“ sind Sie keinen großen Risiken ausgesetzt. Nutzen Sie die Vorteile dieser Technologie, und setzen Sie in die Tat um, wovon andere nur reden.

Warum wenden Sie Ihr neu erworbenes Wissen über den Strömungsabriss nicht gleich in der Flugstunde 1 für Privatpiloten an? Viel Spaß!

## LEKTION 9: STEILKURVEN

Ich liebe Steilkurven! Sie machen Spaß und sind gleichzeitig Herausforderung wie auch ein guter Test für die Fähigkeit des Piloten, die Leistungsgrenzen eines Flugzeugs ausloten. Im Microsoft® Combat Flight Simulator, wenn Sie von einem feindlichen Piloten gejagt werden, können Steilkurven wirklich von großem Nutzen sein, um den Gegnern zu entkommen.

Die Querneigung einer Steilkurve beträgt normalerweise zwischen 45 und 55 Grad. Steilkurven sind wirkliches ein gutes Training zur Verbesserung Ihres fliegerischen Könnens. Je mehr Sie trainieren, umso besser werden Sie die Steuerung des Flugzeugs im Griff haben. Durch das Üben von Steilkurven lernen Sie auch, Ihre Konzentration auf mehrere Dinge gleichzeitig zu lenken, da dies bei solch anspruchsvollen Flugmanövern erforderlich ist.

Es gibt noch einen weiteren Vorteil, der Ihnen vielleicht gar nicht bewusst ist. An Steilkurven können Sie ersehen, dass Flugzeugen Grenzen gesetzt sind, und wenn diese überschritten werden, folgt unweigerlich die Rechnung hinterher. Wenn Sie eine Kurve zu steil fliegen, kann es zu einem Strömungsabriss kommen. Das muss nicht unbedingt gefährlich sein, wenn Sie sich in einer Flughöhe von einigen Tausend Fuß befinden. Versuchen Sie jedoch nicht, Ihr Flugzeug mit einer Steilkurve auf eine Linie mit der Landebahn zu bringen, wenn Sie nur eine geringe Flughöhe und nicht genügend Fluggeschwindigkeit haben. Das

ist der sichere Weg zu einer neuen beruflichen Ausrichtung, zum Beispiel als Geologe. Sie kommen schnell in die Materie hinein - etwa zwei Meter tief.

### Die Aerodynamik einer Steilkurve

Zunächst ein wenig Theorie. In einer früheren Lektion haben Sie bereits gelernt, dass das Flugzeug durch Kippen der Flügel zur Seite gezogen wird. Das Flugzeug dreht sich, da ein Teil der Auftriebskraft in horizontaler Richtung wirkt.

Sobald ein Körper in Bewegung gesetzt ist, möchte er diese Bewegung auch beibehalten. Ein Wissenschaftler namens Isaac Newton hat das einmal festgestellt. Wenn ein Flugzeug also in Kurvenlage geht, hat seine gesamte Masse das Bestreben, die ursprüngliche Flugrichtung beizubehalten. Genau aus diesem Grund werden Sie bei einer Achterbahnfahrt in den Sitz gedrückt, wenn der Wagen die Richtung ändert. Die Achterbahn ändert die Richtung, aber Ihr Körper möchte sich weiter geradeaus bewegen. Das Trägheitsgesetz in Verbindung mit der Anziehungskraft der Erde erzeugt das Gefühl, als würden Sie geradewegs durch den Achterbahnsitz hindurch gedrückt.

Flugzeuge fahren zwar nicht auf Schienen, aber bei einer koordinierten Steilkurve wird man ebenfalls in den Sitz gedrückt. Je steiler die Kurve, desto mehr ist das der Fall. Diese Kraft wird g-Kraft, also Fliehkraft

## LEKTION 9: STEILKURVEN

(oder Lastvielfaches) genannt. Das "g" in g-Kraft stammt von Gravitation und hat nichts mit Gehen zu tun.

Die Fliehkraft ist eine feste Größe in der Luftfahrt. Abbildung 9-1 ist ein Diagramm dargestellt, dass die Zunahme der g-Kraft bei einer bestimmten Querneigung zeigt. Das Beispiel zeigt, dass bei einer Querneigung von 60 Grad auf das Flugzeug und den Piloten eine Kraft von 2 g wirkt. Der Pilot hat den Eindruck, zweimal so viel zu wiegen wie normal. Stellen Sie sich das einmal vor. Sie haben keinerlei kulinarische Sünde begangen, und trotzdem nehmen Sie zu. Aber keine Sorge. Sobald das Flugzeug aus der Kurve ausrollt und sich wieder im Horizontalflug befindet, werden Sie Ihr unerwünschtes „Übergewicht“ wieder los, da nur noch eine Kraft von 1 g auf Sie wirkt.

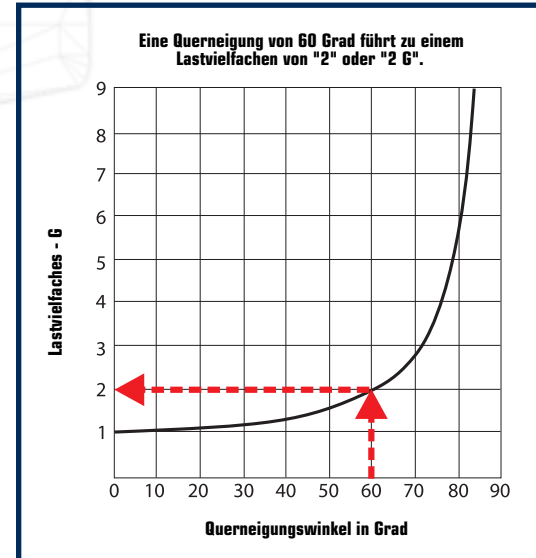


Abbildung 9-1 Aufstellung für Lastvielfaches.

Und nun aufgepasst: Bei steigender g-Kraft, die Sie und das Flugzeug schwerer macht, muss die künstliche Gewichtszunahme von Ihnen, dem Pilot, kompensiert werden. Wenn das Flugzeug weiterfliegen soll, müssen Sie den Auftrieb erhöhen. Ohne diese Maßnahme wird das Flugzeug nicht länger in der Lage sein, die Flughöhe in einer scharfen Kurve beizubehalten. Dies könnte einen Strömungsabriss zur Folge haben. Und Sie möchten doch sicher nicht als Pilot bekannt werden, der bei jeder steil geflogenen Kurve mit einem Strömungsabriss zu



## LEKTION 9: STEILKURVEN

kämpfen hat. Können Sie sich die Spitznamen vorstellen, mit denen Sie geärgert würden? Silvia Stürzab, Toni Trudel oder vielleicht Karl Krater.

Um in einer Steilkurve den Auftrieb zu erhöhen, müssen Sie den Anstellwinkel erhöhen, indem Sie den Steuerknüppel nach hinten ziehen. Der Auftrieb am Flügel muss dem Gewicht, dem richtigen oder dem scheinbaren, des Flugzeugs entsprechen. Nur dann kann das Flugzeug weiter fliegen. Aus diesem Grund muss der Anstellwinkel bei steil geflogenen Kurven groß sein. Sie erraten schon, was als Nächstes kommt, stimmt's?

Bei einer zu steil geflogenen Steilkurve kann es vorkommen, dass das Flugzeug seinen kritischen Anstellwinkel erreicht, bevor ausreichend Auftrieb produziert wird. Ein Strömungsabriss wäre die Folge. Diese Situation zwingt Sie zum Abfangen des Flugzeugs nach dem Strömungsabriss, bevor Sie weiter fliegen können.

Jetzt haben Sie aber gerade erst gelernt, dass die Strömungsabrissgeschwindigkeit bei Steilkurven ansteigt. Während die Geschwindigkeit bei einem horizontalen

Geradeausflug 50 Knoten nicht unterschreiten sollten, um ein Überziehen zu vermeiden, benötigen Sie bei einer Steilkurve eine Fluggeschwindigkeit von 70 Knoten, um einem Strömungsabriss vorzubeugen. Abbildung 9-2 zeigt ein Diagramm, an dem Sie die Beziehung zwischen g-Kraft und Abrissgeschwindigkeit nachvollziehen können.

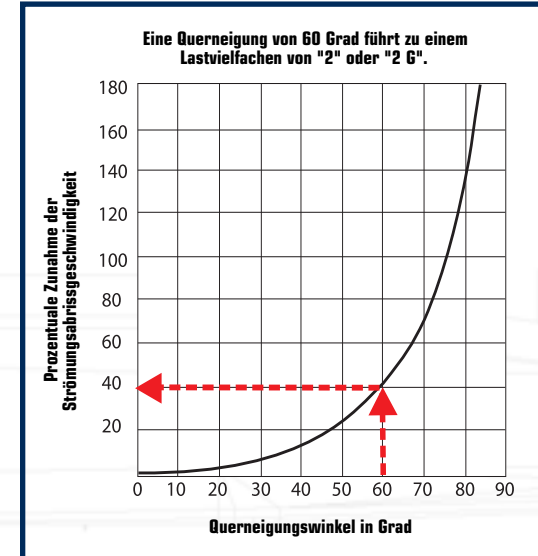


Abbildung 9-2 Aufstellung zu Strömungsabriss und Querneigung.

## LEKTION 9: STEILKURVEN

Bei einer Querneigung von beispielsweise 60 Grad wirkt eine Kraft von 2 g auf Flugzeug und Insassen. Abbildung 9-2 zeigt, dass eine 2 g-Kurve zu einer Erhöhung der Abrissgeschwindigkeit um 40 Prozent führt. Ein Flugzeug, das im Horizontalflug normalerweise bei 50 Knoten überzieht, wird deswegen in einer 60-Grad-Kurve bei 70 Knoten überziehen (40 Prozent von 50 plus 50).

Für Sie bedeutet das konkret: Wenn Sie eine steile Kurve mit einer Querneigung von 60 Grad fliegen und einem Strömungsabriss vorbeugen möchten, muss die Geschwindigkeit des Flugzeugs mindestens 70 Knoten betragen. Ist das nicht faszinierend? Sie haben eine Vorhersage gemacht, ohne eine Kristallkugel zu Hilfe zu nehmen oder aus dem Kaffeesatz zu lesen (heben Sie sich diese Methoden besser für Wettervorhersagen auf).

Jetzt wissen Sie also, warum Sie mehr Gas geben müssen, wenn Sie Steilkurven fliegen. In den meisten Fällen sorgen Sie auf diese Weise für den nötigen Geschwindigkeitsanstieg, um einem Strömungsabriss vorzubeugen. Wenn Ihr Flugzeug natürlich nicht über einen ausreichend starken Motor verfügt, dann ist es auch nicht möglich, die Fluggeschwindigkeit hoch genug zu halten, um einem Strömungsabriss in einer Steilkurve

vorzubeugen. Zu meinem Arzt sagte ich einmal: „Wenn ich dies mache, habe ich Schmerzen!“ Wissen Sie, was er mir geantwortet hat? „Dann lassen Sie es eben!“

Mit anderen Worten: Wenn die Leistung Ihres Motors nicht ausreicht, fliegen Sie eben keine wirklich steilen Kurven. So einfach ist das.

Machen Sie sich jetzt noch keine Gedanken darüber, was die richtige Technik des Kurvenfliegens betrifft. Zunächst einmal geht es um die Aerodynamik, und danach erst um die Kunst des Kurvenfliegens.

### Was bedeutet das für Sie?

Die Nase eines Flugzeugs muss erfahrungsgemäß um 6 Grad angehoben werden, um die Flughöhe in einer Steilkurve zu halten. Da sich der Anstellwinkel dadurch vergrößert, wird die Flügelunterseite dem Luftstrom ausgesetzt. So wird mehr Auftrieb produziert, aber auch mehr Widerstand. Folglich verringert sich auch die Fluggeschwindigkeit ein wenig (siehe Anzeige auf dem Fahrtmesser).

Betrachten Sie nun folgende Situation:

- Eine Steilkurve bei gleich bleibender Flughöhe wird von einer Verringerung der Fluggeschwindigkeit begleitet.

## LEKTION 9: STEILKURVEN

- Hinzu kommt der Anstieg der Strömungsabrissgeschwindigkeit. Sie müssen hier also äußerst vorsichtig vorgehen.
- Steigende Strömungsabriss- und abnehmende Fluggeschwindigkeit nähern sich aneinander an und können auch aufeinander fallen.

Und jetzt die Preisfrage: Was geschieht, wenn sich die beiden Geschwindigkeiten treffen? Richtig. Es kommt zum Strömungsabriss. Und wie kann Strömungsabriss in einer Steilkurve vermieden werden? Sie müssen die Motorleistung erhöhen, um dem Geschwindigkeitsverlust entgegen zu wirken. Denken Sie daran: Kurvenfliegen ist nicht über Nacht zu erlernen. Nicht ungeduldig werden. Bald lernen Sie mehr über die technischen Aspekte des Kurvenfliegens.

### 2 g

Angenommen, Sie bringen Ihr Flugzeug in eine Querneigung von 45 Grad und geben Vollgas. Was geschieht? Sie behalten, trotz erhöhter Leistung, Ihre Fluggeschwindigkeit bei. Glückwunsch. Dank ausreichender Motorleistung haben Sie soeben eine Steilkurve ohne Geschwindigkeitsverlust geflogen. Wenn die Kurve nun aber wirklich steil ist? Sagen wir, eine Kurve mit 60 Grad Querneigung. Bei dieser Querneigung steigt die Strömungsabrissgeschwindigkeit von 50

auf 70 Knoten. Die Frage ist nun: verfügen Sie über genügend Leistung, um in einer Steilkurve mit einer Querneigung von 60 Grad eine Fluggeschwindigkeit von über 70 Knoten beizubehalten. In sicherer Flughöhe können Sie versuchen, eine Antwort auf diese Frage zu finden. Sie werden feststellen, dass die Fluggeschwindigkeit trotz Vollgas abnehmen wird. Warum? Kleinere Flugzeuge haben einfach nicht die nötige Motorleistung, um der enormen Zunahme des Luftwiderstands, der mit der erforderlichen Vergrößerung des Anstellwinkels verbunden ist, entgegen zu wirken.

### Der harte Teil

In der folgenden Situation bringen sich Piloten oft selbst in Schwierigkeiten. Wenn sich das Flugzeug mit leerlaufendem Motor im Landeanflug befindet, werden Steilkurven oft geflogen, um das Flugzeug auf die Landebahn auszurichten. In Anbetracht der langsamen Geschwindigkeit und der Steilkurve nähern sich Flug- und Strömungsabrissgeschwindigkeit schnell an. Das bedeutet, dass sich die Strömungsabrissgeschwindigkeit aufgrund der steigenden g-Kraft in einer Steilkurve erhöht, während die Fluggeschwindigkeit aufgrund des zunehmenden Luftwiderstands abnimmt. Treffen Flug- und Strömungsabrissgeschwindigkeit zusammen, kommt es zum Strömungsabriss. Passiert das in Bodennähe, sieht es gar



## LEKTION 9: STEILKURVEN

nicht gut für Sie aus. Diese Art von Strömungsabriss wird oft beschleunigter Strömungsabriss genannt. „Beschleunigt“ wegen der hohen g-Kraft, die in einer Steilkurve auftritt.

Genug der wissenschaftlichen Theorien für heute. Nun zur Kunst des Kurvenfliegens. Beschäftigen wir uns damit, wie elegante Steilkurven geflogen werden.

### Der letzte Schliff

Eines der Geheimnisse, die eine elegante Steilkurve ausmachen, besteht darin, schon vorher eine Vorstellung darüber zu haben, in welcher Fluglage die Kurve geflogen werden muss, damit die Höhe dabei gehalten werden kann. Obwohl dabei viele Faktoren eine Rolle spielen, können Sie zumindest Schätzungen anstellen. Normalerweise werden beim Fliegen einer Steilkurve auch visuelle Referenzen außerhalb des Flugzeugs verwendet. So können Sie nach anderen Flugzeugen halten und auch Anhaltspunkte zur Bestimmung der eigenen Fluglage finden. Äußere Referenzen als Entscheidungshilfe zu berücksichtigen, ist in einem Flugsimulator ein eher schwieriges Unterfangen. Konzentrieren Sie sich deshalb lieber auf den Fluglageanzeiger.

Auf Abbildung 9-3 sehen Sie die ungefähr erforderliche Fluglage, die für eine Kurve mit einer Querneigung von 45 Grad notwendig ist. Wenn Sie in die Kurve einfliegen, müssen Sie die Längsneigung nach und nach erhöhen und zwar solange, bis die Fluglage 6 Grad nach oben beträgt. Anschließend sollten Sie anhand des Höhenmessers ermitteln, welche Korrekturen an der Längsneigung vorgenommen werden müssen, damit die Flughöhe auch beibehalten werden kann. Eine zusätzliche Informationsquelle bietet das Variometer. Denken Sie daran: eine Steilkurve wird erst durch leichte Korrekturen und das Überwachen Ihrer Fluglage perfekt.

## LEKTION 9: STEILKURVEN



Abbildung 9-3

Bei zu starken Korrekturen können Sie sicher gehen, dass Sie erst einmal am Firmament herumirren, bevor Sie zu Ihrer gewünschten Flughöhe zurückkehren. Eine Steilkurve gilt entsprechend den Standards für Privatpiloten als akzeptabel geflogen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Flughöhe darf nicht um mehr als 100 Fuß schwanken.
- Der Kurs beim Ausrollen darf um nicht mehr als 10 Grad von dem Kurs abweichen, mit dem begonnen wurde.

- Die Querneigung darf um nicht mehr als 5 Grad schwanken.
- Die Fluggeschwindigkeit in der Kurve darf nicht um mehr als 10 Knoten von der Einfluggeschwindigkeit abweichen.

Des Weiteren ist Folgendes beim Einfliegen in Steilkurven zu beachten. Durch das Zurückziehen des Joysticks vergrößert sich die Querneigung ein wenig. Achten Sie deshalb darauf, dass die Neigung in einer Steilkurve nicht zunimmt. Das passiert häufig, wenn beim Fliegen einer Kurve am Steuerknüppel gezogen wird. Hinzu kommt, dass Flugzeuge bei starker Querneigung die Tendenz haben, die Kurve immer noch etwas steiler zu fliegen und das, obwohl der Pilot keine Maßnahmen dahingehend getroffen hat. Bereiten Sie sich in so einem Fall schon einmal darauf vor, dass Sie mit dem Querruder ausgleichen müssen. Wenn Sie die Flughöhe in einer Steilkurve also durch Ziehen des Steuerknüppels beibehalten möchten, kann es durchaus vorkommen, dass Sie gleichzeitig das gegenüberliegende Querruder bedienen müssen, um einer übermäßige Schräglage entgegen zu wirken.

Wahrscheinlich wundern Sie sich schon, warum die Trimmung bei Steilkurven noch nicht erwähnt wurde. Der Grund liegt einfach darin, dass die Trimmung nur verwendet wird, um die Flugzeugsteuerung über einen verhältnismäßig langen Zeitraum

## LEKTION 9: STEILKURVEN

hinweg in einer Position zu halten. Da das Fliegen von Steilkurven nur einen vorübergehenden Zustand darstellt, wird normalerweise auch keine Trimmung verwendet. Nebenbei helfen Ihnen Steilkurven auch dabei, beschleunigten Strömungsabriss frühzeitig zu erkennen. In einem wirklichen Flugzeug spüren Sie mit steigender g-Kraft, wie Sie in den Sitz gedrückt werden. In einem Flugsimulator ist das nicht möglich. Aus diesem Grunde müssen Sie sich auf den Gegendruck vom Steuerknüppel verlassen, der Sie bei höheren Fluggeschwindigkeiten vor einem nahenden Strömungsabriss warnt. Noch ein Grund, in Steilkurven nicht zu trimmen.

Endlich ist es soweit. Sie sind nun dafür geschult, Steilkurven mit einer größeren Querneigung zu fliegen. Wenn Sie in der interaktiven Flugstunde Steilkurven üben, sollten Sie ruhig bis zu einer Querneigung von 55 Grad gehen. Die Beherrschung von Kurven mit dieser Querneigung wird bei der Prüfung für den Berufspilotenschein verlangt. Das Ein- und Ausfliegen in bzw. aus der Kurve sollte mit einer Höhenabweichung von weniger als 100 Fuß stattfinden, wobei die Fluggeschwindigkeit um nicht mehr als 10 Knoten schwanken darf. Achten Sie auch darauf, dass der Ausrollkurs nicht mehr als 10 Grad vom Einfliegkurs abweicht. Viel Spaß beim Üben!

Jetzt sollten Sie das Fliegen von Steilkurven in den Flugstunden für Privatpiloten üben. In der nächsten Lektion des theoretischen Unterrichts werden Sie lernen, ordentliche Platzrunden zu fliegen.



## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

Flugzeuge sind wie Brieftauben: Sie möchten immer an einen bestimmten Ort zurückkehren. Bei Flugzeugen ist dieses Ort der Flughafen. Brieftauben fliegen in Richtung Heimat. Bei all den Flugzeugen, die zu Flugplätzen fliegen (in einigen Fällen zu demselben Flughafen), ist es erstaunlich, dass sie nicht viel öfter zusammenstoßen. Man könnte vielleicht sagen, dass die Piloten wie die Brieftauben zu „gurren“ beginnen, um dies sicher hinzubekommen. Die Wahrheit ist, dass Piloten genau organisiert sind, wenn Sie sich im Flughafenbereich aufhalten. Sie fliegen nicht so chaotisch herum, wie Motten ums Licht. Sie fliegen ein rechteckiges Muster, das sich an der Landebahn orientiert, und dies in einer bestimmten Höhe. Dieses Muster wird offiziell Platzrunde genannt, und dadurch wissen die Piloten, wohin sie sich orientieren müssen und wo sich die anderen Luftfahrzeuge in der Nähe dieses Flughafens befinden. Sie fliegen auch eine Platzrunde, wenn Sie Ihre Starts und Landungen üben möchten. Sehen Sie sich genauer an, wie eine Platzrunde geflogen wird.

In der Nähe eines Flughafens wird exakt und vorsichtig geflogen, so dass die Flugzeuge nicht zusammenstoßen und Sie sich für eine gute Landung, die auf die Landebahn ausgerichtet ist, vorbereiten können. Dieser Anflug und die Ausrichtung auf die Landebahn wird Platzrunde genannt - ein rechteckiges Schema wie in Abbildung 10-1. Sie besteht aus fünf großen Abschnitten oder Segmenten:

- Der Abflugabschnitt (Gegenwindabschnitt)
- Der Seitenwindabschnitt
- Der Rückenwindabschnitt
- Der Querabschnitt
- Der Endabschnitt

Im Folgenden betrachten wir jeden Abschnitt einzeln und erörtern dessen jeweilige Funktion. Da dies an jedem beliebigen Flughafen vorstellbar ist, nehmen wir einfach den schönen Flughafen von Honolulu.

## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

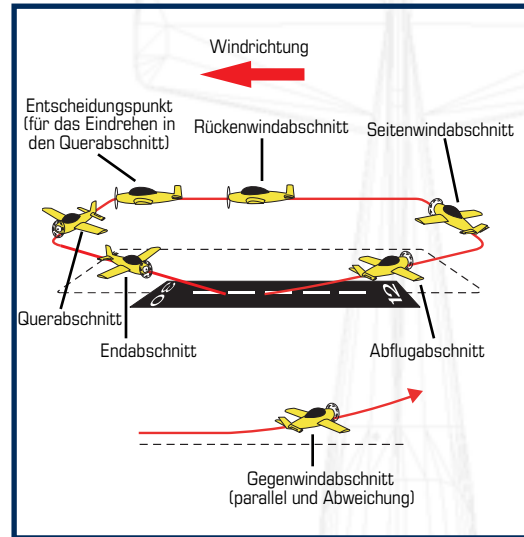


Abbildung 10-1 Die Platzrunde.

### Der Abflugabschnitt

Der Abflugabschnitt ist der Start, mit dem Sie sich bereits vertraut gemacht haben. Sie haben demnach schon eine gute Ausgangsposition, wenn Sie bereits ein Fünftel des Verfahrens kennen.

### Seitenwindabschnitt

Da Sie bei Übungsflügen in der Platzrunde bleiben, machen Sie eine 90-Grad-Kurve nach links in den Seitenwindabschnitt (die meisten Platzrunden werden gegen den Uhrzeigersinn, also nur mit Linkskurven geflogen). Dieser Teil der Runde wird als Seitenwindabschnitt bezeichnet, weil die Flugbahn im rechten Winkel zur Landebahn und dem entsprechend im Allgemeinen auch quer zur Windrichtung verläuft. Fliegen Sie diese Kurve, wenn das Flugzeug das Ende der Startbahn überflogen hat und sich innerhalb von 300 Fuß der Platzrundenhöhe (TPA, Traffic Pattern Altitude) befindet. (TPA ist die Maximalhöhe, in der Sie die Platzrunde fliegen.) In dieser Lektion beträgt die Platzrundenhöhe 1.000 Fuß über NN, auch etwa 1.000 Fuß über Grund (und dem Wasser, achten Sie also auf fliegende Fische).

Im Abflug- und Seitenwindabschnitt (und manchmal auch im Rückenwindabschnitt) kann sich das Flugzeug bis zum Erreichen der Platzrundenhöhe im Steigflug befinden. Dies hängt zunächst davon ab, wie eng Sie die Platzrunde fliegen, allerdings auch von der Flugzeuleistung, der Startbahnlänge und der Anzahl an Hula-Tänzerinnen, die Sie im Flugzeug haben. Wenn Sie die Platzrundenhöhe erreichen, während Sie noch im Seitenwindabschnitt sind, dann

## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

bringen Sie das Flugzeug bei 1.000 Fuß in die Horizontale, beschleunigen Sie auf 90 bis 95 Knoten, verringern Sie die Motordrehzahl auf 2000, und trimmen Sie. Sie sollten die Kurven in der Platzrunde mit maximal 30 Grad Querneigung fliegen. Dies ist nicht der richtige Zeitpunkt, Ihre Kurventechniken für den Luftkampf zu üben. Außerdem ist der Krieg schon lange vorbei.

### Der Rückenwindabschnitt

Wenn sich das Flugzeug im Seitenwindabschnitt befindet, wird eine weitere 90-Grad-Kurve geflogen. Dadurch fliegt das Flugzeug parallel zur Landebahn, jedoch in die entgegengesetzte Richtung, in der gelandet wird. Dies wird Rückenwindabschnitt genannt (Punkt C), da Sie nun mit dem Wind statt gegen in fliegen.

Fliegen Sie den Rückenwindabschnitt in einem seitlichen Abstand zwischen einer halben und einer Meile von der Landebahn. Dafür gibt es mehrere Gründe. Erstens ermöglicht Ihnen diese Position, in der Nähe der Landebahn zu bleiben. Dadurch können Sie im Falle eines Triebwerkproblems sicher im Gleitflug auf der Landebahn landen, anstatt in einem Gemüsegarten zu enden. Zweitens bleiben Sie nahe genug an der Landebahn, dass Sie sie leicht sehen können. Es macht keinen Sinn, so weit seitlich von der Landebahn weg zu fliegen, dass sie nur noch wie eine winzige Streichholzschachtel aussieht.

Näher zu sein, bedeutet, dass Sie leichter die Winddrift einschätzen und die notwendigen Anpassungen zum Ausgleich durchführen können.

Das Problem ist, herauszufinden, wann Sie mit der Kurve in den Rückenwindabschnitt beginnen müssen. Es gibt mehrere Möglichkeiten, diesen Zeitpunkt zu ermitteln. In einem realen Flugzeug können Sie aus dem linken Fenster sehen und die Entfernung abschätzen. Sie können dasselbe auch in Flight Simulator tun, indem Sie die Seitenfensteransicht lange genug auswählen, bis Sie die Landebahn sehen und schließlich wieder nach vorne hinaussehen. (Sie könnten auch das praktische Feature Virtuelles Cockpit verwenden, über das wir bereits gesprochen haben. Nicht schlecht, oder?) Sie können den Abstand auch mit etwas Mathematik ermitteln. Bei 60 Knoten Geschwindigkeit über Grund legt das Flugzeug in einer Minute eine Seemeile zurück. Deshalb würden Sie mit der Kurve in den Rückenwindabschnitt irgendwann zwischen 30 und 60 Sekunden nach der Kurve in den Seitenwindabschnitt beginnen. Da Ihr Flugzeug mit 75 Knoten (etwa 75 Knoten Geschwindigkeit über Grund) steigt, beginnen Sie mit der Kurve früher, vielleicht zwischen 24 und 48 Sekunden nach der Kurve in den Seitenwindabschnitt. Am einfachsten ist es vielleicht, die Vogelperspektive von Flight Simulator zu verwenden, um den Wendepunkt abzuschätzen.



## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

Woher wissen Sie schließlich, in welcher Richtung Sie den Rückenwindabschnitt fliegen müssen? Hierauf gibt es eine leichte Antwort. Fliegen Sie genau entgegengesetzt der Startrichtung. Dafür sind keine komplizierten Berechnungen nötig. Sehen Sie einfach auf die Zahl, die im Kursanzeiger unten steht, wenn Sie gerade auf der Landebahn ausgerichtet sind. Das ist der Kurs, in dem Sie den Rückenwindabschnitt fliegen.

### Vorbereiten auf die Kurve in den Querabschnitt

Fliegen Sie weiter im Rückenwindabschnitt, bis Sie einen Punkt querab zur Schwelle der Landebahn passieren. An diesem Punkt beginnen Sie mit der Vorbereitung auf die Landung, indem Sie die Klappen auf 10 Grad ausfahren. (Vergewissern Sie sich, dass Sie langsamer als 95 Knoten fliegen, wenn Sie Klappen ausfahren. Das Ende des weißen Bogens auf dem Fahrtmesser ist die maximale Geschwindigkeit für das Ausfahren der Klappen). Im Folgenden finden Sie die Schritte, die Sie in dieser Situation durchführen sollten:

1. Wenn Sie sich querab zum Ende der Landebahn befinden, fahren Sie die Klappen auf 10 Grad aus.
2. Stellen Sie die Längsneigung mit dem Joystick so ein, dass Sie die Höhe halten können.

3. Trimmen Sie das Flugzeug. (Denken Sie daran, die Trimmung nicht zum Ändern der Längsneigung einzusetzen. Dafür ist der Joystick da. Verwenden Sie die Trimmung, um den Druck auf den Joystick zu verringern, sobald die gewünschte Fluglage erreicht ist).

Im Rückenwindabschnitt ist es wichtig, die Höhe zu halten. Schließlich fliegen Flugzeuge im Rückenwindabschnitt in die Platzrunde ein und ein vorzeitiger Sinkflug unter die Platzrundenhöhe könnte dazu führen, dass Sie auf einem anderen Flugzeug landen (vielleicht wurden auf diese Weise Doppeldecker erfunden).

### Querabschnitt

Jetzt ist es an der Zeit für eine weitere 90-Grad-Kurve nach links. Dadurch kommen Sie in den Teil der Platzrunde, der Querabschnitt genannt wird. Es ist der vorletzte Abschnitt, bevor Sie in den Endanflug übergehen. Wo sollten Sie nun mit dem Eindrehen in den Querabschnitt beginnen?

Wenn der Flugverkehr keine Rolle spielt, ist es sinnvoll, mit dem Eindrehen in den Querabschnitt zu beginnen, wenn die Landebahnschwelle bei etwa 45 Grad zwischen dem Flügel (dem linken Flügel in diesem Fall) und dem Heck des Flugzeugs zu sehen ist. Oder anders formuliert, Sie sehen aus dem linken Fenster, und die Landebahnschwelle erscheint in einem

## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

Winkel von 45 Grad links vom Flügel (oder in der Mitte zwischen dem Flügel und dem Heck) wie in Abbildung 10-2 gezeigt. Dadurch fliegen Sie eine symmetrische, rechteckige Platzrunde und nicht die Form einer riesigen Amöbe. Außerdem halten Sie so genug Abstand zur Landebahn, um einen problemlosen Landeanflug durchzuführen.

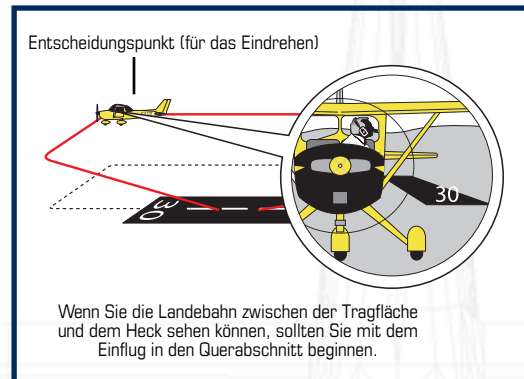


Abbildung 10-2 Die Platzrunde

Ja, Sie können gegebenenfalls aus dem linken Fenster sehen, um einzuschätzen, wann Sie in den Querabschnitt eindrehen müssen. Möglicherweise ist es jedoch besser, die Vogelperspektive von Flight Simulator zu verwenden, um den Wendepunkt abzuschätzen, wie in Abbildung 10-3 gezeigt.



Abbildung 10-3

Der Querabschnitt ist der Übergang zum Landeanflug. Es ist der Zeitpunkt, an dem wichtige Einstellungen an der Geschwindigkeit und Landekonfiguration des Flugzeugs vorgenommen werden. Deshalb sollten Sie nicht zu früh in den Querabschnitt fliegen, auch wenn Sie im Rückenwindabschnitt keinem anderem Verkehr (Flugzeugen) folgen. Die Zeit vergeht sehr schnell, wenn Sie sich der Landebahn nähern. Sie sollten genug Zeit haben, die Fluggeschwindigkeit, die Klappen und den Gleitpfad einzustellen. Darum empfehle ich Ihnen, für den Endanflug mindestens eine Meile einzukalkulieren.

## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

Manchmal ist es besser, die Platzrunde abzuändern und den Rückenwindabschnitt lange genug zu fliegen, so dass Sie im Endabschnitt eine Länge von zwei Meilen zur Verfügung haben. Wenn Sie in der Platzrunde keinen anderen Flugzeugen folgen (oder verfolgt werden), haben Sie bei einem längeren Landeanflug viel mehr Zeit, um das Flugzeug auf die Landung vorzubereiten. Wenn ich einen Piloten in einem neueren und eventuell schnelleren Flugzeug ausbilde, versuche ich meistens, einen längeren Endabschnitt zu fliegen.

Der Sinkflug für die Landung wird normalerweise im Querabschnitt eingeleitet und wird im Endanflug fortgesetzt. Hier die Abfolge der Schritte:

1. Wenn sich das Flugzeug in der gewünschten Position für das Eindrehen in den Querabschnitt befindet (verwenden Sie die Vogelperspektive), fliegen Sie eine 90 Grad-Kurve nach links. Eine einfache Möglichkeit, den richtigen Kurs zu ermitteln, ist, sich den Kurs anzusehen, die in einem Winkel von 90 Grad links vom Kurs des Rückenwindabschnitts liegt. Das ist der Kurs, in dem Sie den Querabschnitt fliegen.
2. Fliegen Sie auf diesem Kurs.
3. Nehmen Sie die Leistung auf Leerlauf zurück.

4. Führen Sie einen Gleitflug mit 70 Knoten durch (wenn möglich, verwende ich im Querabschnitt eine Geschwindigkeit von 40 Prozent über der Strömungsabriss-Geschwindigkeit ohne Klappen).
5. Vergewissern Sie sich, dass Sie für 70 Knoten getrimmt haben.

Jetzt sind Sie bereit für den Einflug in den Endabschnitt.

### Endabschnitt

Der Endabschnitt (oder Endanflug) ist ein wichtiger Bestandteil der Landeabfolge. Im Allgemeinen ist eine rechtwinklige Kurve aus dem Querabschnitt in den Endabschnitt am geeignetsten. Dadurch haben Sie genug Zeit, den Sinkpfad des Flugzeugs und die Ausrichtung auf die Landebahn zu überwachen und anzupassen. Während des Endanflugs wird das Flugzeug für die Landung vorbereitet, und die Geschwindigkeit wird auf die Endanfluggeschwindigkeit gebracht (normalerweise 30 Prozent über der Strömungsabriss-Geschwindigkeit des Flugzeugs). Wenn der Sinkflug des Flugzeugs im Endabschnitt eingerichtet und stabilisiert ist, können Sie einschätzen, ob Ihr Gleitpfad zu hoch, zu niedrig oder optimal für die Landung auf dem gewünschten Abschnitt der Landebahn ist.



## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

Wenn Sie aus dem Querabschnitt in den Endabschnitt drehen, haben Sie die Gelegenheit, den Gleitpfad zu korrigieren, falls Sie Anzeichen dafür finden, dass Sie zu hoch oder zu niedrig fliegen.

Angenommen, Sie fliegen einen Leerlauf-Anflug aus dem Querabschnitt. Nach der Kurve in den Querabschnitt haben Sie die Leistung verringert und mit dem Sinkflug begonnen. Nehmen wir auch an, dass Sie an einer bestimmten Stelle auf der Landebahn aufsetzen möchten. Wenn Sie zu niedrig sind, können Sie die Kurve aus dem Querabschnitt in den Endabschnitt etwas vorziehen, wie in Abbildung 10-4 dargestellt.

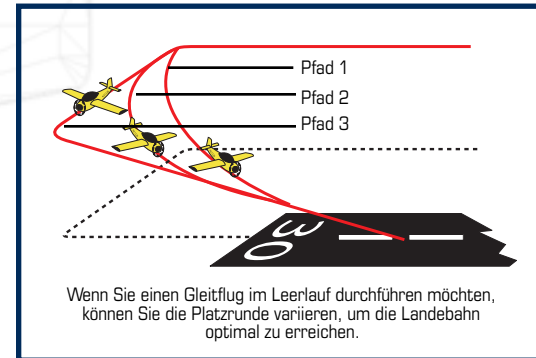


Abbildung 10-4 Korrektur der Platzrunde

Auf Pfad 1 können Sie eine kürzere Strecke während des Sinkflugs fliegen. So steigen Ihre Chancen, an der gewünschten Stelle zu landen. Pfad 2 ist länger, und Pfad 3 stellt ein perfektes, rechtwinkliges Einschwenken in den Endabschnitt dar.

Wenn Sie zu hoch sind, können Sie den Punkt für die Kurve in den Endabschnitt, wie in Abbildung 10-5 dargestellt, absichtlich überfliegen, wodurch Sie mehr Strecke für den Sinkflug erhalten. Dies wird durch die Option B in der Abbildung illustriert.

## LEKTION 10: DIE PLATZRUNDE

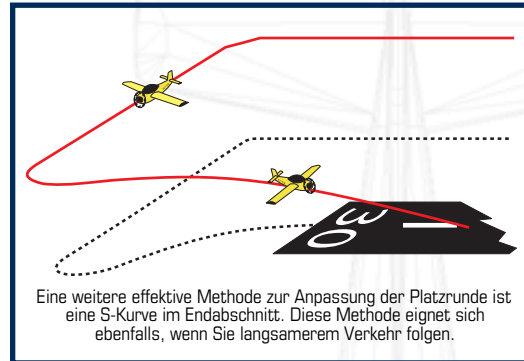


Abbildung 10-5 Korrektur der Platzrunde

Eine andere Möglichkeit wäre, eine S-Kurve im Endabschnitt zu fliegen (Abbildung 10-6). S-Kurven sind mehrere abwechselnde Kurven nach links und rechts vom direkten Gleitpfad. (Das sieht möglicherweise so aus, als hätten Sie etwas zu viel getrunken!) Da die kürzeste Entfernung zwischen zwei Punkten eine gerade Linie ist, verlängert alles andere den Weg. Mit einer konstanten Sinkgeschwindigkeit auf diesem langen Heimweg verlieren Sie auch mehr Höhe.

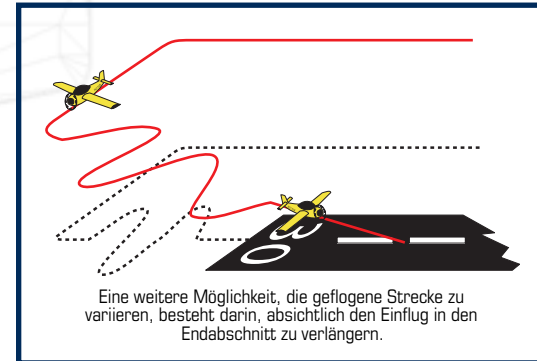


Abbildung 10-6. Korrektur der Platzrunde

Sobald Sie sich im Endabschnitt befinden, bringen Sie das Flugzeug auf eine Geschwindigkeit von 65 Knoten, (wenn Sie 20 oder 30 Grad Klappenstellung verwenden, empfehle ich eine Anfluggeschwindigkeit von 60 Knoten). Vergessen Sie die Trimmung nicht.

Jetzt lasse ich Sie wieder allein, und Sie sollten die Landung von hier aus schaffen. Üben Sie die Platzrunde in der Flugstunde für Privatpiloten.

OK, ich glaube, dass Sie so weit sind, sich an einer Seitenwindlandung zu versuchen. Wenn Sie bisher schon dachten, dass Landungen Spaß machen, versuchen Sie doch einmal, ein Flugzeug bei Seitenwind zu landen.

## LEKTION 11: LANDUNGEN BEI SEITENWIND

Was hat eine Wetterfahne mit einer Start- und Landebahn gemeinsam? Die Antwort ist: gar nichts. Während sich die Wetterfahne nach dem Wind dreht, verbleibt die Start- und Landebahn für alle Zeiten unbeweglich und uneinsichtig am Boden. Die Sache ist die, dass Piloten gerne gegen die Windrichtung landen, denn dann können sie bei geringerer Geschwindigkeit aufsetzen, und das Flugzeug lässt sich leichter steuern. Zudem landen Piloten auch gerne auf einer Landebahn. Wenn der Wind von der Seite bläst, haben Sie also keine Wahl und müssen unter diesen Bedingungen landen. (Außer Sie suchen nach einer anderen Landebahn mit günstigeren Windbedingungen. Doch das ist auch nicht gerade die praktikabelste Lösung.) Diese Art Landung wird Landung bei Seitenwind genannt, und Sie erfahren jetzt ein paar Tricks und Techniken für eine solche Landung.

Zunächst gehe ich davon aus, dass Ihr Simulator über Seitenrudderpedale oder Ihr Joystick über Funktionen zum Drehen für das Seitenrudder verfügt. Für Landungen bei Seitenwind werden diese Funktionen benötigt. Wenn Sie nicht über diese Hardware verfügen, bedienen Sie das Seitenrudder über die Tastatur. Es ist natürlich etwas anderes, die Finger anstelle der Füße zu verwenden, es funktioniert jedoch ebenso gut. Der Einfachheit halber werde ich in dieser Lektion jedoch einfach von den Seitenrudderpedalen sprechen.

### Das Spiel mit dem Seitenwind

Für das Landen bei Seitenwind sind zu dem Wissen, das Sie sich bereits angeeignet haben, nur ein paar zusätzliche Techniken zu erlernen. Alle für den Landevorgang wesentlichen Kenntnisse dürften Ihnen in der Zwischenzeit in Fleisch und Blut übergegangen sein. Sie erhalten nun noch ein paar zusätzliche Informationen, und danach werden Sie ein wirklich perfekter Pilot sein. Zunächst erfahren Sie, wie Sie dem Abdriften bei Seitenwind entgegenwirken können.

Es gibt zwei grundsätzliche Methoden, bei Seitenwind das Abdriften während des Landeanflugs und der Landung auszugleichen. Die erste ist die Schiebe- oder Krabbenflugmethode, und die zweite ist die Methode des Rutschens (oder des seitlichen Abrutschens). Zunächst erfahren Sie, wie dem Abdriften des Flugzeugs bei Seitenwind durch Schieben entgegengewirkt wird, und anschließend lernen Sie unter denselben Bedingungen die Methode des Rutschens kennen.

### Die Schiebemethode

Der Begriff Krabbenflug, wie die Schiebemethode auch genannt wird, hat wahrscheinlich mit der Fortbewegungsart der Krabben zu tun. Krabben bewegen sich scheinbar in eine andere Richtung als sie das nach unserer Vorstellung sollten. Zunächst könnte man annehmen, die mit giftigem Müll verdreckten Strände seien für dieses Verhalten verantwortlich. Ich weiß nicht, wie es Ihnen geht, aber ich gerate bei



## LEKTION 11: LANDUNGEN BEI SEITENWIND

ein wenig DDT immer etwas ins Schwanken. Glücklicherweise sind jedoch andere Gründe für die seltsame Fortbewegung der Krabben verantwortlich. Wahrscheinlich haben sie einfach ein Problem damit, alle ihre Beine gleichzeitig zu bewegen. Von einem Flugzeug sagt man, es fliege im Krabben- oder Schiebeflug, wenn es in eine Richtung zielt und sich dabei in eine andere Richtung bewegt. Zeichnet man die Strecke, die ein Flugzeug fliegt, am Boden nach, erhält man eine Strecke, die aus diesem Grund Bodenkurs genannt wird.

Wenn Sie rundum zufrieden und glücklich in Ihrem Cockpit sitzen, weil Ihr Kompass einen Steuerkurs von 165 Grad angibt, erzielen Sie von jedem vorgegebenen Punkt der Erde aus nur bei absoluter Windstille tatsächlich einen Steuerkurs von 165 Grad (oder, wenn der Wind direkt auf die Nase oder das Heck des Flugzeugs bläst). Schon bei geringem Seitenwind sieht alles ganz anders aus. Stellen Sie sich den Wind als eine riesige Hand vor. Da ein Flugzeug nicht mit den Beinen auf der Erde steht, wird es vom Wind hin- und hergeworfen. Abhängig von der Windstärke und davon, in welchem Winkel die Hand schiebt, können die Auswirkungen auf das Flugzeug nur schwach oder aber ganz erheblich sein.

Die einzige Möglichkeit, einen geraden Bodenkurs einzuhalten, besteht darin, die Winddrift, wie stark sie auch sein mag, auszugleichen, indem die Nase des Flugzeugs (je nach Bedarf mehr oder weniger) gegen den Wind gedreht wird

(Abbildung 11-1). Sie steuern das Flugzeug ein wenig nach rechts, wenn es vom Wind nach links gedrückt wird. So erhalten Sie einen Kräfteausgleich und den angestrebten geraden Bodenkurs.

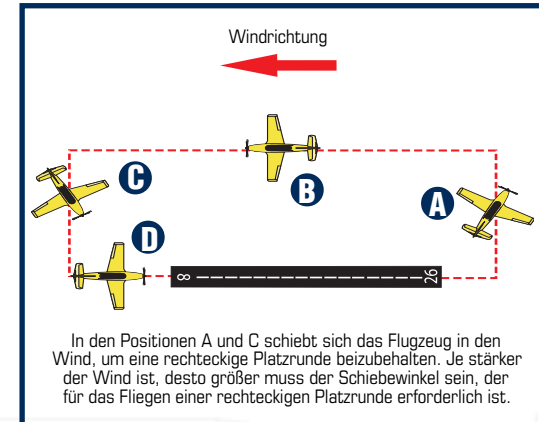


Abbildung 11-1 Ausgleichen von Winddrift in der Platzrunde

Woher wissen Sie, wie stark das Flugzeug schieben muss? Fliegen Sie eine leichte koordinierte Kurve (zunächst etwa 5 oder 10 Grad) gegen den Wind, stellen Sie die Flügel wieder gerade, und sehen Sie sich das Ergebnis an.

Denken Sie daran, ich sagte, eine koordinierte Kurve. Ein Schieben des Flugzeugs erzielen Sie nicht nur durch den Einsatz der Seitenrudder. Für eine Drehung gegen den Wind werden die Seiten- und Querrudder koordiniert. Vergessen Sie das nicht, dieser Punkt ist äußerst wichtig.

## LEKTION 11: LANDUNGEN BEI SEITENWIND

Wenn das Schieben korrekt durchgeführt wird, zeichnet das Flugzeug den Bodenkurs in Form eines Rechtecks entlang der Landebahn nach (siehe die gestrichelte Linie in Abbildung 11-1). Der Bodenkurs des Flugzeugs verläuft nun im rechten Winkel zur Landebahn, wie für Flugzeug A dargestellt. Auf ähnliche Weise bewegt sich Flugzeug C nach links - gegen die Windrichtung - um den gewünschten Bodenkurs während des Querabschnitts beizubehalten. Wenn die Windrichtung nicht der Ausrichtung der Landebahn entspricht, müssen Sie das Schieben des Flugzeugs natürlich über alle fünf Segmente der Platzrunde vornehmen, damit Ihr Bodenkurs weiterhin die Form eines Rechtecks aufweist (Abbildung 11-2).

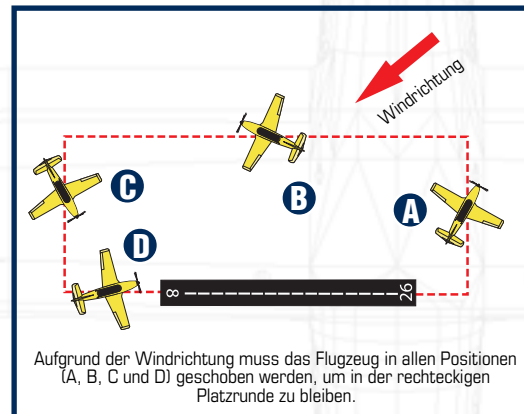


Abbildung 11-2 Ausgleichen von Seitenwind in der Platzrunde.

Wenn Sie sich vom Wind hin- und herschieben lassen, werden Sie niemals genau dort sein, wo Sie eigentlich sein sollten. Dies stellt in der Platzrunde ein besonderes Problem dar. Die anderen Piloten und der Kontrollturm erwarten, dass Sie eine Platzrunde fliegen und bei jedem Abschnitt einen geraden Kurs einhalten. Nur mit der Schiebemethode können Sie das Abdriften durch den Wind entsprechend ausgleichen.

Das Schieben ist dann besonders wichtig, wenn Ihr Flugzeug auf die Landebahn ausgerichtet ist, und Sie sich im Endanflug befinden. Sie müssen so früh wie möglich den richtigen Schiebewinkel gegen die Windrichtung einnehmen, damit Ihr Kurs über Grund mit der verlängerten Mittellinie der Landebahn übereinstimmt. Möglicherweise müssen Sie ein paar Kurven fliegen, bis Sie den richtigen Winkel herausgefunden haben. Das ist normal. Fangen Sie einfach damit an.

Wenn Sie den richtigen Schiebewinkel ermittelt haben, verbleiben Sie die ganze Strecke bis zur Landebahn in diesem Winkel. Sie halten das Flugzeug sogar noch in der Schiebeposition, während Sie schon mit dem Abfangen des Flugzeugs beginnen. Erst kurz vor dem Aufsetzen beenden Sie das Schieben während des Abfangens des Flugzeugs.

## LEKTION 11: LANDUNGEN BEI SEITENWIND

### Beenden des Schiebens

Nein, Sie stellen nicht den Motor ab. Es handelt sich vielmehr um den ausreichenden Einsatz der Seitenruder, um die Längsachse des Flugzeugs vor dem Aufsetzen auf die Bahnmittellinie auszurichten (siehe Abbildung 11-3A). Geben Sie also genügend Seitenruder, um das Flugzeug vor dem Aufsetzen gerade auszurichten. Das ist alles. OK, jetzt nur noch eine weitere Kleinigkeit.

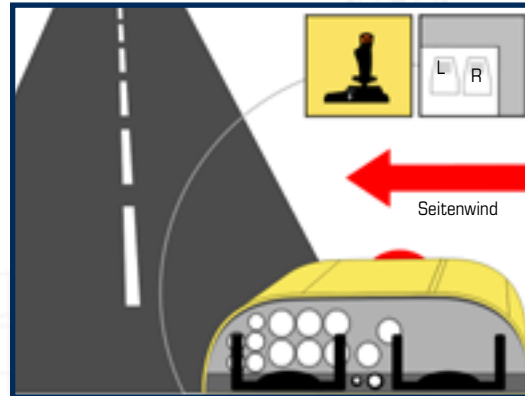


Abbildung 11-3A

Wenn Sie mit dem Flugzeug nach rechts schieben, müssen Sie das linke Ruder betätigen, um das Flugzeug vor der Landung gerade auszurichten. Dabei will sich das Flugzeug nach links neigen. Deshalb müssen Sie beim Beenden des Schiebens einen Tick rechtes Querruder hinzugeben, um die Tragflächen in der Horizontalen zu halten (siehe Abbildung 11-3B).

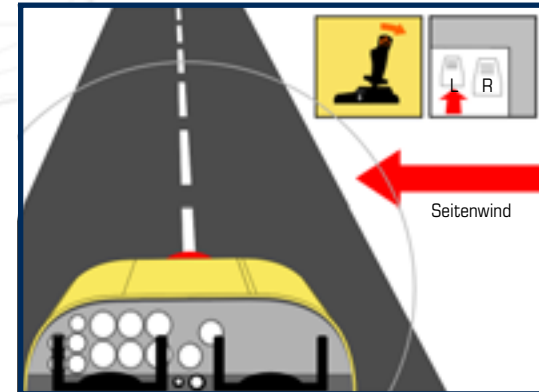


Abbildung 11-3B

Die Schiebemethode ist jedoch nicht die von mir bevorzugte Methode für Landungen bei Seitenwind. Gutes Timing ist unerlässlich, damit diese Methode richtig funktioniert. Was alles noch komplizierter macht, ist die Tatsache, dass Sie beim Verlangsamen des Flugzeugs während des Abfangens oftmals den Schiebewinkel erhöhen müssen, um die Ausrichtung auf die Mittellinie der Landebahn beizubehalten. Der Grund hierfür ist, dass das Flugzeug beim Abfangen langsamer wird, und bei einer geringeren Geschwindigkeit ist ein größerer Schiebewinkel nötig, um die Winddrift zu kompensieren. Daher müssen Sie beim Abfangen den Schiebewinkel meist erhöhen, und kurz vor dem Aufsetzen der Räder müssen Sie dann das Flugzeug wieder gerade ausrichten. Uff! Das ist eine



## LEKTION 11: LANDUNGEN BEI SEITENWIND

Menge Arbeit. Nun erfahren Sie eine andere und für alle Beteiligten wesentlich einfachere Methode: für Sie, für das Flugzeug und für Ihre Passagiere.

### Die Rutschmethode

Der Name klingt etwas seltsam, nicht wahr? Um die Rutschmethode für die Seitenwindkorrektur einzusetzen, müssen Sie mit dem Flugzeug lediglich eine Querneigung in Richtung des Seitenwinds vornehmen. Sie setzen hierfür die Querruder ein. Geben Sie ein wenig rechtes Querruder, wenn der Wind von rechts kommt. Dadurch neigt sich das Flugzeug seitlich und rutscht über die Tragflächen in Windrichtung, wie in Abbildung 11-4 dargestellt. Der Name „Methode des seitlichen Abrutschens bei Seitenwind“, wie diese Methode auch genannt wird, ist auf dieses Flugverhalten zurückzuführen. Bei ausreichender Querneigung heben sich das seitliche Abdriften des Flugzeugs und die Winddrift gegenseitig auf. Das Ergebnis ist, dass das Flugzeug auf die Mittellinie der Landebahn ausgerichtet ist. Sie müssen allerdings noch eine zusätzliche Sache berücksichtigen, damit dieses Manöver funktioniert.

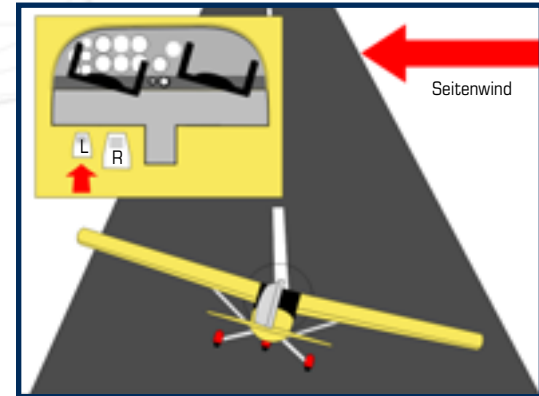


Abbildung 11-4

Wenn Sie ausreichend Querruder zum Ausgleichen des Winds geben, tendiert das Flugzeug dazu, eine Kurve in die Richtung der Querneigung zu fliegen. Dies darf jedoch nicht passieren. Setzen Sie das entgegengesetzte Seitenruder in dem Maße ein, dass die Flugzeuglängsachse auf die Mittellinie der Landebahn ausgerichtet bleibt. Wenn Sie also, anders gesagt, das rechte Querruder einsetzen, um den rechten Flügel zu senken und Seitenwind von rechts auszugleichen, dann müssen Sie auch ein wenig linkes Seitenruder geben, damit das Flugzeug nicht nach rechts dreht. Wie viel linkes (entgegengesetztes) Seitenruder geben Sie hinzu? Gerade so viel, dass die Flugzeugnase gerade auf die Landebahn zeigt. Das ist es schon.

## LEKTION 11: LANDUNGEN BEI SEITENWIND

Fliegen Sie das Flugzeug in dieser Stellung bis zur Landebahn, und beginnen Sie mit dem normalen Abfangen. Machen Sie nichts anders als sonst. Bei Beginn des Abfangens ist der rechte Flügel unten (bei Seitenwind von rechts), und Sie setzen mit dem rechten, oder dem Wind zugewandten Rad, zuerst auf. Das ist nicht nur der normale, sondern es ist der gewünschte Vorgang. Flugzeuge sind für dieses Verhalten beim Ausgleichen von Seitenwind konstruiert. Wenn Sie mit dem dem Wind zugewandten Rad aufsetzen, möchten Sie natürlich auch mit dem anderen Rad auf den Boden aufsetzen, da es ja früher oder später auch aufsetzen muss. Sie werden kein Flugzeug finden, das auf einem einzigen Rad rollt. Falls doch, machen Sie ein Foto davon, und schicken Sie es mir zu, denn das muss ich sehen.

### Die kombinierte Schiebe-

### und Rutschmethode

Kennen Sie den grundlegenden Unterschied zwischen der Schiebe- und der Rutschmethode für das Ausgleichen von Seitenwind? Die Rutschmethode ist wesentlich einfacher und viel leichter zu erlernen. Es ist die insgesamt effektivere Methode, um Seitenwind auszugleichen. Nichtsdestoweniger kombiniere ich die beiden Methoden bei Landungen mit Seitenwind.

Während des Endanflugs gehe ich nach der Schiebemethode vor. Wenn ich mich dann etwa 100 Fuß über der Landebahn befinde, gehe ich zur Rutschmethode über. Dies verhindert, dass die Passagiere während eines langen Schiebeflugs das Gefühl haben, zur Seite gedrückt zu werden.

Jetzt wissen Sie, wie alles funktioniert. Landungen bei Seitenwind sind gar nicht so schwierig. Eine gewisse Übung ist allerdings nötig, Sie sollten dem auch Rechnung tragen. Üben Sie, so lange Sie es für nötig erachten, und kommen Sie dann zur nächsten Lektion des theoretischen Unterrichts hierher zu mir zurück.

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

Haben Sie sich mit Ihrem Auto schon mal derart verfahren, dass Sie sich überlegt haben, zum nächstbesten Gebrauchtwagenhändler zu fahren, Ihr Auto zu verkaufen und sich mit dem Geld eine neue Identität zuzulegen? Wenn ja, dann haben Sie sich wirklich verfahren. Den richtigen Weg wieder zu finden, ist mit einem Auto nämlich gar nicht so schwer. Sie fahren einfach zu einer Tankstelle und fragen nach dem Weg. Mit einem Flugzeug können Sie leider nicht so vorgehen. Es würde einfach zu viel Aufsehen erregen, selbst wenn Sie nur tanken und den Ölstand prüfen lassen. Zum Glück müssen Sie sich keine allzu großen Sorgen machen, sich mit einem Flugzeug zu verfliegen, solange Sie wissen, wie das kleine Navigationsgerät namens VOR funktioniert. VOR steht für UKW-Drehfunkfeuer (Very High Frequency Omnidirectional Range).

### Das Ganze im Überblick

Für die VOR-Navigation bestehen zwei Voraussetzungen: ein VOR-Bordgerät (siehe Abbildung 12-1) und eine Bodensendestation. Aus einer Höhe von mehreren tausend Fuß sieht diese aus wie eine winzig kleine Würstchenbude.



Abbildung 12-1 A - VOR-Empfänger, B - VOR-Anzeige.

Die Bodenstation sendet 360 elektronische Kurse, die alle durch die Mitte der Station verlaufen, wie in Abbildung 12-2 dargestellt. Jeder Kurs entspricht einem bestimmten Kompassgrad, wobei 0 Grad nach Norden, 90 Grad nach Osten und 270 Grad nach Westen u.s.w. zeigen. Mit Ihrem VOR-Bordgerät können Sie auf jedem dieser 360 Kurse auf eine VOR-Bodenstation zu oder von ihr weg navigieren.



## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

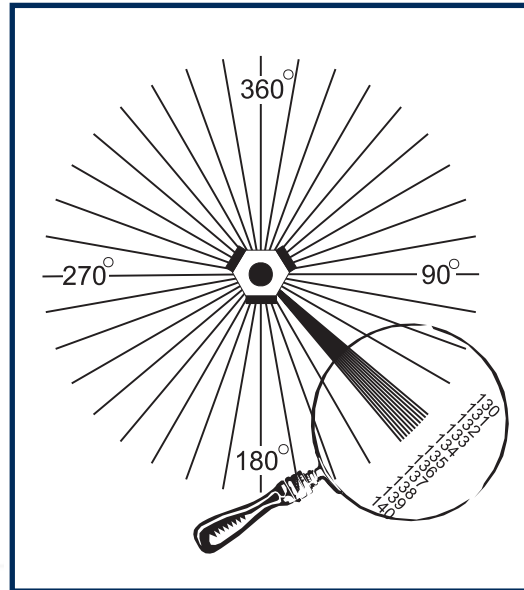


Abbildung 12-2 VOR-Radiale.

Um auf eine VOR-Bodenstation zuzufliegen oder davon wegzufliegen, müssen Sie natürlich erst einmal wissen, wo sich diese Station befindet. Zum Glück fliegen Piloten immer mit Luftfahrtkarten (Abbildung 12-3), auf denen die VOR-Stationen verzeichnet sind. Die VOR-Station (Position 1) befindet sich in der Mitte der Kompassrose, die in Abständen von 5 Grad kleine und im

Abstand von 10 Grad größere Markierungen aufweist, und auf der außerdem im Abstand von 30 Grad Ziffern angegeben sind.

In einem Feld in der Nähe der Kompassrose werden der Name, die Morsecode-Identifikation und die Frequenz der VOR-Bodenstation (Position 2) aufgelistet. In Abbildung 12-3 beträgt die VOR-Frequenz 114,8. Kümmern Sie sich nicht um die Anzeige „CH 95“. Das ist eine Frequenz für Militärpiloten, und hat tatsächlich rein gar nichts mit Kabelfernsehen zu tun.

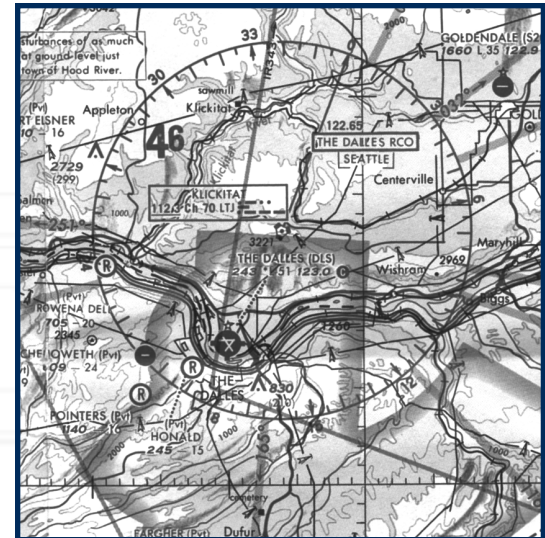


Abbildung 12-3

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

### Die VOR-Ausrüstung

In den meisten Flugzeuge befindet sich mindestens ein VOR-Empfänger. Dieser ist mit einer VOR-Anzeige verbunden, die der in Abbildung 12-4 ähnelt. Wenn Piloten von ihrem „VOR im Flugzeug“ sprechen, meinen sie eigentlich die aus fünf Hauptkomponenten bestehende VOR-Anzeige:

- Ein Index am oberen Rand der Anzeige, der den ausgewählten Kurs anzeigt.
- Eine vertikale Nadel (auch bekannt als Kursabweichungsanzeiger oder CDI (Course Deviation Indicator), die nach rechts oder links ausschlägt.
- Eine Markierung (auch bekannt als TO-FROM-OFF-Markierung) in Form eines Dreiecks, das nach oben oder unten zeigt, oder einer rot und weiß gestreiften Markierung. (Ein nach oben zeigendes Dreieck steht für die Anzeige TO (auf die Station zu). Zeigt das Dreieck nach unten, entspricht dies der Anzeige FROM (von der Station weg). Eine rotweiß gestreifte Markierung gibt die Anzeige OFF (aus) an. In dieser Unterrichtseinheit des theoretischen Unterrichts werden die Begriffe TO, FROM und OFF zur Unterscheidung dieser drei Markierungsanzeigen verwendet.)

- Ein Kurswähler - OBS (omnibearing selector). Hierbei handelt es sich um einen Drehknopf für die Kursauswahl.
- Eine runde, bewegliche Kompassrose, die durch Drehung des Kurswählers angepasst wird. (Durch Drehen des Kurswählers wandert ein anderer Kurswert auf der Kompassrose auf den Index.)

### So navigieren Sie mit VOR

Für die VOR-Navigation müssen Sie zunächst die VOR-Station, mit der Sie navigieren möchten, ermitteln und einstellen. Sobald Sie im Navigationsempfänger auf der richtigen Frequenz sind, können Sie den Flugkurs (Ihre „Straße am Himmel“) bestimmen.

Durch Drehen des Kurswählers und Einstellen einer bestimmten Ziffer oberhalb der Markierung (Abbildung 12-4), können Sie jeden der 360 möglichen Kurse der VOR-Station auswählen.

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

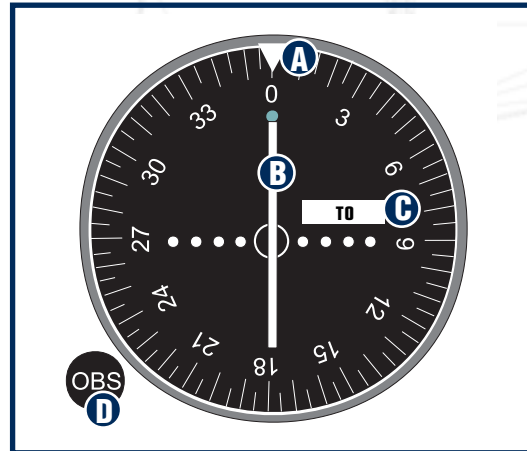


Abbildung 12-4 A - Index, B - CDI, C - Marke, D - OBS-Knopf.

Angenommen, Sie wählen mithilfe des Kurswählers 360 Grad (oder 0 Grad, was 360 Grad entspricht). Die VOR-Anzeige richtet sich jetzt automatisch aus und zeigt an, wo sich der 360 Grad-Kurs des Flugzeugs befindet. Wie Sie sehen, verläuft der 360 Grad-Kurs in 360 Grad-Richtung vollständig durch die VOR-Station. Hätten Sie einen 270 Grad-Kurs eingestellt, würde sich die VOR-Anzeige, wie in Abbildung 12-5B dargestellt, am 270 Grad-Kurs ausrichten. Durch Auswahl des 030 Grad-Kurses mithilfe des Kurswählers richtet sich die Anzeige nach dem in Abbildung 12-5C

dargestellten Kurs. Bei Auswahl des 240 Grad-Kurses richtet sich die Anzeige nach dem in Abbildung 12-5D dargestellten Kurs.

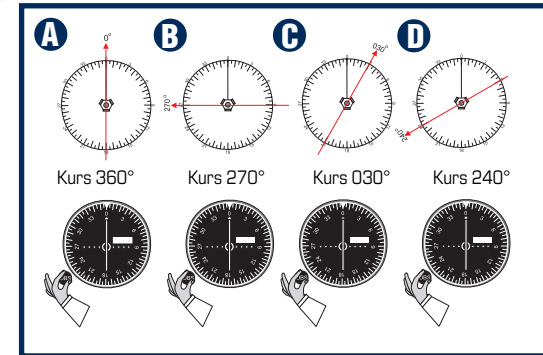


Abbildung 12-5

Beachten Sie, dass der Kurswahlknopf der VOR-Anzeige im Flugsimulator drehbar ist. Bewegen Sie den Mauszeiger über den Kurswähler. Sobald ein Pluszeichen (+) oder ein Minuszeichen (-) angezeigt wird, wählen Sie einen bestimmten Kurs, indem Sie mit der Maustaste darauf klicken.

Angenommen, Sie haben jetzt den 360 Grad-Kurs ausgewählt (360 Grad wird über dem Index angezeigt). Um diesen Kurs zu fliegen, würden Sie auf dem Kursanzeiger auf einen Steuerkurs von 360 Grad gehen. Angenommen, das ist der Fall. Auf der



## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

VOR-Anzeige sollte jetzt eine zentrierte Nadel mit einer TO-Anzeige, also einem nach oben zeigenden Dreieck, zu sehen sein (siehe Abbildung 12-6A).

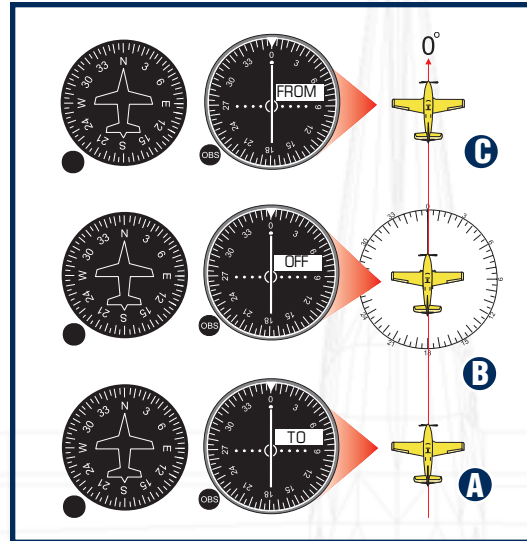


Abbildung 12-6

Befinden Sie sich direkt über der Station (Abbildung 12-6B), ist die (rot und weiß gestreifte) OFF-Anzeige zu sehen. Dies bedeutet, dass Sie momentan weder auf die VOR-Station zu noch von ihr weg fliegen. Einfach ausgedrückt, wenn das Flugzeug in Richtung des ausgewählten Kurses fliegt

und die Nadel zentriert ist, gibt Ihnen die TO- oder FROM-Anzeige an, ob Sie auf die VOR-Station zu oder von ihr weg fliegen.

Während Sie auf dem ausgewählten Kurs fliegen, ändert sich die TO-Anzeige automatisch in eine FROM-Anzeige (nach unten zeigendes Dreieck), sobald Sie die VOR-Station überflogen haben (Abbildung 12-6C).

Was passiert, wenn Sie in die richtige Richtung fliegen, Ihre VOR-Nadel jedoch nicht genau zentriert ist? Dies bedeutet, dass Sie sich noch nicht auf dem richtigen Kurs befinden. In Abbildung 12-7 sind verschiedene Flugzeuge und die entsprechenden VOR-Anzeigen dargestellt. Flugzeug A fliegt einen Kurs von 360 Grad (die Richtung des ausgewählten Kurses). Auf der VOR-Anzeige sehen Sie eine nach rechts gerichtete Nadel mit einer TO-Anzeige. Dies bedeutet, dass sich der ausgewählte Kurs auf der rechten Seite befindet. Wenn sich Flugzeug A auf dem richtigen Kurs befände, würde es direkt auf die Station zu fliegen. Flugzeug A muss nach rechts abdrehen, um den ausgewählten Kurs aufzunehmen. Gleiches gilt für die Flugzeuge C und E. Die Flugzeuge B, D und F müssen nach links abdrehen, um den Kurs aufzunehmen. Beachten Sie, dass die OFF-Marke angezeigt wird, wenn Sie sich querab, d. h. im rechten Winkel zur Station, befinden. Dies bedeutet nicht, dass Sie vom Kurs abgekommen sind. Es

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

bedeutet, dass Sie momentan weder auf die Station zu noch von ihr weg fliegen. Denken Sie daran, die in die eine oder andere Richtung zeigende Nadel gibt Ihnen die Richtung an, in die Sie fliegen müssen.

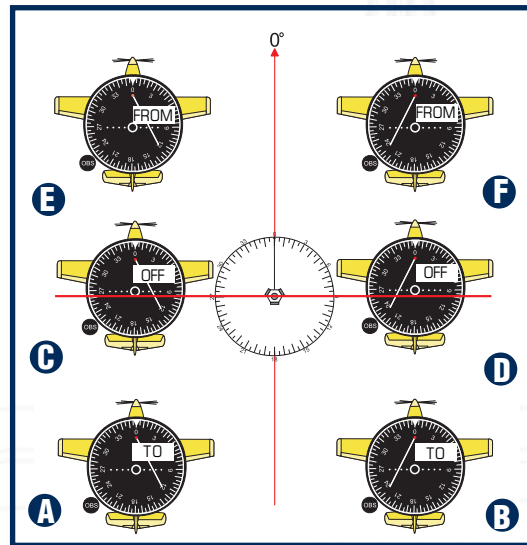


Abbildung 12-7

### Aufnehmen und Verfolgen eines VOR-Kurses

Angenommen, Sie möchten, wie in Abbildung 12-8 dargestellt, vom Flughafen Whatzits starten (und die VOR-Station auf dem 030 Grad-Kurs passieren). (Zu Präzisionszwecken werden Gradwerte unter 100 Grad mit einer 0 davor angegeben. Dadurch wird verhindert, dass Piloten einen Wert von 30 Grad für 300 Grad halten. 030 wird „Null-Drei-Null“ ausgesprochen. Wenn Sie den Kurs so angeben, klingen Sie wie ein erfahrener Flugkapitän.) Ihr Ziel ist der Flughafen von Yazoo. Er liegt auf dem 030 Grad-Kurs von VOR Rodster weg.

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

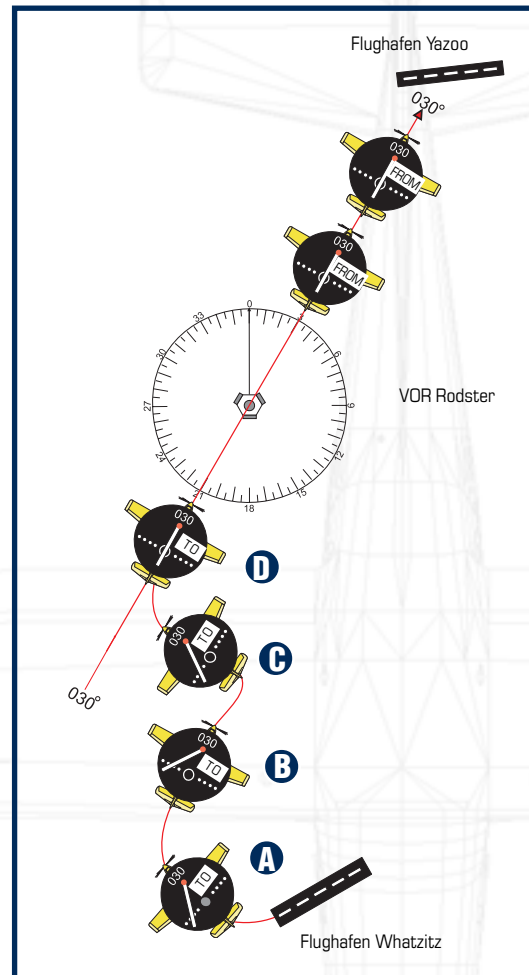


Abbildung 12-8

Sie haben den Kurswähler auf 030 eingestellt und starten in Whatzitz. Auf der VOR-Anzeige sehen Sie eine nach links ausgerichtete Nadel mit der Anzeige TO. Eine Anzeige mit einer nach rechts oder links ausgerichteten Nadel gibt noch keinen Aufschluss darüber, auf welcher Seite des ausgewählten Kurses sich das Flugzeug befindet. Um dies festzustellen, müssen Sie das Flugzeug eigenhändig in Richtung des ausgewählten Kurses drehen (oder sich zumindest vorstellen, dass Sie sich in diese Richtung drehen). Warum? Die VOR-Nadel und die Markierungsanzeigen sind vom Steuerkurs des Flugzeugs völlig unabhängig.

Ich kann auf diese Tatsache nicht häufig genug hinweisen: VORs sagen nichts darüber aus, in welche Richtung das Flugzeug fliegt. Das liegt daran, dass die VOR-Bordanzeige darauf programmiert ist, immer in Richtung des ausgewählten Kurses zu zeigen. Aus der Anzeige ist lediglich zu erkennen, ob Sie sich rechts oder links vom ausgewählten Kurs befinden, und ob Sie auf die Station zu oder von ihr weg fliegen.

Offensichtlich befindet sich der 030 Grad-Kurs nicht links vom Flugzeug. Wenn Sie das Flugzeug aber in Richtung des ausgewählten Kurses (030 Grad) drehen, dann zeigen Nadel und Anzeige genau diesen Kurs an. Jetzt, und wirklich nur jetzt, können Sie anhand der Nadel sehen, dass sich der ausgewählte Kurs tatsächlich



## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

links neben dem Flugzeug befindet. Die TO-/FROM-Anzeige gibt an, dass Sie, sobald Sie auf dem Kurs sind und einen Steuerkurs von 030 Grad fliegen, auf die VOR-Station zu fliegen (unter der Voraussetzung, dass Sie nicht durch den Wind vom Kurs abgebracht werden).

Ich weiß, dass Ihnen noch eine Frage durch den Kopf geht: Wenn Sie eine Kurve nach links fliegen müssen, um auf dem 030 Grad-Kurs zu bleiben, um wie viel Grad nach links müssen Sie dann abdrehen? Die Antwort lautet: mehr als 0 und weniger als 90 Grad. Ihre Auswahl hängt davon ab, wie schnell Sie den Kurs wieder aufnehmen möchten. Wenn die VOR-Nadel vollständig ausschlägt, ist nicht unbedingt zu erkennen, ob der ausgewählte Kurs eine Meile oder 100 Meilen entfernt ist. In solchen Situationen sollten Sie versuchen, so schnell wie möglich wieder auf Kurs zu kommen. Fliegen Sie also im 90 Grad-Winkel auf den Kurs zu. Versuchen Sie herauszufinden, welcher Steuerkurs 90 Grad links von 030 Grad liegt. Werfen Sie einfach einen Blick auf den Kompass und zählen Sie 90 Grad vom ausgewählten Kurs nach links (Abbildung 12-9). Wenn Sie einen Steuerkurs von 300 Grad fliegen (dieser verläuft im rechten Winkel zum ausgewählten Kurs), treffen Sie in kürzester Zeit auf diesen.

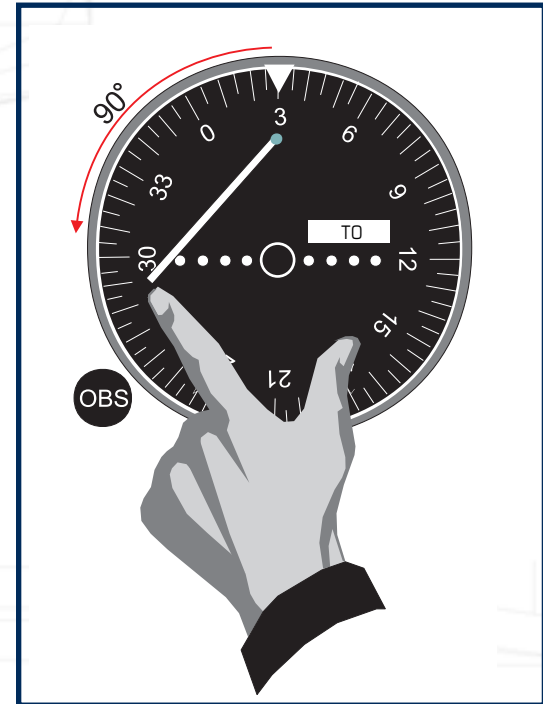


Abbildung 12-9

Wenn Sie sich Abbildung 12-8 noch einmal ansehen, stellen Sie fest, dass Flugzeug B eine Kurve nach links fliegen muss, um auf den Kurs von 030 Grad zu gelangen. Um wie viel Grad nach links muss das Flugzeug abdrehen? Die Antwort lautet: mehr als 0 und weniger als 90 Grad. Wenn Sie in

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

kürzester Zeit auf den Kurs treffen möchten, müssten Sie auf einen Steuerkurs von 300 Grad drehen (im rechten Winkel zum ausgewählten Kurs), wie von Flugzeug C in Abbildung 12-8 dargestellt.

Machen Sie sich keine Sorgen, wenn Sie es anfangs nicht so präzise schaffen. Wie schnell die Nadel zentriert werden kann, hängt von der Entfernung zur Station ab. Mit etwas Erfahrung werden Sie lernen, wie schnell sich die Nadel der Mitte nähert, und wann Sie wieder eine Kurve fliegen müssen, um auf den VOR-Kurs einzuschwenken.

### Fliegen auf einem ausgewählten Kurs von der VOR-Station weg

Es gibt noch weitere Möglichkeiten, VOR zu nutzen. Angenommen, Sie befinden sich in der Nähe des Flugplatzes Ulost in der Luft (Flugzeug A in Abbildung 12-10) und möchten den Flughafen Wongway anfliegen. Da dies eine VOR-Lektion ist, benutzen Sie das VOR, um Wongway zu finden. Stellen Sie sich folgende Frage: „Wie komme ich am besten zum VOR Bigfoot?“ Sie können davon ausgehen, dass irgendein Kurs immer zu einer VOR-Station führt. Woher aber weiß man, welcher Kurs das ist? Ich zeige Ihnen, wie Sie das herausfinden können.

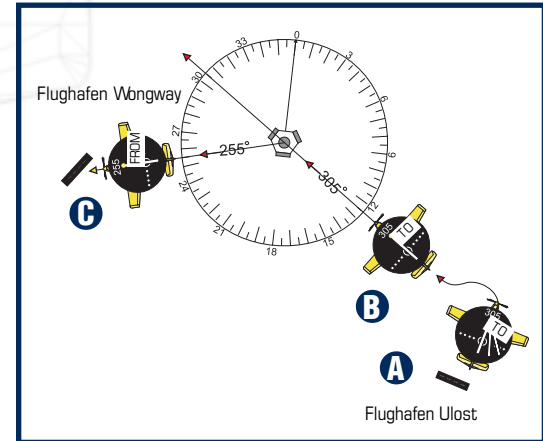


Abbildung 12-10

Stellen Sie Ihren Navigationsempfänger auf die Frequenz von VOR Bigfoot ein, und drehen Sie den Kurswähler, bis Sie eine TO-Anzeige mit zentrierter Nadel erhalten (siehe Flugzeug B in Abbildung 12-10). Lesen Sie auf dem Index den ausgewählten Kurs ab. In diesem Fall liegt VOR Bigfoot auf einem Kurs von 305 Grad. Gehen Sie auf einen Steuerkurs von 305 Grad, und fliegen Sie diesen Kurs zur VOR-Station, wie dies von Flugzeug B demonstriert wird. Ganz einfach, oder?





## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

Sie erfahren jetzt, wie Sie vorgehen müssen:

1. Erkennen der Windeinwirkung auf das Flugzeug. In Abbildung 12-11 hat Flugzeug A gerade den 030 Grad-Kurs zur VOR-Station aufgenommen. Bei Windstille könnte Flugzeug A einen 030 Grad-Steuerkurs halten und mit zentrierter Nadel zur VOR-Station fliegen. Bei etwas Wind würde Flugzeug A jedoch mit Sicherheit vom Kurs abweichen. Das Bestimmen der Windrichtung und die Durchführung der entsprechenden Korrektur sind für eine erfolgreiche Navigation sehr wichtig.

Um die Windeinwirkung auf das Flugzeug zu erkennen, drehen Sie das Flugzeug in Richtung des ausgewählten Kurses (in diesem Beispiel sind dies 030 Grad). Jetzt müssen Sie etwas warten. Bei Windstille sollte die Nadel zentriert (oder fast zentriert) sein. Bei Seitenwind schlägt die Nadel etwas zur Seite aus, wie bei Flugzeug B zu sehen ist. Wie weit darf die Nadel ausschlagen, bis Sie den Kurs wieder aufnehmen sollten? In diesem Fall empfiehlt es sich, die Nadel etwas ausschlagen zu lassen (weniger als einen Punkt auf der VOR-Anzeige), und dann die Korrektur vorzunehmen.

2. Wiederaufnehmen des Kurses. Schlägt die Nadel nach links aus, befindet sich der ausgewählte Kurs wie bei Flugzeug B auf der linken Seite. Das Flugzeug weicht rechts vom Kurs ab (was bedeutet, dass der Seitenwind von links kommt). Sobald Sie die Windrichtung bestimmt haben, müssen Sie zuerst wieder auf den Kurs gehen, bevor Sie die Windeinwirkung ausgleichen können. Sie kommen zurück auf Kurs, indem Sie wie bei Flugzeug C in Abbildung 12-11 eine 20 Grad-Kurve fliegen. (Bei starken Winden ist es manchmal erforderlich, eine 30 bis 40 Grad-Kurve zu fliegen.)
3. Ausgleichen der Windeinwirkung. Sobald der Kurs wieder aufgenommen wurde, folgt als dritter Schritt der Ausgleich der Windeinwirkung. Sie müssen den Windstoß ausgleichen, indem Sie das Flugzeug in den Wind drehen. Und wie weit? Dies hängt von verschiedenen Faktoren ab, u. a. von Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Eigentlich sind diese Faktoren gar nicht so wichtig. Beginnen Sie einfach mit einem 10 Grad-Winkel für die Korrektur, und passen Sie auf, was passiert. Es ist wie im Kino. Man weiß nie, wie gut oder schlecht der Film ist, bevor man ihn

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

gesehen hat (obwohl der letzte Film so schlecht war, dass ich gehen musste. Leider lief er im Fernsehen, so dass ich meine eigene Wohnung verlassen habe). Sobald Sie sich auf dem Kurs befinden, drehen Sie das Flugzeug so, dass es 10 Grad gegen den Wind zeigt. (Dies bedeutet, dass der Kurs jetzt wie bei Flugzeug D in Abbildung 12-11 bei 020 Grad liegt.) Haben Sie Geduld. Warten Sie ab, was passiert.

Wie Sie sehen, fliegt Flugzeug E direkt auf dem 030 Grad-Kurs auf die VOR-Station zu. Die Nadel hat sich nicht bewegt. Herzlichen Glückwunsch! Sie haben die Windeinwirkung erfolgreich ausgeglichen. Und Sie können von Glück reden, wenn Sie, und das gilt eigentlich auch für jeden erfahrenen Pilot, den richtigen Winkel für den Ausgleich auf Antrieb finden. In der Praxis müssen Sie wahrscheinlich mindestens zwei Versuche unternehmen, bis Sie den richtigen Winkel ermittelt haben. Dasselbe Ausgleichsprinzip bei Windeinwirkung gilt auch, wenn ein bestimmter Kurs von der VOR-Station weg verfolgt wird.

Gut gemacht! Sie sind auf dem besten Wege, die höheren Weihen der VOR-Verfolgung zu erlangen und Meister aller meteorologischen Kräfte und der Luftnavigation zu werden. Sie werden in weißen Gewändern auf dem Flugplatz umherspazieren. Piloten aus aller Welt kommen zu Ihnen, um Sie um Rat zu fragen. Fernsehshows! Liveauftritte! Bedenken Sie die Möglichkeiten. Zumindest erreichen Sie Ihr Ziel ohne Probleme.

Es ist an der Zeit, ihre VOR-Navigationskünste in einer Flugstunde für Privatpiloten unter Beweis zu stellen. Lesen Sie als nächstes das Flugsicherungshandbuch, und nehmen Sie an einer Unterrichtsstunde zum Thema Flugsicherung teil. Machen Sie zu guter Letzt Ihren Prüfungsflug für den Privatpilotschein.

## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

### VORs und Luftstraßen

Bisher wurden alle VOR-Routen als Kurse bezeichnet, und das aus gutem Grund. Dadurch lässt sich der ganze Prozess einfacher verstehen. Um Lektionen für Fortgeschrittene, z. B. Instrumentenlandeanflüge, durchführen zu können, müssen Sie nicht nur einen bestimmten Kurs, sondern auch ein bestimmtes Radial zu und von einer VOR-Station verfolgen können. Wenn Piloten über den Flug auf einem bestimmten Kurs zu oder von einer VOR-Station sprechen, können sie genauso gut über das Fliegen zu oder von einer VOR-Station auf einem der 360 Grad-Radiale sprechen.

Denken Sie zunächst an die letzte Autofahrt zurück, bei der Sie durch eine Kleinstadt fahren. Angenommen, die Straße führte durch diese Stadt nach Norden, wie in Abbildung 12-12A dargestellt. Beim Einfahren und Verlassen der Stadt zeigte Ihr Auto nach Norden (360 Grad), in dieselbe Richtung wie die Straße. Wenn der Teil der Straße, die aus der Stadt hinausführt, einen anderen Namen hätte als der Teil, der in die Stadt hineinführt, würde sich dies auf die Richtung Ihres Autos bei der Durchfahrt durch die Stadt bemerkbar machen? Natürlich nicht. Deshalb kann der Teil der Straße, der nach Süden aus der Stadt herausführt, Bundesstraße 180, und der Teil, der nach Norden aus der Stadt herausführt, Bundesstraße 360 genannt werden (s. Abbildung 12-12B). Jetzt wäre es doch korrekt zu sagen, dass Sie auf der Bundesstraße 180 in die Stadt hinein- und auf der Bundesstraße 360 aus der Stadt herausgefahren sind. Die Richtung hat sich trotz der verschiedenen Benennungen nicht geändert.



## LEKTION 12: VOR-NAVIGATION

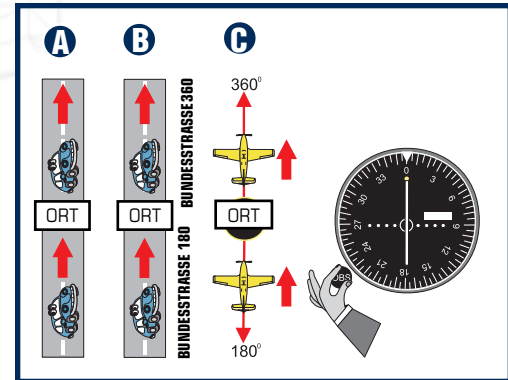


Abbildung 12-12

Die VOR-Navigation erfolgt praktisch auf dieselbe Art und Weise, wie in Abbildung 12-12C zu sehen ist. Auf Ihrem Weg in Richtung Norden nach VOR Town, fliegen Sie auf dem 180 Grad-Radial auf die VOR-Station zu und auf dem 360 Grad-Radial von der VOR-Station weg. In beiden Fällen zeigt die Luftstraße in Richtung 360 Grad, genau wie die Straße auf dem Boden. Die Benennung einer einzelnen Straße nach Radialen, die auf eine VOR-Station zu und von ihr weg führen, ist manchmal seltsam. Instrumentenpiloten müssen sich die VOR-Navigation jedoch so vorstellen. Wenn Sie aufgefordert werden, einen Kurs zu einer VOR-Station auf dem 180 Grad-Radial aufzunehmen und zu verfolgen, müssen Sie deshalb daran denken, den Kurswähler auf 360 Grad einzustellen (oder den 180 Grad-Gegenkurs des Radials, auf dem Sie den Kurs bis zur Station verfolgen). Bis Sie mit Instrumentenlandeanflügen beginnen, betrachten Sie einfach alle VOR-Routen als Kurse.

# LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

## Fluglage, Leistung und Trimmung

In den meisten vorausgegangenen Flugstunden haben Sie das Fliegen kennen gelernt, indem Sie durch die Windschutzscheibe auf den Horizont und die Erde geblickt haben. Angenommen, Sie müssten ohne sie auskommen. Nein, nicht ohne Windschutzscheibe. Gemeint sind die sichtbaren Bezugspunkte. Das ist nämlich der Fall, wenn Sie in einer Wolke fliegen. Falls Sie es nicht wissen sollten: In einer Wolke können Sie nicht allzu weit sehen, d. h. es ist unwahrscheinlich, dass Sie den Horizont erkennen können. Ohne visuelle Bezugspunkte müssen Sie sich zur Steuerung des Flugzeugs auf die Instrumente im Flugzeug verlassen. Genau um dieses Thema geht es in den folgenden drei Lektionen.

Sie lernen das dreistufige Verfahren zum Überwachen der Instrumente. Dasselbe Verfahren wird verwendet, um die Flugschüler auf die Instrumentenfluglizenz vorzubereiten (eine Lizenz, mit der sie auch in Wolken fliegen dürfen). Wenn Sie sich für jede Stufe ausreichend Zeit nehmen, erlangen Sie ähnliche Fähigkeiten wie Verkehrspiloten sie haben. Der einzige Unterschied besteht darin, dass hinter

Ihnen nicht 150 bis 400 Personen sitzen, die alles, was Sie tun, mit Argusaugen beobachten. Zunächst sollten Sie wissen, was der Instrumentencheck überhaupt bedeutet.

## Der Überwachungsplan

Wenn Piloten vom Instrumentencheck sprechen, haben sie eine genaue Vorstellung davon. Gemeint ist die Überwachung der sechs Fluginstrumente auf dem Instrumentenbrett des Flugzeugs (Siehe Abbildung 13-1). Die Überwachung besteht nicht nur darin, den Kopf schnell genug hin und her zu bewegen, sodass die Augen in ihren Augenhöhlen klappern wie Murmeln in einer Schachtel. Es handelt sich hierbei um einen strukturierten Vorgang, bei dem Sie wissen müssen, welche Instrumente wann zu überwachen sind und welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Deshalb wurde der Check in drei einfache Stufen unterteilt. Im Folgenden werden alle drei Stufen dargestellt. Es empfiehlt sich jedoch, jede Stufe einzeln durchzugehen, bevor Sie alle Stufen zu einem reibungslosen Vorgang kombinieren.

## LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS



Abbildung 13-1

### Die drei Stufen

Im Folgenden sind die drei Stufen in der Abfolge aufgeführt, in der sie ausgeführt werden sollten:

- STUFE 1: Wählen Sie die Fluglage, Leistung und Trimmung.
- STUFE 2: Überprüfen Sie die Hauptinstrumente systematisch.
- STUFE 3: Trimmen Sie mit dem Variometer, und überprüfen Sie die 6 Hauptinstrumente.

Diese drei Stufen werden in dieser Abfolge jedes Mal ausgeführt, wenn Sie eine größere Änderung an der Fluglage vornehmen. Wenn Sie sich z. B. auf einem

horizontalen Geradeausflug befinden und in einen Steigflug übergehen möchten, stellt dies eine größere Änderung an der Fluglage dar. Der Übergang von einem geraden Steigflug in eine Steigflugkurve bedeutet ebenfalls eine größere Änderung der Fluglage. Jede Kombination aus den grundlegenden Flugmanövern bewirkt eine größere Änderung an der Fluglage. Alle drei Stufen sollten etwa 15 bis 20 Sekunden in Anspruch nehmen. In dieser Lektion beschäftigen Sie sich mit Stufe 1. Stufe 2 und 3 werden in den nächsten beiden Lektionen behandelt. Sobald Sie alle Stufen beherrschen, sind Sie auch in der Lage, anhand der Instrumente zu fliegen.

### Das wichtigste Instrument

Stufe 1 des Instrumentenchecks befasst sich mit einem der wichtigsten Instrumente im Flugzeug - dem Fluglageanzeiger, auch künstlicher Horizont genannt. Wenn Sie in Stufe 1 eine Fluglage festlegen, blicken Sie auf den Fluglageanzeiger und nirgendwo anders hin. Sie können sich dies erlauben, da der Fluglageanzeiger Informationen sowohl über die Längs- als auch über die Querneigung anzeigt. Andere Instrumente in dieser Gruppe zeigen Ihnen entweder nur Informationen über die Längsneigung oder über die Querneigung an, aber nicht beides zugleich. Deshalb ist der Fluglageanzeiger so wichtig. Bevor Sie sich mit Stufe 1 befassen, müssen Sie jedoch den so genannten Reflex für die Stabilisierung der Quer- Längsneigung kennen lernen.



## LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

Der Reflex für die Stabilisierung der Quer- und Längsneigung ist eine Fähigkeit, die zum Halten einer bestimmten Fluglage erforderlich ist. Das Halten einer bestimmten Fluglage ist gar nicht so einfach. Piloten werden häufig durch die Überwachung der Instrumente abgelenkt, und das Flugzeug wird häufig von Turbulenzen gestört. Beide Faktoren können eine Querneigung verursachen, wodurch unbeabsichtigt eine Kurve geflogen wird. Erfahrene Piloten korrigieren die unerwünschte Längs- und Querneigung sofort mit diesem Reflex. Ohne darüber nachzudenken bewegen Sie automatisch den Steuerknüppel und bringen das Flugzeug in die Ausgangslage zurück. Wenn Sie diesen Vorgang nicht eingeübt haben, müssen Sie erst nachdenken, bevor Sie reagieren. Ein langsamer Reflex ist vielleicht beim Steuern eines Luftschiffs ausreichend, bei einem Flugzeug jedoch nicht.

In den interaktiven Flugstunden bekommen Sie Gelegenheit, Ihren Reflex für die Stabilisierung der Quer- und Längsneigung zu üben. Lassen Sie sich bei dieser Übung Zeit. Es sei hier unterstrichen, wie wichtig dieser Vorgang ist. Ich verbringe einige Stunden mit meinen Schülern im Flugzeug, um ihnen zu vermitteln, in welche Richtung sie den Steuerknüppel bewegen müssen, damit die Quer- und Längsneigung stabilisiert werden können. Wenn Sie das Gefühl haben, diesen Reflex zu beherrschen (und Ihre Arme noch immer bewegen

können), können Sie mit Stufe 1 der dreistufigen Überwachung beginnen.

### Stufe 1 des Checks

In Stufe 1 müssen Sie die Fluglage, Leistung und Trimmung festlegen. Wenn Sie sich z. B. auf einem horizontalen Geradeausflug befinden (Abbildung 13-2) und in einen Steigflug übergehen möchten (d. h. eine größere Änderung an der Fluglage vornehmen), müssen Sie eine Steiglage festlegen, die Leistung für diesen Steigflug erhöhen und dann trimmen. Konzentrieren Sie sich hierzu ganz auf den Fluglageanzeiger.

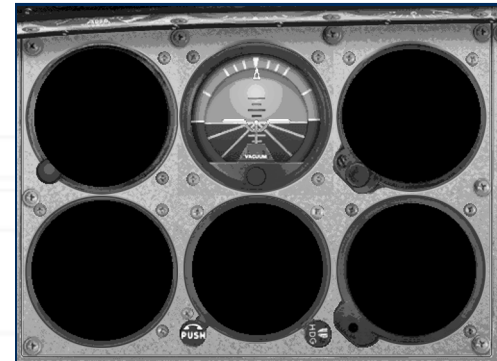


Abbildung 13-2

Ihre Erfahrung sagt Ihnen, mit welcher Fluglage Sie den gewünschten Flugzustand erreichen können. Sie erinnern sich sicherlich noch an diese Fluglagen aus den vorangegangenen Lektionen. Wenn nicht, emp-

## LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

fehlt es sich, diese jetzt nachzuschlagen. In Abbildung 13-3 wird die ungefähre Längsneigung dargestellt, die für einen Steigflug mit 80 Knoten bei voller Leistung erforderlich ist (Nase 13 Grad nach oben).

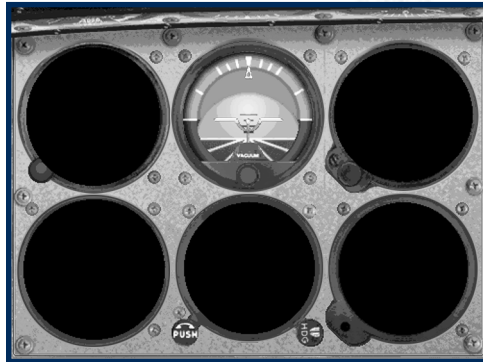


Abbildung 13-3

Im Folgenden wird die Abfolge gemäß Stufe 1 beschrieben, wenn Sie aus einem horizontalen Geradeausflug in einen Steigflug übergehen möchten:

1. Heben Sie die Nase des Flugzeugs auf 13 Grad an. Sie können sich nicht sicher sein, dass Sie mit dieser Einstellung genau 80 Knoten erreichen, aber das spielt jetzt keine Rolle. Sie möchten das Flugzeug nur in eine ungefähre Fluglage bringen. Mit den Einzelheiten beschäftigen Sie sich später.

2. Erhöhen Sie die Leistung nach dem Erreichen der Längsneigung auf 2550 Umdrehungen. (Erhöhen Sie erst die Leistung, wenn das Flugzeug bereits mit dem Steigflug begonnen hat. Durch die Steigfluglage wird der Propeller aerodynamisch stärker belastet. Dies verhindert, dass der Motor überdreht, wenn Sie die Leistung erhöhen).
3. Trimmen Sie, um die Steigfluglage zu halten. (Hier dürfte eine ungefähre Trimmung reichen. Die endgültige Trimmung wird in Stufe 3 des dreistufigen Checks vorgenommen).

Hervorragend! Molto bene. Jetzt können Sie Stufe 1 der Überwachung auf die Fluglageänderung vom Steigflug in den horizontalen Geradeausflug anwenden.

### Übergang vom Steigflug in den horizontalen Geradeausflug

Wenn Sie sich im Steigflug befinden, können Sie durch Stufe 1 des Instrumentenchecks in den horizontalen Geradeausflug übergehen.

1. Senken Sie die Nase des Flugzeugs auf die Fluglage für den horizontalen Geradeausflug (Abbildung 13-2). Sie wissen nicht genau, ob Sie einen präzisen horizontalen Geradeausflug durchführen, aber das spielt im Moment keine Rolle.

## LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

2. Warten Sie etwa 10 Sekunden, und verringern Sie dann die Leistung auf eine Reiseflugeinstellung von 2300 Umdrehungen. (Warum sollten Sie 10 Sekunden warten? Weil das Flugzeug schnell auf Reisefluggeschwindigkeit beschleunigt werden soll, bevor die Leistung verringert wird. In der nächsten Lektion warten Sie, bis Sie eine Reisefluggeschwindigkeit von mindestens 100 Knoten erreicht haben, bevor Sie die Leistung verringern. Da Sie die Fluggeschwindigkeit nicht sehen können, warten Sie in dieser Übung 10 Sekunden).
3. Sobald die Leistung verringert wurde, trimmen Sie, um die Fluglage für den horizontalen Geradeausflug zu halten.

Jetzt erfahren Sie, wie Sie den Übergang vom horizontalen Geradeausflug in den Sinkflug gemäß Stufe 1 übergehen. Dabei ist es wichtig, die richtige Fluglage für den Sinkflug zu kennen. Bei Sinkflügen liegt die Fluggeschwindigkeit in der Regel höher als bei Steigflügen. Wählen Sie deshalb eine Längsneigung von einem halben Grad nach unten wie in Abbildung 13-4 angezeigt. So erzielen Sie einen Sinkflug mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 Knoten. Denken Sie an die Reihenfolge: Fluglage, Leistung und Trimmung. So sollte es funktionieren.



Abbildung 13-4

### Übergang vom horizontalen Geradeausflug in den Sinkflug

1. Wählen Sie die richtige Fluglage für den Sinkflug (Abbildung 13-4).
2. Nehmen Sie die Leistung schnell auf Leerlauf zurück. (Im Idealfall werden die Fluglage und die Leistung gleichzeitig geändert. Durch Verringern der Leistung sinkt die Nase automatisch nach unten. Dies erleichtert das Erreichen der richtigen Fluglage für den Sinkflug. Wenn die Nase gesenkt wird, ohne die Leistung zu verringern, erhöht sich die Fluggeschwindigkeit und wird unter Umständen zu hoch.)
3. Trimmen Sie, um die gewünschte Sinkfluglage beizubehalten.

Gehen Sie jetzt aus einer Sinkfluglage in den horizontalen Geradeausflug über. Denken Sie an die Reihenfolge: Fluglage, Leistung und Trimmung.



## LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

### Übergang vom Sinkflug in den horizontalen Geradeausflug

1. Wählen Sie die Fluglage für den horizontalen Geradeausflug (Abbildung 13-2).
2. Erhöhen Sie die Leistung auf 2300 Umdrehungen. Wenn Sie zu lange mit dem Erhöhen der Leistung warten, verringert sich die Fluggeschwindigkeit. Deshalb wird die Leistung am besten erhöht, sobald das Flugzeug die Fluglage für den horizontalen Geradeausflug erreicht hat.
3. Trimmen Sie, um die gewünschte Fluglage zu halten.

Dies war eine sehr wichtige Lektion des theoretischen Unterrichts. Es sind häufig die kleinen Dinge, die Instrumentenpiloten Schwierigkeiten bereiten, wie z. B. zu erkennen, wie und wann die Leistung geändert werden muss. Zugegeben, dies mag nicht allzu aufregend sein, es lohnt sich aber, dies alles zu verstehen. Üben Sie jetzt unter Beachtung von Stufe 1 des Instrumentenchecks den Übergang vom horizontalen Geradeausflug in den Kurvenflug (eine weitere größere Änderung an der Fluglage).

### Übergang in Steigflug- und Sinkflugkurven

In den vorangegangenen Lektionen haben Sie gelernt, dass Kurven mit einer Querneigung von 20 bis 30 Grad geflogen werden. Dies gilt auch für den Instrumentenflug. Sie sollten es vermeiden, Kurven mit einer Querneigung von über 30 Grad zu fliegen. Warum? Durch eine zu scharfe Kurve wird der Pilot bei einem Instrumentenflug überlastet. Der Instrumentenflug erfordert hohe Konzentration. Das Letzte, was der Pilot jetzt noch gebrauchen kann, ist ein Kampf mit den aerodynamischen Kräften bei scharfen Kurven. Nehmen Sie beim Instrumentenflug für alle Kurven eine Querneigung von 20 Grad. Kurvenflüge mit anderen Querneigungen werden Sie später lernen, z. B. Standardkurven.

Da Sie bereits ausreichend Erfahrung mit dem Kurvenflug haben, kombinieren Sie in Stufe 1 des Instrumentenchecks den Kurvenflug mit dem Übergang in den Steigflug. Dies ist wie ein ausgefallener Tanzschritt, bei dem Bewegungen kombiniert werden, ohne dass dabei jemandem auf die Füße getreten wird. Das Geheimnis liegt darin, eine Kurve mit 20 Grad Querneigung einzuleiten, während Sie gleichzeitig das Flugzeug in den Steigflug bringen. Das funktioniert folgendermaßen:

## LEKTION 13: DIE ERSTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

### Übergang in eine Steigflugkurve

1. Rollen Sie in eine Rechtskurve mit einer Querneigung von 20 Grad, und heben Sie gleichzeitig die Nase des Flugzeugs an (Abbildung 13-5).
2. Erhöhen Sie die Leistung nach dem Erreichen der Längsneigung auf Volle Leistung.
3. Trimmen Sie, um die Steigfluglage zu halten.

Versuchen Sie jetzt gemäß Stufe 1 den Übergang in eine Sinkflugkurve nach links.



Abbildung 13-5

### Übergang in eine Sinkflugkurve nach links

1. Wählen Sie die Fluglage für die Sinkflugkurve nach links (Abbildung 13-6).
2. Nehmen Sie die Leistung gleichzeitig auf Leerlauf zurück.
3. Trimmen Sie, um diese Fluglage zu halten.



Abbildung 13-6

Denken Sie daran, dass Sie hier Stufe 1 des dreistufigen Instrumentenchecks üben. Sobald Sie die Faktoren Fluglage, Leistung und Trimmung beherrschen, sind Sie für Stufe 2 gerüstet. Stufe 2 zeigt Ihnen, wie Sie die verschiedenen Fluglagen aus Stufe 1 optimieren können. Bevor Sie mit der nächsten Lektion beginnen, sollten Sie Ihre hier erworbenen Fähigkeiten in der interaktiven Flugstunde üben.

# LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

## Systematisches Überprüfen der Hauptinstrumente

Stufe 1, Stufe 2, Stufe 3: Klingt das nicht wie ein Treppenwitz? Die Instrumentenüberwachung kann am besten in leicht beherrschbaren Stufen erlernt werden. Ihre Augen bewegen sich dabei in einer bestimmten Abfolge über das Instrumentenbrett. Sie haben Stufe 1 des dreistufigen Checks erlernt. Jetzt geht es weiter mit Stufe 2.

In Stufe 1 haben Sie gelernt, das Flugzeug nur mithilfe des Fluglageanzeigers (auch künstlicher Horizont genannt) in eine beliebige Fluglage zu bringen. Wenn Sie jedoch lediglich den Fluglageanzeiger zur Überwachung der Fluglage verwenden, können Sie auch mit Kanonen auf Spatzen schießen. Es funktioniert, aber die Spatzen finden das vermutlich unfair: Als Instrumentenpilot müssen Sie den Steuerkurs, die Flughöhe und Fluggeschwindigkeit genau im Griff haben. Sobald Sie also eine neue Fluglage in Stufe 1 ausgewählt haben, können Sie mit Stufe 2 fortfahren. In dieser Stufe erfolgt eine systematische Überwachung der Hauptinstrumente sowie die Feinabstimmung der in Stufe 1 ausgewählten Fluglage.

Hier noch einmal die drei Stufen zur Erinnerung: Diese drei Stufen werden in

dieser Abfolge jedes Mal ausgeführt, wenn Sie eine größere Änderung an der Fluglage vornehmen. Alle drei Stufen in dieser Abfolge sollten zusammen etwa 15 bis 20 Sekunden in Anspruch nehmen.

STUFE 1: Wählen Sie die Fluglage, Leistung und Trimmung.

STUFE 2: Überprüfen Sie die Hauptinstrumente systematisch.

STUFE 3: Trimmen Sie mit dem Variometer, und überprüfen Sie die wichtigsten 6 Instrumente.

Der Zweck von Stufe 2 besteht in der Überwachung von mindestens einem Fluginstrument und dem Anpassen von Querneigung, Längsneigung oder der Leistung zur Einstellung der gewünschten Fluglage. So können Sie den gewünschten Steuerkurs sowie die gewünschte Fluggeschwindigkeit und -höhe genau halten. Der Begriff systematische Überwachung besagt, dass Sie beim Check zuerst auf den Fluglageanzeiger sehen, dann ein Hauptinstrument auf dem Instrumentenbrett überprüfen und schließlich wieder auf den Fluglageanzeiger blicken. Das Überwachungsmuster verläuft immer gleich. Denken Sie an den Weg, den Ihre Augen mitverfolgen, wenn Sie von der Radnabe eines Fahrrads die Speiche entlang und wieder zurück blicken (Siehe Abbildung 14-1).



## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

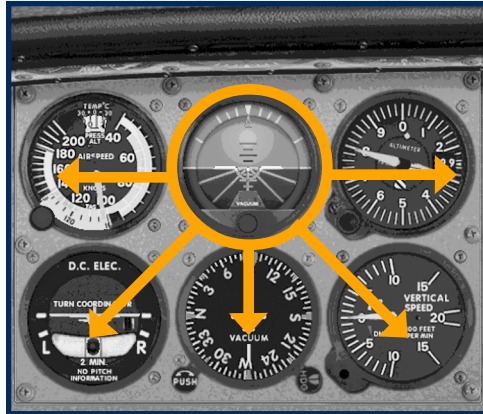


Abbildung 14-1

Alle Hauptinstrumente sind wichtig. Sie liefern Ihnen die wichtigsten Informationen für die präzise Steuerung von Längsneigung, Querneigung und Leistung. Bei jeder von Ihnen gewählten Fluglage werden drei Hauptinstrumente eingesetzt: eines für die Längsneigung, eines für die Querneigung und eines für die Leistung. Woher aber wissen Sie, welche Instrumente das sind? Schließlich stehen Ihnen mehrere Instrumente zur Auswahl. Um diese Frage zu beantworten, sollten wir einen Hamburger essen gehen.

### Bezeichnungen der Instrumente

Wenn Sie in einem Hamburger-Restaurant etwas zu essen bestellen, drückt die Bedienung einen Knopf mit dem Bild der von Ihnen bestellten Speise. Wenn Sie also eine Cola bestellen, drückt sie die Taste, auf der eine Cola zu sehen ist. Mit dieser kleinen visuellen Hilfe kann sich die Bedienung mit wichtigeren Dingen wie Philosophie, Ethik und einem neuen Beweis für den letzten Satz von Fermat beschäftigen. Wenn Sie natürlich sagen: „Guten Morgen“, könnte die Bedienung sagen: „Tut mir leid, diese Taste habe ich nicht.“ Verwenden wir doch ein ganz ähnliches Beschriftungssystem, um die Hauptinstrumente auf dem Instrumentenbrett zu erkennen.

Kleben Sie die Beschriftungen wie in Abbildung 14-2 dargestellt auf Ihrem Computerbildschirm unter jedes gezeigte Instrument (mit Ausnahme des Variometers). Verwenden Sie dazu einen schmalen Streifen mit der Klebekante von gelben Haftzetteln. Verwenden Sie keine Zettel mit Sekundenkleber (im Hamburger-Restaurant ist immer ein Job frei, wenn Sie das tun!).

## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS



Abbildung 14-2

### Bestimmen der Hauptinstrumente

In Abbildung 14-2 sind die Hauptinstrumente für jede mögliche Flugsituation dargestellt. Angenommen, Sie haben soeben die Fluglage für einen horizontalen Geradeausflug gewählt. Welche Hauptinstrumente sollten Sie nach dem Prinzip der systematischen Überwachung überprüfen? Sehen Sie auf das Instrumentenbrett, und suchen Sie die Instrumente mit den Beschriftungen Geradeausflug (Kursanzeiger) und Horizontalflug (Höhenmesser). Mithilfe des Kursanzeigers fliegen Sie geradeaus, und mithilfe des Höhenmessers fliegen Sie horizontal. Der Drehzahlmesser zeigt die gewählte Leistung an. Anders ausgedrückt,

Sie können die Fluglage für einen horizontalen Geradeausflug fein abstimmen, indem Sie lediglich diese drei Instrumente überwachen. Einfach, was?

Angenommen, Sie haben soeben das Flugzeug in die Fluglage für einen geraden Steigflug (oder Sinkflug) gebracht. Welche Hauptinstrumente sollten Sie nach dem Prinzip der systematischen Überwachung überprüfen? Suchen Sie die Instrumente mit den Beschriftungen Geradeausflug (Kursanzeiger) und Steigflug (Fahrtmesser). Mithilfe des Kursanzeigers fliegen Sie geradeaus, und mithilfe des Fahrtmessers bestimmen Sie die richtige Längsneigung für einen Steig- oder Sinkflug. Der Drehzahlmesser zeigt die gewählte Leistung an.

Angenommen, Sie haben nun das Flugzeug in die Fluglage für eine horizontale Kurve gebracht. Welche Hauptinstrumente sollten Sie nach dem Prinzip der systematischen Überwachung überprüfen? Suchen Sie die Instrumente mit den Beschriftungen Horizontalflug (Höhenmesser) und Kurvenflug (Wendeanzeiger). Mithilfe des Höhenmessers fliegen Sie horizontal, und mithilfe des Wendeanzeigers können Sie die gewünschte Kurve erforderliche Querneigung bestimmen (dies wird zu einem späteren Zeitpunkt erläutert). Der Drehzahlmesser zeigt die gewählte Leistung an.

## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

Jetzt wissen Sie, welche Instrumente Sie in bestimmten Flugsituationen überwachen müssen. Überwachen Sie die Hauptinstrumente nun systematisch, und beobachten Sie deren Anzeige oder die Bewegung der Nadel. Überwachen Sie dann wieder den Fluglageanzeiger, und korrigieren Sie gegebenenfalls die Fluglage, um das Hauptinstrument zu stabilisieren. Beginnen wir zunächst mit dem horizontalen Geradeausflug. Angenommen, Sie sind soeben aus einer anderen Fluglage in den horizontalen Geradeausflug übergegangen.

### Die Grundlagen der systematischen Überwachung

Sämtliche Hauptinstrumente mit Ausnahme der für den horizontalen Geradeausflug sind in Abbildung 14-3 ausgeblendet, wie dies beim echten Instrumententraining der Fall wäre. Angenommen, Sie haben gerade Stufe 1 abgeschlossen und Ihr Flugzeug in die Fluglage für einen horizontalen Geradeausflug gebracht. Sie beginnen mit Stufe 2, indem Sie die Hauptinstrumente strahlenförmig überwachen und gegebenenfalls mithilfe des Fluglageanzeigers die Fluglage fein auf einen horizontalen Geradeausflug abstimmen. Bevor Sie fortfahren, sollten Sie noch etwas über die systematische Überwachung erfahren.

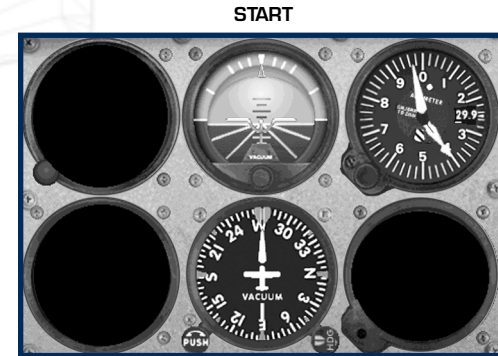


Abbildung 14-3

Unter dem Fluglageanzeiger ist die Beschriftung „Start“ zu sehen, als Hinweis darauf, dass die systematische Überwachung hier beginnt. Genau wie bei der Radnabe des Fahrrads beginnt die Überwachung hier und verläuft strahlenförmig nach außen zu einem Hauptinstrument. Sie beobachten das Hauptinstrument etwa 1 bis 2 Sekunden und prüfen, ob sich die Anzeige geändert oder die Nadel bewegt hat. Dann blicken Sie wieder auf den Fluglageanzeiger und nehmen gegebenenfalls entsprechende Korrekturen vor, um das Hauptinstrument zu stabilisieren.



## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

Natürlich können Sie auch mehrere Instrumente strahlenförmig überwachen. Dazu beginnen Sie beim Fluglageanzeiger, überprüfen dann ein Hauptinstrument und blicken anschließend wieder auf den Fluglageanzeiger. Überprüfen Sie dann das nächste Hauptinstrument, und blicken Sie anschließend wieder auf den Fluglageanzeiger. Dieser Ablauf kann mit jedem beliebigen Instrument wiederholt werden, wobei der Blick letztlich immer wieder zum Fluglageanzeiger zurückkehrt.

Beim horizontalen Geradeausflug überwachen Sie systematisch den Kursanzeiger (Geradeausflug), den Höhenmesser (Horizontalflug) und den Drehzahlmesser (Leistung). Blicken Sie ausgehend vom Fluglageanzeiger zum Kursanzeiger. Achten Sie auf Abweichungen vom vorgegebenen Kurs. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Querneigung an, damit die Kursabweichung nicht größer wird oder das Flugzeug wieder auf den richtigen Kurs gebracht wird. Überprüfen Sie dann den Höhenmesser, und achten Sie auf Abweichungen von der vorgegebenen Höhe. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Längsneigung an, damit die Nadel nicht wieder abweicht oder auf die richtige Position zurückkehrt. Der Drehzahlmesser wird bei der systematischen

Überwachung zuletzt überprüft. Sehen Sie auf den Drehzahlmesser, und nehmen Sie gegebenenfalls eine letzte Korrektur vor, bevor Sie dann sofort wieder auf den Fluglageanzeiger blicken. In der Regel muss der Drehzahlmesser lediglich einmal während einer größeren Fluglageänderung überprüft werden. Beginnen Sie dann von neuem mit dem Kursanzeiger, und wiederholen Sie die systematische Überwachung, bis auf beiden Instrumenten (Kursanzeiger und Höhenmesser) der horizontale Geradeausflug angezeigt wird. Die Reihenfolge sollte wie folgt lauten.

### **Horizontaler Geradeausflug**

1. Beginnen Sie beim Fluglageanzeiger, und überprüfen Sie den Kursanzeiger nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.
2. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Querneigung an, um einen Steuerkurs von 270 Grad zu halten.
3. Überprüfen Sie dann bei der systematischen Überwachung den Höhenmesser.
4. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Längsneigung an, um auf 4.000 Fuß zu bleiben.

## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

- Überprüfen Sie nach dem Prinzip der systematischen Überwachung den Drehzahlmesser, und passen Sie gegebenenfalls die Position des Gashebels an, um die Leistung von 2300 Umdrehungen zu halten. (In der Regel muss der Drehzahlmesser nicht noch einmal überprüft werden).
- Überwachen Sie den Kursanzeiger und den Höhenmesser weiterhin, wobei Sie kleine Fluglagekorrekturen vornehmen, bis sich das Flugzeug im horizontalen Geradeausflug befindet.

Das Geheimnis der systematischen Überwachung besteht darin, jedes Hauptinstrument mindestens einmal schnell zu überprüfen, ohne dabei zu viel Zeit für die Überwachung eines einzelnen Instruments zu verschwenden. So können Sie erkennen, ob das Flugzeug die gewünschte Fluglage schon erreicht hat, und Sie bekommen eine Vorstellung davon, wie aufwendig die Stabilisierung eines Flugzeugs wird. Versuchen Sie jetzt die Hauptinstrumente bei einem geraden Steigflug systematisch zu überwachen.

### **Gerader Steigflug**

Auch hier sind nur die für einen geraden Steigflug erforderlichen Hauptinstrumente zu sehen, der Rest ist ausgeblendet (Abbildung 14-4). Angenommen, Sie sind soeben einen geraden Steigflug übergegangen und beginnen jetzt mit Stufe

2 des dreistufigen Checks. Passen Sie die Fluglage auf dem Fluglageanzeiger an, um im Steigflug bei einer Geschwindigkeit von 80 Knoten auf einem Steuerkurs von 270 Grad zu bleiben.

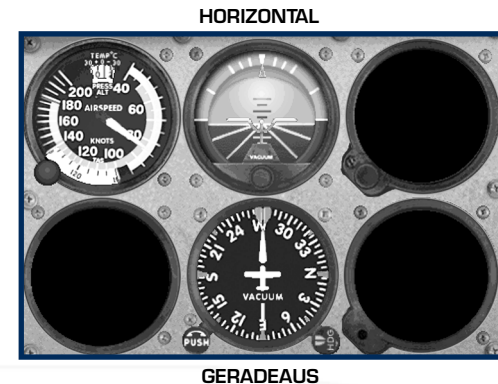


Abbildung 14-4

Sie sollten die Hauptinstrumente nach dem Prinzip der systematischen Überwachung in folgender Reihenfolge überprüfen.

- Beginnen Sie beim Fluglageanzeiger, und überprüfen Sie den Kursanzeiger nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.
- Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Querneigung an, um einen Steuerkurs von 270 Grad zu halten.

## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

- Überprüfen Sie den Fahrtmesser nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.
- Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Längsneigung an, um 80 Knoten zu halten.
- Überprüfen Sie den nach dem Prinzip der systematischen Überwachung den Drehzahlmesser, und passen Sie gegebenenfalls die Position des Gashebels an, um die Leistung von 2400 Umdrehungen zu halten. (In der Regel muss der Drehzahlmesser nicht noch einmal überprüft werden).
- Überwachen Sie die Kursanzeige und den Fahrtmesser, wobei Sie kleine Fluglagekorrekturen vornehmen, bis sich das Flugzeug wieder im geraden Steigflug bei 80 Knoten auf einem Steuerkurs von 270 Grad befindet.

Geschafft. Wenn Sie schon im Voraus wissen, auf welche Instrumente Sie zur präzisen Steuerung der Fluglage achten müssen, ist das Geheimnis des Instrumentenflugs gelüftet.

Versuchen Sie es jetzt mit Stufe 2 der Überwachung im Fall einer horizontalen Kurve.

### Eine horizontale Kurve

Auch hier sind nur die für eine horizontale Kurve erforderlichen Hauptinstrumente zu sehen, der Rest ist ausgeblendet (Abbildung 14-5).



Abbildung 14-5

Angenommen, Sie haben soeben bei 4.000 Fuß Höhe eine horizontale Linkskurve eingeleitet beginnen mit Stufe 2. Sie sollten jetzt die Hauptinstrumente systematisch überwachen und die Fluglage mithilfe des Fluglageanzeigers für eine Höhe von genau 4.000 Fuß und eine Standardkurve mit Standardrate halten.

Nanu? Was ist denn eine Standardkurve?



## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

Bei Standardkurven kann das Flugzeug den Steuerkurs mit einer Rate von 3 Grad pro Sekunde ändern. In der vorangegangenen Lektion habe ich vorgeschlagen, dass Sie Kurven mit einer Querneigung von 20 Grad fliegen. Dies ist völlig in Ordnung, aber der Präzision halber möchte ich, dass Sie diese Kurve mit einer Standardrate fliegen. Dazu müssen Sie die Querneigung anpassen, bis sich die Tragfläche des Flugzeugs auf dem Wendeanzeiger wie in Abbildung 14-5 dargestellt auf der zweiten weißen Markierung befindet.

Jetzt ändert das Flugzeug den Steuerkurs mit genau 3 Grad pro Sekunden. Bei einer Standardkurve wissen Sie, wie lange es dauert, die Kurve zu fliegen. Es dauert bei 3 Grad pro Sekunde zwei Minuten, eine 360 Grad-Kurve zu fliegen, und eine Minute, eine 180 Grad-Kurve zu fliegen. In dieser Reihenfolge sollten Sie die Hauptinstrumente nach dem Prinzip der systematischen Überwachung überprüfen.

1. Beginnen Sie beim Fluglageanzeiger, und überprüfen Sie den Höhenmesser nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.
2. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Längsneigung an, um auf 4.000 Fuß zu bleiben.
3. Überprüfen Sie den Wendeanzeiger nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.

4. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Querneigung an, um eine Standardkurve zu fliegen.
5. Überprüfen Sie nach dem Prinzip der systematischen Überwachung den Drehzahlmesser, und passen Sie gegebenenfalls die Stellung des Gashebels an, um die Leistung von 2300 Umdrehungen zu halten. (In der Regel muss der Drehzahlmesser nicht noch einmal überprüft werden).
6. Überwachen Sie den Höhenmesser und den Wendeanzeiger strahlenförmig, wobei Sie kleine Fluglagekorrekturen vornehmen, bis sich das Flugzeug im Horizontalflug in einer Flughöhe von 4.000 Fuß in einer Linkskurve mit Standardrate befindet.

Wenn Sie es bis hierher geschafft haben, werden Sie schon bald sagen können: „Wer ist der beste Pilot...und warum gerade ich?“ Unser letztes Beispiel bezieht sich darauf, wie Sie gemäß Stufe 2 einen Sinkflug mit Rechtskurve fliegen.

### **Ein Sinkflug im Leerlauf mit Rechtskurve**

Auch hier sind nur die für eine Sinkflugkurve erforderlichen Hauptinstrumente zu sehen, der Rest ist ausgeblendet (Abbildung 14-6). Angenommen, Sie haben soeben einen Sinkflug im Leerlauf mit Rechtskurve eingeleitet und beginnen jetzt mit Stufe 2

## LEKTION 14: DIE ZWEITE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

des dreistufigen Checks. Überprüfen Sie die Hauptinstrumente nach dem Prinzip der systematischen Überwachung. Passen Sie die Fluglage mithilfe des Fluglageanzeigers für einen präzisen Sinkflug bei einer Geschwindigkeit von 100 Knoten in einer Standardkurve an.



Abbildung 14-6

Sie sollten die Hauptinstrumente nach dem Prinzip der systematischen Überwachung in der folgenden Reihenfolge überprüfen.

1. Beginnen Sie beim Fluglageanzeiger, und überprüfen Sie den Fahrtmesser nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.
2. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Längsneigung an, um 100 Knoten zu halten.

3. Überprüfen Sie den Wendeanzeiger nach dem Prinzip der systematischen Überwachung.
4. Richten Sie Ihren Blick wieder auf den Fluglageanzeiger, und passen Sie gegebenenfalls die Querneigung an, um eine Standardkurve zu fliegen. (In der Regel muss der Drehzahlmesser nicht nach dem Prinzip der systematischen Überwachung überprüft werden, da Sie das Gas vollständig zurückgenommen haben).
5. Überwachen Sie den Fahrtmesser und den Wendeanzeiger weiterhin systematisch, wobei Sie kleine Fluglagekorrekturen vornehmen, bis sich das Flugzeug im Sinkflug bei 100 Knoten in einer Rechtskurve mit Standardrate befindet.

In der nächsten Lektion befassen Sie sich mit der letzten Stufe des dreistufigen Instrumentenchecks. Hier stecken Sie all die Arbeit hinein, die nötig ist, um das Flugzeug in einer neuen Fluglage zu halten. Trimmen Sie aus, lehnen Sie sich zurück und genießen die Fluglage, die Sie ausgewählt haben, zumindest so lange, bis Sie eine weitere größere Änderung an der Fluglage vornehmen.

# LEKTION 15: DIE DRITTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

## **Trimmen Sie mit dem Variometer, und überprüfen Sie die wichtigsten 6 Instrumente**

Inzwischen wissen Sie, dass Piloten beim Instrumentenflug nicht im Flugzeug sitzen und Flöte oder Gitarre spielen. Am ehesten mit der Musik vergleichbar ist der schrittweise Instrumentencheck bei größeren Änderungen an der Fluglage. Bis jetzt haben Sie zwei der drei Stufen kennen gelernt. Der Instrumentencheck ist mit der dritten und letzten Stufe dann abgeschlossen.

Im Folgenden finden Sie die drei Stufen noch einmal im Überblick. Sie sind in der Reihenfolge aufgeführt, die Sie bei Änderungen an der Fluglage einhalten sollten.

**STUFE 1:** Wählen Sie die Lage, Leistung und Trimmung aus.

**STUFE 2:** Überprüfen Sie die Hauptinstrumente systematisch.

**STUFE 3:** Trimmen Sie mit dem Variometer, und überprüfen Sie die wichtigsten 6 Instrumente.

In Stufe 1 haben Sie größere Änderungen an der Fluglage vorgenommen. In Stufe 2 haben Sie dann die Längs- und Querneigung sowie die Leistung des Flugzeugs abgestimmt. In Stufe 3 stimmen Sie noch Feinheiten der Trimmung ab, so dass das Flugzeug stabil bleibt. Dann entspannen Sie sich ein wenig

und überprüfen die sechs Hauptinstrumente auf dem Instrumentenbrett. Das allgemeine Überprüfen der Instrumente ist nicht so anstrengend wie das systematische Überprüfen in Stufe 2. Sehen Sie sich Stufe 3 des Checks genauer an.

## **Stufe 3 des Checks**

Ihre wichtigste Aufgabe in Stufe 3 ist, die endgültige Trimmung anhand des Variometers (VSI) vorzunehmen. Das Variometer reagiert empfindlich auf kleinste Änderungen der Längsneigung und zeigt alle Abweichungen von der gewünschten Zielhöhe an. Außerdem ist es durch die Länge der Nadel des Variometers leicht, die vertikale Bewegung zu erkennen.

Das Geheimnis der endgültigen Trimmung ist, eine konstante Variometeranzeige zu erreichen. Wenn Sie in den Horizontalflug übergehen, trimmen Sie so, dass die Variometernadel eine Steigrate von Null anzeigt. Drehen Sie nicht am Trimmungsrad (oder Schalter) herum, wie an einem Karussell, wenn Sie nicht erreichen möchten, dass Ihrem kleinen Bruder übel wird. Drehen Sie das Trimmungsrad nur vorsichtig, und verringern Sie dann den Druck auf die Steuerelemente. Beobachten Sie die Nadel des Variometers. Wenn sie sich nach oben oder unten bewegt, trimmen Sie die Nase nach unten oder oben, um die Nadel in die Ruheposition zu bringen.



## LEKTION 15: DIE DRITTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

Es gibt keinen Grund die Steuerelemente vollständig loszulassen, um herauszufinden, wie sich ein nicht richtig getrimmtes Flugzeug verhält. Dies verursacht den Piloten mehr Kopfschmerzen als nötig. Huhhh! Wenn Sie die Steuerelemente vollständig loslassen, anstatt den Druck etwas zurückzunehmen, kann ein nicht richtig getrimmtes Flugzeug, je nach dem, wie verfehlt die Trimmung ist, schnell von der geplanten Flughöhe abkommen. Nun müssen Sie das Flugzeug wieder in die frühere Fluglage bringen, bevor Sie erneut zu trimmen beginnen. Es ist viel leichter, den Druck auf die Steuerelemente etwas zurückzunehmen, die Bewegung der Variometernadel zu beobachten und dann die entsprechende Änderung an der Trimmung vorzunehmen. Kleinere Anpassungen der Trimmung können dann vorgenommen werden, ohne ein außer Kontrolle geratenes Flugzeug wieder einfangen zu müssen.

Die Trimmung für den Steig- oder Sinkflug wird ähnlich eingestellt wie für den Horizontalflug. Nehmen Sie den Druck auf die Steuerelemente zurück, und achten Sie darauf, dass die Nadel des Variometers ruhig bleibt. Angenommen, die Nadel zeigt eine bestimmte Steigrate an. Wenn Sie den Druck auf die Steuerelemente zurücknehmen und sich die Nadel bewegt, muss das Flugzeug getrimmt werden.

Trimmen Sie die Nase nach oben oder unten, um das Flugzeug in der früheren Steigrate (oder Sinkrate) zu stabilisieren. Sie müssen vielleicht zwei oder drei Anpassungen an der Trimmung vornehmen, um eine gute Einstellung zu finden, aber das ist normal. Sie haben Zeit. Sie müssen im Moment ja nirgendwo hin, oder?

Denken Sie auch daran, dass es schwierig ist, ein Flugzeug perfekt zu trimmen. Selbst wenn Sie der Meister des Trimmens sind, kann ein Flugzeug ein paar hundert Fuß nach oben oder unten wandern. Sie können dagegen nicht viel unternehmen, außer die Längsneigung manuell zu korrigieren. Dazu kommt, dass Flugzeuge nicht alle gleich sind. Eine kleine Beule, ein bisschen zusätzliches Gewicht dort - diese Dinge haben alle kleine Auswirkungen auf die Aerodynamik, so dass das Flugzeug nicht perfekt getrimmt werden kann.

### **Allgemeine Überprüfung der Instrumente**

Wenn die letzten Anpassungen durchgeführt wurden, werden die sechs Hauptinstrumente (Abbildung 15-1) einem allgemeinen Check unterzogen. Dieser Check erfolgt häufig im Uhrzeigersinn, wobei Sie in der oberen Reihe beginnen.



## LEKTION 15: DIE DRITTE STUFE DES DREISTUFIGEN INSTRUMENTENCHECKS

zu lesen, können Instrumentenpiloten Informationen von mehreren Instrumenten auf einen Blick erfassen. Das periphere Sichtfeld muss trainiert werden, aber dies scheint die höhere Kunst des Instrumentenflugs zu sein. Bis dahin sollten Sie mit den Augen über das Instrumentenbrett wandern und auf Abweichungen der Fluglage überprüfen, wenn Stufe 3 des Checks beendet ist.

### **Kleine Geheimnisse**

Wenn Sie den Umgang mit dem Variometer beherrschen, erhalten Sie zusätzliche nützliche Informationen für die exakte Steuerung eines Flugzeugs. Die meisten Piloten verwenden das Variometer auch, um die Flughöhe beim Horizontalflug innerhalb von 10 bis 20 Fuß Abweichung zu halten. Manchmal ist es auch einfacher, Abweichungen vom Horizontalflug mit dem Variometer zu identifizieren, da die Anzeige größer ist und die Nadel sehr empfindlich reagiert. Wenn Sie viel Zeit darin investieren, mit dem Variometer zu fliegen, wird sich dies reichlich auszahlen.

Es gibt viele langweilige Dinge im Leben, der Instrumentenflug gehört jedoch nicht dazu. Die Kunst des Instrumentenflugs stellt Ihr Können wirklich auf die Probe. Durch den Instrumentenflug haben Sie die Möglichkeit, das Flugzeug und sich selbst zu beherrschen. Vielleicht sind deshalb viele Instrumentenpiloten so glücklich. Sie sind sich Ihrer immensen Leistung bewusst. Ich sollte Sie jedoch davor warnen, auf dem Flughafen einen zu glücklichen Eindruck zu machen. Möglicherweise schöpft jemand Verdacht und unterzieht Sie einem Drogentest. Seien Sie also vorsichtig!

Sie sind jetzt bereit für die große Herausforderung. In der nächsten Lektion lernen Sie, wie Sie einen Instrumentenanflug durchführen können. Sie werden zunächst etwas über VOR-Anflüge erfahren, dann lernen Sie die Details über den ILS-Anflug (ILS, Instrument Landing System). Sie sind schon sehr weit mit Ihrer Flugkunst gekommen. Seien Sie stolz auf das bisher Geleistete, bereiten Sie sich jedoch auf eine Überraschung in der nächsten Lektion vor.



## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Lehnen Sie sich entspannt in Ihren Sessel zurück, nehmen Sie sich einen Kaffee, und genießen Sie die folgenden Ausführungen. Ja, machen Sie es sich ruhig richtig bequem, denn in dieser Lektion werde ich Ihnen etwas über die Grundlagen des Instrumentenflugs erzählen. Keine geheimen Tricks. Keine mysteriösen Handzeichen. Keine Codewörter. Vielmehr werden wir darüber sprechen, was ein Instrumentenanflug ist, und wie, warum und wann er ausgeführt wird.

### Sichtflug und Instrumentenflug

In den ersten Lektionen haben Sie sich in erster Linie mit dem Sichtflug beschäftigt, bei dem Sie durch das Fenster auf den Horizont blicken. Dies wird unter Piloten als VFR-Flug bezeichnet, was soviel heißt wie „Fliegen nach Sichtflugregeln“ (VFR, Visual Flight Rules). Doch was, wenn Sie den Horizont einmal nicht sehen können, weil es z. B. bewölkt ist? Können Sie dann trotzdem fliegen? Ja, in diesem Fall fliegen Sie nach den Instrumentenflugregeln (IFR, Instrument Flight Rules).

Beim IFR-Flug können Sie in den Wolken fliegen und das Flugzeug dabei mithilfe der Instrumente steuern. Anhand von Navigationshilfsmitteln (z. B. VOR) gelangen Sie sicher von einem Flughafen zum nächsten. Solange Sie sich noch nicht im

unmittelbaren Anflug auf die Landebahn befinden, müssen Sie dafür nicht nach draußen schauen und können so in den Wolken bleiben. Zum Landen des Flugzeugs müssen Sie die Landebahn jedoch gut genug sehen können. (Auch, wenn Sie sich gegen alle Gefahren versichert haben und in kompletter Schutzkleidung und mit Helm im Cockpit sitzen, müssen Sie die Landebahn erkennen können, um das Flugzeug sicher zu landen).

Für das Fliegen nach Instrumenten benötigen Piloten eine Instrumentenflugberechtigung, die sie nach dem Privatpilotenschein erwerben können. Dafür müssen zusätzliche Flugstunden zum Manövrieren des Flugzeugs mithilfe von Instrumenten, erweiterter Navigation usw. absolviert werden. (Darüber hinaus müssen Sie versprechen, keinem anderen Piloten zu verraten, wie viel Spaß das Fliegen nach Instrumenten bringt, denn sonst würde es ja jeder machen.) Der größte Teil der Instrumentenflugausbildung besteht darin, das Lesen der Instrumente zu erlernen (dies haben Sie in den drei vorangegangenen Lektionen zu diesem Thema schon geübt).

Da Sie die Überprüfung der Instrumente inzwischen beherrschen, können wir nun darüber hinaus zum nächsten Level kommen. In einigen Spielen erwartet Sie dort ein riesiges feuerspuckendes, mehräugiges Ungeheuer. OK, das gehört wohl nicht

## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

hierher. Stecken Sie Ihr Lichtschwert also wieder zurück in das Halfter, und genehmigen Sie sich in Ruhe einen Schluck Kaffee, Yoda. Denn statt zu kämpfen, werden Sie lernen, einen sauberen Instrumentenanflug durchzuführen.

### **Instrumentenflug: Ein Überblick**

Der Instrumentenflug funktioniert folgendermaßen: Zunächst reicht der Pilot einen IFR-Flugplan bei der Flugsicherung (FS) ein. Dies ist in etwa so, als würden Sie einen Tisch in einem Restaurant bestellen. Dabei informieren Sie das Personal, dass Sie die Absicht haben, in dem Restaurant zu speisen, woraufhin Ihnen ein Platz freigehalten wird. Genauso funktioniert es bei der Flugsicherung. Nachdem Sie den Plan eingereicht haben und startbereit sind, teilen Sie der Flugsicherung im Kontrollturm an Ihrem Ausgangspunkt mit, dass Sie einen Flugplan eingereicht haben. Der Fluglotse im Kontrollturm antwortet daraufhin: „Flugplan genehmigt. Starterlaubnis erteilt“. Dies ist eigentlich schon alles. Und im Gegensatz zu einem Restaurant wird von Ihnen nicht einmal erwartet, dass Sie ein Trinkgeld geben.

Wenn der Flugplan genehmigt wurde und Sie die Starterlaubnis erhalten haben, können Sie abheben, in die Wolken aufsteigen (sofern Wolken vorhanden sind), und Ihr Ziel ansteuern. Auf dem Weg zu Ihrem Ziel folgen Sie dabei den Luftstraßen. Diese

Luftstraßen basieren auf VOR-Kursen, die das Land netzartig überziehen. Woher wissen Sie nun, auf welcher Luftstraße Sie fliegen müssen? Genauso, wie Sie wissen, auf welcher Autobahn Sie fahren müssen, um an Ihr Reiseziel zu gelangen, nämlich anhand einer Karte. Dabei verwenden Piloten statt Straßenkarten natürlich Flugkarten, auf denen all diese VOR-Strecken und deren Mindestflughöhen verzeichnet sind. Diese Höhenangaben verhindern, dass Sie zu niedrig fliegen und dabei womöglich die Baumkronen streifen oder Häuserdächer abdecken.

Währenddessen überwacht die Flugsicherung mit einem großen Radar permanent, wo Sie und andere Piloten, die in Ihrem Umkreis ebenfalls nach Instrumenten fliegen, sich gerade befinden. Kommen sich zwei Flugzeuge zu nahe, gibt der Fluglotse entsprechende Kursanweisungen über Funk. Er leitet die Piloten mithilfe von Führungsinformationen (Richtungsangaben) voneinander weg, bis die Gefahr einer Kollision gebannt ist.

Beim Anflug auf den Zielflughafen greifen Piloten in ihren Koffer und ziehen ein Papier heraus, das so dünn wie ein Taschentuch ist. (Schnauben Sie dort bloß nicht hinein. Ihre Passagiere würden sonst denken, dass statt Ihnen Zamfir, der Meister der Panflöte persönlich, im Cockpit sitzt). Das Papier, von dem ich rede, ist die Instrumentenanflugkarte. Es enthält detaillierte Anweisungen zum Verlassen der Luftstraße, zum

# LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Anfliegen des Flughafens sowie zum Landen mithilfe elektronischer Navigationsinstrumente (in der Regel VOR). Die meisten großen Flughäfen bieten die Voraussetzungen für mindestens einen dieser Instrumentenanflüge (und die entsprechenden Karten). In Abbildung 16-1 ist eine typische Karte für den VOR-Instrumentenanflug dargestellt.

## Die Anflugkarte

Instrumentenanflugkarten besitzen immer einen ähnlichen Aufbau. Auf allen Instrumentenanflugkarten sind die Frequenzen für die Kommunikation mit der örtlichen Flugsicherung angegeben (Abschnitt A). Darunter befindet sich eine Kartenansicht, auf der die elektronischen Navigationshilfen aufgeführt sind, die zum Anfliegen des Flughafens verwendet werden (Abschnitt B). Der Teil darunter wird als Profilsicht bezeichnet und gibt einige der Mindesthöhen an, die Sie beim Landeanflug auf den Flughafen einhalten müssen (Abschnitt C). Im unteren Bereich der Karte sind die Mindestwerte angegeben (Abschnitt D). Dies sind die Mindestflughöhen, bis zu denen Sie beim Anflug auf einen Flughafen heruntergehen können.

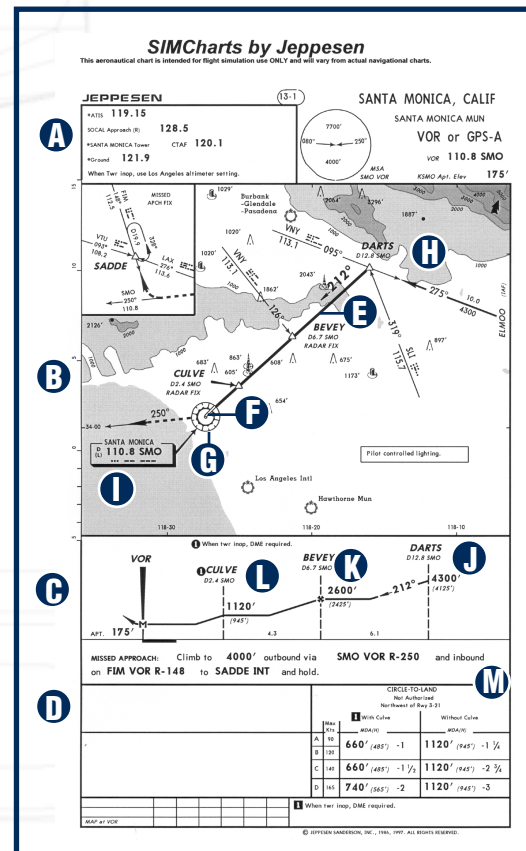


Abbildung 16-1



## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Der so genannte Fehlanflugpunkt ist ebenfalls auf allen Anflugkarten enthalten. Am Fehlanflugpunkt muss der Pilot die Landebahn so gut sehen können, dass er in der Lage ist, das Flugzeug zu landen. Dieser Punkt wird normalerweise im Profilabschnitt dargestellt und ist mit „M“ gekennzeichnet (Abschnitt C). Wenn Sie die Landebahn vom Fehlanflugpunkt aus nicht deutlich sehen können, müssen Sie einen Fehlanflug durchführen. Dies bedeutet normalerweise, dass Sie einen anderen Flughafen aufsuchen, bei dem bessere Wetterbedingungen herrschen.

Nun brennen Sie wahrscheinlich schon ganz ungeduldig darauf, zu erfahren, wie der Instrumentenanflug nun durchgeführt wird. Dazu kommen wir jetzt. Es gibt verschiedene Arten von Instrumentenanflügen, von denen wir zunächst den gebräuchlichsten, den VOR-Anflug, behandeln werden.

### Der VOR-Anflug

In Abbildung 16-1 sehen Sie die VOR-Anflugkarte für Santa Monica, Kalifornien. Betrachten Sie die dicke schwarze Linie in der Kartenansicht (Position E), die von rechts nach links hinunter zum Flughafen

verläuft. Dies ist der Kurs für den Instrumentenanflug auf den Flughafen (Position F). Am Flughafen befindet sich die VOR-Station (Position G), die das Navigationssignal für den Anflug aussendet. In diesem Fall würden Sie den Flughafen wie folgt anfliegen:

Angenommen, Ihr Flugzeug befindet sich an der Kreuzung DARTS (Position H). Diese Kreuzung zeigt den Beginn des VOR-Anflugkurses an. Instrumentenanflugkurse sind in der Kartenansicht durch dicke schwarze Linien dargestellt. Der VOR-Anflugkurs ist hier der 212 Grad-VOR-Kurs zum VOR von Santa Monica. Ihre Aufgabe besteht darin, auf diese dicke schwarze Linie zu gelangen und dem dargestellten Kurs zum Flughafen zu folgen. Während Sie sich auf diesem Kurs befinden, sinken Sie gleichzeitig auf die Mindestflughöhen ab, die im Profilabschnitt der Anflugkarte aufgeführt sind (Position C).

Wie gelangen Sie nun erst einmal auf diesen Anflugkurs? Die Flugsicherung stellt Ihnen entweder Radarführung (Richtungsangaben) zur Verfügung, anhand derer Sie sich der dicken schwarzen Linie nähern, oder Sie folgen einem VOR-Kurs zum Flughafen (dazu später mehr).

## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

### VOR-Anflug auf Santa Monica

Um den 212 Grad-Kurs auf das VOR zu fliegen, stellen Sie Ihren Navigationsempfänger auf 110,8 MHz (die VOR-Frequenz von Santa Monica, Position I) und den Kurswähler (OBS) auf 212 Grad ein. Bei einem Kurs von 212 Grad gelangen Sie auf den Anflugkurs. Von hieraus folgen Sie dem 212 Grad-Kurs zum Flughafen.

Im Profilabschnitt sehen Sie, dass Sie ab Kreuzung DARTS auf eine Höhe von 2.600 Fuß sinken können (Position J). Viele Flugzeuge sind mit Entfernungsmessgeräten (DME) ausgestattet. In diesem Fall können Sie vom VOR in Santa Monica eine DME-Angabe empfangen. Beim Anflug auf das VOR zeigt der DME-Zähler den kleiner werdenden Abstand zum VOR an. Wenn das Entfernungsmessgerät 6,7 Meilen anzeigt, befinden Sie sich an Kreuzung BEVEY (Position K). An dieser Position können Sie auf 1.120 Fuß sinken. Warum erfolgt das Sinken in Schritten? Dies dient dem Schutz vor hohen Objekten, die sich entlang des Anflugkurses befinden. Je weiter Sie sich dem Flughafen nähern, um so kleiner werden die Objekte (vermutlich, weil sie von anderen Piloten vor Ihnen bereits „abge-

mählt“ wurden). Dies ist der Grund dafür, dass Sie beim Anflug auf die Landebahn schrittweise sinken.

Wenn auf dem Entfernungsmessgerät 2,4 Meilen angezeigt werden, befinden Sie sich an Kreuzung CULVE (Position L). Da in der Profilsicht keine niedrigeren Flughöhen mehr verzeichnet sind, müssen Sie die niedrigste erlaubte Flughöhe dem Bereich mit den Mindestwerten entnehmen (Position D). Im Bereich mit den Mindestwerten ist angegeben, dass die minimale Flughöhe (MDA) 660 Fuß beträgt. Diese Höhe dürfen Sie erst unterschreiten, wenn der Flughafen in Sicht ist. Die Angabe neben den 660 Fuß Mindesthöhe besagt, dass Sie eine Sichtweite von einer Meile haben müssen, bevor Sie tiefer gehen dürfen.

Wenn der Flughafen beim Überfliegen des VOR nicht in Sicht ist, müssen Sie einen Fehlanflug durchführen. Wenn die VOR-Anzeige von TO auf FROM umspringt und der Flughafen nicht in Sicht ist, müssen Sie das Fehlanflugverfahren einleiten (Position M). Mit diesem Verfahren gelangen Sie in eine sichere Höhe, von der aus Sie den nächsten Anflug planen können.





## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Wenn die TO/FROM-Anzeige auf FROM umspringt, müssen Sie drehen und dem 275 Grad-Kurs folgen, der Sie zum Flughafen führt (Position B). Da auf dem Profil keine Mindestflughöhen für diesen Teil des Anflugs verzeichnet sind, entnehmen Sie diese dem Kartenbereich mit dem Mindestwerten (Position C). Bei diesem Anflug dürfen Sie auf 560 Fuß sinken. Wo befindet sich der Fehlanflugpunkt? Diesen ermitteln Sie entweder anhand der Zeit (starten Sie Ihre Stoppuhr am VOR, und stoppen Sie die Zeit für eine bestimmte Geschwindigkeit über Grund) oder anhand der DME-Anzeige für das VOR. Beide Fehlanflugpunkte sind in Position D dargestellt.

### Die Kursumkehr in der Warteschleife

Gestatten Sie mir eine letzte Anmerkung zur Anflugkarte. Betrachten Sie die in der Profilsicht (Position E) dargestellte Warteschleife. Dies ist eine von zwei Möglichkeiten der Kursumkehr (auch Verfahrenskurve genannt). Wenn Sie das VOR von Norden aus anfliegen, wäre eine

zu scharfe Kurve erforderlich, um das VOR zu überfliegen und auf den 275 Grad-Kurs zum Flughafen zu gelangen. Aus diesem Grund überfliegen Sie das VOR und kehren anschließend den Kurs um. Wenn Sie sich auf 120 Grad Steuerkurs befinden (Position F), können Sie entgegengesetzt zum Anflugkurs fliegen. Hier drehen Sie dann leicht in den 300 Grad-Kurs zum VOR und folgen nach Überfliegen der Station dem 275 Grad-Kurs in Richtung Flughafen.

Das Ziel besteht also darin, während der Kursumkehr in den vorgegebenen Grenzen der Warteschleife zu bleiben. Außerhalb dieser Grenzen erhalten Sie keine Informationen zur Beschaffenheit des Geländes. In einem Simulator ist dies natürlich nicht schlimm. Es würde sich wohl niemand beschweren, wenn Sie den Ziegen auf den virtuellen Bergen haarscharf über den Kopf flögen. Aber das soll nicht Sinn der Sache sein, denn schließlich möchten Sie lernen, richtig zu fliegen. Gehen Sie deshalb davon aus, dass Sie sich nicht im Simulator, sondern in einem echten Flugzeug befinden. Welche Mindestflughöhe wird für die Kursumkehr in der Warteschleife benötigt? Die Antwort lautet 1.500 Fuß (Position G) und kann der Profilsicht entnommen werden.

## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Aus diesem Grund müssen Sie, wenn Sie sich dem SLI-VOR von Norden aus nähern, drehen und nach dem Überfliegen der Station einen Kurs von 120 Grad einschlagen. Damit bleiben Sie nahe den Grenzen der Warteschleife. Nach einer Minute (die neben der Warteschleife in der Profilansicht angezeigte Zeit, Position G) drehen Sie nach links auf den 300 Grad-Kurs, folgen diesem zurück zum VOR und beenden den Instrumentenanflug. Dies funktioniert natürlich nur, wenn Sie zuvor den Kurswähler auf 300 Grad eingestellt haben. Dies ist eine vereinfachte Darstellung dieses Vorgangs in der Praxis.

Zusätzlich ist zu bemerken, dass es Strecken zum VOR gibt (so genannte Zubringer, die Sie auf den Kurs für den Instrumentenanflug bringen), die keine Kursumkehr erfordern. Position H zeigt einen solchen Zubringer, der an der Kreuzung MIDDS beginnt und mit NoPT gekennzeichnet ist. Diese Buchstaben stehen für „No Procedure Turn“ und bedeuten, dass keine Verfahrenskurve erforderlich ist. Entlang dieser Strecke ist der Instrumentenanflug ohne Kursumkehr durchzuführen. Mit anderen Worten, Sie fliegen direkt zum VOR und anschließend zum Flughafen.

### Die Verfahrenskurve

Die zweite Art der Kursumkehr ist in Abbildung 16-3 dargestellt. Diese wird auch als Verfahrenskurve bezeichnet. Angenommen, der Anflug erfolgt von Kreuzung ITMOR aus (Position A). Auf dieser Strecke zum RDD-VOR ist der 224 Grad-Kurs zu fliegen (das VOR muss auf 108,4 MHz und der Kurswähler auf 224 Grad gestellt sein). Die Mindestflughöhe für diese Strecke beträgt 3.700 Fuß (Position B). Wenn Sie das VOR überflogen haben, drehen Sie auf den 175 Grad-Kurs (Position C). Dafür müssen Sie den Kurswähler auf 175 stellen. In diesem Fall geht es darum, entgegengesetzten Kurs zu fliegen, umzukehren, und anschließend auf dem Instrumentenanflugkurs wieder anzufliegen.

Die Profilansicht zeigt als Mindestflughöhe für die Verfahrenskurve 2.000 Fuß an. Die Verfahrenskurve muss in einer Entfernung von maximal 10 Seemeilen vom VOR abgeschlossen werden (Position D). Während Sie sinken, fliegen Sie in die entgegengesetzte Richtung und können dabei innerhalb eines Radius von 10 Meilen auf 220 Grad drehen (Position E). Halten Sie diesen Kurs maximal eine Minute, drehen Sie dann nach links auf





## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Fliegen Sie vom Red Bluff-VOR (Position I) auf 366 Grad-Kurs das RDD-VOR an (Kurswähler auf 336 Grad einstellen), drehen Sie nach dem Überfliegen des VOR nach links, und entfernen Sie sich vom VOR in Richtung 175 Grad. Führen Sie dann das oben beschriebene Kursumkehrverfahren durch.

Haben Sie alles verstanden? Dies waren die VOR-Instrumentenanflüge im Schnelldurchlauf. Bis Piloten diese richtig beherrschen, gehen in der Regel mehrere Monate ins Land. Als Einstieg empfiehlt sich zunächst, in den Flugstunden zum Instrumentenflug den VOR-Anflug zu üben. Wenn Sie nun Ihrem Kopf ein wenig Ruhe gönnen möchten, kann ich das gut verstehen. Allerdings verspreche ich Ihnen, dass wir gleich zum Ende kommen werden. Um Ihnen einen vollständigen Überblick über den Ablauf von Instrumentenanflügen zu geben, müssen wir nur noch eine letzte Anflugart behandeln. Dies ist der Anflug mit dem Instrumentenlandesystem (ILS). Das Fliegen mit dem ILS haben wir bereits besprochen. Nun erfahren Sie, wie der Anflug damit funktioniert.

### Der ILS-Anflug

Das ILS sendet zwei elektromagnetische Strahlen aus, von denen einer der horizontalen und der andere der vertikalen Führung dient. Der ILS-Anflug ist insofern nützlicher

als der VOR-Anflug, da wir mit ihm direkt zur Landebahn gelangen und eine bequeme Landung aus niedriger Höhe möglich ist. Ein VOR-Anflug (und anderen Anflüge) bringen Sie über den Flughafen, dies mitunter in einer Höhe von mehreren hundert Fuß über der Landebahn. Dies gestaltet den Übergang vom Instrumentenanflug zur eigentlichen Landung natürlich schwieriger. Der Landekursanzeiger des ILS ist sehr viel empfindlicher als der VOR-Anzeiger: Damit meine ich natürlich nicht empfindlich im persönlichen Sinne, vielmehr reagiert der ILS-Zeiger sehr viel schneller auf Kursabweichungen als das VOR. Insofern ist es nicht ganz so einfach, den Zeiger in der Mitte der Anzeige zu halten. (Übrigens ist auch der Zeiger der Gleitpfadanzeige sehr empfindlich.)

Abbildung 16-4 zeigt die Karte für den ILS-Anflug auf Landebahn 28R des Portland International Airport (Position A). Die Frequenz des Landekursenders lautet 111,3 MHz (Position B). Wenn Sie diese Frequenz für den ersten Navigationsempfänger (NAV 1, der obere Empfänger in der Zweiergruppe) einstellen, wird die VOR-Anzeige genau am Kurs für die Landebahn ausgerichtet. Dies wird als Landekurs bezeichnet. Im Falle von Portland entspricht dieser einer Richtung von 279 Grad (Position C).

# LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

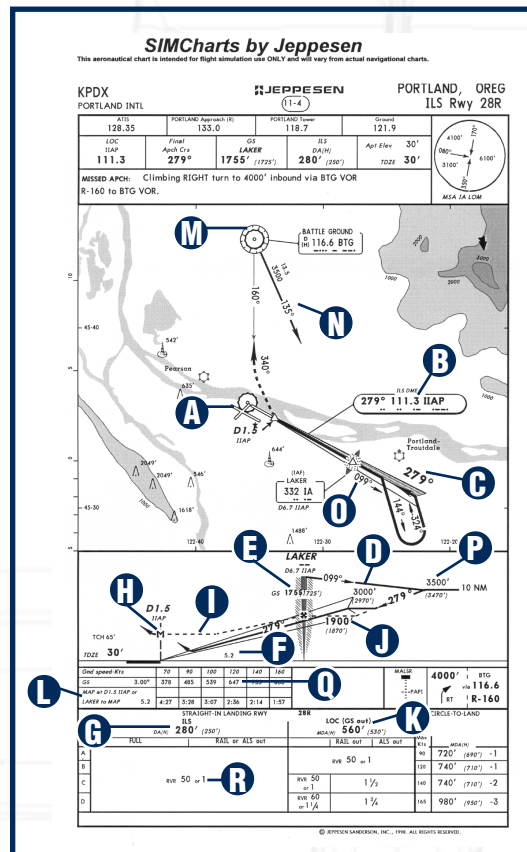


Abbildung 16-4

Wenn die Frequenz für den Landekurs-sender eingestellt ist, können Sie den Anflugkurs am Kurswähler als Referenz eingeben (obwohl der Kurswähler in diesem Fall keine Funktion hat, da der VOR-Empfänger nun ausschließlich auf den Landekurs eingestellt ist). Durch das Einstellen des Landekurs-senders wird eine bestimmte Frequenz für den Gleitpfad aktiviert, die auf der Anflugkarte nicht dargestellt ist.

Angenommen, Sie befinden sich in einer Höhe von 3.000 Fuß (die Höhe, in der Sie sich dem Gleitpfad nähern) in Position D. Sie fliegen auf einem Kurs von 279 Grad, und der Zeiger für den Gleitpfad innerhalb der VOR-Anzeige befindet sich über der Mittelstellung. Dies bedeutet, dass Sie sich unter dem Gleitpfad befinden. Wenn Sie eine Höhe von 3.000 Fuß halten, bewegt sich die Nadel für den Gleitpfad schließlich in die Mitte (Sie befinden sich nun auf dem Gleitpfad). Nun können mit dem Sinkflug mit konstanter Sinkrate beginnen, wie Sie ihn bereits gelernt haben.

Anstelle des schrittweisen Sinkflugs, wie es beim VOR-Anflug der Fall war, können Sie beim ILS-Anflug einem elektromagnetischen Strahl hinunter zum Fehlanflugpunkt folgen, wobei Sie alle Hindernisse auf der Strecke überfliegen.

## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Wenn Sie mit dem Sinkflug auf dem Gleitpfad beginnen, fliegen Sie über die Voreinflugmarkierung, die im Profilabschnitt als gestrichelter vertikaler Bereich gekennzeichnet ist (Position E). Dadurch wird eine blaue Markierungsfunkfeuerleuchte im Cockpit (und einen Alarm, der sich so anhört wie der Piepton einer Mikrowelle) eingeschaltet. Die Voreinflugmarkierung weist Sie darauf hin, dass Sie sich an einem bestimmten Punkt des Sinkflugs befinden (5,2 Meilen von der Landebahn entfernt; Position F in der Profilansicht).

Wie niedrig können Sie mit ILS fliegen? Bis zur Entscheidungshöhe (DH, decision height). Diese liegt bei 280 Fuß (siehe Position G im Bereich mit den Mindestwerten). Die Entscheidungshöhe ist gleichzeitig Ihr Fehlanflugpunkt. Wenn an diesem Punkt keine Landebahn in Sicht ist, müssen Sie einen Fehlanflug durchführen. Ja, ich weiß, am Anfang der Landebahn (Position H) steht der Buchstabe „M“. Einige Piloten führen diesen Anflug ohne Gleitpfad durch. Der Grund dafür ist, dass sie keinen Gleitpfadempfänger besitzen oder dass der Gleitpfadsender des Flughafens nicht funktioniert. Aus diesem Grund zeigt die gestrichelte Linie (Position I) in der Profilansicht die minimale Sinkflughöhe für den Anflug nach Landekursender an, ähnlich wie die schrittweise verringerten Flughöhen, die Sie beim VOR-Anflug bereits kennen gelernt haben. Wenn Sie nun die Erlaubnis zum Anflug nach Landekursender erhalten, überfliegen Sie

die Voreinflugmarkierung bei 1.900 Fuß (Position J), sinken auf 560 Fuß (Position K) und fliegen dann zum Fehlanflugpunkt. Der Fehlanflugpunkt wird anhand der Zeit (basierend auf einer bestimmten Geschwindigkeit über Grund von der Voreinflugmarkierung aus) oder durch den Entfernungsmesser auf der Landekursanzeige (siehe Position L) ermittelt.

Die restlichen Angaben auf dieser Anflugkarte sollten Ihnen nun bereits vertraut sein. Angenommen, Sie befinden sich über Battle Ground-VOR (Position M) und erhalten von der Flugsicherung die Freigabe für den Landeanflug. Der Zubringer von BTG zum ILS ist das 135 Grad-Radial (Position N). Stellen Sie das VOR so ein, dass Sie auf diesem Radial in entgegengesetzter Richtung fliegen, bis Sie den Landekursender erreicht haben. Woher wissen Sie, dass Sie den Landekursender erreicht haben? Sie können einen Navigationsempfänger (den unteren) so einstellen, dass die Navigation nach BTG-VOR erfolgt. Den anderen (den oberen) konfigurieren Sie so, dass er die Signale des Landekursenders empfängt. Wenn Sie den Kurs vom BTG-VOR folgen, befinden Sie sich in dem Moment über dem Landekursender, wenn die Nadel der Landekursanzeige zentriert ist. Als zusätzlicher Hinweis wird die Anzeige für die Voreinflugmarkierung auch im Cockpit aktiviert, da Sie auf dem 135 Grad-Kurs zur Kreuzung LAKER gelangen (auf dem Landekursanzeige).



## LEKTION 16: INSTRUMENTENANFLÜGE

Bei LAKER fliegen Sie 099 Grad (Position O), gehen Sie auf 3.500 Fuß herunter (Position P), und fliegen in einem Radius von 10 Seemeilen von LAKER eine Verfahrenskurve. Noch ein wichtiger Hinweis zu Landekursendern: Da ein Landekursender ein einzelnes elektromagnetisches Signal sendet, müssen Sie die Nadel umgekehrt lesen, wenn Sie sich auf entgegengesetztem Kurs zur Anflugrichtung befinden. Mit anderen Worten, wenn Sie vom Landekursender wegfliegen und die Nadel in eine Richtung ausschlägt (rechts oder links), müssen Sie in die Gegenrichtung fliegen (links bzw. rechts), um sie wieder in die Mitte zu bringen. Dies wird auch als umgekehrter Ausschlag bezeichnet. Um die Nadel wieder zu zentrieren, müssen Sie deshalb entgegengesetzt zur Ausschlagrichtung der Nadel fliegen, wenn Sie zur Einleitung der Verfahrenskurve in entgegengesetzter Richtung zum Landekursender fliegen.

Nachdem Sie die Verfahrenskurve abgeschlossen haben und auf einen Anflugkurs von 279 Grad drehen, normalisiert sich die Anzeige der Nadel wieder. Nachdem Sie den Landekursender in Anflugrichtung überflogen und die Verfahrenskurve abgeschlossen haben, können Sie nun auf 3.000 Fuß sinken (die Höhe für den Einflug auf den Gleitpfad). Folgen Sie dem Landekursender, und sinken Sie bis auf die Entscheidungshöhe.

In Kürze werden Sie sich dem Fliegen mit dem ILS noch ausführlicher zuwenden.

Ich weiß, dies war recht viel für eine so kurze Unterrichtseinheit. Nun kennen Sie jedenfalls die Grundlagen des Instrumentenflugs, auch wenn Ihnen jetzt möglicherweise der Schädel brummt. Zugegeben, es erfordert einiges an Übung, bis Sie das Erlernte perfekt beherrschen. Trotzdem sind Instrumentenflüge eine äußerst spannende Sache, und manche werden davon sogar süchtig. Stellen Sie sich also schon einmal auf entsprechende Entzugserscheinungen ein, wenn ein Instrumentenflug aufgrund eines Computerausfalls einmal nicht möglich sein sollte.

## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

Sind Sie bereit für die Show? Wenn Sie bisher gedacht haben, dass Landungen Spaß machen, warten Sie, bis Sie einen Instrumentenanflug (ILS) durchführen müssen. In der letzten Lektion wurde bereits darüber gesprochen. Hier geht es jetzt jedoch ins Detail, da der ILS-Anflug eine äußerst herausfordernde und befriedigende Flugaktivität darstellt.



Abbildung 17-1

Ein ILS-Anflug besteht aus einem Sinkflug zur Landebahn, wobei sowohl die vertikale als auch die horizontale elektronische Führung eingesetzt wird. Dazu werden zwei Nadeln beobachtet (Abbildung 17-1), die sich auf der ILS-Anzeige auf dem Instrumentenbrett befinden. Im Gegensatz zu anderen Instrumentenanflügen werden Sie hier hinunter bis zur Entscheidungshöhe geführt. Die Entscheidungshöhe liegt bei ungefähr 200 Fuß über der Landebahn, wie in Abbildung 17-2 dargestellt.



Abbildung 17-2

Von dieser nicht allzu hohen Position aus können Sie hinaussehen und entscheiden, ob Sie die Landebahn gut genug sehen können, um zu landen (daher der Name Entscheidungshöhe). Wenn eine schlechte Sicht auf die Landebahn die Landung unmöglich macht, geben Sie Gas, gehen in den Steigflug und fliegen an einen Ort, an dem bessere Wetterbedingungen herrschen. Sehen Sie sich also genauer an, wie ein ILS-Anflug aufgebaut ist.

Das ILS (Instrumentenlandesystem) besteht aus zwei elektronischen Strahlen. Ein Strahl zeigt nach außen und ein Strahl nach oben von der Landebahn weg, wie in Abbildung 17-3 dargestellt. Der nach außen (horizontale) weisende Strahl wird Landekursender genannt. Mit ihm können Sie das Flugzeug auf die Landebahn ausrichten. Sie verfolgen den Landekursender, indem Sie der Nadel folgen, wie in Abbildung 17-1 (Position A) gezeigt. Wenn die Nadel nach rechts zeigt, fliegen Sie nach rechts, zeigt sie nach links, fliegen Sie nach links. Eine zentrierte Nadel bedeutet, dass sich das Flugzeug in der Verlängerung der Landebahnmittellinie befindet. Bei Windstille müssen Sie dann

## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

nur in Richtung der Landebahn fliegen, um die Nadel für den Landekursender mittig zu halten. Bei Wind müssen Sie leichte Korrekturen vornehmen, um die Winddrift zu kompensieren. Das klingt einfach, es bedarf jedoch einiges an Übung, um diese Kunst zu perfektionieren.

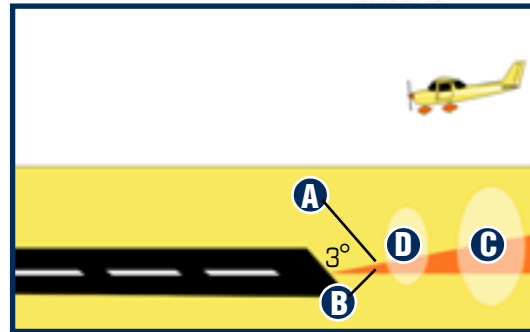


Abbildung 17-3

Der Gleitpfad ist ein elektronischer Strahl, der in einem Winkel von etwa 3 Grad nach oben gerichtet ist (Abbildung 17-2). Wenn Sie die Nadel für den Gleitpfad zentrieren, wie in Abbildung 17-1 (Position B) gezeigt, fliegen Sie auf einem Weg ohne Hindernisse auf die Landebahn herab. Wie wird die Nadel für den Gleitpfad zentriert gehalten? Fliegen Sie auf sie genauso wie auf die Nadel des Landekursenders zu. Wenn die Nadel nach oben wandert, fliegen Sie ebenfalls nach oben, weist sie nach unten, fliegen Sie nach unten. Das Ziel besteht

darin, eine bestimmte Sinkrate einzuhalten, mit der das Flugzeug dem Gleitpfad bis auf die Entscheidungshöhe folgen kann.

### Der Sinkflug mit konstanter Sinkrate

Bei einem normalen ILS-Anflug mit 90 Knoten ist eine Sinkrate von 500 Fuß pro Minute (FPM) erforderlich, um auf dem Gleitpfad zu bleiben. Wenn Sie den Anflug schneller fliegen, müssen Sie die Sinkrate natürlich erhöhen. Der Winkel des Gleitpfades und der Wind sind zwei Faktoren, die die exakte Sinkrate beeinflussen, und die berücksichtigt werden müssen, um die Nadel für den Gleitpfad zentriert zu halten.

Angenommen, Sie möchten einen Sinkflug mit einer konstanten Sinkrate von 500 FPM bei 90 Knoten fliegen (dies ist ein typisches Profil für einen ILS-Anflug). Wie können Sie dies nun erreichen? Verringern Sie zunächst die Leistung von der momentanen Einstellung auf 1600 Umdrehungen, und senken Sie die Nase leicht nach unten. Passen Sie dann die Längsneigung entsprechend an, um eine Sinkrate von 500 FPM beizubehalten, und regeln Sie die Leistung so, dass Sie bei einer Geschwindigkeit von 90 Knoten bleiben. Richtig, dies ist eine Umkehrung der Steuerfunktionen, wie Sie sie in den vorherigen Lektionen kennen gelernt haben. Wenn Sie die Steuerelemente auf diese Art einsetzen, können



## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

Sie eine genaue Kontrolle der Sinkrate erreichen, die für einen ILS-Anflug erforderlich ist.

Hier die Abfolge der Schritte:

1. Passen Sie die Leistung so an, dass Sie 90 Knoten im Horizontalflug halten. Eine Geschwindigkeit von 90 Knoten erfordert beim Horizontalflug eine Fluglage von etwa 6 Grad Längsneigung nach oben.
2. Verringern Sie die Leistung auf 1600 Umdrehungen, lassen Sie die Nase nach unten fallen und passen Sie die Längsneigung so an, dass Sie eine Sinkrate von 500 FPM erreichen. Dies erfordert etwa 3 Grad Längsneigung nach oben auf dem Fluglageanzeiger.
3. Trimmen Sie, um die Fluglage für diese Sinkrate beizubehalten.
4. Nehmen Sie kleine Anpassungen an der Leistung vor, um 90 Knoten zu halten (Flugzeuge haben ein Trägheitsmoment. Es kann daher ein paar Sekunden dauern, bis sich die Geschwindigkeit nach Betätigen des Leistungshebels ändert. Haben Sie also etwas Geduld.)

Dies ist genau die Vorgehensweise, die Sie anwenden, wenn Sie in den Gleitpfad einfliegen. Da der Einflug in den Gleitpfad normalerweise von unten erfolgt, fliegen Sie horizontal bei 90 Knoten, bis sich die Nadel in der ILS-Anzeige in die Mittelposition senkt (Abbildung 17-4). Wenn die Nadel zentriert

ist, verringern Sie die Leistung auf etwa 1600 Umdrehungen und passen die Längsneigung an. Außerdem trimmen Sie das Flugzeug für eine Sinkrate von 500 FPM bei 90 Knoten. Wenn Sie mit dem Universum in perfekter Harmonie stehen, bleibt das Flugzeug dann auf dem Gleitpfad, bis Sie auf Entscheidungshöhe sind. Wie Sie wissen, ist diese Harmonie oft leicht gestört. Verlassen Sie sich daher nicht auf Ihr Karma. Sie müssen deshalb wahrscheinlich leichte Korrekturen an der Sinkrate vornehmen, um die Nadel für den Gleitpfad zentriert zu halten. Betrachten Sie dies nun genauer.



Abbildung 17-4

Angenommen, Sie befinden sich über dem Gleitpfad und müssen die Sinkrate erhöhen, um wieder auf den Gleitpfad zu gelangen. Wenn Sie die Sinkrate von 500 auf 700 FPM ändern möchten, müssen Sie die Nase des Flugzeugs um 3 Grad senken, wie in Abbildung 17-5 gezeigt. Sie müssen zudem die Leistung verringern, um eine Geschwindigkeit von 90 Knoten zu halten.

## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG



Abbildung 17-5

Das Geheimnis zum Halten einer bestimmten Sinkrate besteht darin, die Variometernadel ruhig zu halten. Achten Sie einfach auf eine exakte Fluglage auf dem Fluglageanzeiger, und nehmen Sie kleine Änderungen mit dem Joystick vor, um die Sinkrate anzupassen.

Angenommen, Sie haben den Gleitpfad wieder erreicht und möchten die Sinkrate wieder auf 500 FPM senken. Erhöhen Sie dazu die Längsneigung wieder auf 3 Grad aufwärts, und erhöhen Sie die Motorleistung auf etwa 1600 Umdrehungen.

Angenommen, Sie befinden sich jetzt unter dem Gleitpfad und müssen die Sinkrate verringern, um wieder auf den Gleitpfad zu kommen. Verringern Sie die Sinkrate von 500 auf 300 FPM, indem Sie die Nase in die Fluglage für den Horizontalflug bringen, wie in Abbildung 17-6 dargestellt. Erhöhen Sie die Leistung auf etwa 1.700 Umdrehungen, um bei 90 Knoten zu bleiben.



Abbildung 17-6

Versuchen Sie immer, die Variometernadel ruhig zu halten. Nehmen Sie kleine Änderungen an der Längsneigung auf dem Fluglageanzeiger vor, und nehmen Sie kleine Korrekturen mit dem Joystick vor, um die Variometeranzeige auszugleichen.

## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

### Systematisches Überprüfen der Hauptinstrumente

ILS-Anflüge sind nicht der geeignete Augenblick für ein kleines Nickerchen am Nachmittag. Den ILS-Nadeln bis auf Entscheidungshöhe herab zu folgen ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Daher führen Sie ständig Stufe 2 des dreistufigen Instrumentenchecks durch. Sie verbringen mit anderen Worten fast die ganze Zeit damit, die Hauptinstrumente systematisch zu überprüfen, um eine konstante Sinkrate beizubehalten. Abbildung 17-7 zeigt die Hauptinstrumente für einen ILS-Anflug. Das Variometer (VSI) ist wichtig für die Längsneigung, der Steuerkursanzeiger für die Querneigung und der Fahrtmesser für die Leistung. Diese Instrumente werden zusammen mit der ILS-Anzeige systematisch überprüft (Sie müssen jedoch den Fahrtmesser nicht so oft überprüfen).



Abbildung 17-7

Beim ILS-Anflug müssen Sie drei der Instrumente ständig überprüfen und die anderen nur gelegentlich. Die Situation ist einfach zu hektisch, um den allgemeinen Check der Stufe 3 durchzuführen.

Außerdem sind nicht alle Gleitpfade gleich beschaffen. Sie haben unterschiedliche Winkel. Daher sind je nach Flugzeug möglicherweise andere Sinkraten erforderlich. In Abbildung 17-8 ist das Verhältnis zwischen Sinkraten und Geschwindigkeiten über Grund dargestellt, die für die verschiedenen Gleitpfade erforderlich sind (für diesen Anflug). Bei 90 Knoten für diesen Gleitpfad von 3 Grad sollte Sie eine Sinkrate von 485 FPM genau im Ziel halten. Jetzt sind Sie dran.



## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

SINKRATE											
Geschwindigkeit über Grund (Knoten)	Sinkwinkel (Grad und Dezimalstelle)										
	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
3.0	160	240	320	395	485	555	635	715	795	875	955
3.5	185	280	370	465	555	650	740	835	925	1020	1110
4.0	210	315	425	530	635	740	845	955	1060	1165	1270

Abbildung 17-8

Wenn Sie Probleme haben, dem Landekursender zu folgen, sehen Sie auf die Landebahn vor Ihnen, um sich visuell auf sie auszurichten. Beobachten Sie, wie einfach ein konstanter Kurs geflogen werden kann, wenn die Landebahn in Sicht ist. Warum ist das einfacher? Da Sie die Informationen über die Längsneigung, Querneigung und die Ausrichtung durch einen Blick aus dem Fenster ermitteln können. Wenn Sie nicht nach draußen sehen können, müssen Sie einen geschulten Instrumentencheck durchführen, um dieselben Informationen von drei verschiedenen Instrumenten abzulesen: dem Fluglageanzeiger, dem Steuerkursanzeiger und der ILS-Anzeige.

### Einige wichtige Tipps

Sie haben sich nun einen groben Überblick darüber verschafft, wie ILS-Anflüge durchgeführt werden. Hier nun das Vorgehen der Profis. Zunächst sind die wichtigsten Instrumente für die systematische Überprüfung der Steuerkursanzeiger und des Variometers (VSI). Es ist nicht notwendig, den Fahrtmesser oder die ILS-Anzeige ständig zu überprüfen. Sie können die systematische Überprüfung des Fahrtmessers tatsächlich auf ein Zehntel der Überprüfungen des Steuerkursanzeigers und des Variometers beschränken. Außerdem reicht es, wenn Sie die ILS-Anzeige bei jeder dritten systematischen Überprüfung von Steuerkursanzeiger und Variometer

## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

einbeziehen. Natürlich werden Sie auch den Höhenmesser, Tachometer und andere Instrumente bei Gelegenheit überprüfen, sofern Sie genügend Zeit dazu haben. Wenn Sie einen Steuerkurs und eine Sinkrate gefunden haben, mit der Sie dem ILS folgen können, müssen Sie diese Werte genau einhalten, bis ein Grund für eine Änderung vorliegt. Wenn ich sage „genau einhalten“, dann meine ich dies auch so. Gute Instrumentenpiloten können einen Steuerkurs auf ein Grad und eine Sinkrate von Plus/Minus 25 FPM genau einhalten. Ehrlich. Dazu gehört jedoch viel Übung.

Bei Turbulenzen kann es leicht vorkommen, dass die Steuerkurs- und Variometeranzeigen die ganze Zeit tanzen. In solchen Situationen sollten Sie nach Durchschnittswerten fliegen. Achten Sie dazu mehr auf den Fluglageanzeiger für die Längs- und Querneigung. Finden Sie die Längsneigung, die der gewünschten Sinkrate in etwa gerecht wird. Fliegen Sie mit dieser Längsneigung, und halten Sie die Tragflächen mithilfe des Fluglageanzeigers horizontal.

Außerdem ist es manchmal notwendig, kleine aber entschiedene Bewegungen mit dem Joystick vorzunehmen, wenn Sie mit dem Simulator fliegen. Anders als in einem echten Flugzeug können Sie die Druckänderungen an den Steuerelementen nicht wahrnehmen. Daher können Sie eine Änderung der Fluglage nicht voraussehen. Zudem verfügen Flugzeuge über Ruder, die bei der Feinabstimmung der Richtungssteuerung sehr hilfreich sind. Möglicherweise ist Ihre Simulator-Ausrüstung nicht mit Ruderkontrollen ausgerüstet. In diesem Fall sind manchmal kleine aber entschiedene Bewegungen am Joystick notwendig, um das Flugzeug in der korrekten Fluglage zu halten. Wenn Sie über Ruderpedale oder einen Ruderjoystick verfügen, bewegen Sie diese ruhig und vorsichtig.

### **Ausgleichen der Windeinwirkung beim Anflug auf den Landekurssender**

Ich erinnere mich daran, dass ich als Teenager meinem Vater gesagt habe, ich bräuchte mehr Raum. Er sperrte mich vor die Tür und sagte: „Jetzt hast Du so viel Raum, wie du brauchst.“ In diesem Moment habe ich die genaue Bedeutung von Feedback verstanden. Das Feedback hat mein Verhalten verändert, so wie es das Ihre verändert, besonders, wenn Sie mit dem Landekurssender fliegen.

## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

Zum Beginn des ILS-Anflugs fliegen Sie in Richtung auf den Landekursender zu. Im Falle von Oakland befindet sich der Landekursender auf 294 Grad. Fliegen Sie 294 Grad, und beobachten Sie die Bewegung der Nadel. Sie brauchen das Feedback in Gestalt der Bewegung der Landekursendernadel. Genauer genommen möchten Sie wissen, in welche Richtung und wie stark sich die Nadel bewegt, wenn Sie den 294 Grad-Kurs halten.

Die Bewegung der Nadel für den Landekursender vermittelt Ihnen zweierlei: die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit (als Geschwindigkeit, mit der sich die Nadel bewegt). Wenn sich die Nadel aus der Mitte heraus bewegt (ein Punkt horizontale Abweichung), zentrieren Sie sie wieder, indem Sie mit einem 5 bis 10 Grad-Anschnittwinkel (IA) korrigieren. Je kleiner der Anchnittwinkel, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Sie zu stark korrigieren. Wenn Sie einen Anchnittwinkel von 10 Grad verwenden und sich die Nadel nicht zurück in die Mitte oder gar weiter weg bewegt, dann ist natürlich ein größerer Winkel erforderlich. Sie wissen dann auch, dass Sie einen Winkel von mindestens 10 Grad benötigen, um den Wind zu kompensieren, wenn Sie sich wieder in Richtung des Landekursenders befinden.

Wenn die Nadel für den Landekursender wieder zentriert ist, nehmen Sie eine kleine Korrektur zum Ausgleichen des Windes vor. Probieren Sie einen Vorhaltewinkel von 1, 5 oder 10 Grad, je nachdem, wie Sie den Wind einschätzen. Wenn Sie den Vorhaltewinkel eingerichtet haben, beobachten Sie wieder die Nadel. Wenn sie sich wieder zentriert, wissen Sie, dass der Vorhaltewinkel der richtige Winkel zwischen dem Steuerkurs und der Richtung des Landekursenders ist.

Wenn Sie beispielsweise auf den Landekursender bei Oakland einschwenken, fliegen Sie 294 Grad. Ein paar Sekunden später bewegt sich die Nadel nach rechts. Sie fliegen dann einen Kurs 10 Grad rechts von 294 Grad bzw. einen Anchnittwinkel von 284 Grad, um die Nadel zu zentrieren. Wenn die Nadel wieder zentriert ist, stellen Sie einen Vorhaltewinkel von 5 Grad links von 294 Grad ein (289 Grad). Wenn dieser Vorhaltewinkel richtig ist, bleibt die Nadel mittig. Wenn nicht, wiederholen Sie den Vorgang mit kleineren Winkeländerungen, bis die Nadel zentriert bleibt. Diese Technik wird „Einfliegen des Leitstrahls“ genannt. Sie wird (mit Abwandlungen) von allen Berufspiloten verwendet, um VOR- und Landekursender-Nadeln zu zentrieren.



## LEKTION 17: DER ILS-ANFLUG

Gehäuse schlägt. In solchen Fällen fangen die Passagiere an, diese kleinen nervösen Fragen zu stellen, wie „Was klickt den da so komisch? Hast du vergessen, den Blinker auszuschalten? Oder ist das eine Zeitbombe?“

Beginnen Sie nun mit der Flugstunde zu ILS-Anflügen. Sie werden Spaß haben, glauben Sie mir.

## LEKTION 18: WARTESCHLEIFEN

In den vorangegangenen Lektionen haben Sie bereits das Fliegen von Platzrunden erlernt. Worin besteht nun der Unterschied zwischen einer Platzrunde und einer Warteschleife? Wie Sie sich sicher erinnern, werden Platzrunden auf Sicht geflogen. Warteschleifen, die Sie in dieser Lektion kennen lernen werden, werden hingegen ausschließlich beim Instrumentenflug durchgeführt.

Wenn der Kapitän eines Linienflugzeugs durch die Sprechanlage verkündet „Hm... offenbar müssen wir wohl eine Weile hier bleiben“, stöhnen Sie wahrscheinlich und denken, „Na prima. Verspätung.“ Und damit wissen Sie schon mehr über den Instrumentenflug, als Sie vielleicht denken. Denn der Zweck von Warteschleifen besteht genau darin, die Ankunft von Flugzeugen zu verzögern. Wenn die Flugsicherung die Ankunft eines Flugzeugs aufgrund von Verkehrsstaus oder ungünstigen Wetterbedingungen verzögern möchte, kann der Pilot nicht einfach den nächsten Rastplatz ansteuern. Also wird er vom Fluglotsen aufgefordert, eine Warteschleife zu fliegen.

### Fliegen von Warteschleifen

Eine klassische Warteschleife sieht wie eine ovale Rennbahn aus, die an einem Fixpunkt (einem VOR, einem ungerichteten Funkfeuer [NDB]) oder einer Kreuzung verankert ist (siehe Abbildung 18-1). Die zwei geraden Abschnitte heißen Anflug- und Abflug-

abschnitt. In einer Standardwarteschleife fliegen Sie immer Rechtskurven (bei einer nicht standardmäßigen Warteschleife demnach Linkskurven). Die Kurven werden mit Standardgeschwindigkeit geflogen. Wie lang ist der An- und Abflugabschnitt einer Warteschleife? So lang, dass das Fliegen des Anflugabschnitts in etwa eine Minute dauert. Bei Wind ändert sich die Länge des An- bzw. Abflugabschnitts. Daher müssen Sie die Länge des Abflugabschnitts so anpassen, dass Sie zum Fliegen des nächsten Anflugabschnitts wieder eine Minute benötigen.

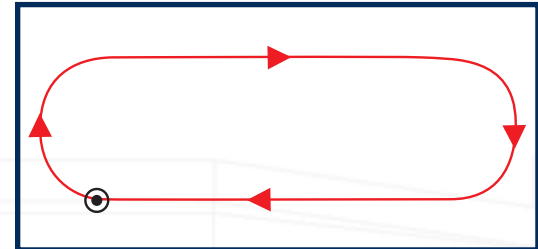


Abbildung 18-1

Das Fliegen von Warteschleifen ist im Grunde recht einfach. Die Schwierigkeit besteht allerdings darin, in eine Warteschleife einzufliegen. Die US-Luftfahrtbehörde FAA empfiehlt bestimmte Einflugmethoden, die verhindern sollen, dass ein Flugzeug den überwachten Luftraum verlässt. Welche davon zu verwenden ist, hängt von der Kursrichtung des Flugzeugs beim erstmaligen Kreuzen des Fixpunkts ab.

## LEKTION 18: WARTESCHLEIFEN

### Direkter Einflug

Wird der Fixpunkt in Richtung des Anflugabschnitts angeflogen, ist der direkte Einflug zu verwenden (Bereich C in Abbildung 18-2). Fliegen Sie auf den Fixpunkt zu, drehen Sie nach rechts (Standardwarteschleife) oder links (nicht standardmäßige Warteschleife), und setzen Sie die Warteschleife anschließend fort.

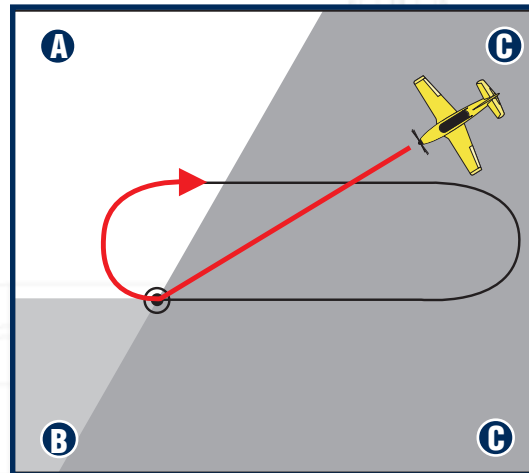


Abbildung 18-2

### Paralleler Einflug

Wenn Sie den Fixpunkt entgegengesetzt zum Einflugteil anfliegen und Sie sich nach Kreuzen des Fixpunkts außerhalb der Warteschleife befinden, ist der parallele Einflug zu verwenden (Bereich A in Abbildung 18-3). Drehen Sie parallel zum Anflugkurs, fliegen Sie eine Minute lang in die entgegengesetzte Richtung, drehen Sie dann zur Warteschleife hin, und gehen Sie auf Anflugkurs. Kehren Sie zum Fixpunkt zurück, und fahren Sie mit der Warteschleife fort.

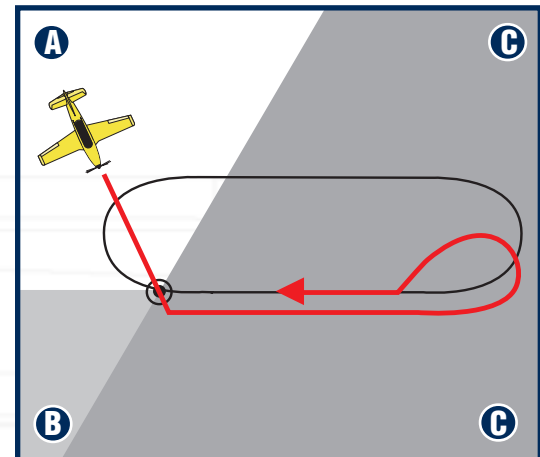


Abbildung 18-3



## LEKTION 18: WARTESCHLEIFEN

### „Teardrop“-Einflug

Wenn Sie den Fixpunkt entgegengesetzt zum Einflugteil anfliegen, sich nach Kreuzen des Fixpunkts jedoch innerhalb der Warteschleife befinden, wird der tropfenförmige „Teardrop“-Einflug verwendet (Bereich B in Abbildung 18-4). Drehen Sie am Fixpunkt in Richtung Warteschleife auf einen Kurs mit 30 Grad Abweichung vom Kurs des Abflugteils. Halten Sie diese Richtung eine Minute lang, und drehen Sie dann in die entgegengesetzte Richtung, um auf den Anflugkurs zu gelangen. Kehren Sie zum Fixpunkt zurück, und fahren Sie mit der Warteschleife fort.

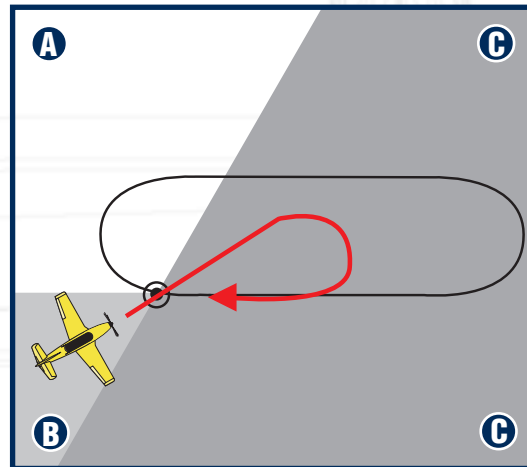


Abbildung 18-4

Klingt kompliziert? Das denken in der Tat die meisten Piloten. Glücklicherweise wird in der Praxis meist der einfache, direkte Einflug verwendet, denn in der Regel fordert Sie der Fluglotse auf, beim Annähern an eine Kreuzung auf Ihrer Flugstrecke in die Warteschleife zu gehen. Beim Fliegen von Warteschleifen können Sie sehr gut Ihre Instrumentenflugfähigkeiten üben. Wenn Sie dann eines Tages von einem Fluglotsen aufgefordert werden, in die Warteschleife zu gehen, wissen Sie genau, was zu tun ist. Nehmen Sie gleich eine Stunde, in der Sie das Fliegen von Warteschleifen erlernen. Bei der Prüfung zur Instrumentenflugberechtigung werden Sie vor dem Prüfer dann mit Ihren Fähigkeiten glänzen können.

## LEKTION 18: WARTESCHLEIFEN

### Abschließende Bemerkungen

Wenn Sie all diese Lektionen absolviert haben, bin ich von Ihrer Leistung beeindruckt, und zwar in mehrfacher Hinsicht. Zunächst haben Sie eine sehr hohe Motivation gezeigt, vergleichbar mit der des Kapitäns Ahab auf seiner Jagd nach Moby Dick. Ahab hat den Wal mit der gleichen Ausdauer und Motivation verfolgt, mit der Sie sich durch die zahlreichen Lektionen gearbeitet haben. Während andere Benutzer von Flight Simulator in der Zwischenzeit lieber über Brücken hinweg gejagt und von Flugzeugträgern aus gestartet sind, haben Sie es vorgezogen, zu lernen. Sie haben die Arbeit vor den Spaß gesetzt und dabei grundlegende Flugkenntnisse erworben. Dies beeindruckt mich sehr. Anzumerken bleibt, dass das Erlernte natürlich nicht mit dem echten Fliegen zu vergleichen ist, dem allerdings schon sehr nahe kommt.

Was wir hier erlernt haben, ist erst der Anfang. Vielleicht sollten Sie einmal darüber nachdenken, eine Flugstunde in einem echten Flugzeug zu nehmen. Und zwar nur, um selbst zu sehen, wie viel Sie über das Fliegen bereits gelernt haben. Und wer weiß? Vielleicht sitze ich schon in einigen Jahren als Fluggast in Ihrer Maschine.

Bon Voyage!



# INDEX

## A

- Abfangen 63, 68
  - Auswirkung der Klappen auf 77
- Abfangen beim Landen 63
- Abflugabschnitt 108
- Abflugabschnitt, Warteschleife 177
- Achsen 10
  - Längsachse 10
  - Querachse 10
  - Vertikalachse 10
- Aerodynamik 52
- Aeronautical Information Manual 83
- Allgemeine Überprüfung 152
- Anflug 177
- Anflugkarte 157
- Anschlag Höhenruder 97
- Anstellwinkel 47, 50, 91, 101
  - erhöhen 54
- Aufnahmen und Verfolgen eines VOR-Kurses 126
- Auftreten eines Strömungsabrisses 46
- Auftrieb 8, 22, 31, 47
- Ausgleichen der
  - Windeinwirkungen 130, 174
- Automatische Ruderfunktion 26, 30

## B

- Bereich mit Mindestwerten 157
- Bereichskarten 122
- Bernoulli 92
- Bernoullische Gleichung 54
- Betriebsbereich für die Klappen 73
- Blaue Markierungsfunkfeuerleuchte 166
- Bugfahrwerk 71

## C

- Cockpitsansicht 70

## D

- DA (Entscheidungshöhe) 167
- Die sechs wichtigen Instrumente 136
- Direkte Einfüge 178
- Drehen 22
- Drehen des Joysticks 23
- Drehzahlmesser
  - systematische Überprüfung 144
- Dreistufiges Verfahren zur Überprüfung der Instrumente 135
- Durchstarten 75



# INDEX

## E

Einflughöhe in Gleitpfad 165, 167  
Einschwenken auf den  
    Landekurssender 166  
Einstellen für Landung 67  
Elektronische Strahlen 164  
Endanflug 63, 112  
Entfernungsmeßgerät (DME) 159  
Entscheidungshöhe (DH) 166, 168  
Erdbeschleunigung 99  
Erdschizont 13

## F

Fahrtmesser 172  
    grüner Bogen 60  
    systematische Überprüfung 144  
    weißer Bogen 73  
Faktoren 35  
Fehlanflugpunkt 158, 161, 166  
Fixpunkte  
    Warteschleife 177  
Flüge  
    koordinierte 27, 29  
Fluggeschwindigkeit 38  
    Abfall als Anzeichen für Steigflüge 36  
Auswirkung auf die Neigung der Nase 34  
Flughafen, Markierungen 79

Fluglage 42, 135

Fluglage für die Landung 68

Fluglageanzeiger 14, 136  
    Grad Längsneigung 37  
    Miniaturlflugzeug 24  
    orangefarbener Zeiger 41  
    vertikale Kalibrierung 36

Flugpläne  
    IFR 156

Flugsicherung (FS) 156

Flugzeug mit Dreibeinfahrwerk 64

Frequenz des Landekurssenders 165

Frequenz für den allgemeinen  
    Verkehr (CTAF) 86

„FROM“-Anzeige 123

Funkgeräte  
    Frequenz für den allgemeinen  
    Verkehr (CTAF) 86

## G

Geradeausflug 13

Gewicht 8

Gieren 10, 27  
    Querruder-Giermoment 30

Gleitpfad nach unten 167

Gleitpfadanzeige für Sichtanflug (VASI) 66

Gleitpfade 65, 113  
    Definition 169

# INDEX

Gleitpfad-Nadel 164  
Grad Querneigung 23

## H

Haltelinien 85  
Hinterkante 47, 53  
Hohe Temperaturen  
  Auswirkung auf Leistungserzeugung 33  
Höhenmesser 17  
  ablesen 44  
Höhenruder 11  
Horizont 14  
Horizontale Führung 164  
Horizontale Komponente 22  
Horizontaler Geradeausflug 13  
Horizontalflug 13  
Hunderterzeiger 17

## I

ILS-Anflug 164  
  detailliert 168  
Index  
  VOR 123  
Inklinometer 28  
Instrumentenanflüge 155  
Instrumentenanflugkarten 157  
Instrumentencheck 135

Instrumentenflugberechtigung 135  
Instrumentenflugregeln 155  
Instrumentenlandesystem (ILS) 164

## J

Joysticks 13  
  neutrale Stellung 23

## K

Karten, Luftraum 122  
Kartenansicht 157  
Klappen 72  
Kompasskarten 123  
Kontrollturm 86  
Kopfschalter 13  
Kreiselkompass 16  
Kritischer Anstellwinkel 91, 92  
Künstliche Horizontlinie 25  
Kurs des Landekurssenders 164  
Kursabweichungsanzeiger (CDI) 123  
Kursanzeiger 16  
  systematische Überprüfung 144  
  VOR-Navigation 125  
Kursumkehr durch Verfahrenskurve 162  
Kursumkehr in der Warteschleife 161  
Kurswähler (OBS) 123  
Kurven im Steig- und Sinkflug 140

# INDEX

## L

- Laminare Luftströmung 92
- Landebahnschwelle
  - 45-Grad-Winkel 111
- Landekurssender
  - Definition 168
- Landekurssendernadel 175
- Landungen 62
- Landungen bei Seitenwind 115
- Längsachse 10
  - Ausrichtung 117
- Langsamer Flug 46
- Längsneigung 10, 11, 38
  - abwärts 14, 17
  - aufwärts 14, 17
- Lastvielfaches 99
- Leistung 42, 135
- Leistungshebelstellung 41
- Linkes Ruder 28
- Links (nicht standardmäßige Warteschleife) 178
- Linkskurve 28
- Luftfahrt
  - Karten 122

## M

- Magnetischer Nordpol 81
- Magnetkompasspunkte 81
- Markierungen
  - VOR 123
- Markierungen für die Querneigung 23
- Minimale Vorwärtsgeschwindigkeit 32

## N

- NAV 1 164
- Normalkurve 148

## O

- Obere Profilwölbung 47
- Oberer Luftraum
  - Auswirkung auf Leistungserzeugung 33
- OBS 165
- Orangefarbene Kugel als Referenz für die Längsneigung 41

## P

- Parallele Einflüge 178
- Platzrunden 107
- Platzrundenhöhe (TPA) 108
- Profilansicht 157, 161
- Profilsehne 47



# INDEX

## Q

Querab 125  
Querabschnitte 110  
Querachse 10, 12  
Querneigungssteuerung 21  
Querruder 10  
    Landungen 116, 119  
    Seitenwind 116, 119  
    Trimmen 21

## R

Radial 133  
Rechtes Ruder 28  
Rechts  
    (standardmäßige Warteschleife) 178  
Rechtskurven 28  
Reiseflug 57  
Relativer Wind 48  
    Geschwindigkeit 49  
    Richtung 49  
Rollen mit dem Luftfahrzeug 78  
Rollwegmarkierungen 83  
Rollwegzeichen 84  
Rotieren 54  
Rückenwindabschnitte 109  
    Steuerkurs 110

## S

Scheinbares Gewicht 101  
Schiebemethode 119  
    siehe auch Verwenden der  
    Schiebemethode 115  
Schild für den Sicherheitsbereich  
    der Start-/Landebahn 88  
Schub 8, 31  
Seitenruder 26, 78  
    Landungen 116  
    Seitenwindabschnitt 116  
Seitenwindabschnitt, Steuerkurs 108  
Seitenwinddrift 115  
Sichtflugregeln 155  
Sinken 35  
Sinkflug aus dem horizontalen  
    Geradeausflug  
    Übergang 139  
Sinkflug mit konstanter Sinkrate 169  
Sinkflüge 19  
Sinkrate 57, 169  
Sinkraten 40  
S-Kurven 114  
Start-/Landebahnbeleuchtung 81  
    blinkende 82  
    Mittellinie 83

# INDEX

Start-/Landebahnen  
  Markierungen 80  
  Nummern 80

Start-/Landebahnmarkierungen  
  Pfeile 88  
  winkelförmige Markierungen 88

Start-/Landebahnrandbeleuchtung 82

Starts 60

Steigen 31

Steigrate 17

Steilkurven 99  
  Querneigungswinkel 99

Steuerkurs  
  bestimmter 16  
  des Flugzeugs 16

Steuerung des Flugzeugs am Boden 78

Strömungsabriss 33

Strömungsabbrisse 91  
  abfangen 93, 96  
  Abflug 98  
  absichtlich 95  
  hohe Geschwindigkeit 94

Strömungsabbrisse nach dem Start 98

Strömungsabbrissgeschwindigkeit 32

Systematische Überprüfung 142, 173

Systematisches Überprüfen der  
  Hauptinstrumente 172, 173

## T

„Teardrop“-Einflüge 178

„TO“-Anzeige 123

Tragfläche 46  
  Anstellwinkel 25

Triebwerk Drehmoment 60

Trimmen 18, 20, 42, 135  
  bestimmte Fluggeschwindigkeit 40  
  Joystick 20  
  Tastatur 20

Trimmruder 19  
  Richtung 19

Trimmung 40

## U

Überprüfen 137

Überwachte Flughäfen 86

Umgekehrte Verfolgung 167

Untere Profilwölbung 47

Unüberwachter Flughafen 86

## V

Variometer 154, 172, 173  
  systematische Überprüfung 151

Variometer (VSI) 17

VASIs 66

Verfahrenskurven 162

Versetzte Schwellen 89

# INDEX

- Vertikal 22
  - Vertikalachse 10, 27
  - Vertikale Führung 164
  - Vertikale Komponente 22
  - Verwenden der Schiebemethode 115
  - Vier Kräfte 7
    - Auftrieb 7, 8
    - Schub 7, 8
    - Schwerkraft 7, 8
    - Widerstand 7, 8
  - Virtuelles Cockpit 70
  - Vogelperspektive 109, 111
  - Vollgas 32
  - Vollständig ausgefahrene Klappen zur Erhöhung des Luftwiderstandes des Flugzeugs 74
  - VOR 158
    - elektronische Kurse 121
    - UKW-Drehfunkfeuer (VOR) 121
  - VOR-Anzeige
    - OFF 125
  - Vorderkante 47, 51
  - Voreinflugzeichen 166
  - VOR-Navigation 121
- W**
- Warteschleifen 177
  - Warteschleifen-Fixpunkte 177
  - Wendeanzeiger 28
  - Widerstand 8, 51
  - Windgeschwindigkeit 175
  - Windrichtung 175
  - Wirbelzone des Propellers 60
- Z**
- Zubringerstrecken 162, 166
    - Führung 163
  - Zwingende Haltepunkte 87