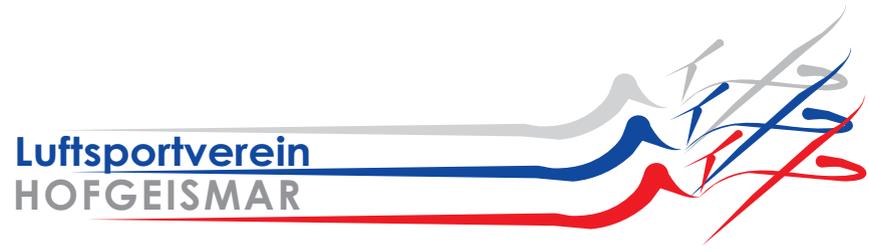


Luftsportverein  
HOFGEISMAR



## Anfängerfibel des LSV Hofgeismar e.V.



Hofgeismar, 18. Mai 2007



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Das Flugzeug und das Cockpit</b>	<b>2</b>
1.1	Die Instrumente . . . . .	3
1.1.1	Der Fahrtmesser . . . . .	3
1.1.2	Der Höhenmesser . . . . .	3
1.1.3	Das Variometer . . . . .	4
1.1.4	Der Kompass . . . . .	5
1.1.5	Der Faden . . . . .	5
1.1.6	Das Funkgerät . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Die Steuerungstechnik von Segelflugzeugen</b>	<b>8</b>
2.1	Die Steuerung um die drei Flugzeugachsen: Querachse, Längsachse und Hochachse . . . . .	8
2.1.1	Das Höhenruder . . . . .	9
2.1.2	Das Seitenruder . . . . .	10
2.1.3	Das Querruder . . . . .	10
2.1.4	Die Trimmung . . . . .	11
2.1.5	Die Bremsklappen . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Die Platzrunde</b>	<b>14</b>
3.1	Geradeausflug . . . . .	14
3.1.1	Abdrift/Versetzen und Vorhalten . . . . .	16
3.2	Kurvenflug . . . . .	17
3.3	Der Windenstart . . . . .	22
3.4	Der Flugzeugschleppstart . . . . .	26
3.5	Die Landung . . . . .	26
3.6	Der Seitengleitflug/Slip . . . . .	32
3.7	Halten des Steuerknüppels . . . . .	34

<b>4</b>	<b>Gefahrensituationen</b>	<b>35</b>
4.1	Seilriss im Windenstart . . . . .	35
4.1.1	Seilrisshöhen . . . . .	36
4.2	Startunterbrechung . . . . .	39
4.3	Abkippen, Abrutschen . . . . .	39
4.4	Ruderkreuzen . . . . .	40
4.5	Überzogener Flugzustand, Langsamflug . . . . .	40
4.6	Trudeln . . . . .	41
4.7	Steilspirale/Spiralsturz . . . . .	43
<b>5</b>	<b>Leistungsbeeinträchtigung beim Menschen</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>48</b>
	<b>Literatur</b>	<b>49</b>

## Vorwort

Diese Anfängerfibel ist für unsere Neueinsteiger in die Segelflugausbildung gedacht. Sie soll die ersten wichtigen Kenntnisse darüber vermitteln, mit welchen (Flugüberwachungs-) Instrumenten unser Ausbildungsflugzeug, die DG-1000, ausgestattet ist und wie das Segelflugzeug gesteuert wird. Der Schwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Fluglehre. Sie beinhaltet die Techniken zum Steuern des Segelflugzeuges im ersten Ausbildungsabschnitt.



Abbildung 1: Schulungsflugzeug DG-1000 während des Windenstarts

# 1. Das Flugzeug und das Cockpit

Bevor ihr das erste Mal auf dem Pilotensitz der DG-1000 Platz nehmt, erhaltet ihr eine sachkundige Einweisung in das Flugzeug, in welchem ihr künftig das Fliegen erlernen sollt. Ihr erfahrt von eurem Fluglehrer, wie das Flugzeug bewegt und transportiert wird, wie es zum Flugbetrieb vorbereitet und nach dem Flugbetrieb abgestellt wird. Ihr bekommt erklärt, welche Kontrollen vor dem ersten Flug des Tages erfolgen müssen - der Vorflugcheck -, welche Vorbereitungen zum sicheren Bedienen aller Steuerelemente zu treffen sind, die Positionierung der Steuerelemente und wie sie bedient werden. Weiterhin erfahrt ihr etwas über die richtige und bequeme Sitzposition im Flugzeug, die Beladung des Flugzeugs, den Umgang mit dem Fallschirm und die genauen Erklärungen über die Ablaufhandlungen für einen Notabprung im akuten Gefahrenfall. Hinweise über die richtige Bekleidung während des Flugbetriebes vervollständigen diese Einweisung.

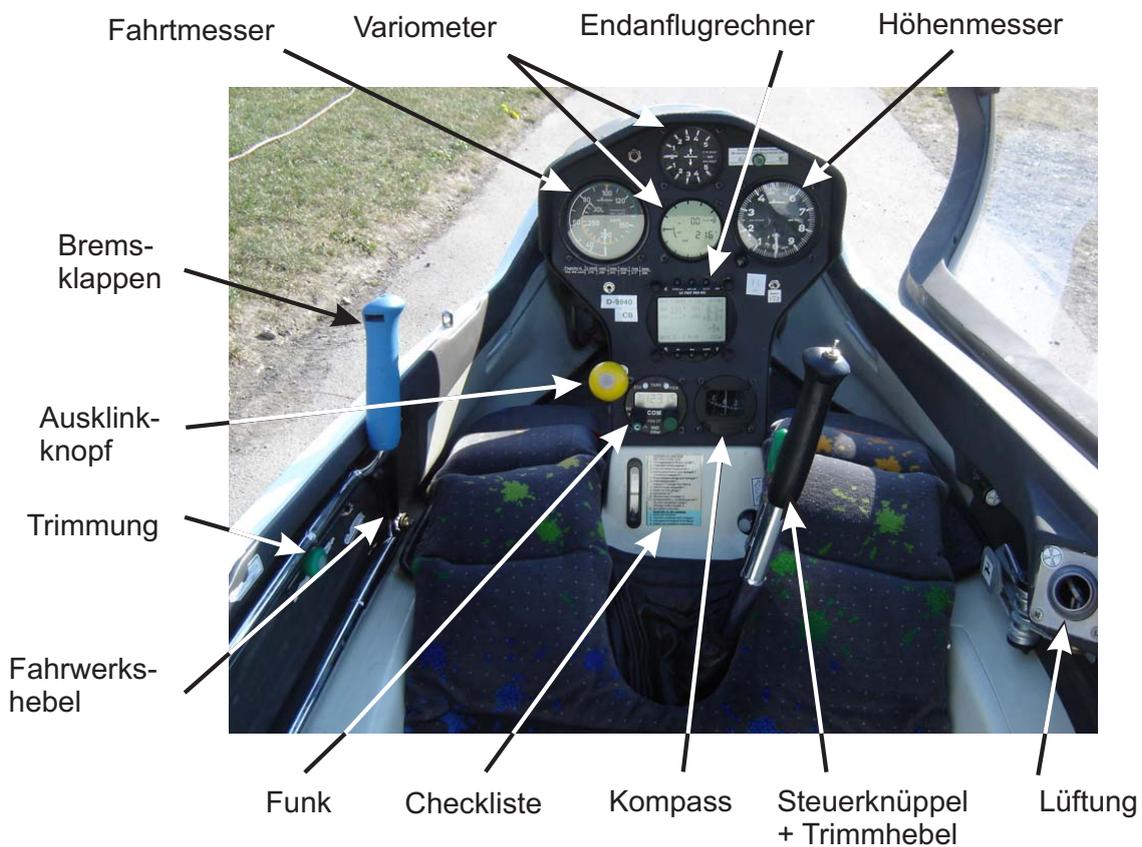


Abbildung 1.1: Cockpit der DG-1000

## 1.1 Die Instrumente

Der Kontrolle des Flugzustandes und zu dessen Überwachung sowie der Kommunikation zwischen den Luftfahrzeugen und den Bodenfunkstellen dienen im Armaturenbrett, im Blickfeld des Piloten, verschiedene Geräte. Die Bedeutung der wichtigsten von ihnen soll zunächst erläutert werden.

### 1.1.1 Der Fahrtmesser

Der Fahrtmesser zeigt die Fluggeschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber der umgebenden Luft an. Die Anzeige erfolgt auf einer geeichten Skala in km/h. Der Messdruck wird von einem zur Flugrichtung offenen (Pitot-) Rohr direkt zum Gerät geleitet. Das Pitot-Rohr befindet sich in der Nase des Flugzeugs. Der Anzeigebereich ist in verschiedene farbliche Bereiche geteilt und mit Marken versehen. Der normale Fluggeschwindigkeitsbereich ist mit einem grünen Bogenstrich hinterlegt (88-185 km/h). Das Flugzeug lässt sich innerhalb dieses Bereiches normal steuern. Fluggeschwindigkeiten unterhalb dieser Markierung sind nicht steuerbar oder zumindest nicht sicher steuerbar. Dem grünen Bogen schließt sich zur höheren Geschwindigkeit eine gelbe Bogenmarkierung an. Sie kennzeichnet den Vorsichtsbereich (185-270 km/h). Hier müssen Ruderausschläge vorsichtiger gehandhabt und dürfen nicht abrupt gemacht werden. Bei böigem Wetter dürfen die Ruder nur zur Hälfte ausgeschlagen werden. Der rote Strich begrenzt den gelben Bereich und kennzeichnet die maximal zulässige Geschwindigkeit in ruhiger Luft, in diesem Fall 270 km/h. Mit einem gelben Dreieck ist die (minimal) empfohlene Geschwindigkeit bei maximaler Zuladung im Landeanflug markiert. Diese Geschwindigkeit beträgt 100 km/h und wird immer zwischen Position bis nach der Landekurve eingehalten.



Abbildung 1.2: Fahrtmesser der DG-1000 mit markierten Geschwindigkeitsbereichen

### 1.1.2 Der Höhenmesser

Der Höhenmesser zeigt uns die Flughöhe an. Sein Wirkprinzip basiert auf der Luftdruckmessung. Die Zwei-Zeiger-anzeige auf der Skala des Höhenmessers folgt einer

metrischen Einteilung. Eine volle Zeigerumdrehung des größeren Zeigers entspricht 1000 Höhenmeter. Der zweite, kleinere Zeiger steht dann auf der Ziffer 1 und erlaubt das Ablesen der Tausender - Höhen. Innerhalb der Höhenskala sieht man in einem Fenster eine Skala in Hektopascal bzw. Millibar. Auf diesem Fenster kann der eingestellte Bezugsdruck, auf den sich die Höhenmessung bezieht, abgelesen werden. Dessen Anzeigewert muss luftdruckabhängig eingestellt werden. Dazu befindet sich ein Stellknopf direkt am Höhenmesser.

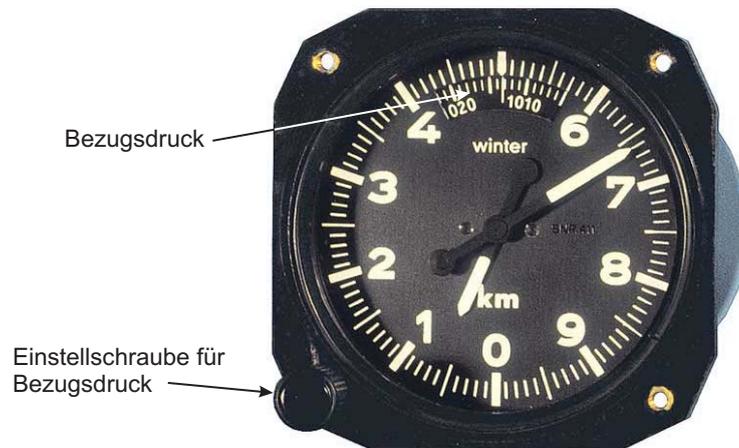


Abbildung 1.3: Höhenmesser (angezeigte Höhe 660 m; Bezugsdruck 1013 hPa)

Für Flüge im Bereich der Dingel muss der Höhenmesser vor dem Start auf „Null“ gestellt werden. Wegen wetterabhängiger Luftdruckschwankungen kann der Anzeigewert von Tag zu Tag, aber auch innerhalb eines Tages erheblich differieren, dabei entspricht eine Änderung von 1 hPa einer Höhendifferenz von 8 m. Er muss deshalb vor jedem Flug kontrolliert und gegebenenfalls am Stellknopf nachgestellt werden. Bei Flügen die über die Platzrunde hinaus gehen, wird eine andere Einstellung gewählt, auf die jedoch nicht weiter eingegangen werden soll.

### 1.1.3 Das Variometer

Das Variometer zeigt an, ob das Flugzeug während des Fluges Höhe gewinnt oder verliert, wir sagen steigen oder sinken („saufen“). Die Maßeinheit der Anzeige ist Meter pro Sekunde.

Nur mit Höhenruderausschlägen hervorgerufene Höhenänderungen werden mit Hilfe einer Kompensationsdüse gefiltert. Diese Kompensation heißt Totalenergiekompensation (TEK). Die dazugehörige Düse befindet sich an der Seitenflosse des Flugzeugs. Elektrisch arbeitende Variometer geben zusätzlich die Steig- oder Sinkwerte als akustische Signale aus. Die akustischen Signale erlauben eine intensivere Luftraumbeobachtung, was in der Luftfahrt sehr wichtig ist.



Abbildung 1.4: Variometer

### 1.1.4 Der Kompass

Der Kompass arbeitet nach dem magnetischen Prinzip. Er zeigt die Ausrichtung der Flugzeuglängsachse zu den Längengraden des Gradnetzes der Erde an. Die Kurszahlen sind von einem kardanisch aufgehängten Ring im Sichtfenster des Kompasses ablesbar. Auf ihr sind die Haupt-Himmelsrichtungen mit den Buchstaben N, E, S, W und die dekadischen Kurszahlen 2-stellig aufgetragen. Punkte markieren die 5-Grad-Teilung. Die Kurswinkelanzeige erfolgt von Nord =  $0^\circ$  /  $360^\circ$  rechts herum. Im Kreisflug ist das Ablesen von solchen Kompassen nur bis ca.  $15^\circ$  Querlage und nach bestimmten Ableseschemen möglich. Die Flüssigkeit im Kompass beruhigt die Pendelbewegungen der Ringskala.

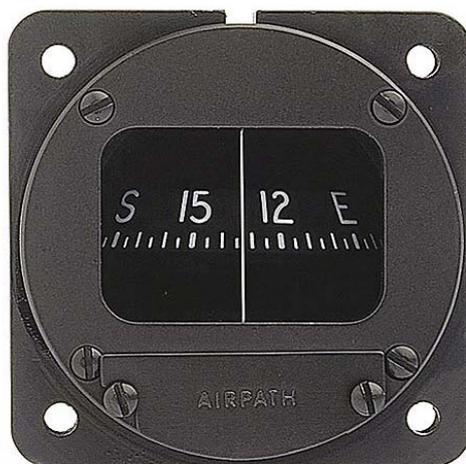


Abbildung 1.5: Kompass

### 1.1.5 Der Faden

Der Faden ist genau im Sichtbereich des Piloten in der Haubenmitte aufgeklebt. Er zeigt die Anströmung des Flugzeugs an. Fliegt das Flugzeug geradeaus, so zeigt

der Faden genau auf dich zu und der erzeugte Widerstand des Flugzeugs ist minimal. Fliegt das Flugzeug schief und wird von der Seite angeströmt, was als Schieben bezeichnet wird, wandert der Faden nach links oder rechts aus und du musst Korrekturen mit der Steuerung vornehmen. Die Anzeige ist sehr empfindlich und verzögerungsfrei. Allerdings versagt seine Funktion bei großer Feuchtigkeit, z. B. Regen, da der Faden an der Haube festklebt. Wie Richtungskorrekturen vorgenommen werden, folgt im Kapitel „Steuerung des Flugzeugs“.



Abbildung 1.6: Faden

### 1.1.6 Das Funkgerät

Das Funkgerät dient der Übermittlung von Flugsicherheitsinformationen zwischen dem Luftfahrzeug und der Bodenfunkstelle. Die Funkverbindung erfolgt nur auf freigegebenen Frequenzen bzw. Kanälen nach den Sprachregeln im Flugfunkverkehr. Auf ausgewählten Kanälen können auch Verbindungen zwischen den Luftfahrzeugen hergestellt werden.



Abbildung 1.7: Funkgerät der DG-1000

---

Das Funkgerät besitzt einen EIN/AUS- Schalter, der meist mit dem Lautstärkeregler gekoppelt ist. Ein Regler zur Ein-/ Ausschaltung der Rauschunterdrückung (SQL) ist in Einzelfunktion vorhanden. Mit der Rauschunterdrückung wird vor dem Start überprüft, ob das Funkgerät funktionstüchtig ist. Der Frequenzwahlschalter ist ein Drehschalter. Ein Wechsel der Frequenz wird durch ein Drehen nach links oder rechts des Drehschalters erreicht, wobei ein Wechsel zwischen den Vor- und Nachkommastellen durch ein Drücken des Drehschalters erreicht wird. Moderne Geräte besitzen zusätzliche Speichertasten für die wichtigen Arbeitsfrequenzen. Soll eine Flugsicherungsmitteilung gesendet werden, so muss die Sendetaste gedrückt werden. Sie ist auf dem Kopf des Steuerknüppels platziert. Das Mikrofon soll wenige Zentimeter vor dem Mund positioniert sein. Während des Funkens deutlich und mit normaler Lautstärke sprechen.

## 2. Die Steuerungstechnik von Segelflugzeugen

Zu allen steuertechnischen Erklärungen und Analysen versuche dir folgende Regeln anzugewöhnen:

Erkläre die Notwendigkeit und Ausführung der Handlungen immer in der Reihenfolge ihres zeitlichen Ablaufes und der Wichtigkeit ihrer Bedeutung und werte sie so aus. Versuche immer, die steuertechnischen und aerodynamischen Zusammenhänge zu erkennen. Befrage deine Fluglehrer, sobald du solche Zusammenhänge nicht erkennen kannst oder sie dir nicht klar sind. Er freut sich immer über dein Interesse und erklärt sie dir gern!

### 2.1 Die Steuerung um die drei Flugzeugachsen: Querachse, Längsachse und Hochachse

Ein Segelflugzeug bewegt sich im dreidimensionalen Raum und lässt sich um drei Achsen mit den zugehörigen Rudern steuern.

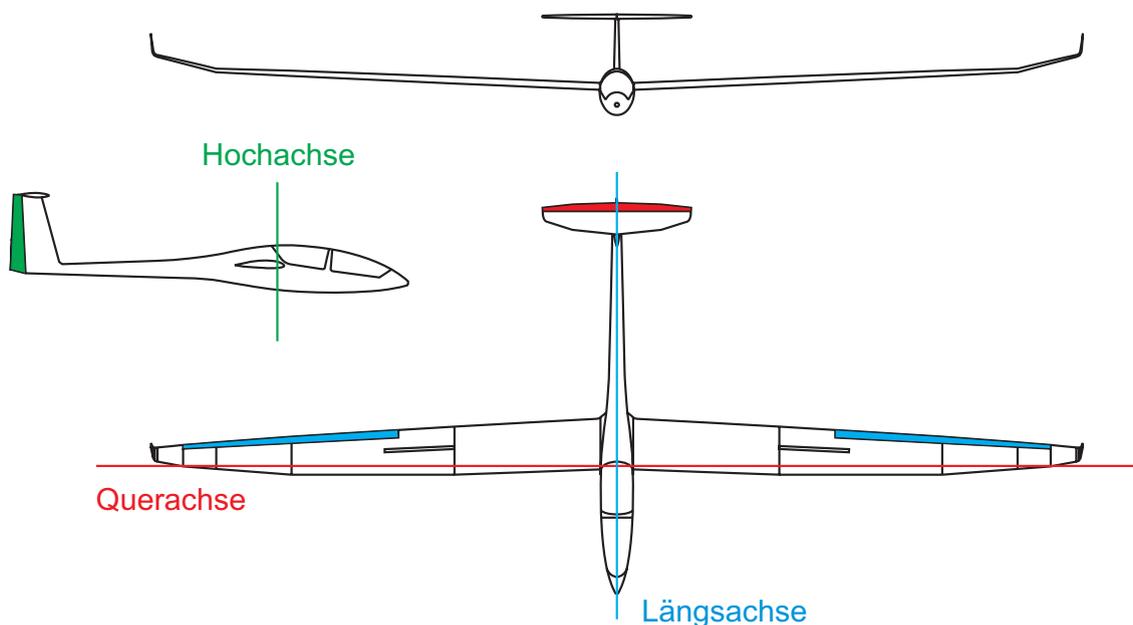


Abbildung 2.1: Flugzeugachsen

Die Längsachse des Segelflugzeugs liegt parallel zur Verbindungslinie Rumpfnase-Heckspitze. Die Bewegung um diese Achse wird als Rollen bezeichnet und mit dem

Querruder gesteuert (Steuerknüppel rechts/links). Die Achse von Flügelspitze zu Flügelspitze wird als Querachse bezeichnet. Die Bewegung um diese Achse wird mit dem Höhenruder gesteuert (Steuerknüppel vor/zurück) und als Nicken bezeichnet. Die Hochachse steht senkrecht auf der Längsachse. Die Steuerung um diese Achse wird mit dem Seitenruder (Pedale) vorgenommen und als Gieren bezeichnet.

Die Betätigung aller Ruder erfolgt sinnesrichtig, d. h. , dass die Bewegungen des Flugzeuges immer den Richtungen des getätigten Ausschlages folgen. Wird der Steuerknüppel nach vorn betätigt, wir sagen drücken, senkt sich die Flugzeugnase und das Flugzeug wird schneller. Wird der Steuerknüppel gezogen, hebt sich die Flugzeugnase und das Flugzeug wird langsamer. Die Steuerknüppelbewegung nach rechts hat eine Querlageveränderung nach rechts zur Folge. Seine Bewegung nach links lässt eine Drehung des Flugzeuges um die Längsachse nach links folgen. Wird das Ruderpedal nach rechts betätigt (getreten), erfolgt eine Drehung des Flugzeuges um die Hochachse nach rechts.

### 2.1.1 Das Höhenruder

Durch die Bewegung „ziehen“ oder „drücken“ am Steuerknüppel wird das Höhenruder betätigt und damit die Fluggeschwindigkeit gesteuert. Dieser Ausschlag erfolgt grundsätzlich unter Beobachtung des vertikalen Horizontabstandes, dem sichtbaren Abstand vom vorderen Kabinenrand oder dem Armaturenbrett - je nach Sitzposition des Piloten - zur Horizontebene. Die Fluggeschwindigkeit wird mit dem Fahrtmesser kontrolliert. Zum Verständnis: Zu jedem Neigungswinkel der Flugzeuglängsachse zur waagerechten Ebene, am schnellsten am Horizontabstand ablesbar, stellt sich ein Gleichgewichtszustand von Schwerkraft  $G$ , Auftrieb  $A$  und Widerstand  $W$  ein. Zu jeder Längsneigung der Flugzeuglängsachse gehört ein einziger Wert der geflogenen Geschwindigkeit. Demzufolge ist die Geschwindigkeitsanzeige eine Folge von (geänderter) Längsneigung und sich dem daraus ergebenden neuen Gleichgewicht der o.g. Kräfte. Die Geschwindigkeit stellt sich daher immer verzögert zu einer Längsneigungsänderung ein. Die normale Fluggeschwindigkeit der DG-1000 liegt zwischen 90 bis 100 km/h. Im Bereich dieser Fluggeschwindigkeiten liegen die Geschwindigkeit des geringsten Eigensinkens (bei ca. 90 km/h) und die Geschwindigkeit des besten Gleitens (bei ca. 95 km/h). Die Abbildungen 2.2-2.4 zeigt Horizontbilder bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten.



Abbildung 2.2: Horizontbild in der Normalfluglage



Abbildung 2.3: Horizontbild im Schnellflug



Abbildung 2.4: Horizontbild im Langsamflug

### 2.1.2 Das Seitenruder

Das Seitenruder wird mit den Füßen betätigt. Ein Treten bewirkt eine Drehung um die Hochachse in die Tretrichtung, also sinnesrichtig.

*Beispiel Seitenruder links:* Ein Tritt in das linke Seitenruder bewirkt einen Ausschlag des Seitenruders nach links. Die Seitenflosse wird gewölbt und es wirkt eine Kraft, die das Heck nach rechts zieht. Aus der Sicht des Piloten erfolgt eine Drehung um die Hochachse nach links. Durch diese Drehbewegung wird der rechte äußere Flügel gegenüber dem linken inneren Flügel beschleunigt und erzeugt somit einen höheren Auftrieb. Dadurch entsteht eine Rollbewegung als Sekundärwirkung, welche als Gier-Roll-Moment bezeichnet wird. Eine Betätigung des rechten Seitenruders bewirkt den umgekehrten Bewegungsablauf.

Das Seitenruder ist das Ruder für die Richtungssteuerung des Flugzeuges schlechthin. Dazu gehören sowohl der Geradeausflug als auch das Einleiten, Beenden und Korrigieren des Kurven-/Kreisfluges. Das Seitenruder ist im langsamen Fluggeschwindigkeitsbereich das wichtigste Stellruder und hat deshalb seine besondere Bedeutung für das Beenden von gefährlichen Flugzuständen, die ihre Ursache im Fliegen mit zu geringer Geschwindigkeit haben.

### 2.1.3 Das Querruder

Der Steuerknüppelausschlag nach rechts oder links wirkt auf das Querruder. Mit ihm wird die Querlage des Flugzeuges nach der waagerechten Horizontlinie des Flugzeuges im Geradeausflug gesteuert. Voraussetzung für eine exakte Querlagesteuerung ist das gerade und bequeme sitzen mittig im Flugzeug. Im Kurven- / Kreisflug wird die gewünschte bzw. erforderliche Kurvenquerlage mittels Winkelvergleich zur Horizontlinie gesteuert.

Querruderausschläge bewirken primär eine Drehung um die Längsachse. *Beispiel Rollen nach links:* Der Steuerknüppel wird nach links bewegt, d. h. , das linke Querruder wird nach oben ausgeschlagen. Dadurch werden der Auftrieb und der Widerstand in diesem Bereich verringert. Gleichzeitig schlägt das rechte Querruder nach unten aus und erhöht somit den Auftrieb der rechten Tragfläche. Der Effekt ist eine Rollbewegung nach links um die Längsachse.

Als Sekundäreffekt eines Querruderausschlags entsteht gleichzeitig eine Drehung um

die Hochachse (gieren), die jedoch in Gegenrichtung des Querruderausschlages gerichtet ist. Diese Drehung wird als negatives Wendemoment bezeichnet. Die negative Drehung um die Hochachse lässt sich mit einem gleichzeitigen und gleichsinnigen Seitenruderausschlag zum Querruderausschlag kompensieren.

Aus dem beschriebenen Effekt folgt, dass Kurven immer mit gleichzeitigen und gleichsinnigen Querruder und Seitenruderausschlag eingeleitet werden. Eine Ausnahme ist der Seitengleitflug (Slip), bei dem bewusst aerodynamisch erzeugter Widerstand zur zusätzlichen Gleitwinkelsteuerung im Landeanflug genutzt wird. Beim Slip (s. Abschnitt 3.6) werden Querruder und Seitenrunder zueinander gegensinnig betätigt.

### 2.1.4 Die Trimmung

Die Trimmung dient der Kompensation der Handkraft am Höhenrunder. Ihre Neutraleinstellung für die normale Fluggeschwindigkeit ist abhängig von der Zuladung im Cockpit. Die Steuerkraft des Höhenruders lässt sich auch für große Bereiche beabsichtigter Fluggeschwindigkeiten neutralisieren. Somit erleichtert das Trimmen das Einhalten von gewünschten Geschwindigkeitswerten. Die Trimmeinstellung sollte während des Fluges ständig den Erfordernissen angepasst werden, um die Handkraft des Höhenruders auf null zu halten. Vor jedem Start jedoch wird sie immer auf die Neutralstellung eingestellt. Die Kennzeichnungsfarbe des Betätigungshebels ist grün. Die Einstellung erfolgt über einen kleinen grünen Hebel am Steuerknüppel (s. Abb. 2.5). Die Position der Trimmung kann an der linken Bordwand abgelesen werden (s. Abb. 2.6).

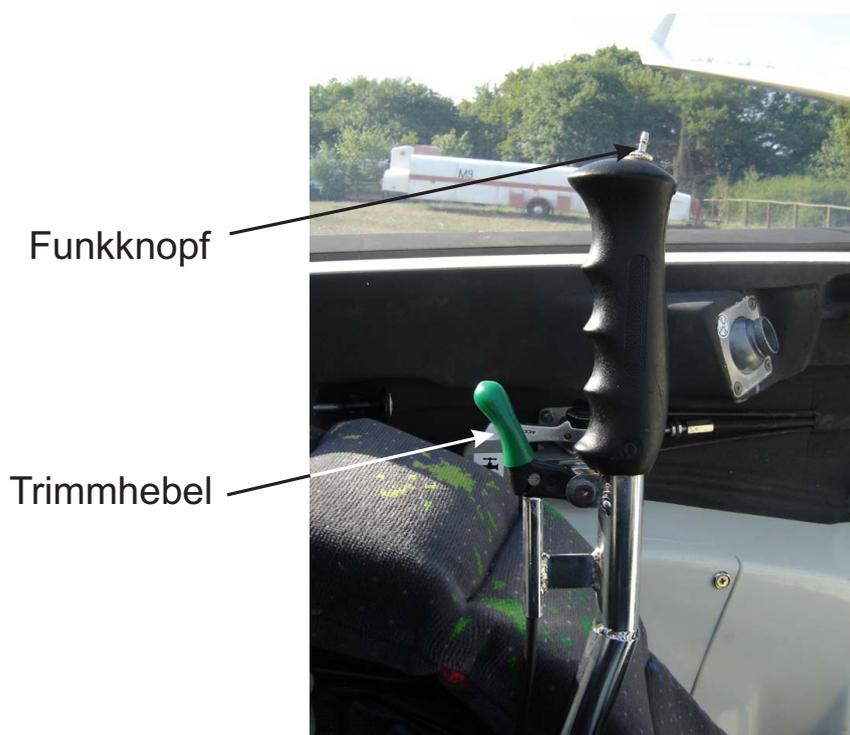


Abbildung 2.5: Trimmhebel am Steuerknüppel

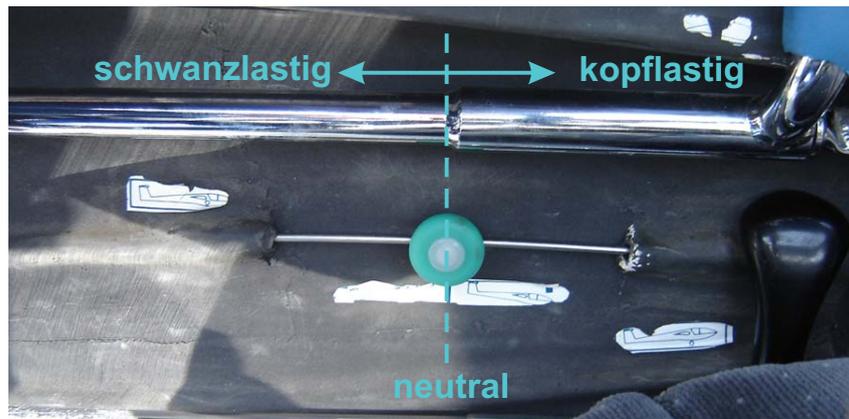


Abbildung 2.6: Trimmanzeige an der linken Bordwand

### 2.1.5 Die Bremsklappen

Die Bremsklappen dienen hauptsächlich der Gleitwinkelsteuerung im Landeanflug. Sie befinden sich bei der DG-1000 etwa in der Mitte beider Flügeloberseiten (s. Abb. 2.8). Ihre Wirkung beruht auf einer deutlichen Widerstandserhöhung und auf einer Störung bzw. gänzlichen Zusammenbrechens des Auftriebs in dem Tragflügelbereich ihrer Anordnung. Je weiter die Bremsklappen ausgefahren werden, desto stärker sinkt das Flugzeug. Eingefahren werden sie im Antriebsmechanismus mechanisch verriegelt. Mit ihnen lässt sich die Höchstgeschwindigkeit des Flugzeuges innerhalb der Zulassungsgeschwindigkeit begrenzen. Im Ausfahrbereich sind sie mit der Radbremse gekoppelt. Die farbliche Markierung des Betätigungshebels ist blau (s. Abb. 2.7).



Abbildung 2.7: Bremsklappenbedienung im Cockpit



Abbildung 2.8: Ausgefahrene Bremsklappe am Tragflügel

## 3. Die Platzrunde

Grundsätzlich besteht die Platzrunde im Idealfall aus vier einzeln geflogenen 90° Kurven, die Start- und Schleppflug, Querabflug, Gegenanflug, Queranflug, Landeanflug (Endteil) und Landung zu einem Rechteck miteinander verbinden. In der Ausbildung bedarf die Einteilung in der Platzrunde der vorherigen Besprechung mit dem Fluglehrer.

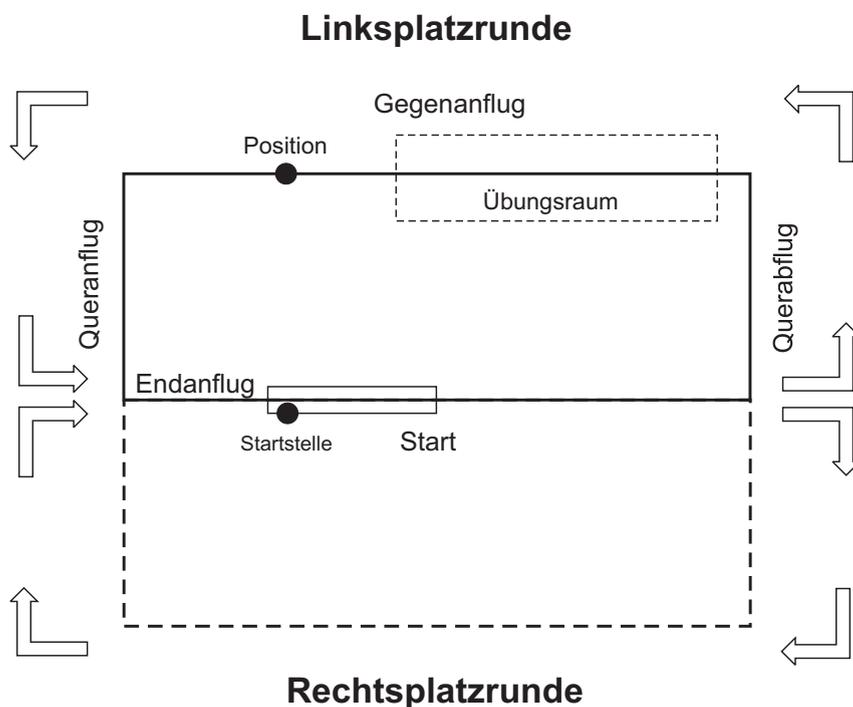


Abbildung 3.1: Platzrundenauftellung

### 3.1 Geradeausflug

Der Geradeausflug erfolgt zu einem markanten, ausgesuchten Punkt im Gelände, dem Blickpunkt, hin. Dieser sollte möglichst weit entfernt sein. Jedoch kommen beim Thermikflug oft auch Wolken oder kreisende Flugzeuge als Zielpunkte in Frage. Die Fluggeschwindigkeit (ca. 90 km/h) wird nach dem Horizontbild, dem Abstand zwischen Kabinenrand oder Armaturenbrett und der Horizontlinie mit dem Höhenruder gesteuert und mit dem Fahrtmesser kontrolliert. Die richtig eingestellte Höhenrudertrimmung (keinen Druck am Höhensteuer) erleichtert das Fliegen mit der richtigen

Geschwindigkeit sehr. Die Querlage wird nach ebener Horizontlinie mit dem Querruder kontrolliert und gehalten, die Richtungssteuerung erfolgt mit dem Seitenruder. Alle Fehler der Flugrichtung zum Blickpunkt hin und auch Querlagefehler werden mit gleichzeitigen, gleichsinnigen koordinierten Seiten- und Querruderausschlägen korrigiert.

**Merke:** Eingeleitete Richtungskorrekturen müssen, wie beim Ausleiten von Kurven, bei Erreichen der Zielrichtung voraus ebenso wieder ausgeleitet werden.

Sollte beim Geradeausflug oder während einer Kurve das Flugzeug in einen Flugzustand kommen, bei dem der Faden nach links oder rechts auswandert, kann dies durch das Seitenruder oder die Querruder korrigiert werden. Bei der Korrektur mit dem Seitenruder muss das Ruder in die Richtung getreten werden, in die der Faden wandern soll. Liegt der Faden in einer Linkskurve z. B. zu weit rechts, muss das linke Seitenruder solange getreten werden, bis sich der Faden genau in der Mitte befindet. Das Querruder wirkt in entgegengesetzter Richtung auf den Faden, d. h. ein nach links ausgewandertes Faden wird mit dem linken Querruder wieder in die Mitte gebracht. Abb. 3.2 bis 3.5 zeigt das Erklärte graphisch.



Korrektur: Rechtes Seitenruder mehr treten

Abbildung 3.2: Geradeausflug Faden links



Korrektur: Linkes Seitenruder mehr treten

Abbildung 3.3: Geradeausflug Faden rechts



Korrektur: Rechtes Seitenruder mehr treten oder mehr linkes Querruder

Abbildung 3.4: Kurvenflug Faden außen



Korrektur: Linkes Seitenruder mehr treten oder mehr rechtes Querruder

Abbildung 3.5: Kurvenflug Faden innen

### Typische Steuerfehler und deren Folgen:

- Bei sehr großer Konzentration auf das Flugziel und koordinierte Steueraus-schläge wird schnell die Luftraumbeobachtung vernachlässigt  $\Rightarrow$  Kollisionsge-fahr mit anderen Luftfahrzeugen.
- Sehr fest umfasster Steuerknüppel. Dieser recht oft vorkommende Fehler lässt das Erkennen von Steuerdrücken nicht zu. Die Geschwindigkeit schwankt trotz richtiger Trimmeinstellung sehr oder sie weicht von der ausgetrimmten Ge-schwindigkeit deutlich ab.
- Wiederholte Versuche, die Geschwindigkeit nach Fahrtmesser allein zu steuern. Dabei wird die Luftraumbeobachtung vernachlässigt. Steuertechnisch erfolgen permanente Fahrtänderungen, der Horizontabstand wechselt ständig zwischen zu groß - zu klein (als pumpen bezeichnet). Begleitend werden Richtungs- und Querlagekontrolle vernachlässigt.
- Querlagefehler (Flügel hängen lassen). Dessen Folge ist ein eigenständig be-ginnendes Drehen des Flugzeugs und damit dem Weglaufen vom Blickpunkt.
- Das Seitenruder ist unbemerkt nicht in neutraler Stellung. Das Flugzeug drif-tet aus der Zielrichtung. Manchmal wird dieser Fehler mit geringem entgegen-gesetzten Querruderausschlag kompensiert. Dieser Zustand entspricht einem Slip. Der Faden ist ein sehr guter Indikator dieses Fehlers.
- Eingeleitete Richtungskorrekturen werden an der Zielrichtung nicht beendet. Es werden erneute Korrekturen notwendig. Der Flugweg pendelt zum Flugziel hin.
- Der vorgesehene Flugweg verläuft nicht gerade. Die Ursache liegt bei unkon-zentrierten, nur sporadischen Blicken zum Blickpunkt, meistens gibt es jedoch nicht einmal einen, oder die Aufmerksamkeit wurde auf andere Orientierungs-details, Ereignisse am Boden oder Instrumente abgelenkt.

**Merke:** Der Flugweg verläuft unbewusst immer in die gerade vorhandene Blickrich-tung.

#### 3.1.1 Abdrift/Versetzen und Vorhalten

Eine von der Seite kommende Windkomponente beeinflusst den beabsichtigten gera-den Flugwegverlauf. Das Flugzeug driftet ab, was als Versatz bezeichnet wird. Diese Erscheinung soll durch Vorhalten kompensiert werden.

Vorhalten ist das Überlagern des Geradeausfluges zum Blickpunkt hin mit einer seit-lichen Flugrichtungskomponente. Dazu wird die Rumpfnase (Schnauze) des Flugzeu-ges soweit zur Windseite gedreht, dass der Flugweg über Grund zum Blickpunkt hin verläuft. Für das richtige Maß des Vorhaltewinkels kann eine Linie zum Blickpunkt gesucht werden, die der Flugweg überstreichen muss. Das Maß des Vorhaltens, der Vorhaltewinkel, ist abhängig von der Stärke und Richtung des Windes zur beabsich-tigten Flugrichtung. Darin enthalten sind die Windgeschwindigkeit, seine Richtung zum Kurs und die Fluggeschwindigkeit. Beim Vorhalten „schiebt“ das Flugzeug über Grund zum Blickpunkt hin. Gegenüber der Luft muss der Flug jedoch aerodynamisch

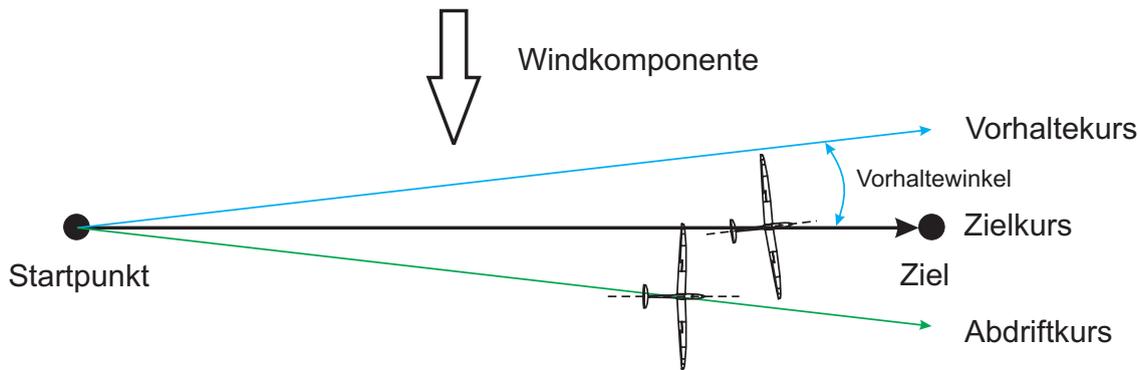


Abbildung 3.6: Vorhalten im Geradeausflug

„sauber“ sein, d. h. das Fliegen selbst erfolgt schiebefrei. Die Querlage bleibt dabei exakt waagrecht und der Faden ist in der Mitte. Das ist manchmal nicht so einfach!

Bei stärkerem Wind erfährt man beim Kreisen in Aufwinden eine Windversetzung, d. h. eine örtliche Abdrift. Diese muss nach Verlassen des Aufwindgebietes wieder kompensiert werden. Unter Umständen kann die Windversetzung beim Kreisen größer sein als die Fähigkeit, diese Versetzung wieder zu kompensieren. Diese Gefahr besteht schnell beim Kreisen in schwachen Aufwindfeldern bei gleichzeitig größeren Windstärken. Wenn in Aufwindfeldern gekreist wird, ist besonders ab mäßigen Windstärken eine permanente Kontrolle und Einschätzung von Höhengewinn und Windversetzung erforderlich.

## 3.2 Kurvenflug

Zum schnellen Verständnis im Sprachgebrauch: Zu Richtungsänderungen von ca.  $90^\circ$  sagen wir Kurven. Von Kreisen sprechen wir gewöhnlich ab  $1/2$ -Kreis und darüber hinaus; ein Vollkreis hat  $360^\circ$ . Die Steuertechniken sind identisch. Die Einteilung des Kurvenfluges erfolgt in 3 Phasen:

1. Einleiten
2. Stationärer Kurvenflug
3. Ausleiten/Beenden

Vor dem Einleiten muss man zuerst die neue Richtung bestimmen, einen neuen Blickpunkt suchen und die Kontrolle auf freien Luftraum in beabsichtigter Flugrichtung durchführen. Dazu muss der Kopf in die beabsichtigte neue Flugrichtung gedreht werden. Danach wird der Kopf unbedingt wieder nach vorn gedreht (der Lehrer sieht das!). Nur so kann Horizontabstand und Querlage beobachtet werden. Das Einleiten erfolgt, indem das Seitenruder und das Querruder gleichzeitig, gleichsinnig und zügig, jedoch nicht ruckartig, in die beabsichtigte neue Flugrichtung ausgeschlagen werden. Das Flugzeug muss dem Ausschlag der beiden Ruder folgen können. Sollen Kreise mit größeren Schräglagen geflogen werden, wird die erforderliche Geschwindigkeitserhöhung vor dem Einleitvorgang vorgenommen. In diesem Fall lässt

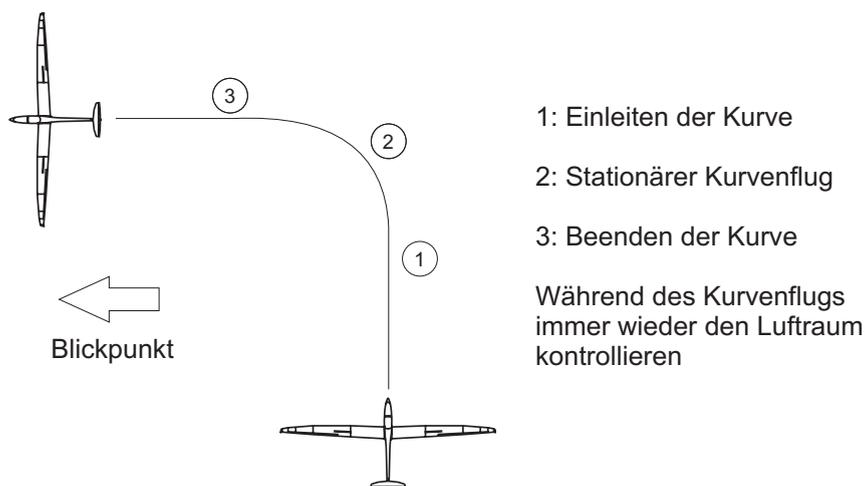


Abbildung 3.7: Phasen einer 90 °-Kurve

man vor dem Einleiten die Flugzeugschnauze etwas unter die normale Horizontlinie tauchen.

Nur bei genauer Beobachtung des Horizontes wird man erkennen können, ob das Drehen des Flugzeuges entlang der Horizontlinie gleichzeitig mit dem Beginnen der Querneigung erfolgt. Dies gibt unmittelbar Aufschluss über das richtige Maß der Ruderabstimmung von Seitenruder und Querruder. Der Faden ist dafür ein sehr genau und empfindlich anzeigendes Kontrollinstrument und sollte im Idealfall keinen seitlichen Ausschlag bekommen.

Bei Erreichen der gewünschten Drehung und Querlage müssen das Seiten- und das Querruder zunächst in Neutralstellung zurückgenommen und der normale Horizontabstand für die geflogene Geschwindigkeit geprüft und ggf. hergestellt werden. Im stationären Kurvenflug muss bei ständiger Beobachtung des Luftraumes der Horizontabstand für die Geschwindigkeit, sowie die richtige Querlage, überwacht und ggf. nachgeregelt werden. Die Geschwindigkeit wird mit dem Fahrtmesser kontrolliert und bei einer Abweichung vom gewünschten Wert in kleinen Schritten des Horizontabstandes verändert. Das kontinuierliche Drehen des Flugzeuges wird entlang der Horizontlinie beobachtet. Die Tendenz zu einer steiler werdenden Querlage muss man zuerst durch Kontrolle eines neutralen Seitenruderausschlages, dann aber hauptsächlich mit angemessenem Gegenquerruderausschlag kompensieren, dies wird als Abstützen bezeichnet. Die Ursache dieser Tendenz ist, dass der kurvenäußere Flügel eine höhere Relativgeschwindigkeit wie der innere Flügel hat, was zu einem größeren Auftrieb führt.

**ACHTUNG!** Der Steuerfehler in Drehrichtung belassenes Seitenruder verstärkt diesen Effekt und führt bei gleichzeitigem erfolgreichem Gegenquerruderausschlag zum gefährlichen Ruderkreuzen!

Beim Kurvenflug ist zu beachten: Je größer die Querneigung ist, desto größere Kurvenkräfte wirken auf das Flugzeug. Dadurch wird der Bedarf an Auftrieb erhöht und es muss schneller geflogen werden. Je steiler die geflogenen Kreise sind, desto stärker ist die wirkende Fliehkraft und damit die Handkraft am Steuerknüppel. Diese Höhensteuerkraft kann durch Nachtrimmen verringert werden, was das Fliegen von Kreisen sehr erleichtert. Deshalb sollte man im thermischen Segelflug mit annähernd

gleichbleibender Querlage unbedingt die Trimmeinstellung korrigieren. Höhere Fluggeschwindigkeiten für Kurven/Kreise werden ab ca. 30° Schräglage erforderlich. Praxisnah für die DG-1000 sind folgende Geschwindigkeiten:

Geradeausflug	⇒	≈ 90 km/h
bis ca. 30° Querlage	⇒	≈ 90 – 95 km/h
ca. 45° Querlage	⇒	≈ 95 – 105 km/h
ca. 60° Querlage	⇒	≈ 105 – 115 km/h

Mit dem Ausleiten der Kurve wird immer erst nach einem Kontrollblick auf freien Luftraum in Abflugrichtung begonnen. Das Seiten- und das Querruder werden gleichzeitig, gleichsinnig und zügig, jedoch nicht ruckartig entgegen der Drehrichtung betätigt, bis die Drehung beendet ist und die Flügel eine horizontale Lage haben. Dabei muss auf den Horizontabstand geachtet werden, gleichzeitig aber auch darauf, dass sich Drehung und Querlage kontinuierlich vermindern. Das richtige Abstimmmaß für Seiten- und Querruder lässt sich am Verhalten des Fadens kontrollieren; er soll in der Mitte bleiben und keinen seitlichen Ausschlag aufweisen. Anschließend werden die Ruder in Neutralstellung gebracht. Wurden steilere Kreise mit höheren Geschwindigkeiten geflogen, soll man die Übergeschwindigkeit bei normaler Horizontlage ausschließen lassen. Bei einem Wechsel der Kreisrichtung bei steileren Kurven behält man während des Wechsels die höhere Geschwindigkeit bei, d. h. , man muss beim Überleiten das Höhensteuer nachlassen und ggf. drücken. Die beste Hilfe hierfür bietet wieder die Kontrolle der Horizontlinie. Und denke daran: Überwache beim Fliegen und beim Kreisrichtungswechsel ständig den Luftraum!!! Nach dem Ausleiten sollte man unbedingt an die erneute Korrektur der Trimmeinstellung denken und sie nachregeln.



Abbildung 3.8: Linkskurve



Abbildung 3.9: Rechtskurve

Das *Einleiten* von Kurven wird am *Beispiel einer Linkskurve* erläutert. Vor dem Einleiten der Kurve muss der Luftraum kontrolliert werden, um Zusammenstöße mit anderen Flugzeugen zu vermeiden. Ist der Luftraum frei, wird die Kurve mit einem gleichsinnigen und gleichzeitigen Ausschlag des linken Quer- und Seitenruders eingeleitet. Je größer der Ruderausschlag gewählt wird, desto schneller ist die Rollrate des Flugzeuges. Ist die gewünschte Querneigung erreicht, werden beide Ruder wieder in die Neutralstellung zurückgenommen. Um die gewünschte Drehgeschwindigkeit und

Querneigung zu halten, müssen Korrekturen mit dem Seiten- und Querruder durchgeführt werden. Die Fahrt wird wie gewohnt mit dem Höhenruder gesteuert (auf das Horizontbild achten!). Während des Kurvenfluges immer wieder den Luftraum beobachten und auf andere Flugzeuge kontrollieren. Zum Ausleiten der Kurve müssen beide Ruder gleichsinnig und gleichzeitig in die entgegengesetzte Richtung, in diesem Fall rechts, ausgeschlagen werden. Ist die Horizontalfluglage erreicht, werden die Ruder wieder in die Neutralstellung gebracht.

### Typische (Steuer-) Fehler und deren Folgen:

- Keine Kontrolle auf freien Luftraum in die Kurvenrichtung vor dem Einleiten ⇒ Kollisionsgefahr!!
- Keine Luftraumkontrolle in Abflugrichtung vor dem Ausleiten ⇒ Kollisionsgefahr!!
- Keine Suche nach einem Blickpunkt vor dem Einleiten der Kurve ⇒ diffuse neue Abflugrichtung.
- Kopfdrehung beim Einleiten in der beabsichtigten neuen Flugrichtung belassen ⇒ Horizontlagefehler, mit den Folgen falscher Geschwindigkeit, falscher Querlage und fehlender Luftraumkontrolle.
- Permanentes Hineinschauen in den Kreis. Dadurch fehlt jede Luftraumüberwachung und alle Fehler fehlender Horizontkontrolle stellen sich ein (falsche bzw. unkontinuierliche Geschwindigkeiten und Querlagen, Schiebeflug).
- Keine ausreichende Horizontlagekontrolle für gleichbleibende Geschwindigkeit ⇒ Querlage im Kreisflug, die Folgen sind große Geschwindigkeitsschwankungen und Querlageveränderungen. Daraus resultieren unbeabsichtigte Kreisverlagerungen und der Verlust von thermischen Aufwinden.
- Ruckartige bzw. sehr hastige Steuerbewegung beim Ein- und Ausleiten. Das Flugzeug kann den Steuerausschlägen nicht folgen, es entstehen Schmier- oder Schiebezustände mit unnötig viel Widerstand am Flugzeug. Der Höhenverlust so eingeleiteter Kurven oder Kreise ist oft groß.
- Unabgestimmtes Maß von Seiten- und Querruderbetätigung, meist zu viel Querruder ⇒ Abrutschen.
- Ziehen des Höhenruders beim Einleiten der Kurve. Ursache: keine Horizontlagekontrolle ⇒ Abkippen.
- In Drehrichtung belassenes Seitenruder. Das Flugzeug wird ständig steiler, aber auch die Flugzeugnase neigt sich. Die Folgen dieses Steuerfehlers sind Schieben nach außen, Steilspirale oder Ruderkreuzen. Beim Ruderkreuzen ist das Seitenruder in Richtung der hängenden Fläche und das Querruder wegen der zunehmenden Querlage entgegengesetzt ausgeschlagen. Nicht mit Slip verwechseln! Ruderkreuzen ist erkennbar an ⇒ Faden innen. Ruderkreuzen kann zum Trudeln führen. Dieser Fehler passiert insbesondere beim Kurvenflug in geringer Höhe. Hier erscheinen sie wegen der Bodennähe viel größer, was dazu verleitet, den Seitenruderausschlag zu belassen.

- In geringer Höhe erscheint das Horizontbild flacher, man erkennt mehr Landschaft vor dem Flugzeug. In der Folge wird meistens zu langsam geflogen. Ab einer gewissen Fluggeschwindigkeit neigt sich automatisch die Nase des Flugzeuges nach unten (Eigenstabilisierung des Flugzeuges). Nichterkennen dieser Ursache führt zu weiterem Ziehen bei viel zu geringer Fluggeschwindigkeit. Abkippen mit großem Höhenverlust ist dann unvermeidbar und oft die Ursache von Flugunfällen im Landeanflug.
- Beim Ausleitvorgang findet der noch vorhandene Drehwinkel dieser Phase nicht ausreichend Berücksichtigung. Es wird eine Nachkorrektur der Richtung erforderlich.
- Fahrtschwankungen im Kreisflug durch die veränderte Handkraft am Höhensteuer. Flugzeug neu austrimmen!
- Das Fliegen der Kreise erfolgt nach konstantem Horizontbild, jedoch wird die Fluggeschwindigkeit nicht mit dem Geschwindigkeitsmesser kontrolliert. Man lässt sich von der veränderten Handkraft am Höhensteuer irritieren. Häufig wird dann zu schnell geflogen.
- Zu große Geschwindigkeit im Verhältnis zur Querlage. Der Kreisdurchmesser wird relativ groß, enge Aufwindfelder werden nur in ihrem schwachen, äußeren Bereich erfasst.
- Die Querlage wird zu gering gewählt. Engere Aufwindfelder werden umflogen. Auch ist bei starkem Wind die Windversetzung während eines einzigen Kreises schon sehr groß.
- Der Steuerknüppel wird zu fest umfasst. Das erschwert unnötig die Führung des Flugzeuges in richtiger Geschwindigkeit und Querlage. Der Steuerdruck ist nicht oder kaum feststellbar oder auswertbar.
- Das Zurücknehmen des Seitenruders nach dem Einleiten erfolgt oft zu hastig und es verzögert die richtig eingeleitete Drehung. Erst jetzt bricht der Faden nach außen aus. Diese Diskontinuität ist am Horizontverlauf (schwer) erkennbar.  $\Rightarrow$  Seitenruder langsamer in Neutralstellung bringen.
- Schmierer, auch Rutschen (nach innen) wegen: zu viel Querruder (häufiger Einleitfehler) oder zu geringer Geschwindigkeit, zu wenig Seitenruder beim Einleiten oder Gegenseitenruder zur Drehrichtung. Es ist erkennbar  $\Rightarrow$  Faden außen. Der Höhenverlust so geflogener Kurven ist unnötig groß.

Übe oft das Fliegen von Kreisen mit größeren Querlagen und mehr als nur einem hintereinander geflogenem Kreis. Dann beherrschst du besser das Fliegen mit geringeren Querlagen, denn das Fliegen steilerer Kreise erfordert größere Konzentration und funktioniert ohne Horizontkontrolle nicht.

Bemühe dich, beim Üben von Kreisen gelegentlich die Kreisrichtung zu wechseln. Oft zeigt sich nämlich eine Richtungsbevorzugung („Schokoladenseite“). Beim thermischen Fliegen mit anderen Flugzeugen müssen jedoch alle Kreisrichtungen beherrscht werden. Zudem stellt sich beim Kreisen in „Schokoladenrichtung“ recht leicht oberflächliches, weniger konzentriertes Fliegen ein.

### 3.3 Der Windenstart

Der Windenstart hat einen sehr dynamischen Ablauf. Das Flugzeug wird binnen kurzer Zeit beschleunigt, hebt ab und löst sich nach ca. 60 Sekunden in ca. 350 Metern vom Schleppseil.

Für den Piloten beginnt der Start mit dem Startcheck, der einen festgelegten Kontrollumfang beinhaltet. Nach dem Einklinken des Seils folgen die Phasen Seilstraffen,

**Kontrolle vor dem Start**  
**DG-1000 D-9940 "CB"**

1. Trimmungswichte und Ballast geprüft?
2. Fallschirm richtig angelegt?
3. Fest und sicher angeschnallt?
4. Haube verschlossen und verriegelt?  
(Haubennotabwurf bekannt?)
5. Bremsklappen gängig und verriegelt?
6. Funk eingeschaltet?  
Frequenz? (Dingel 123,15)
7. Höhenmesser eingestellt?
8. Ruder frei und gängig?
9. Spornkuller ab?
10. Windrichtung (Vorhalten)?
11. Schleppstrecke und Ausklinkraum frei?  
"Es kann eingeklinkt werden!"  
Richtige Sollbruchstelle?
12. Auf Seilriss vorbereitet!

Abbildung 3.10: Startcheck

Anrollen (1), Abheben (2), Anfangssteigflug bis zur Sicherheitshöhe (3), Schleppsteigflug (4), Ausklinken (5) und Geschwindigkeit normalisieren und austrimmen (6). Nach dem Ansagen des Startchecks mit dessen gleichzeitiger Ausführung wird

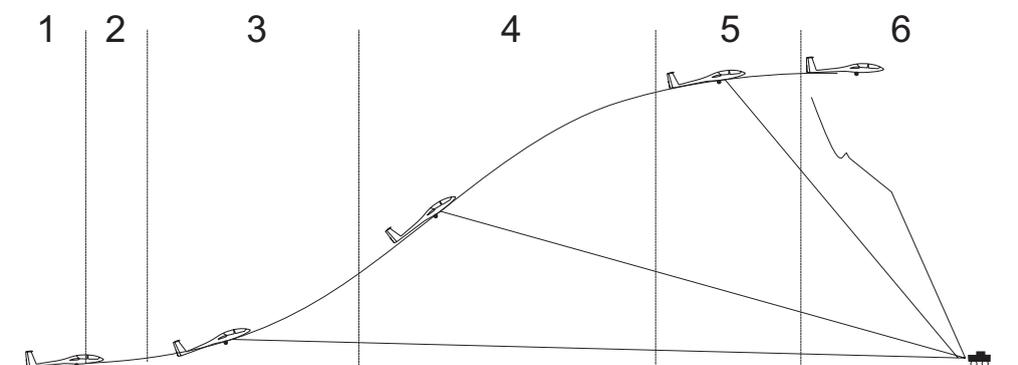


Abbildung 3.11: Startphasen des Windenstarts

das Seil in die Schwerpunktkupplung eingehängt. Zuvor muss eine Kontrolle auf Verwendung der richtigen Sollbruchstelle erfolgt sein. Ein Helfer hält den Flügel gerade, die Ausrichtung des Flugzeuges kann maximal bis ca.  $5^\circ$  aus der Startrichtung sein (Phase 1; Abb. 3.12). Vom Anrollen bis zum Abheben ist die größte Aufmerksamkeit auf die Richtung und die Querlage des Flugzeuges aufzubringen. Dazu schaut man

nach vorn. Das Schleppseil und der Horizont sind im Blick. Das Höhensteuer ist leicht gedrückt. In den ersten Momenten der Rollstrecke hat das Seitenruder große Bedeutung durch seine sehr gute Wirksamkeit. Bei stärkerem Wind ist dessen Wirksamkeit größer als bei schwachem Wind bzw. Windstille. Die für Korrekturen erforderlichen



Abbildung 3.12: Blick auf die Schlepstrecke vor dem Anrollen

Ruderausschläge sind anfangs wegen der noch geringeren Geschwindigkeit größer auszuführen. Das Flugzeug hebt ohne Hilfe mit dem Höhenruder ab (Phase 2; Abb. 3.13). Dabei ist es fast in neutraler Stellung. Das Flugzeug hat die Tendenz zum selbständigen Einnehmen eines größeren Steigwinkels. Nach dem Abheben (Phase 3; Abb. 3.14) darf man das Anstellen bis zu einer Höhe von ca. 50 m auf max. 30° zulassen, danach dürfen bis max. 45° eingenommen werden. Die Steigwinkelkontrolle erfolgt mittels kurzer Blicke zum Flügel, um dabei eine Winkelschätzung zwischen Flügel und Horizontlinie durchzuführen (Phase 4; Abb. 3.15). Die Übergänge zu max. 30° nach dem Abheben und zu max. 45° ab ca. 50 m müssen weich sein und dürfen keinesfalls plötzlich erfolgen.

Die Geschwindigkeitskontrolle ist unbedingt erforderlich (100-110 km/h) und muss während des gesamten Windenstarts regelmäßig wiederholt werden. Eine Geschwindigkeit, die 90 km/h nur wenig überschreitet, ist bereits kritisch, unter 90 km/h ist sie gefährlich. Alle notwendigen Korrekturen während des Schleppts müssen sanft erfolgen und dürfen niemals abrupt ausgeführt werden. Der Steuerdruck am Höhenruder ist zwischen 50 m bis ca. 100 m nahezu neutral. Es muss dann jedoch allmählich zunehmend gezogen werden. Bei zu geringer/hoher Schlepptgeschwindigkeit muss jedoch ein Nachlassen des Steuerknüppels erfolgen, ggf. muss der Start abgebrochen werden, sofern keine Reaktion auf die geforderte niedrigere/höhere Schlepptgeschwindigkeit über Funk erfolgt. Die dazu erforderlichen Steuerhandlungen des Piloten werden im Punkt „Gefahrensituationen“ beschrieben.

Bei Seitenwind muss vorgehalten werden. Man lässt den Wind zugewandten Flügel, den luvseitigen Flügel, hängen und gibt luvseitig etwas Seitenruder. Die Kombina-



Abbildung 3.13: Nach dem Abheben in ca. 3 m Höhe



Abbildung 3.14: Übergangsphase in ca. 50 m Höhe



Abbildung 3.15: Steigflugphase in ca. 250 m Höhe



Abbildung 3.16: Ausklinkphase in ca. 350 m Höhe

tion von beiden Rudern gleicht dem Einleiten einer Kurve. Ist der gewünschte Vorhaltewinkel erreicht, können die Ruder leicht in Richtung Neutralstellung zurückgenommen werden. Der seitliche Versatz im Windschlepp wird durch Kontrollblicke aus dem Cockpit nach seitlich-unten überwacht und korrigiert. Dieses Vorhalten unterscheidet sich von dem Vorhalten im Geradeausflug. Der Vorhaltewinkel muss bis zum Ausklinken gehalten werden.

In der letzten Phase (Phase 5; Abb. 3.16) des Schleppfluges spürt man eine Erhöhung des Höhenruderdruckes in Richtung Ziehen. Im normalen Verlauf verflacht sich oben der Steigwinkel trotz des Ziehens. Jetzt muss dem Höhenruderdruck nachgegeben werden (nachlassen). Der Steigwinkel verflacht sich weiter und das Seil fällt hörbar aus der Kupplung. Bei idealem Übergang in den Horizontalflug klinkt das Seil automatisch ohne Zuglast aus. Der gelbe Ausklinkknopf wird zur Sicherheit 3 x betätigt. Die Geradeausfluglage (Phase 6) wird eingenommen und die Geschwindigkeit normalisiert. Die dafür schnellste Methode ist das baldige Einstellen des richtigen Horizontalabstandes. Bei richtiger Geradeausfluggeschwindigkeit wird mit dem Trimmhebel die Handsteuerkraft am Höhensteuer auf null eingestellt.

#### Typische Steuerfehler:

- In der Anrollphase werden Richtungs- und Querlagefehlern mit zu geringem Ruderausschlag begegnet.

- Nach dem Abheben erfolgt die Einnahme des Anstellwinkels ohne bewusste Steigwinkelkontrolle. Der Steigwinkel muss durch kurze seitliche Blicke zum Horizont kontrolliert werden  $\Rightarrow$  Kopf kurz drehen!
- Das Anstellen auf den Steigwinkel von  $45^\circ$  erfolgt zu frühzeitig und unterhalb 50 m Höhe (Kavalierstart).
- Das Anstellen auf den Steigwinkel von  $45^\circ$  erfolgt abrupt und ist nicht ausgerundet.
- Das Anstellen der Steigwinkel erfolgt ohne ausreichende Aufmerksamkeit auf die Geschwindigkeit. Die drei zuletzt genannten Startverläufe gehören zu den gefährlichsten und risikobehaftetsten Flugverhaltensweisen eines Piloten. Gerade in dieser Startphase kann es durch ein solches Steuerverhalten zum plötzlichen Strömungsabriss am Tragflügel kommen. Dabei besteht keine Chance einer Steuerkorrektur und ein Aufschlag auf dem Boden ist nicht zu vermeiden. Reißt die Strömung an nur einem Flügel ab, kommt es zusätzlich zu einer Drehung um die Längsachse.
- Andererseits kann es wegen der plötzlich starken Seilbelastung zum Seilriss kommen. Die noch geringe kinetische Energie des Flugzeuges und der große Anstellwinkel des Flügels lässt nur eine äußerst klein bemessene Reaktionszeit für das richtige Handeln bei Seilriss zu. Zudem müssen alle Steuerausschläge genau und richtig dosiert sein.
- Der vor dem Start bewertete Seitenwind findet im Schleppflug nicht ausreichend Berücksichtigung im Vorhalten. Das Schleppseil fällt außerhalb des Flugplatzes herab und kann Personen verletzen oder Gegenstände beschädigen.
- Zum Ende des Schleppfluges wird das erforderliche Nachlassen des gezogenen Höhensteuers nicht erkannt oder ausgeführt. Das Schleppseil fällt zu früh oder von Hand ausgeklinkt unter Seilspannung heraus. So kann es zur Schlaufenbildung des Seiles auf der Windenseiltrommel kommen.
- Nach dem Ausklinken wird bis zum Abkurven in den Querabflug keine Flugrichtung bestimmt. Der Flugwegverlauf ändert sich ständig oder erhält Kurvencharakter.
- Das Austrimmen nach erfolgter Normalisierung der Geschwindigkeit wird vergessen.

Das Erlernen des Windenstarts ist nicht kompliziert oder gefährlich, bedarf aber einiger Übungsstarts und der vollen Konzentration des Piloten. Besondere Aufmerksamkeit verdienen immer die zu überwachende Geschwindigkeit, die gerundet zu steuernden Übergänge auf  $30^\circ$  bzw.  $45^\circ$  und der im Schleppflug mehrfach zu überwachende Steigwinkel. Die Hoffnung, durch zeitiges Anstellen ab 30 m mehr Ausklinkhöhe zu erlangen, ist es nicht Wert, unkalkulierbare Risiken einzugehen und die eigene Gesundheit oder gar das Leben zu riskieren.

### 3.4 Der Flugzeugschleppstart

Der Flugzeugschleppstart ist neben dem Windenstart die weitere wichtige Methode, das Segelflugzeug in die Luft zu bringen. Aus Kostengründen findet er in der Anfängerausbildung kaum Anwendung und soll deshalb hier keine Berücksichtigung finden.

### 3.5 Die Landung

Die Vorbereitung für eine gute Landung beginnt immer an der Position und erfordert eine erhöhte Aufmerksamkeit bei der Luftraumbeobachtung. Die Position befindet sich im Gegenanflug zur Landerichtung in mindestens 150m Höhe über der Landeschwelle und 300-500m genau seitlich vom beabsichtigten Aufsetzpunkt, an dem das Lande-T ausgelegt ist. In der Ausbildung bieten 180m Höhe an der Position deutlich bessere Voraussetzungen zum Erlernen der Landeeinteilung und des Landeanfluges. Der Entscheidungsspielraum der Landeeinteilung vergrößert sich und der längere Landeanflug gibt mehr Zeit, das Flugzeug in einen ruhigen, stabilen Anflug zu bringen. Dies erleichtert, das richtige Ausfahrmaß der Landehilfen für den erforderlichen Gleitwinkel zum Abfangpunkt zu ermitteln. Von außerhalb der Platzrunde, z. B. nach einem Thermikflug, wird die Position unbedingt zielgerichtet vor der Landeabsicht angefliegen. An angeflogenen Fremdfugplätzen holt man sich zuvor in ausreichender Entfernung dieses Platzes Landeinformationen per Funk ein. Sie beinhalten Auskünfte über die Landerichtung, das Wetter, den aktuellen Platzverkehr und machen auf Besonderheiten aufmerksam.



Abbildung 3.17: Blick von der Position auf das Landegelände

An der Position werden folgende Punkte kontrolliert bzw. gecheckt: in Landeposition befindliche andere Luftfahrzeuge vor mir bzw. in der Nähe, Flugzeuge in der Landebahn und Transportbewegungen, bewegliche andere Hindernisse (Lepo, Transportmannschaften), Flughöhe, seitlicher Abstand zum Lande-T, Windgeschwindigkeit-

und Richtung (Windsack bewerten), richtige Fluggeschwindigkeit auf gelbes Dreieck eingestellt, Fahrwerk ausgefahren und verriegelt, fest angeschnallt.

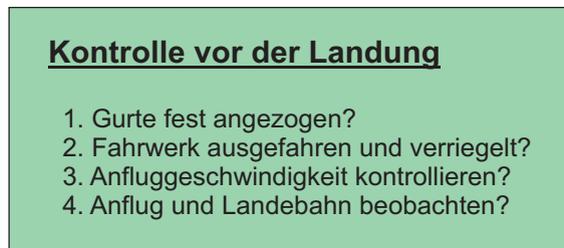


Abbildung 3.18: Landecheck

Die Landeabsicht wird über Funk mitgeteilt, z. B. : CB Position, Fahrwerk ausgefahren und verriegelt. Der weitere Flugweg wird nach Flughöhe, meteorologischen Bedingungen (Windstärke, großes Steigen oder Sinken) und unter Berücksichtigung des übrigen Platzverkehrs eingeteilt. Besondere Bedeutung hat die Entscheidung zum Fliegen der Kurve in den Queranflug. Sie wird in ca. 120-140 m Höhe geflogen und sollte eine Landeanfluglänge zwischen 800 m und 1000 m ermöglichen. Jedoch sind im konkreten Fall immer die eigene Flughöhe, der Flugverkehr in diesem Abschnitt und die meteorologische Situation (Windstärke, Böigkeit und thermische Bedingungen) zu berücksichtigen. Die Aufmerksamkeit muss ab dem Queranflug auf evtl. direkt anfliegende oder im langen Endteil befindliche andere Luftfahrzeuge und gleichzeitig erfolgende Anflüge aus der Gegenplatzrunde erweitert werden. Deshalb ist das Mithören des Funkverkehrs in diesen Abschnitten sehr wichtig. Die Luftraumkontrolle geschieht gleichzeitig mit der Überwachung der Horizontlage. Der häufig ausschließliche Blick zum Aufsetzpunkt (Lande-T) im Queranflug birgt die sehr große Gefahr eines Kollisionsrisikos mit anderen anfliegenden Luftfahrzeugen. Die Abdrift vom Platz weg muss besondere Beachtung finden und durch Vorhalten kompensiert werden. Gegebenenfalls kann der Queranflug noch zur Korrektur der Landeanfluglänge benutzt werden. Eine Möglichkeit der Höhenkorrektur im Queranflug besteht in einer Änderung der Flugrichtung, dem Abweichen vom rechtwinkligen Anflug (Abb. 3.19). Ist die Flughöhe zu hoch, wird vom Flugplatz weggeflogen, ist die Höhe zu gering, wird zum Flugplatz hingeflogen. Dabei ist auf den Wind mit dessen Richtung und Stärke zu achten. Eine zweite Möglichkeit ist eine Verlagerung der Queranflugskurve (Abb. 3.20). Ist die Höhe zu gering, wird die Queranflugskurve eher eingeleitet, ist sie zu groß, findet die Kurvenerleitung später statt. Eine Rechteckerteilung ist jedoch anzustreben. Sie stellt die höheren Ansprüche an einen korrekten Anflug.

Die linke Hand wird im Queranflug an den Bremsklappengriff gelegt, die Klappen werden jedoch vor dem Ende der Landekurve nur in absoluten Ausnahmesituationen entriegelt und betätigt. Die Entscheidung zum Fliegen der Landekurve sollte so frühzeitig getroffen werden, dass diese Kurve einen geraden Flugweg bis zum Aufsetzpunkt (und) parallel zur Startrichtung gewährleistet. Eine Wiederholmöglichkeit für den Landeanflug besteht nicht. Mit der Einteilung für den Landeanflug muss ein vertikaler Trichter getroffen werden (s. Abb. 3.22). Seine unterste Grenze wird durch den besten Gleitwinkel bei der vorhandenen meteorologischen Situation bestimmt, d. h. durch die Flugzeugleistung und die Windstärke vorgegeben. Gerät man bei der

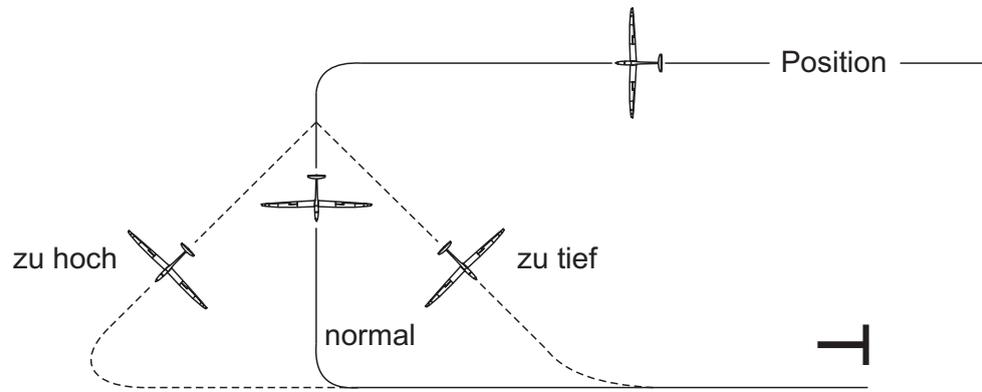


Abbildung 3.19: Höhenkorrektur durch Veränderung der Richtung im Queranflug

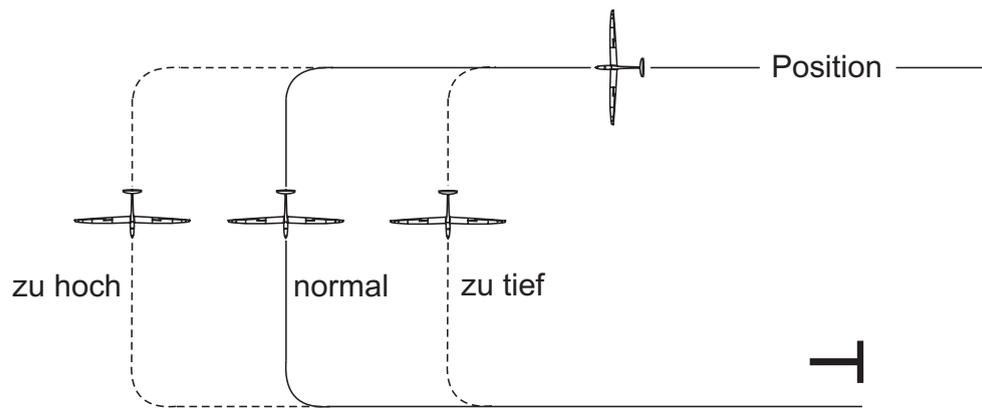


Abbildung 3.20: Höhenkorrektur durch Verlagerung der Queranflugskurve



Abbildung 3.21: Blick vom Queranflug auf das Landegebiet

Landeinteilung in den rot gemusterten Bereich, ist eine sichere Landung im Landefeld nicht mehr möglich. Auch im unteren gelben Bereich, also an der Grenze zu rot, kostet zumindest ein Teil des Landeanfluges Nerven. Der Stress ist dann oft Ursache für Entscheidungs- und Steuerfehler mit Folgen.

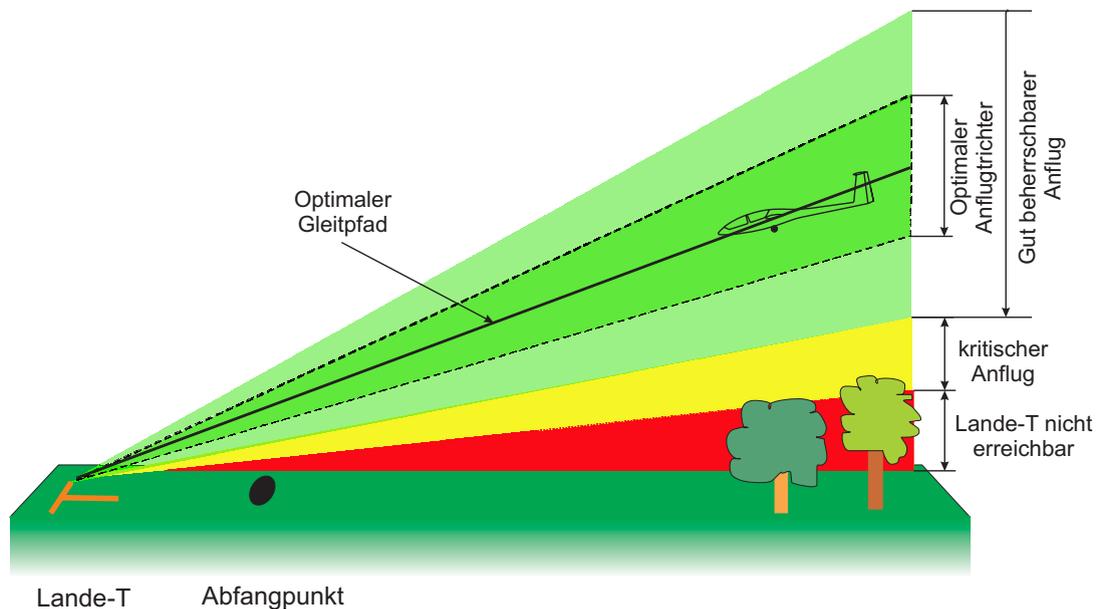


Abbildung 3.22: Anflugtrichter im Endanflug

Die oberste Grenze ergibt sich durch den schlechtesten Gleitwinkel bei ausgefahrenen Bremsklappen. Optimal getroffen wird der Trichter etwa an der Grenze des oberen zum mittleren Drittel. Besondere Situationen, wie Seilriss oder belegtes Landefeld erfordern bisweilen deutlich hohes Überfliegen des Lande-T. Eine Landung vor dem Lande-T wird nicht in Betracht gezogen, wengleich vor dem Lande-T meist eine belandbare Fläche zur Sicherheit freigehalten wird. Die Lage des Lande-T ist so gewählt, dass Gefährdungen von Passanten und Zuschauern am Flugplatzrand, Hindernisberührung oder das Überrollen von Unebenheiten ausgeschlossen werden können.

Nach der Landekurve wird eine Fluggeschwindigkeit von  $100 \text{ km/h}$ , bei stärkerem Wind  $110 \text{ km/h}$  eingenommen. Nur bei ganz schwachem Wind genügen auch  $95 \text{ km/h}$ . Es wird ein Abfangpunkt ca.  $10 \text{ m}$ , je nach Windstärke, vor dem Lande-T fixiert (gültig für DG-1000). Extreme Verhältnisse in Windstärke und Turbulenz können höhere Anfluggeschwindigkeiten erfordern. Vor allem bei Nordwest-Wind muss die Anfluggeschwindigkeit wegen eines Lees auf Höhe der Kirschenplantage deutlich erhöht werden. In Extremfällen muss die Landegeschwindigkeit zwischen  $140\text{-}150 \text{ km/h}$  liegen. Mit der erhöhten Geschwindigkeit besteht in bodennaher Turbulenz viel bessere Steuerbarkeit und gleichzeitig wird zu der sich mit ausgefahrenen Bremsklappen ergebenden höheren Mindestgeschwindigkeit besser Abstand gehalten. Im Landeanflug ist der Horizontalabstand höher, als beim Geradeausflug mit gleicher Geschwindigkeit ohne Bremsklappen.

Bei konstanter Fluggeschwindigkeit wird der „optische“ Abstand des Abfangpunktes zum Kabinenrand mit Hilfe der Bremsklappen so gesteuert, dass sich seine Höhe zum Kabinenrand nicht mehr verändert. Dazu werden die Bremsklappen zuerst entriegelt

und dann allmählich soweit herausgenommen, dass der zuvor beschriebene Zustand entsteht. Dabei spielt keine Rolle, wie weit man noch vom Abfangpunkt entfernt ist. Auch die absolute Größe des „optischen“ Abstandes ist nicht von Belang, sie darf sich nur nicht verändern. So erhalte ich einen konstanten Anflugwinkel.

Bei im Anflug zu niedrig geratener Landeinteilung wird vor dem Ausfahren der Bremsklappen zunächst eine sichere Anflughöhe erfliegen, d. h. , man fliegt zunächst dichter an den Platz heran. Auch wenn die Bremsklappen schon zu weit ausgefahren wurden, werden sie u. U. wieder eingefahren.

Kommt der Wind nicht genau von vorn, muss ein Vorhaltewinkel eingenommen werden. Hat man beispielsweise im Landeanflug Seitenwind von links, wird die Rumpfnase soweit nach links gedreht, dass das Lande-T konstant in dem gleichen seitlichen Blickwinkel rechts vom Kabinenrand bleibt. Wie beim Vorhalten im Geradeausflug muss der Faden in der Mitte bleiben. Besondere Aufmerksamkeit ist auf die konstante Geschwindigkeit zu lenken, die immer wieder mittels kurzer Blicke auf den Fahrtmesser kontrolliert werden muss. Optimal erreicht wird der Abfangpunkt in ca. 2-3 m Höhe. Er liegt je nach Windstärke 10-20 m rechts vor dem Lande-T. Jetzt wird das Flugzeug abgefangen. Das ideale Ausfahrmaß der Bremsklappen ist 1/2 bis 2/3 vom Vollausschlag. Genau in der Landephase der Abfangbogensteuerung erfolgt keine Veränderung der Bremsklappenstellung. Es wird die volle Konzentration auf den Verlauf dieses Bogens gelenkt.

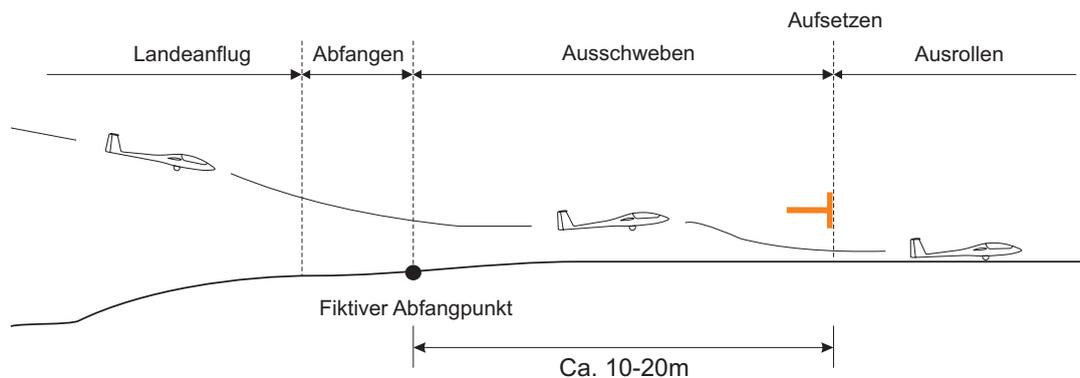


Abbildung 3.23: Landephasen

Kurz vor dem Beginn des Abfangens richtet sich der Blick auf die zuvor liegende Ausrollstrecke bis hin zum Horizont. Selbst wenn der Abfangpunkt bereits überflogen worden ist, geschieht das Abfangen in der zuvor genannten Höhe. Der Abfangbogen verläuft bis in ca. 0,5 m Höhe und geht in das Ausschweben über. Ein im Landeanflug wegen seitlichem Wind eingenommener Vorhaltewinkel wird jetzt zurückgenommen. Das Höhenruder wird allmählich immer weiter gezogen und das Aufsetzen bei der noch relativ hohen Geschwindigkeit verzögert. Die Bremsklappen werden nun kontinuierlich bis zum Vollausschlag ausgefahren. Das Schweben bis zum Lande-T lässt sich zielgenau mit den Bremsklappen regeln, jedoch führt ein plötzliches Ausfahren zum Durchsacken und ist unbedingt zu vermeiden. Bei zunehmendem Anstellwinkel nimmt die Geschwindigkeit ab. Schließlich setzt das Flugzeug auf, idealerweise unmittelbar rechts neben dem Lande-T und keinesfalls davor. Das Ausrollen geschieht mit gezogenem Höhensteuer. Beim Aufsetzen und beim Ausrollen ist unbedingt auf die Querlage und Rollrichtung des Flugzeuges zu achten. Die mit den Bremsklappen

gekoppelte Radbremse muss beim Aufsetzen frei sein. Beim Ausrollen wird sie nach Bedarf betätigt. Mit dem Seitenruder wird das Flugzeug in der Richtung gehalten. Wird das beherrscht, darf in der letzten Ausrollphase das Flugzeug mit dem Seitenruder leicht aus der Landebahn gesteuert werden, um die Landebahn für nachfolgenden Flugverkehr frei zu machen. Das Betätigungsmaß dazu muss behutsam sein; es besteht Ringelpietzgefahr. Ist das Flugzeug zum Stillstand gekommen, wird ausgetiegen und bewertet, ob das Flugzeug ein Hindernis für andere startende/landende Flugzeuge sein kann, ggf. muss das Flugzeug ein Stück aus der Landebahn gezogen werden.

### Typische Steuerfehler und deren Folgen:

- Die Position wird zu spät erkannt oder gewählt, die erforderlichen Kontrollen ziehen sich bis zur Queranflugkurve  $\Rightarrow$  die Landemitteilung erfolgt zu spät, Kontrollelemente werden vergessen.
- Der Abbruch eines Flugprogrammes oder Thermikfluges erfolgt zu spät für einen sicheren Anflug der Position  $\Rightarrow$  es kommt zu Bedrängnissituationen für die erforderlichen Kontrollen und der Landeinteilung.
- Ab dem Einkurven zum Queranflug bis zur Landekurve bleibt der Blick ausschließlich zum Aufsetzpunkt gerichtet.  $\Rightarrow$  die Flugrichtungskontrolle, die Horizontlagekontrolle und die Luftraumkontrolle geraten außer Beachtung. Die fehlende Luftraumkontrolle wird in diesem Abschnitt auch zur Gefahr für andere. Der eigene Flugweg verläuft ungerade und die fehlende Horizontlagekontrolle führt zu Fahrtschwankungen. Gerade in niedriger Höhe wird dann oft zu langsam geflogen.
- Das Einleiten der Landekurve erfolgt zu spät. Die Landekurve wird deshalb mit sehr großer Querlage geflogen. Oft ist die Geschwindigkeit dafür unzureichend (Abkipppgefahr!) und der Landeanflug verläuft nicht gerade. Es kann zum Überfliegen der Grundlinie kommen  $\Rightarrow$  Korrektur erforderlich.
- Die Landeklappen werden noch vor Beenden der Landekurve entriegelt oder gar ausgefahren. Das birgt besonders in geringer Höhe eine große Unfallgefahr. Es ist meist Zeichen einer schlechten Landeinteilung und der Unkenntnis der mit dem Ausfahren in der Kurve verbundenen Gefahren.
- Der konstanten, erhöhten Anfluggeschwindigkeit bis zur Abfanghöhe wird nicht genügend Aufmerksamkeit gewidmet. Insbesondere kann das vor dem Abfangen sehr kritisch werden, weil die große Sinkrate nicht beendet werden kann, was zu harten und schadhafte Landungen führt.
- Die Seitenwindkomponente wird im Anflug nicht oder zu spät beachtet. Erforderliche Korrekturen erhalten dadurch manchmal Kurvencharakter. Der Landeanflug verläuft nicht parallel zum Start.
- Das Abfangen erfolgt zu hoch. Mit ausgefahrenen Bremsklappen baut die Geschwindigkeit in zu großer Höhe schnell ab, der Auftrieb bricht wegen Fahrmangel zusammen. Das Flugzeug setzt aus zu großer Höhe mit großer Sinkrate auf.

- Das Abfangen erfolgt zu spät. Das Flugzeug setzt mit hoher Geschwindigkeit ohne auszuschweben auf. Das Aufsetzen kann hart sein und zu Schäden führen.
- Das Abwandern des „optischen“ Abfangpunktes nach oben wird häufig unbewusst mit Ziehen am Höhensteuer statt dem Einfahren der Landehilfen „korrigiert“. Das Flugzeug wird nun zu langsam. Die Anflugsituation verschlechtert sich noch mehr. Das Flugzeug bekommt mit ausgefahrenen Bremsklappen eine sehr hohe Sinkrate, die am Boden nicht ausreichend durch Abfangen beendet werden kann.
- Das Abwandern des Abfangpunktes nach unten wird durch Drücken kompensiert. Das Flugzeug wird zu schnell. Es überfliegt den Abfangpunkt trotzdem zu hoch und zu schnell. Das Höhensteuer reagiert nun sehr empfindlich. Das Abfangen wird viel schwieriger und es folgt entweder ein Aufsetzen bei zu hoher Geschwindigkeit oder das Flugzeug steigt nochmals weg.
- Das Flugzeug steigt beim Abfangen nochmals weg. Ursache ist häufig etwas zu spätes Abfangen. Das erfolgt deshalb zu heftig und ist manchmal durch Schreck beeinflusst. Beginne gering frühzeitiger abzufangen. So hast du mehr Zeit, den Abfangbogen zu steuern. Dazu sagt man auch „ausrunden“.
- In der Ausschwebephase wird die vor dem Abfangen eingestellte Landeklappenstellung beibehalten. Das Ausschweben verlängert sich unverhältnismäßig; das Aufsetzen erfolgt nach dem Landefeld.
- Dem Geschwindigkeitsabbau beim Ausschweben wird nicht ausreichende Beachtung geschenkt. Versuche das Aufsetzen durch vorsichtiges Ziehen lange zu verzögern.
- Nach dem Aufsetzen wird das Höhenruder nicht gezogen gehalten. Die Landung ist erst dann beendet, wenn das Flugzeug steht.
- Ab dem Aufsetzen erhält die Querlagekontrolle keine Aufmerksamkeit mehr. Oft berührt der Flügel noch in der Rollphase den Boden. Starke oder höhere Pflanzen können das Flugzeug aus der Richtung drehen, zum Ringelpietz führen und das Flugzeug beschädigen. Auch kann die Landeeinteilung von nachfolgend anfliegenden Flugzeugen erheblich gestört werden und u. U. die Ursache für weiteren Schaden sein.
- Beim Ausrollen wird oft nicht ausreichend Abstand zu anderen in der Landebahn befindlichen Flugzeugen gehalten oder die Flugplatzbegrenzungen nicht beachtet. Das kann zu Schäden am Flugzeug oder von Personen führen.

Diejenigen Fehler, die zu harten Landungen mit Schäden führen können, werden vom Lehrer erkannt und er wird eingreifen müssen. Bei zu großer Sinkrate in Bodennähe besteht die einzig schnelle und mögliche Hilfe im Einfahren der Bremsklappen.

### 3.6 Der Seitengleitflug/Slip

Der Slip ist eine stabile Fluglage und stellt eine Möglichkeit dar, den Anflugwinkel bei Landeanflügen weiter zu verkürzen. Dies kann bei Außenlandungen von großem

Vorteil sein. Am Flugplatz können zu hoch geratene Landeeinteilungen damit korrigiert werden. Vor dem Beginn des Slips wird ein Flugziel anvisiert (Blickpunkt, Abfangpunkt). Die Sliprichtung sollte so gewählt werden, dass bei Seitenwind die Flugzeugnase entgegen der Windrichtung zeigt, es soll also der Seitenruderausschlag entgegen der Vorhalterichtung erfolgen. Der Slip wird zunächst mit einem Querruderausschlag in einer Richtung eingeleitet. Leicht verzögert beginnt das Flugzeug in die Richtung des Querruderausschlags um die Längsachse zu rollen und um die Hochachse in Gegenrichtung zu gieren. Nach dem Eintreten des durch den Querruderausschlag hervorgerufenen negativen Wendemomentes, wird gering verzögert mit Gegenseitenruder das Wegdrehen der Flugzeugnase in diese Richtung stabilisiert. Nun muss das Seitenruder betätigt bleiben und das Querruder kurzzeitig etwas zurückgenommen werden. Die Schnauze des Flugzeuges dreht weiter aus der beabsichtigten Flugrichtung (ca. 10...20°) und ein erneuter Querruderausschlag in die zuerst gegebene Richtung wird gegeben; das ist entgegen dem bestehenden Seitenruderausschlag. Nun neigt sich der Flügel weiter in Richtung des Querruderausschlages. Die Fluggeschwindigkeit ist entsprechend dem Maß für den Landeanflug erhöht (ca. 100 km/h). Der Anzeigewert des Fahrtmessers ist wegen der schrägen Anblasung jedoch unbrauchbar. Deshalb behält die Beobachtung der Horizontlinie ihre wichtige Bedeutung für die gesteuerte Fluggeschwindigkeit. Die Flugrichtung wird hauptsächlich mit dem Seitenruder gesteuert. Mit ausgefahrenen Bremsklappen lässt sich der Slip stabiler steuern und die Sinkrate erheblich vergrößern. Zum Ausleiten des Slips werden Seiten- und Querruder auf Neutralstellung gebracht. Wurde das Höhenruder (leicht!) gezogen, muss gleichzeitig auch wieder nachgedrückt werden. Manchmal ist die Geschwindigkeit beim Ausleiten etwas überhöht. Sie muss sofort kontrolliert und ggf. auf die notwendige Landeanfluggeschwindigkeit korrigiert werden. Der Slip soll nicht bis in geringe Höhe geflogen werden. Die Ausbildungsrichtlinie nennt 50 Meter als untere Grenze. In dieser Ausleithöhe gelingt es dem ungeübten Piloten noch gut, mit den Bremsklappen den Gleitweg für eine Landung am Lande-T zu steuern. Das ist in geringerer Ausleithöhe nicht mehr der Fall.

Als *Beispiel* wird ein *Rechtsslip* aus einem Geradesausflug beschrieben:

- Die Einleitung beginnt mit dem Querruder rechts.
- Der rechte Flügel senkt sich und die Nase wandert nach links.
- Dann wird das linke Seitenruder getreten und das Querruder rechts gehalten.

Dadurch wird die Bewegung verstärkt und „festgehalten“, die durch das negative Wendemoment hervorgerufen wurde. Der rechte Flügel bleibt unten, die Flugzeugnase zeigt nach links und das Flugzeug schiebt. Der Fahrtmesser zeigt keine oder eine zu kleine Fahrt an und die Fahrtgeräusche können deutlich zunehmen. Als Folge wird der Gleitweg deutlich steiler.

- Das Höhenruder leicht ziehen.

Beim Beenden wird das Höhenruder nachgelassen, das Querruder in die Neutralstellung und danach auch das Seitenruder wieder in die Neutralstellung genommen.

### 3.7 Halten des Steuerknüppels

In allen Lernphasen und Lernabschnitten tritt wegen der hohen Konzentration auf die zu erlernenden Aufgaben immer wieder das Problem auf, verkrampft zu fliegen. Dies geschieht meistens unbewusst und äußert sich darin, dass der Steuerknüppel zu fest umfasst und sehr fest in den Seitenrudderpedalen gestanden wird. Das Lernen wird dadurch erheblich erschwert. Zum Trost sei gesagt, dass auch erfahrenen Piloten so etwas passiert. Man kann keinen Steuerdruck feststellen oder nicht erkennen, in welcher Richtung in einen Aufwind einkreist werden muss. Ratschläge zur Abhilfe dafür sind schwer. Versuche deshalb, dich bei längeren Flügen in kurzen Zeitabschnitten (ca. 10 Min) selbst zu erinnern locker zu bleiben und entspannt zu fliegen. Nutze die Gelegenheit, wenn der Lehrer fliegt, dich kurz auszuruhen.

Ein weiterer sehr häufig auftretender Fehler ist eine permanent unruhige Steuerführung. Dies betrifft die Steuerung um alle drei Achsen, was manchmal im Zusammenhang mit dem verkrampften Halten des Steuerknüppels in Verbindung steht. Auch hier ist es schwer, Ratschläge zur Verbesserung zu geben. Jedoch merken die aufmerksamen Fluglehrer diese Steuerschwäche bald und erinnern den Flugschüler, die Steuerführung ruhiger zu handhaben. Es muss tatsächlich nicht jede Turbulenz sofort auskorrigiert werden. Wichtiger ist das Erkennen der Drehtendenz um die einzelnen Achsen, um aus ihr heraus die integrierende Steuerbewegung zu schlussfolgern. Die ständig erfolgenden, oft überflüssigen Steuereingaben sind aerodynamisch ungünstig, führen zu frühzeitiger Ermüdung und die zeitige Grenze der Lernaufnahmefähigkeit wird schneller erreicht. Mögliche Abhilfe kann dadurch geschaffen werden, dass die Steuereingaben in Zeitabständen bezüglich dieses Verhaltens selbst überprüft werden.

## 4. Gefahrensituationen

Gefahrensituationen können jederzeit auftreten. Auch wenn sie relativ selten sind, sollte man immer auf sie vorbereitet und gefasst sein, da sie meist unverhofft auftreten. In der Ausbildung werden eine Reihe möglicher Situationen und die erforderlichen Handlungsabläufe besprochen, gezeigt und geübt. Handlungsroutine entsteht dabei nicht. Verbleiben in notwendigen steuertechnischen Abläufen Unsicherheiten beim Piloten, müssen diese unbedingt mit Hilfe der Fluglehrer geklärt werden. Auch das Verständnis der aerodynamischen Zusammenhänge ist wichtig und hilfreich bei der Entscheidungsfindung der richtigen Steuerhandlungen. Angst und Unsicherheit haben verzögerte oder unzureichend koordinierte Reaktionen zur Folge, was häufig die augenblickliche Situation verschlechtert. Das Wissen, das reflektorische Angst- und Schutzverhalten manchmal den erforderlichen steuertechnischen Handlungen entgegen stehen, unterstreicht die Wichtigkeit des vermehrten Befassens mit den möglichen Gefahrensituationen. So lässt sich auch die Zeit der „Schrecksekunde“ mindern und die Reaktion des Piloten auf das eingetretene Ereignis verkürzen. Die gedankliche Sicherheit des richtigen Verhaltens verringert die Stresssituation und lässt das Ausschlagmaß der Steuereingaben und deren Ablaufreihenfolge besser unter Kontrolle bringen.

Einige mögliche Gefahrensituationen werden im Folgenden genannt. Gefahrensituationen und Verhalten in besonderen Fällen sind Bestandteil des Unterrichtes und erhalten schon dadurch die ihre gebührende Aufmerksamkeit als Unterrichtsfach. Wegen der besonderen Bedeutung wird hier lediglich auf den Seilriss, die Startunterbrechung im Windenstart und das Trudeln tiefgründiger eingegangen. Wie auch sie, bedürfen alle Situationen des Unterrichtsgesprächs. Ziel des Unterrichtes ist es, alle verbleibenden Verhaltensunsicherheiten bei den Flugschülern zu erkennen und sie aufzuklären. Die Bedingungen für Entscheidungsfindungen sind in der Praxis meist sehr spezifisch. Häufiges gedankliches Abspielen in Frage kommender Situationen und der in diesen Situationen notwendigen Verhaltens- und Steuerungsabläufe trainieren die Erinnerung und ermöglichen so eine reaktionsschnelle und richtige Handlungsweise.

### 4.1 Seilriss im Windenstart

Mit einer Seilrissituation muss bei jedem Start gerechnet werden. Das gedankliche Ablauftraining vor dem Flug für die erforderlichen Handlungen und den möglichen Landeverfahren bei dem gegebenen Wetter, den erreichten Höhen und der vorhandenen Startrichtung fördert die schnelle und sichere Reaktion im Erlebnisfall. Das motorische Aufsagen vor Startbeginn, „Auf Seilriss gefasst!“ zu sein, allein reicht nicht aus. In der Platzumgebung schon nach belandbaren Feldern Ausschau zu halten und sie zu kennen, ist ein erster richtiger Schritt.

Aus diesen Gründen werden mit den Flugschülern Übungen zum Kennenlernen der verschiedenen Situationen und zur Überprüfung der richtigen Folgehandlungen durchgeführt. Die erforderlichen Handlungen beim Seilriss sind in Reihenfolge und Wichtigkeit folgende:

1. Erkennen der Situation eines Seilrisses.
2. Kontrolliertes Nachdrücken, Horizontabstand für Gleitfluglage herstellen.
3. Geschwindigkeit kontrollieren und **laut „Fahrt, fahrt, fahrt!!!“** sagen  $\Rightarrow$  Geschwindigkeitssollwert mindestens 100 km/h!
4. Kontrolle der Flughöhe durch rausschauen.
5. Entscheidung über den weiteren Flugverlauf bis zur Landung treffen.
6. Seilkupplung 3x, möglichst über freiem Gelände und über dem Flugfeld betätigen (Restseil entfernen).
7. Flugwegverlauf gemäß getroffener Entscheidung ohne Nervosität steuern.

Für die Entscheidungsfindung über den weiteren Flugwegverlauf sollen folgende Varianten helfen.

#### 4.1.1 Seilrisshöhen

Es sei darauf hingewiesen, dass alle angegebenen Höhen nur Richtwerte sind und von den gegebenen Bedingungen abweichen können (z. B. starker Wind).

##### Start von unten:

**bis 80-90m Höhe:** möglichst nur geradeaus mit kleinen Richtungsänderungen ( $< 30^\circ$ ) fliegen, ggf. Hindernissen (Winde, Strauchwerk, Bäume, Zäune) ausweichen, geradeaus landen (s. Abb. 4.1). Landeklappenbetätigung immer erst nach der Geschwindigkeitskontrolle.

**ab 100m Höhe:** stark verkürzte Platzrunde fliegen, ggf. nur einen flachen, lang gezogenen Kreis oder 2 flache  $180^\circ$ -Kurven kurz hintereinander fliegen, keinesfalls eine Landung in der Nähe des Lande-T erzwingen wollen.

**ab 200m Höhe:** verkürzte Platzrunde fliegen, ggf. 2 flache  $180^\circ$ -Kurven fliegen. Die Landung keinesfalls am Lande-T erzwingen (s. Abb. 4.2).

##### Start von oben:

**bis 40-50m Höhe:** möglichst nur geradeaus mit kleinen Richtungsänderungen ( $< 30^\circ$ ) fliegen, ggf. Hindernissen (Winde, Strauchwerk, Bäume, Zäune) ausweichen, geradeaus landen (s. Abb. 4.1). Landeklappenbetätigung immer erst nach der Geschwindigkeitskontrolle.

**zwischen 50-130m Höhe:** Es wird eine Umkehrkurve geflogen und entgegen der Startrichtung gelandet (s. Abb. 4.3). Dazu wird bei Seitenwind zur windgewandten Seite ausgewichen. Um den Halbkreisradius für die Landekurve zu berücksichtigen, nicht zu früh parallel zum Flugplatz fliegen. Keinesfalls mit dem Wind drehen, um nicht in das Lee zu geraten. Im weiteren Ablauf muss in gestarteter Richtung weitergeflogen werden, um als Anflug- und Landestrecke den gesamten Flugplatz zur Verfügung zu haben. Sehr bedenklich ist diese Variante bei hohem Platzverkehrsaufkommen und ab mittleren Windstärken. Dann kann die Landeanfluglänge mit Rückenwindeinfluss schwer bzw. nicht abgeschätzt werden. Auch ist die Aufsetzgeschwindigkeit mit Rückenwind sehr groß und es besteht große Gefahr, beim Ausrollen in abgestellte Flugzeuge oder Personen zu rollen. Der geringere Transportaufwand zum Start und die kürzere Zeit der Startunterbrechung zum nächsten Start dürfen keinesfalls Entscheidungsgründe für diese Variante sein.

**ab 150m Höhe:** stark verkürzte Platzrunde fliegen, ggf. nur einen flachen, langgezogenen Kreis oder 2 flache  $180^\circ$ -Kurven kurz hintereinander fliegen, keinesfalls eine Landung in der Nähe des Lande-T erzwingen wollen (s. Abb. 4.2).

**ab 200m Höhe:** verkürzte Platzrunde fliegen, ggf. 2 flache  $180^\circ$ -Kurven fliegen. Die Landung keinesfalls am Lande-T erzwingen.

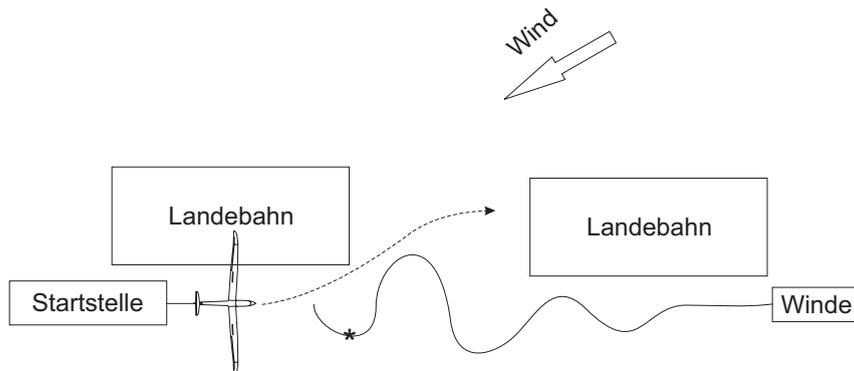


Abbildung 4.1: Geradauslandung nach einem Seilriss

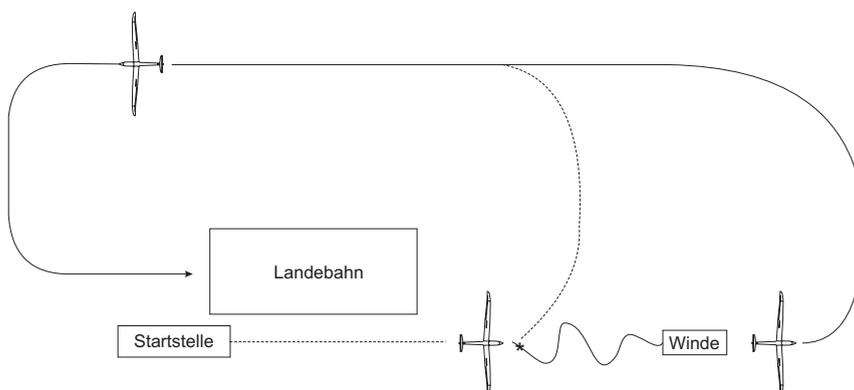


Abbildung 4.2: Verkürzte Platzrunde nach einem Seilriss

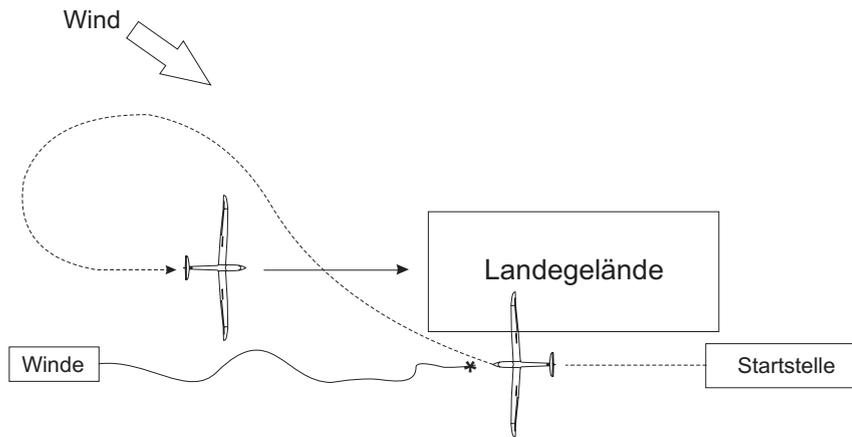


Abbildung 4.3: Umkehrkurve nach einem Seilriss

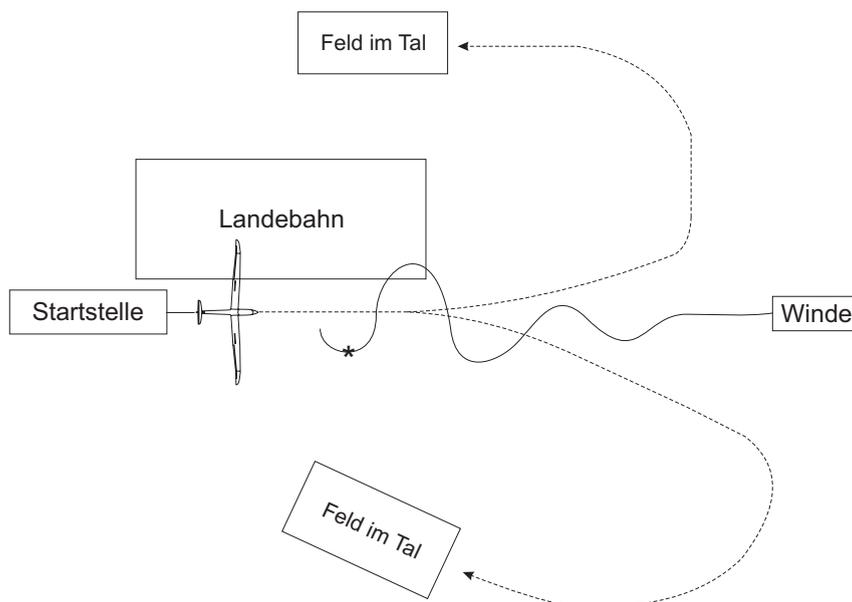


Abbildung 4.4: Landung außerhalb des Flugplatzes nach einem Seilriss

Im Zweifel ist immer eine Sicherheitslandung in Platzmitte in Betracht zu ziehen. Auch eine Landung auf geeigneten benachbarten Feldern darf nicht ausgeschlossen werden (s. Abb. 4.4).

Kurven unter ca. 120 m Höhe bergen ein sehr hohes Unfallrisiko. Die Ursache dafür liegt in dem optisch größer erscheinenden Eindruck der in niedriger Höhe geflogenen Kurven. Daraus folgen Steuerfehler, die in größerer Höhe nicht passieren. Kurven werden meistens steiler als gewohnt geflogen, wofür eine erhöhte Geschwindigkeit erforderlich ist. Werden dazu noch die Bremsklappen ausgefahren, ist eine weitere Geschwindigkeitszunahme notwendig. In niedriger Höhe wird dies unter Stressbedingungen oft nicht bedacht. Die Aufmerksamkeit ist auf das Erreichen des Landefeldes gelenkt, manchmal unabhängig von der augenblicklichen Höhe, ohne Beachtung der notwendigen Geschwindigkeitszunahmen und ohne ausreichende Beachtung vorhandener Hindernisse. So addieren sich Umstände und Fehler zu den Voraussetzungen, die zu Unfällen führen.

## 4.2 Startunterbrechung

Unterbrechungen im Startvorgang kann es aus unterschiedlichen Gründen geben. Nicht selten wird beim Seilstraffen zu heftig angeschleppt. Dabei kann das Seil überrollt werden oder die Sollbruchstelle reißen. Es muss ausgeklinkt werden, damit das Seil keinesfalls an Fahrwerksteilen hängen bleibt. Auch wenn nach dem Einklinken eine unbegründete Pause folgt, wird aus Vorsichtsgründen ausgeklinkt. Besteht beim Anrollen keine Möglichkeit mehr das Flugzeug durch Ruderausschläge in seiner Richtung zu halten oder eine hängende Tragfläche nicht vom Boden weg zu bekommen, muss ausgeklinkt werden. Werden in allen Phasen am Boden noch Hindernisse oder Gefahren erkannt, z. B. Personen vor dem Flugzeug oder auf der Schleppstrecke oder befinden sich Flugzeuge im Endanflug oder Startbereich, wird der Start unterbrochen. Die Sonne verursacht manchmal Blendwirkung und lässt Gefahren schwerer erkennen.

Nimmt die Schleppgeschwindigkeit nicht das erforderliche Maß an, muss die Unterbrechung des Startablaufes erfolgen. Auch wenn die Schleppgeschwindigkeit das erforderliche Maß hatte, danach zurück geht und keine Reaktion auf die Funksprüche erfolgt, ist aus Sicherheitsgründen auszuklinken. Das Abwarten in der Hoffnung auf erneut ausreichenden Seilzug kann fatale Folgen haben. 90 km/h ist die unterste akzeptable Schleppgeschwindigkeit, bei deren Unterschreiten ist der Schlepp abzubrechen. Wegen der Seillast und des gegen die Auftriebsrichtung wirkenden Seilzuges liegt die Mindestgeschwindigkeit viel höher als im normalen Flug. (rechnerisch erhöht sich die Mindestgeschwindigkeit von einem Geschwindigkeitswert  $v_{min} = 65 \text{ km/h}$  im Geradeausflug auf  $v_{min} = 92 \text{ km/h}$  bei einem Anstellwinkel von  $45^\circ$ ! im Windschlepp, das sind +41 %.)

Die Ursache für das Nachlassen des Seilzuges kann technischer Natur sein oder durch Entscheidungen des Windenfahrers begründet sein. Die Handlungsreihenfolge bei Startunterbrechung nach dem Abheben ist wie folgt:

1. Normalfluglage herstellen
2. Geschwindigkeitskontrolle
3. Seil ausklinken

Bei zu großer Schleppgeschwindigkeit muss der Schleppflug ebenfalls abgebrochen werden. Die maximale Schleppgeschwindigkeit der DG-1000 liegt bei 150 km/h. In dieser Situation muss ebenfalls vor dem Ausklinken des Seiles die Steigfluglage beendet werden. Die weiteren Handlungsreihenfolgen entsprechen denen des Seilrisses.

## 4.3 Abkippen, Abrutschen

Das Abkippen ist das selbständige Fahrtaufholen des Flugzeuges in der Langsamflugphase im Geradeausflug. Das Flugzeug geht eigenständig auf den Kopf, weil infolge des großen Anstellwinkels am Tragflügel die Strömung abreißt. Besonders kritisch ist dieses Verhalten, wenn im Langsamflug eine Kurve in geringer Höhe eingeleitet wird.

Das Abrutschen (Schieben nach innen) erfolgt in Kurven, wenn die geflogene Geschwindigkeit geringer als die bei der Querlage erforderliche Geschwindigkeit ist (siehe Abschnitt 3.2). Die Auftriebskraft steht dann nicht genau senkrecht auf dem

Flugzeug. Das Flugzeug vollführt einen Schiebeflug in Kreisrichtung und kann u. U. eigenständig auf den Kopf gehen (Abkippen).

## 4.4 Ruderkreuzen

Seine Ursache liegt oft in einem in Drehrichtung belassenen Seitenruder nach dem Einleiten von Kreisen. Die Querneigung wird immer größer. Der Pilot, der diese Fehlerursache nicht erkennt, gibt zur „Korrektur“ Gegenquerruder. Jedoch lässt sich das Flugzeug damit nicht flacher steuern. In dem weiteren Verlauf gelangt die Rumpfnase (Schnauze) unter den Horizont. Die Folgereaktion ist Ziehen. Doch auch damit lässt sich keine wirksame Korrektur erreichen. Der eingetretene Zustand verstärkt sich in seiner Erscheinung weiter und die folgenden, schon zuvor benannter Flugzeugverhaltensweisen, nehmen noch zu. In der weiterführenden „Steuerkorrektur“ kann das Flugzeug unmittelbar in das Trudeln übergehen. Ruderkreuzen darf nicht mit dem Slip verwechselt werden. **Der Unterschied ist:**

**Ruderkreuzen**  $\Rightarrow$  Seitenruder in Richtung des hängenden Flügels, Steuerknüppel in Richtung des nach oben zeigenden Flügels.

**Slip**  $\Rightarrow$  Der Steuerknüppel zeigt zum nach unten geneigten Flügel und das Seitenruder entgegen des hängenden Flügels. Der Slip ist dabei ein völlig stabiler, sicherer Flugzustand.

## 4.5 Überzogener Flugzustand, Langsamflug

Diese Begriffsbezeichnung selbst und das, was sich aerodynamisch hinter einem überzogenen Flugzustand verbirgt, ist häufig nicht vollständig bekannt. Im überzogenen Flugzustand befindet sich das Flugzeug, wenn sich der Anstellwinkel einem kritischen Anstellwinkel  $\alpha_{kritisch}$  nähert und das Auftriebsmaximum des Flügels erreicht ist. Der Widerstand ist prägend für das Flugverhalten geworden. Die Strömung am Tragflügel befindet sich nahe dem Abreißen oder ist teilweise abgelöst. Der Geschwindigkeitsbereich etwas unterhalb der Geschwindigkeit des geringsten Sinkens ist Langsamflug und liegt in einem Anstellwinkelbereich, in dem das Flugzeug überzogen ist. Die Geschwindigkeit des geringsten Sinkens ist abhängig von der Zuladung des Flugzeuges.

Nicht in allen Situationen eines überzogenen Flugzustandes sind seine typischen Merkmale ausgeprägt und als Warnung wahrnehmbar. Jedoch muss man diejenigen, die es gibt kennen und sofort die erforderlichen Korrekturen durch Nachlassen des Höhenruders einleiten. Merkmale für den Langsamflug sind:

- Geringer Horizontabstand,
- sehr leises Fahrtgeräusch,
- kleine Geschwindigkeitsanzeige,
- trägere Ruderwirksamkeit, das macht sich am Querruder am deutlichsten bemerkbar,
- geringerer Ruderdruck,

- größeres Eigensinken und
- Schüttelerscheinung an den Rudern, besonders am Höhenruder oder am gesamten Flugzeug.

Ein allein fliegender Flugschüler muss, falls er in den Langsamflug geraten ist und diesen korrigiert hat, unbedingt den Fluglehrer nach dem Flug informieren und mit ihm gemeinsam mögliche Ursachen besprechen. Dafür sind die Lehrer da!! Vor dem nächsten Start ist unbedingt erneut das Handbuch zu studieren, und der Trimmplan mit der tatsächlichen Zuladung zu vergleichen. Auch verdient eine permanent weit kopflastig eingestellte Trimmung die Aufmerksamkeit nach richtiger Beladung bzw. Zuladungsverteilung im Flugzeug. Im Grenzfall zur Mindestzuladung des Flugzeugs entscheidet man sich sicherheitshalber lieber für mehr Zuladung, also zusätzliches Gewicht in der Nase. Das verbessert die sogenannte Stabilitätsreserve und ist oft mit einem angenehmeren Steuerverhalten verbunden.

## 4.6 Trudeln

Mit Trudeln wird eine spiralförmige, abwärtsgerichtete Bewegung eines Flugzeuges bezeichnet, die mit einem großen Höhenverlust verbunden ist (s. Abb. 4.5). Das Trudeln ist ein stabiler Flugzustand und gehört im Kunstflug zu den beliebten Figuren. Das Ausleiten des Trudelns muss jedoch vom Piloten beherrscht werden und er muss diesen Grenzflugzustand erkennen und sicher beenden können.

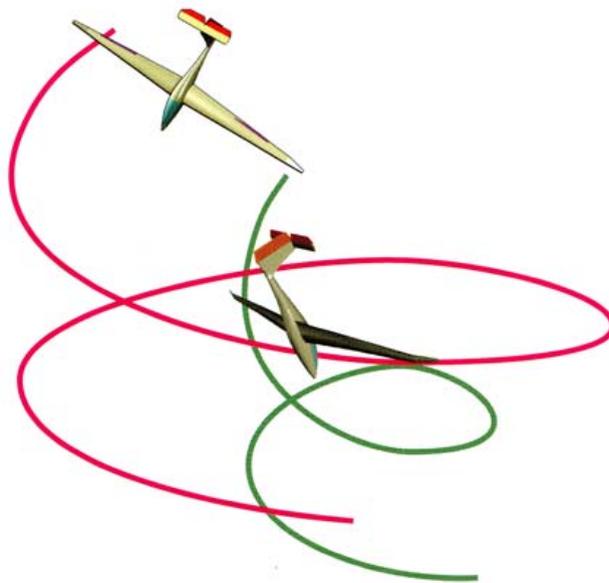


Abbildung 4.5: Trudeln

Das Trudeln entsteht durch einen Strömungsabriss an einem Tragflügel. Eine Voraussetzung ist das Überziehen des Flugzeugs mit ungleichmäßig angeströmten Tragflächen wie z. B. leichter Schiebeflug. Der Anstellwinkel des zurückeilenden Tragflügels wird zu groß, die Strömung reißt ab, der Flügel liefert keinen Auftrieb mehr und fällt nach unten. Die Flugzeugnase senkt sich nach unten, und das Flugzeug geht in

eine fallende Drehbewegung über, ähnlich einem fallenden Ahornsamen. Schlägt der Pilot während der Abkippbewegung das zur Drehrichtung entgegengesetzte Querruder aus, um das Abkippen zu verhindern, kommt es zur einer Ruderumkehr und der Abkippvorgang wird beschleunigt. Schon beim Fliegen mit der Mindestgeschwindigkeit kann es bei einigen Flugzeugmustern zu dieser unerwünschten Ruderumkehr kommen.

*Kurze Erläuterung zur Ruderumkehr:* Im Normalflug werden Rollbewegungen um die Längsachse durch Querruderausschläge erzeugt. Ein Querruder schlägt nach unten aus, und der Flügel erzeugt einen größeren Auftrieb. Das andere Querruder schlägt nach oben aus, was zu einer Verringerung des Auftriebs führt und das Flugzeug fängt an zu rollen. Bei der Ruderumkehr reißt an dem nach unten ausgeschlagenen Querruder die Strömung ab und der Auftrieb bricht genau auf der Seite zusammen, an der mehr Auftrieb erzeugt werden sollte. Das Flugzeug rollt in die unerwünschte Richtung. Wird also beim Versuch, das Abkippen zu vermeiden, mit dem Gegenquerruder reagiert, wird das Abkippen durch die Ruderumkehr noch unterstützt. Aus diesem Grund sollte das Abkippen einer Fläche immer mit dem Seitenruder verhindert werden.

Begünstigt wird die Trudleinleitung, wenn Kreise geflogen werden, bei denen das Seitenruder in Kurvenrichtung ausgeschlagen ist und eine größer werdende Querneigung mit dem Gegenquerruder verhindert wird. Dies kann ein ungewolltes Trudeln erzeugen, welches vor allem in geringen Höhen sehr gefährlich ist.

Das Trudeln wird in zwei Phasen unterteilt:

In der ersten Phase wird das Trudeln eingeleitet. Während dieser Phase kann der Vorgang ohne Probleme angebrochen werden, indem ein kräftiger Seitenruderausschlag entgegen der Abkipprichtung gegeben und das Höhenruder nachgelassen wird.

Wird das Trudeln nicht verhindert setzt die zweite Phase ein, das sogenannte Volltrudeln. Das Flugzeug fällt in einer steilen Schraubenlinie auf den Erdboden zu. Trotz der steilen Fluglage zeigt der Fahrtmesser normale Werte an und das Fahrtgeräusch ist eher schwach. Dieser Zustand wird i. d. R. vom Flugzeug nicht selbst beendet. Weder die Abwärtsbewegung noch die Drehbewegung kann durch Ziehen am Höhenruder, welches bereits gezogen ist, oder durch einen Querruderausschlag, an dem die Strömung abgerissen ist, verringert werden.

Zum Beenden des Trudelns muss das Seitenruder gegen die Drehrichtung getreten und dort gehalten werden. Dadurch wird die Rotationsgeschwindigkeit verringert. Außerdem muss das Höhenruder leicht nachgelassen werden. Dadurch geht das Segelflugzeug in einen steilen Gleitflug über und gewinnt wegen seiner aerodynamischen Eigenschaften schnell Fahrt. Bis zur Wirkung des Seitenruders können mehrere Sekunden vergehen. Sobald die Drehbewegung aufhört, wird das Seitenruder wieder in die Neutralstellung genommen. Ein weiches, aber zügiges Abfangen des Flugzeugs beendet den steilen Gleitflug. Der Höhenruderausschlag sollte so bemessen sein, dass der tiefste Punkt des Abfangbogens mit möglichst geringem Höhenverlust erreicht wird, aber kein neues Überziehen eingeleitet wird, indem nur bis zum Normalhorizont gezogen wird. Sollte die Geschwindigkeit zu groß werden, können die Bremsklappen zur Geschwindigkeitsverringering eingesetzt werden. Die beschriebenen Abläufe gelten nur für die DG-1000 und können bei anderen Flugzeugmustern abweichen! Aus diesem Grund ist vor dem Flug auf einem neuen Muster unbedingt das Flug- und Betriebshandbuch zu studieren.

Je nach Neigung der Trudelachse wird zwischen Steil- und Flachtrudeln unterschieden. Beim Flachtrudeln (Längsneigungswinkel  $< 45^\circ$ ) liegt die Strömung auch am Höhen- und Seitenleitwerk nicht mehr an, so dass Seitenruderausschlag und Höhenrudernachlass wirkungslos bleiben. Im Extremfall kann das Trudeln nicht mehr beendet werden. Im Segelflugzeug hilft dann nur noch eine Gewichtsverlagerung nach vorn. Der Pilot muss dazu die Anschnallgurte lockern und sich nach vorne beugen. Das Flachtrudeln kann bei stark schwanzlastigen Flugzeugen auftreten, d. h. , wenn der Schwerpunkt des Flugzeuges sehr weit oder zu weit hinten liegt.

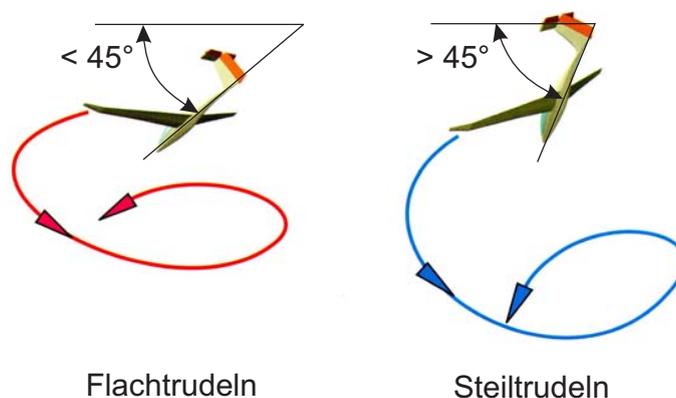


Abbildung 4.6: Trudelarten

Beim Steiltrudeln mit einem Längsneigungswinkel von  $> 45^\circ$  gilt: Je weiter der Schwerpunkt nach vorn verlagert wird (je schwerer der Pilot), desto steiler trudelt das Flugzeug, aber es ist auch schwerer ins Trudeln zu bringen. Teilweise kann der Schwerpunkt so weit vorne liegen, dass die Strömung an den Tragflächen nach dem Abkippen wieder anliegt und das Flugzeug in einen Spiralsturz übergeht. Dabei sind wegen der anliegenden Strömung alle Ruder funktionstüchtig, und das Flugzeug nimmt sehr schnell Fahrt auf. Wird dieser Zustand nicht erkannt und beendet, besteht die Gefahr, dass die höchstzulässige Geschwindigkeit überschritten wird. Die Trudelneigung und der -winkel hängen von der Lage des Schwerpunktes ab. Es ist deshalb unbedingt erforderlich, die Mindestzuladung im Führersitz einzuhalten und ggf. durch Bleigewichte in der Nase des Flugzeuges auszugleichen.

## 4.7 Steilspirale/Spiralsturz

Sie hat ihre Ursache in dem Belassen des Seitenruders in Drehrichtung nach dem Einleiten von Kurven und Kreisen. Das Flugzeug wird allmählich immer schneller und steiler. Es können extreme Beschleunigungskräfte auftreten, die die Festigkeitsgrenzen des Flugzeuges überschreiten können.

Oft sind die Unterschiede zwischen dem Trudeln und dem Spiralsturz sowohl in Theorie als auch in der Praxis nicht ausreichend gut bekannt. Deshalb kann eine weitere Gefahr darin bestehen, dass die erforderlichen Ausleitmanöver, die nur geringfügig unterschiedlich in ihrer Steuerung (Handbuch!) sind, aber bedeutend in ihrer zeitlichen Auswirkung sein können, zu weiteren gefährlichen Höhenverlusten führen.

# 5. Leistungsbeeinträchtigung beim Menschen

Unser aller Anliegen ist, allen Flugschülern eine solide Ausbildungsgrundlage bis zum Scheinerwerb zu geben. Für den Einzelnen sollen schöne Flugerlebnisse das Ziel sein, ohne selbst jemals Erfahrung mit tragischen Ereignissen machen zu müssen. Die Abschnitte der Steuertechniken von Geradeausflug, Kurvenflug, Erlernen des Starts und der Landung und die Aufzählung von Gefahrensituationen nennen zweifellos eine sehr hohe Anzahl, manchmal häufiger vorkommender, manchmal seltener vorkommender Steuerfehler und Aufmerksamkeitsfehler. Einige von ihnen können schwerwiegende Folgen haben. Die Aufzählungen sind Resultat eigener langjähriger Fluglehrererfahrung, Studium spezieller Untersuchungen und Unfallberichte und das Konsultationsergebnis mit anderen Fluglehrern.

Bei der Untersuchung von Unfällen der Luftfahrt zeigt sich eindeutig ein Schwerpunkt im menschlichen Versagen und Fehlverhalten als Unfallursache (ca. 80%). Im Rahmen dieser Fibel sollen deshalb einige Ursachen und Fehlverhaltensweisen von Piloten genannt werden, ohne bei allen tiefgründiger auf die Details einzugehen. Oft genügt der einfache Hinweis auf mögliche Ausgangssituationen, die dann schon mit Hilfe des Verstandes umgesetzt werden können. Deshalb soll an dieser Stelle ausdrücklich an die hohe persönliche Verantwortung jedes einzelnen Segelfliegers appelliert werden, die ihm bekannt gemachten Regeln als im Sinne der Sicherheit für sich selbst und die aller anderen zu betrachten. An den ersten Tagen der Teilnahme an Flugbetrieben ist das nicht immer einfach, weil der Gesamtumfang der zu beachtenden Regeln sehr groß ist. Da diesen Status alle Vereinsmitglieder durchlebt und überstanden haben, helfen sie euch am Boden gern. In der Luft steht ohnehin zunächst der Fluglehrer jederzeit anleitend, helfend oder eingreifend zur Verfügung. Hier eine Auflistung von Steuer- und Verhaltensfehlern in der Flugausbildung:

- Fehlende Kenntnisse in der Theorie der Steuertechniken, der physikalischen (aerodynamischen) Zusammenhänge, Kenntnislücken in Ablaufregelwerken und Vorschriften.
- Verdrängung erkannter Kenntnislücken.
- Vergesslichkeit. Nur selten abgerufenes Wissen gerät in Vergessenheit. Das unterstreicht die Wichtigkeit von Auffrischungsveranstaltungen für Theorie und Praxis.
- Unrichtige Schlussfolgerungen auf Grund von Verständnislücken innerhalb komplexer fachlicher Zusammenhänge, nicht verstandene Fachausdrücke.
- Unaufmerksames Fliegen in verschiedenen Flugphasen.

- 
- Routinehafte Steuerungsabläufe ohne selbstkritische Aufmerksamkeit.
  - Routinehaft geprägte Abläufe in Standardflugphasen, z. B. in den Platzrundenabschnitten.
  - Neben existierender nützlicher Routine sind die beiden zuletzt genannten der schädlichen Routine zuzuordnen. Manchmal erkennt man die Ernsthaftigkeit erst durch Beinahe-Vorfälle, obwohl vermeintlich ausreichend häufig auf bestehende Gefahren aufmerksam gemacht wurde. (*Macht der Gewohnheit!*)
  - Zeitdruck vor einem Flug. Das ist besonders gefährlich, da wichtige Vorbereitungs- und Kontrolldetails vergessen werden können oder sogar wissentlich übergangen werden.
  - Unzureichende Vorbereitung auf eine Flugaufgabe.
  - Bewusste oder fahrlässige Verstöße gegen bestehende Regeln, dazu gehören (manchmal altersbedingtes) Imponierverhalten und Nachahmungsverhalten „cool“ bewerteter Flugabläufe.
  - Bewusstes Verzögern von Entscheidungen zugunsten der Sicherheit (hohe Risikobereitschaft).
  - Ignoranz erhaltener Kritik, hierzu zählt auch das fehlende Eingeständnis eigenen fehlerhaften Verhaltens.
  - Die drei zuletzt genannten Verhaltensweisen entbehren nicht eines gewissen Maßes an zu viel Selbstsicherheit, vielleicht auch an Arroganz oder anderer, hier nicht aufzulistender Charakterzüge.
  - Fehlende Vorausschau auf mögliche Folgen von eigenem Verhalten, Oberflächlichkeit bei Kontrollen.
  - Schlechter Trainingszustand, geringes Einschätzungsvermögen kritischer Situationen.
  - Zulassen von Unzulänglichkeiten verschiedener Art, auch technischer.
  - Panik- oder Blockierungsverhalten bei unerwartetem Auftreten besonderer Situationen. Diese menschliche Verhaltenseigenschaft ist personenbezogen und selten vorhanden. Im Vorfeld ist sie nicht oder nur schwer erkennbar. Der Gefahr dieses Verhaltens kann am besten durch häufiges Gedankentraining von erforderlichen Handlungsabläufen im Falle kritischer Situationen und gelegentlichem praktischen Auffrischen begegnet werden. In Abschnitt 4 - Gefahrensituationen - wurde bereits eindringlich darauf hingewiesen. Im Gegensatz zu dieser genannten Verhaltenseigenschaft gibt es auch Menschen, die in solchen Situationen außergewöhnliche Leistungen vollbringen können.
  - Schlechte Flugauswertung von vorangegangenen Flügen (Verständnis- und Verständigungsproblem). Analysiere dir zunächst selbst jeden Flug und lasse dir dann für jeden Flug eine Flugauswertung geben. Vergleiche beide Analysen und kläre gemeinsam mit dem Lehrer die Bewertungsverschiedenheit auf.

Unaufmerksames oder unkonzentriertes Fliegen hat ebenso vielschichtige Ursachen. Zu ihnen gehören u. a. :

- Schlechtes persönliches Befinden durch Krankheit oder psychischen Stress in Familie oder Beruf, auch Missverstehen mit dem Fluglehrer.
- Unzureichender Schlaf vor den Flügen, zu wenig ausgeruht sein.
- Medikamentöse Beeinflussung der Leistungsfähigkeit (auch Restalkohol und Rausch-/Suchtmittel!!!)
- Aufkommende Übelkeit während des Fluges. Sagt dem Fluglehrer sofort Bescheid!
- Unangepasste oder unzureichende Nahrungsaufnahme und Trinken am Tag oder auch während eines Fluges. Die Aufmerksamkeit auf die damit verbundene Gefahr darf nicht wegen einer Flugchance vernachlässigt werden. Fehlende Energiezufuhr einschließlich des sehr wichtigen Trinkens kann während des Fluges zu Bewusstseinsstörungen mit katastrophalen Folgen führen.
- Zunehmender Druck auf der Blase.
- Überforderung in der Aufgabenstellung.
- Unzufriedenheit mit der eigenen Leistung, überzogener Ehrgeiz.
- Langzeitiges Fliegen in größeren Höhen (ca. 3000 m).
- Lange Flugzeit, auch langzeitiges passives Fliegen, Ermüdungserscheinungen.
- Unbequemes Sitzen, Drücken von Gurtzeug oder Fallschirm.
- Blendwirkung der Sonne. Eine Sonnenbrille ist nicht Modeaccessoir, sondern muss zu helles Licht abdunkeln. Sie darf die Sichtwinkel nicht einschränken. Die Farbe der Gläser muss neutral sein.
- Angst. Angst schützt im Allgemeinen vor dem Wagnis zu hohen Risiken. Bei der Bewältigung eingetretener Stresssituationen ist sie jedoch kontraproduktiv.
- Überanstrengung am Boden (z. B. Rücktransport auf dem Flugfeld bei wenig Personal). Danach ist ggf. auch eine angemessene Pause zu fordern. Das eigene ganztägige Schonen ist damit nicht gemeint. Das bringt Stress mit den anderen Kameraden. Wer gute Leistungen im Segelflug erstrebt, ist gut beraten, Ausdauertraining zu betreiben.
- Der Witterung nicht angepasste Bekleidung. Man darf weder im Frühjahr/Herbst frieren, noch sich im Sommer ungeschützt der Sonne aussetzen. Der weiße Hut ist nicht das Erkennungszeichen eines Segelfliegers, sondern er ist Zweckbekleidung. Er schützt den Kopf vor zu großer Erwärmung (und die Kabinenhaube innen vor Verschmutzung). Ohne eine sehr helle (weiße) Kopfbedeckung soll man deshalb nicht in das Flugzeug einsteigen. Auf keinen Fall darf durch das Sonnenschild oder die Hutkrempe das Sichtfeld eingeschränkt werden.

Bei der Analyse wohl vieler tatsächlichen Ursachen für das Fehlen erwarteter Leistungen sind die Fluglehrer überfordert. Jedoch ist es eine Tatsache, dass die Flugschüler durch eigene gute Leistungen positiv beflügelt werden. Auch die Fluglehrer haben größere Freude an ihrer Tätigkeit, wenn sie den Erfolg ihrer Mühe feststellen dürfen. Eine gut funktionierende Kommunikation zwischen Flugschüler und Fluglehrer ist daher nicht nur absolut notwendig, sondern motivations- und leistungsfördernd.

## 6. Schlusswort

Zum Abschluss noch einige zusammenfassende Sätze. Diese Anfängerfibel umfasst nur einige Teile der vorkommenden Steuertechniken und der zu erlernenden Fertigkeiten. Als nicht beschrieben wurde schon der Flugzeugschleppstart genannt. Aber das Thermikfliegen oder gar Streckensegelflug ist ebenso wenig Inhalt dieses Skriptes, wie die „kleinen“ Besonderheiten des ersten Alleinfluges, die Umschulung auf andere Flugzeugtypen oder Landung und Start auf fremden Flugplätzen. Dafür heißt sie Anfängerfibel und soll helfen, die wichtigsten Grundkenntnisse der Steuertechniken zu erfahren und auch beitragen, bei der eigenen Analyse auftretender Steuerfehler ihre Ursachen zu erkennen. Im Literaturverzeichnis findet ihr Quellenangaben für aufbauende bzw. weiterführende Literatur. Die bisweilen aufgezählte große Vielfalt möglicher Fehler ist kein Grund, sich abschrecken zu lassen. Sie zeigt nur auf, wie schnell unkonzentriertes Fliegen, aber auch fehlende Kenntnisse und mangelnde Übung zu Fehlern führen können.

Allerdings wird sich bald helfend die (nützliche) Routine zur hohen Konzentration einstellen und euch deshalb innerhalb der Ausbildungsabschnitte Flüge mit großem Erlebnisgenuss ermöglichen.

Die genannten Gefahrenlagen verdeutlichen, dass es trotz sehr gutmütiger Flugeigenschaften der Flugzeuge durchaus kritische Situationen geben kann, die rasches bedachtes Handeln und koordinierte Steuerausschläge erfordern. Hier sollen sie ganz einfach zu sicherheitsbewusstem Verhalten animieren und beitragen, keine unnötigen Risiken einzugehen. Meist haben Unfälle mehrere gleichzeitig auftretende Ursachen. Bemühe dich deshalb, die beeinflussbaren Risiken, also diejenigen, die du kennst, zu vermeiden. Dann gelingt es auch, die unverhofft eintretenden Ereignisse zu beherrschen. Übermut oder überzogener Ehrgeiz sind beide keine guten Ratgeber für sicherheitsbewusstes Verhalten. Es ist eine viel größere Kunst (und Leistung), alle bestehenden und geltenden Regeln zu kennen und einzuhalten, als gegen solche zu verstoßen, denn das ist keine Kunst. Das zu befolgen erspart das Nachdenken „hinterher“, das ist es allemal wert.

Hals- und Beinbruch

Kai Wicke

# Literatur

- [1] **Ahne, Hans**  
Anfängerfibel der Fliegergruppe Grabenstetten-Teck-Lenninger Tal e.V.  
Grabenstetten, 06/2005
- [2] **Fotos**  
Fotos und Graphiken von Kai Wicke und Horst Davin

## Weiterführende Literatur

- [3] **Kassera, Winfried**  
Flug ohne Motor  
Motorbuch-Verlag, Stuttgart, 2005
- [4] **Weinholtz, F.W.; Franzen, D.; Prybylski, P.**  
Der Segelflugzeugführer  
Luftfahrt-Verlag, Bergisch-Gladbach, 2006
- [5] **Weinholtz, Manfred**  
Das Thermikhandbuch  
Motorbuch-Verlag, Stuttgart, 1996
- [6] **Reichmann, Helmut**  
Flug ohne Motor: Ein Lehrbuch für den Segelflieger  
Motorbuch-Verlag, Stuttgart, 2005
- [7] **Reichmann, Helmut**  
Streckensegelflug  
Motorbuch-Verlag, Stuttgart, 2005
- [8] **Kupzog, Jan**  
Der Privatflugzeugführer - Menschliches Leistungsvermögen  
Luftfahrt-Verlag, Bergisch-Gladbach, 2003

