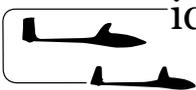
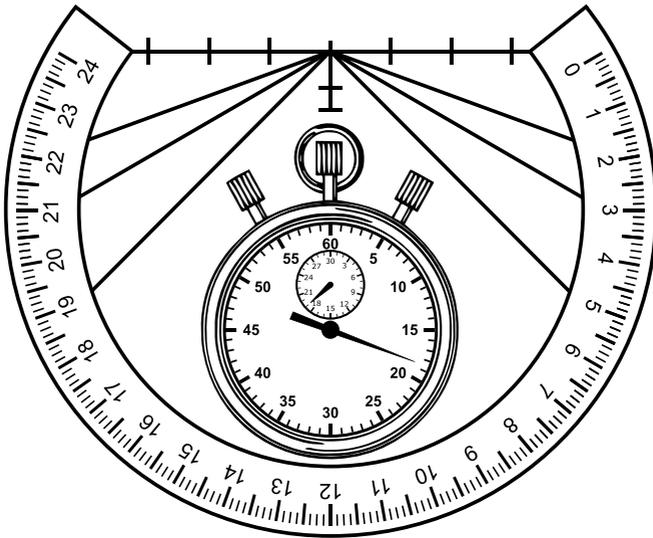


Handbuch zur Flugeigenschaftsuntersuchung



idaflieg

INTERESSENGEMEINSCHAFT DEUTSCHER
AKADEMISCHER FLIEGERGRUPPEN e.V.



DLR



V1.1 2011: erstellt von: Macht, S. | Rausch, T. | Pätzold, F. (IFF, TU Braunschweig);
Heider, J. (DLR Braunschweig)

V1.2 2022: erstellt von: Kastner, L. | Dilcher, A. | Braun, E. (DLR Braunschweig)

Einleitung

Das Programm zur Ermittlung der Flugeigenschaften von Segelflugzeugen, kurz Zacherprogramm, wurde im Vorfeld des IDAFLIEG-Sommertreffens 2011 mit den Erkenntnissen der letzten Jahre überarbeitet und zum IDAFLIEG-Sommertreffen 2012 in Details verbessert (V1.1).

Das kurzfristige Ziel war dabei, das Zachern bis zu einer grundlegenden Neuausrichtung den zu diesem Zeitpunkt aktuellen Bedürfnissen anzupassen und interessant zu gestalten. Mittelfristig sollte der Weg für eine Neuordnung der Flugeigenschaftsbestimmung im Sinne einer Systemidentifizierung geebnet werden.

Ein erster Schritt in diese Richtung wurde in den vergangenen Jahren durch den Aufbau einer digitalen Zacherdatenbank geschaffen. Diese ermöglicht das langfristige Speichern der einzelnen Zacherprogramme und die sinnvolle Verwertung der ermittelten Daten.

In der Ausarbeitung „Datenbasierte Evaluation der Flugeigenschaftsuntersuchung für Segelflugzeuge und Motorsegler nach Hans Zacher“ [Kastner, 2022] wurden diese Daten genutzt, um Rückschlüsse auf die qualitative und quantitative Aussagekraft der Untersuchungsmethoden zu ziehen.

Zusammen mit der Datenbank wurde eine webbasiertes Interface, das *Zachertool*, eingerichtet, das es den Piloten ermöglicht die Untersuchungsergebnisse direkt in die Datenbank zu übertragen. Der Umgang mit dem *Zachertool* wird am Ende kurz erläutert.

Ziel der aktuellen Überarbeitung

Die vergangenen IDAFLIEG-Sommertreffen waren durch eine große Anzahl von Einweisungen, aber auch eine stetig steigende Zahl von eingereichten Zacherprotokollen geprägt. Durch den verringerten Aufwand, der durch die letzte Anpassungen des Zacherprotokolls erzielt wurde, können mehr Einweisungen in kürzerer Zeit stattfinden und Piloten schneller zum eigenständigen Zachern übergehen. Mit der steigenden Anzahl an Zacherflügen konnten die Zacherprotokolle durch das Feedback der Zacherpiloten angepasst und verbessert werden.

Folgende Ziele für die Überarbeitung sind deshalb formuliert:

- Die Zacherprotokolle sollen an das Protokolllayout des *Zachertools* angeglichen werden
- Das Begleitmaterial soll an den Aufbau und das Design des überarbeiteten Zacherprotokolls angepasst werden
- Es sollen Hinweise zur Verwendung des *Zachertools* gepflegt werden
- Das Begleitmaterial soll strukturierter und aussagekräftiger werden

Ziele des Zacherns

Mit der Einweisung ins Zachern sollen interessierte Studierende wissenschaftliches Fliegen erlernen und anwenden. Dies umfasst fachspezifische Kenntnisse (Flugmechanik, Aerodynamik, menschliche Aspekte, Flugversuche, Messtechnik, ...), motorische Fähigkeiten (bewusstes und präzises Fliegen von Manövern), Beobachtungsfähigkeit und die Fähigkeit, die Beobachtungen angemessen zu artikulieren.

Als ein zentraler Baustein soll es die Eingewiesenen in die Lage versetzen, die Flugerprobung eines Segelflugezeugs in Grundzügen zu planen und teilweise durchführen zu können. Das Zachern beinhaltet dabei keine Untersuchungen oberhalb der Manövergeschwindigkeit, der Langsamflug wird maximal bis zum Abkippen betrachtet. Es werden also keine Flugbereiche betrachtet, die ein potenziell erhöhtes Gefährdungspotenzial darstellen.

Weitere Einweisungen in Flugerprobungsszenarien, wie z.B. Flugschwingungsversuche oder Trudelerprobung sind bei Bedarf möglich und werden gern durchgeführt.

Die Ursprünge des Zacherns gehen auf eine vereinheitlichte, systematische Bewertung der Flugeigenschaften verschiedener Segelflugezeugmuster zurück. Diese Bewertung bildete die Grundlage für die Erarbeitung der Flugeigenschaftsforderungen der modernen Bauvorschriften.

In der heutigen Zielsetzung soll das Zachern beiden Aspekten gerecht werden:

1. Zum einen soll ein Überblick über die Flugerprobung nach CS-22 gegeben werden, kann jedoch kein vollständiges Abbild darstellen. Die vorgesehenen Manöver stellen eine repräsentative Auswahl dar.
2. Zum anderen sollen die gewählten Manöver das Bewusstsein für die unterschiedlichsten Detaileigenschaften hinter der Frage „Warum fliegt sich das Flugzeug so gut/schlecht wie ich es empfinde?“ schärfen und Werkzeuge zur Untersuchung an die Hand geben.

Durchführung des Zacherns

Einweisungen

Neue Piloten werden zunächst am Boden mit den Inhalten und Werkzeugen vertraut gemacht (theoretische Einweisung). Nachfolgend wird jeder im Doppelsitzer in die praktische Durchführung eingewiesen (praktische Einweisung). Bei guten Wetterbedingungen soll ein zweistündiger Flug genügen, andernfalls wird ein weiterer Flug durchgeführt.

Piloten, die bereits bei vorangegangenen IDAFLIEG-Sommertreffen in das Zachern eingewiesen wurden, erhalten vor dem ersten Flug eine Auffrischung der Zacherinhalte. Ziel ist es, eine einheitliche Auffassung über die Untersuchungen zu erhalten und mögliche Neuerungen mit allen Beteiligten zu diskutieren.

Bei Bedarf kann auch für bereits eingewiesene Piloten eine praktische Auffrischung erfolgen. Hierbei ist jeder Pilot gefragt sich selbst einzuschätzen!

Ziel der praktischen Einweisungen im Doppelsitzer ist eine Demonstration und Übung der Manöver und Abläufe beim Zachern. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Erkennen des Zwecks der einzelnen Manöver. Das motorisch korrekte Erfliegen wird in den nachfolgenden selbstständigen Flugeigenschaftsuntersuchungen geübt und vertieft.

Selbstständiges Zachern

Nach der Einweisung bzw. der Auffrischung beginnt das selbstständige Zachern. Hierzu können sich die fertig eingewiesenen Zacherpiloten für eines der auf dem IDAFLIEG-Sommertreffen verfügbaren Segelflugzeug entscheiden. Der IDAFLIEG-Vorstand teilt hierzu jedem Segelflugzeug und jedem Zacherpiloten eine Kategorie zu. Die Kategorie des Flugzeugs darf die des Piloten nicht übersteigen.

Es erfolgt zunächst selbsttätig ein gründliches Vertrautmachen mit dem betreffenden Flugzeug. Hierzu gehört auch die Bestimmung von Flugmasse und Schwerpunkt-lage. Hierbei sind das Flug- und Betriebshandbuch und das vom Flugzeugbetreuer ausgefüllte Flugzeugdatenblatt zu Rate zu ziehen.

Nachdem ein Zacherprogramm vollständig abgearbeitet wurde, erfolgt ein Abgabegespräch mit einem erfahrenen Zacherpiloten, der auch als Einweiser tätig ist. Beim Abgabegespräch sollen ermittelten Zacherdaten auf ihre Plausibilität und Konventionen auf korrekte Anwendung überprüft werden. Im Gespräch können außerdem Fehler bei der Durchführung einzelner Manöver festgestellt und ggf. veranlasst werden, diese zu wiederholen.

Sicherheitsaspekte

- Du bist für die sichere Durchführung des Flugs selbst verantwortlich!
- Achte darauf, dass Du in Hinblick auf die jeweilige Startart und allgemeinfliegerisch einen guten Übungsstand aufweist!
- Mache Dich mit dem zu fliegenden Muster gründlich vertraut (Handbuch, etc.)! Beachte insbesondere:
 - Zuladung und Schwerpunkt
 - Notverfahren
 - Normalverfahren
- Erweitere deinen Startcheck und deinen Landechek jeweils um den Punkt „Zacherbesteck sicher verstaut“!
- Zachern bindet Aufmerksamkeit! Kontrolliere vor der Durchführung eines jeden Manövers den Luftraum - zusätzlich zur allgemeinen Luftraumbeobachtung - und sage „Luftraum frei“ an!
- Beginne Manöver, die den Langsamflug beinhalten nicht unter 800m GND!
- 2h-Regelung: Zacherflüge sind auf eine Dauer von 2 Stunden begrenzt, da erfahrungsgemäß danach die Konzentration nachlässt. In Ausnahmefällen sprich dich mit dem Startleiter ab!
- Beachte die lokalen Gegebenheiten und Regelungen!

Erläuterung des Zacherprogramms

Das Zacherprotokoll ist in zwei Teile geteilt:

TEIL I - AM BODEN Ist ein doppelseitiges DIN A4 Blatt und wird vor und nach dem Flug ausgefüllt.

TEIL II - IM FLUG Ist ein DIN A6 Block und wird im Flug auf einem Kniebrett mitgeführt. Die einzelnen Protokollpunkte werden direkt nach der Durchführung des jeweiligen Manövers ausgefüllt.

Übersicht der Protokollpunkte

— VOR DEM FLUG —	4
1 Angaben zum Flugzeug	4
2 Vergleichsfluggeschwindigkeit	4
3 Angaben zu Besatzung und Flugerfahrung	5
4 Angaben zur Beladung und dem Flugschwerpunkt	5
Höhensteuerwege	6
— IM FLUG —	6
5 Start	6
6 Trimmung	7
6.1 Trimbereich	8
6.2 Reibungsdifferenz im Geradeausflug	8
6.3 Verbleibende Höhensteuerkraft im Kreisflug	9
7 Stationärer Kreisflug	10
8 Langsamflug- und Überziehverhalten	11
8.1 Geradeausflug	12
8.2 10° schieben	12
8.3 30° Querneigung	12
9 Ruderwirkung Quersteuer	13
10 Ruderwirkung Seitensteuer	14
11 Steuerabstimmung	15
12 Ruderwirkung	17

13 Bremsklappenkräfte	18
14 Fahrwerk	19
— „STATISCHE“ —	19
15 Freier Geradeausflug	19
16 Dynamische Längsstabilität	20
17 Statische Längsstabilität	21
17.1 Nach Weg	21
17.2 Nach Kraft	22
— NACH DEM FLUG —	23
18 Landung	23
19 Bremsklappen	23
20 Fahrwerk	24
21 Cockpit	24
Zusätzliche Bemerkungen	24
Abkürzungen	25
Hinweise zum <i>Zachertool</i>	26

VOR DEM FLUG

1 Angaben zum Flugzeug

Beachte auch die „Informationen zum Flugzeug“!

Flugzeugmuster		Flugzeugvariante	
Kennzeichen			

Zweck des Protokollpunktes Eine aussagekräftige und präzise Dokumentation von Flugversuchen ist unerlässlich für die Bewertung der Ergebnisse. Die Daten zum Flugzeug werden zentral in der digitalen Datenbank gespeichert, weshalb sie nicht von jedem Piloten dokumentiert werden müssen.

Dennoch steht der Zacherpilot in der Pflicht sich mit den „Informationen zum Flugzeug“ vertraut zu machen, welche in Absprache mit dem Zacherverantwortlichen bzw. Flugzeugbetreuer erstellt wird.

2 Vergleichsfluggeschwindigkeit

IAS _{VG}	km/h IAS
-------------------	----------

Zweck des Protokollpunktes Nach CS-22 stellt die Geschwindigkeit $1,4V_{S1}$ eine Referenzgeschwindigkeit für die Kurvenwechselzeit dar. Da die Flugeigenschaften geschwindigkeitsabhängig sind, wird diese Geschwindigkeit vielen Manövern als Fluggeschwindigkeit für die beispielhafte Flugeigenschaftsermittlung beim Zachern zu Grunde gelegt und „Vergleichsfluggeschwindigkeit“ genannt. Nach CS-22 handelt es sich dabei um eine kalibrierte Fluggeschwindigkeit (CAS).

Da zumeist keine verlässlichen Fahrtkalibrierungen für die zu untersuchenden Flugzeuge vorliegen, hat man nur die angezeigte Geschwindigkeit zur Verfügung (IAS). Insbesondere beim Überziehen, also der Bestimmung von V_{S1} treten oftmals große Fehler auf, die in einer ungeeigneten Vergleichsfluggeschwindigkeit resultieren. Zudem ist es für die Bewertung der Ergebnisse ungeschickt, wenn von verschiedenen Piloten unterschiedliche Vergleichsfluggeschwindigkeiten verwendet wurden.

Die Vergleichsfluggeschwindigkeit wird deshalb vom Zacherverantwortlichen als angezeigte Fluggeschwindigkeit festgelegt. Sie soll von allen Piloten für das jeweilige Flugzeugmuster einheitlich verwendet werden. Der Wert wird auf dem Blatt „Informationen zum Flugzeug“ vermerkt und lässt sich über das *Zachertool* aufrufen.

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Bei Wölbklappenflugzeugen können für die Wölbklappenstellungen „Neutral“ und „Kreisflug“ zwei unterschiedliche Vergleichsfluggeschwindigkeiten festgelegt sein.

Bezug zu CS-22 45° - Kurvenwechsel bei $1,4V_{S1}$ nach CS 22.147, Definition V_{S1} in CS 22.49(c).

3 Angaben zu Besatzung und Flugerfahrung

Pilot	Name		Spitzname		Bezgl.	Name	
	Segelflugzeit	h	Überlandkm	km		Spitzname	
	Größe	cm				Größe	cm
	Anzahl Muster		Stunden auf dem Muster	h			

Zweck des Protokollpunktes Eine aussagekräftige und präzise Dokumentation von Flugversuchen und in diesem Fall der Flugerfahrung des Piloten ist unerlässlich für die Bewertung der Ergebnisse. Die Pilotendaten werden zentral in der digitalen Datenbank gespeichert.

4 Angaben zur Beladung und dem Flugschwerpunkt

Hebelarme sind dem Blatt „Informationen zum Flugzeug“ zu entnehmen!

Pilotensitz	Pilotengew.		Hebelarm:		Begl.sitz	Begl. gew.		Hebelarm:	
	Fallschirm					Fallschirm			
	Zusatzgew.		Moment:			Zusatzgew.		Moment:	
	SUMME:					SUMME:			
Weitere	Gewicht	Hebelarm	Moment		Flugz.	Leermasse			
						Leermassenschwerpunkt			
						Leermassenmoment			

①	②	③
Summe aller Gewichte	Summe aller Momente	Flugschwerpunkt (② ÷ ①)
kg	kg * mm h. BP	mm h. BP

Zweck des Protokollpunktes Eine aussagekräftige und präzise Dokumentation von Flugversuchen und in diesem Fall der exakten Berechnung des Flugschwerpunktes ist unerlässlich für die Bewertung der Ergebnisse. Die oben dargestellten Tabellen unterstützen den Piloten bei ebenjener Berechnung. Die Einhaltung der Betriebsgrenzen des Luftfahrzeugs ist überdies sicherheitsrelevant. (Es ist zu kontrollieren, ob der Fallschirm mit der **Leermasse** des Segelflugszeugs gezählt worden ist).

Durchführung Die Gewichte sind eigenständig zu ermitteln bzw. dem Flugzeugdatenblatt zu entnehmen. Ebenfalls auf dem Flugzeugdatenblatt sind die benötigten Hebelarme für den Pilotensitz, ggf. Begleitersitz und weitere Hebelarme für etwa Trimmgewichte vermerkt. Die Momente bilden sich jeweils als Produkt aus Gewicht und Hebelarm. In ① wird die Summe aller Gewicht eingetragen und in ② die Summe aller berechneter Momente. Der Flugschwerpunkt ergibt sich aus dem Quotient von ② und ①.

Höhensteuerwege

vor jedem Flug Bandmaß anbringen und Angaben machen

	7 Stationärer Kreisflug	17.1 Dyn. Längsstabilität
HSt voll gedrückt	mm	mm
HSt neutral	mm	mm
HSt voll gezogen	mm	mm

Zweck des Protokollpunktes Eine aussagekräftige und präzise Dokumentation von Flugversuchen ist unerlässlich für die Bewertung der Ergebnisse.

Durchführung Die Neutralstellung wird am besten mit einem Helfer am Höhenleitwerk geschätzt. Bei Pendel-Höhenleitwerken ist keine Neutralstellung festzustellen, sondern nur die Vollausschläge.

Werden die Protokollpunkt 7 und 17.1 während einem Flug durchgeführt, bleibt der Höhensteuerweg - solange sich der Fixpunkt des Bandmaßes nicht ändert

- identisch. Wird die Untersuchung in mehreren Flügen durchgeführt, kann der Höhensteuerweg variieren und ist für jeden Protokollpunkt gesondert zu notieren.

IM FLUG

5 Start

Startart(en):

Winde

F-Schlepp

Eigenstart

Beschreiben des Verhaltens beim Start:

Zweck des Protokollpunktes Hier ist das Verhalten des Segelflugzeugs beim Start und im Schlepp zu beschreiben. Besonders zu beachten ist, ob übermäßige Steuerkräfte auftreten, ob das Flugzeug eigenständig eine stabile Fluglage beibehält und ob es sich nach dem Auslenken aus der normalen Schleppposition wieder ohne Schwierigkeiten zurücksteuern lässt. (CS22.151).

Durchführung Das Ausfüllen erfolgt zeitnah nach dem Auskuppeln, z.B. während des Thermikkreisens nach dem Auskuppeln.

F-Schlepp Besondere Aufmerksamkeit während des Anschleppens, Beobachtung ob bestimmte Maßnahmen zur Verbesserung (SR auslenken, HR drücken, Bremsklappen ausfahren) wirksam sind und ob Maßnahmen empfohlen werden (andere Piloten/Handbuch). Diese sind zu notieren. Nach dem Erreichen der Sicherheitshöhe kann vorsichtig ein Kästchen geflogen werden. Bei Wölbklappenflugzeugen ist die Wölbklappenstellung während des Anrollen und Schleppens zu notieren.

Windenstart Vor dem Anschleppen sollen die Trimmstellung und die HSt-Stellung beachtet werden. Während des Anschleppens kann sich die Sitzposition durch die Beschleunigung verändern. Hier ist darauf zu achten, ob das HSt dabei die Position verändert und ob alle Bedienelemente erreichbar bleiben. Auch soll ein Fokus auf der QSt-Wirksamkeit liegen und Aufbäumneigungen notiert werden. Im Steigflug ist darauf zu achten, ob die Fluglage gut eingeschätzt und gehalten werden kann und wie effektiv Seitenwindkomponenten angesteuert werden können. Auffälligkeiten beim automatischen Ausklinken des Windenseils sollen notiert werden.

Dem Start sollte eine gesonderte Aufmerksamkeit zu teil werden, auch in der Hinsicht, dass beim Start noch immer ein großer Anteil der Segelflugunfälle passiert.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS22.151 - Flugzeugschlepp, CS22.152 - Windenstart.

6 Trimmung

Diese folgenden drei Flugeigenschaftsaspekte werden alle von der Höhensteuertrimmung beeinflusst.

6.1 Trimbereich

IAS_{min}	$\square < V_S$ km/h
IAS_{max}	$\square > V_A$ km/h

Zielsetzung des Manövers Es wird der mögliche Trimbereich erfolgen.

Instrumentierung Fahrtmesser

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist deutlich oberhalb der Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Die Trimmung wird voll schwanzlastig bzw. voll kopflastig eingestellt und das Höhensteuer vorsichtig nachgegeben, bis die Gleichgewichtsgeschwindigkeit erreicht ist. Liegt diese Geschwindigkeit oberhalb der Manövergeschwindigkeit V_A so wird $>V_A$ im Protokoll angekreuzt. Ähnliches gilt, wenn das Flugzeug bei voll schwanzlastiger Trimmung den überzogenen Flugzustand erreicht. Dann wird $<V_S$ angekreuzt.

Typische Fehler Zu großer Fahrtgradient

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Bei Wölbklappenflugzeugen ist der Trimbereich in den Wölbklappenstellungen „Neutral“ und „Kreisflug“ zu erliegen.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.161(c).

6.2 Reibungsdifferenz im Geradeausflug

$\Delta IAS-$	km/h
$\Delta IAS+$	km/h

Zielsetzung des Manövers Das Flugzeug muss gemäß CS22.173 (b) die zuvor getrimmte Fluggeschwindigkeit nach einer Fahrtänderung wieder einnehmen. Die Differenz zwischen der ausgetrimmten Fluggeschwindigkeit und der Gleichgewichtsgeschwindigkeit nach einer Störung ist die Reibungsdifferenzgeschwindigkeit.

Instrumentierung Fahrtmesser

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist deutlich oberhalb Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist. Das Manöver kann auch zusammen mit der „Statischen“ geflogen werden.

Handwerkliche Durchführung Das Flugzeug wird im schiebefreien Geradeausflug sorgfältig auf Vergleichsfluggeschwindigkeit ausgetrimmt.

Zur Ermittlung von $\Delta IAS-$ wird die Geschwindigkeit um etwa 15km/h vermindert. Dann wird der Knüppelkraft in Richtung Drücken feinfühlig, am besten mit dem Zeigefinger, und so langsam nachgegeben wird, dass keine Fahrtsschwankungen auftreten und der Geschwindigkeitszuwachs kleiner als 1km/h/s beträgt. Bei einer Geschwindigkeit, die kleiner oder gleich (niemals größer, sonst war IAS_{VG} nicht richtig eingetrimmt) der eingetrimmten Geschwindigkeit sind keine Kräfte mehr spürbar und das Flugzeug hat bei losgelassenem Knüppel keine Tendenz mehr zur Fahrtänderung in Richtung der eingetrimmten Geschwindigkeit. Die Differenz zwischen der Vergleichsfluggeschwindigkeit und der resultierenden Geschwindigkeit ergibt $\Delta IAS-$. Die Geschwindigkeit $\Delta IAS+$ wird entsprechend erflogen, die Anfangsdifferenz der Geschwindigkeit ist jedoch größer und liegt bei etwa 30km/h über IAS_{VG} .

Es ist darauf zu achten, den Ausgleich der Knüppelkraft vorsichtig und langsam durchzuführen, da ansonsten die Reibungsdifferenzgeschwindigkeit nicht ermittelt werden kann.

Konvention Der Betrag der Differenz zwischen IAS_{VG} und der Endgeschwindigkeit ist zu notieren.

Typische Ergebnisse

- $\Delta IAS-$: -5 ... 0km/h
- $\Delta IAS+$: 0 ... 10km/h

Typische Fehler

- Zu großer Fahrtgradient.
- Gleichgewichtsgeschwindigkeit verschiebt sich durch atmosphärische Einflüsse

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Bei Wölbklappenflugzeugen sind die Reibungsdifferenzgeschwindigkeiten in den Wölbklappenstellungen „Neutral“ und „Kreisflug“ zu erfliegen.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.173(b).

6.3 Verbleibende Höhensteuerkraft im Kreisflug

30° Querneigung	<input type="checkbox"/> Links <input type="checkbox"/> Rechts daN
45° Querneigung	<input type="checkbox"/> Links <input type="checkbox"/> Rechts daN

Zielsetzung des Manövers Die Wirksamkeit der Trimmung beim Kreisflug ist durch das Fliegen mit verschiedenen Querneigungen zu bestimmen. Gemäß CS-22 ist bei konstanter Fluggeschwindigkeit und Trimmstellung mit zunehmender Querneigung eine zunehmende Höhensteuerkraft in Richtung ziehen gefordert.

Instrumentierung PhiPsiTheta, Kraftmesser, Fahrtmesser, Haubenfaden

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist deutlich oberhalb Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Mit Hilfe des PhiPsiTheta ein sauberer Kreisflug mit Vergleichsfluggeschwindigkeit einzustellen und die verbleibenden Höhensteuerkräfte mit Hilfe eines Kraftmessers gemessen. Die Kraftmessung soll sich möglichst auf die Position des Mittelfingers bei typischem Umfassen des Steuerknüppels beziehen. Die Kräfte sind im Allgemeinen recht gering, es reicht ein kleiner Messbereich aus. Beim Notieren der Werte soll angekreuzt werden, ob nach links oder rechts gekreist wurde.

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Bei Wölbklappenflugzeugen sind die Untersuchungen in den Wölbklappenstellungen „Neutral“ und „Kreisflug“ durchzuführen.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.143(c).

7 Stationärer Kreisflug

	Geradeausflug	30° Querneigung		45° Querneigung	
QSt	↓	 %	 %	 %	 %
SSt	↓	 %	 %	 %	 %
HSt	mm	 mm	 mm	 mm	 mm

Zielsetzung des Manövers Es wird erfolgen, welche Steuereingaben für den stationären Kreisflug erforderlich sind. Im allgemeinen Sprachgebrauch ist damit das

„Abstützen mit dem Quersteuer“ und komplementär dazu „Seitensteuereingaben in Kreisrichtung“ gemeint. Diese Beobachtungen sind zu quantifizieren.

Instrumentierung PhiPsiTheta, Bandmaß, Fahrtmesser

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist oberhalb der Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Das Bandmaß ist einzuhängen und ein schiebefreier Geradeausflug mit Vergleichsfluggeschwindigkeit einzunehmen. Nach Notieren der Höhensteuerstellung im Geradeausflug sind die Querneigungen von 30° und 45° einzunehmen und die gesuchten Werte zu ermitteln. Die ermittelten Werte sind je nach Kreisrichtung in dem entsprechenden Feld einzutragen. Es sollen möglichst beide Kreisrichtungen erfolgen werden.

Konvention Steuerausschläge entgegen der Kreisrichtung sind mit dem Vorzeichen „-“ zu kennzeichnen (z.B. Stütz-Querruder).

Typische Ergebnisse Bei konstanter Fluggeschwindigkeit ist mit zunehmender Querneigung:

- das Quersteuer tendenziell entgegen der Kreisrichtung ausgeschlagen: -25 ... 0%
- das Seitensteuer tendenziell in Kreisrichtung ausgeschlagen: 0 ... 20%
- das Höhensteuer weiter in Richtung „ziehen“ ausgeschlagen.

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Im Normalbetrieb fliegen Wölbklappenflugzeuge Kreise mit einer positiveren Wölbung, als beim Geradeausflug. Deshalb wird das Manöver lediglich mit der Wölbklappenstellung „Kreisflug“ durchgeführt.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 Keiner.

8 Langsamflug- und Überziehverhalten

IAS_{über}	 km/h	 km/h
IAS_{min}	 km/h	 km/h
Warn- und Überziehverhalten:		

Zielsetzung des Manövers Es werden die Überziehgeschwindigkeiten und das Überziehverhalten in drei Flugzuständen ermittelt.

Die ermittelten Geschwindigkeiten sind dabei angezeigte, nicht jedoch kalibrierte Fluggeschwindigkeiten. Siehe auch „2. Vergleichsfluggeschwindigkeit“.

Das Überziehen erfolgt quasistationär, also mit einem kleinen Fahrtgradienten unter 1km/h/s. Nach CS-22 ist ein Gradient von etwa 2km/h zu fliegen. Der Fluggeschwindigkeitsgradient beeinflusst das Ergebnis unter Umständen stark.

Instrumentierung Fahrtmesser, Haubenfaden, PhiPsiTheta

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Sicherheitshinweis! Nicht unter 800m GND beginnen. Abhängig vom Segelflugzeugmuster, dem Beladungszustand, etc. besteht die Möglichkeit des Trudelns!

Handwerkliche Durchführung Jeder Überziehversuch ist mit weniger als 1km/h Fahrtverminderung pro Sekunde durchzuführen, dabei sind Schwingungen um die Querachse vorsichtig auszusteuern.

8.1 Geradeausflug Das Flugzeug soll mit Seitensteuer und Quersteuer ohne Hängen und Schieben geradeaus gehalten werden.

8.2 10° schieben Beim Schieben nach links wird die Seitensteuer nach rechts ausgetreten und beim Schieben nach rechts umgekehrt verfahren. Hängewinkel sind durch Quersteuerausschläge klein zu halten.

8.3 30° Querneigung Beim Kreisflug mit 30° Querneigung ist der Faden so lange wie möglich in der Mitte zu halten.

Definitionen

IAS_{über} wird erreicht, wenn z.B. „Leitwerksschütteln“ (Schtt), Unruhe im Steuer (USt), „Weichwerden“ der Querruder (Wch) zu vernehmen ist. Fahrtgeräuscherhöhungen müssen nicht unbedingt „IAS_{über}“, sondern können auch „Ablösungserscheinungen im Rumpfmittelteil“ (AbRu) anzeigen.

IAS_{min} wird erreicht, wenn das Flugzeug in den „Sackflug“ (Sfl) bzw. kurz bevor es auf den „Kopf“ (Kpf) geht oder über den z.B. „linken Flügel“ (liFl) abkippt. Bewegungen um die Querachse werden mit „Nicken“ (Nik) und um die Hochachse mit „Tumeln“ (Tau) bezeichnet.

Konvention und Beispiel Die oben in Klammern stehenden Abkürzungen sollten in der Reihenfolge der festgestellten Überzieheigenschaften eingetragen werden. Der Übergang von „IAS_{über}“ zu „IAS_{min}“ ist mit einem Pfeil anzuzeigen.

Schtt, Wch => Tau -> liFl besagt: „IAS_{über}“ wird angezeigt durch „Leitwerksschütteln“ und gleichzeitiges „Weichwerden“ der Quersteuerung. Bei „IAS_{min}“ zeigt das Flugzeug „Tumeln“ und kippt anschließend über den „linken Flügel“ ab.

Das Überziehen ist mehrfach durchzuführen und - soweit anwendbar - nach links und rechts zu erfliegen. Werden dabei Unterschiede festgestellt, so sind diese zu notieren.

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Es sind Wölbklappenstellungen „Neutral“ und „Kreisflug“ zu untersuchen.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS22.49, CS22.201, CS22.203, CS22.207.

9 Ruderwirkung Quersteuer

Rollzeit bis 30° Querneigung	
	
s	s
Gierwinkel	
	
o	o

Zielsetzung des Manövers Bei jedem Querruderausschlag entsteht ein mehr oder weniger großes Giermoment, das der erwünschten Richtungsänderung und Drehung um die Hochachse entgegenwirkt. Wird z.B. bei festgehaltenem Seitensteuer zügig (Schaltzeit $\approx \frac{1}{2}$ Sekunde) ein Querrudervollausschlag nach links gegeben, dreht das Segelflugzeug zunächst um die Hochachse nach rechts, ohne die Flugrichtung wesentlich zu ändern. Zwischen Flugbahn und Flugzeuglängsachse liegt der **Gierwinkel**, der mit Hilfe des *PhiPsiThetas* geschätzt wird und somit etwas über die relative Größe des Querrudergiermoments aussagt. Die Zeit von Beginn des Versuches bis 30° Querneigung wird gestoppt und eingetragen. Das Querruder bleibt dabei voll ausgeschlagen.

Der Gierwinkel und die Rollzeit bis 30° Querneigung werden nur bei einer Flugeschwindigkeit (Vergleichflugeschwindigkeit) bestimmt.

Instrumentierung PhiPsiTheta, Stoppuhr, Fahrtmesser, Haubenfaden

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist oberhalb der Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Es wird IAS_{VG} eingenommen und auf einen deutlich erkennbaren Blickpunkt schiebefrei zugeflogen. Das Seitensteuer wird festgehalten, dann das Quersteuer zügig (Schaltzeit $\approx \frac{1}{2}$ Sekunde) zu einer Seite gegeben und bis zum Ende des Versuch voll ausgeschlagen belassen. Mit Beginn der Quersteuereingabe wird mit der linken Hand die Stoppuhr ausgelöst. Die Stoppuhr wird zu dem Zeitpunkt angehalten, zu dem die Querneigung gemäß PhiPsiTheta 30° erreicht. Zu diesem Zeitpunkt wird der Winkel zwischen der Flugzeuglängsachse und dem Blickpunkt zu Beginn des Manövers geschätzt. Dieser Winkel wird näherungsweise als der gesuchte Gierwinkel betrachtet.

Die Ergebnisse, insbesondere die zu bestimmende Zeit, sind stark abhängig von der Geschwindigkeit der Quersteuereingabe, es ist auf die vorgegebene Schaltzeit zu achten. Das koordinierte Betätigen von Querruder und Stoppuhr stellt eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Der Beginn der Zeitmessung soll mit dem Beginn der Quersteuereingabe übereinstimmen. In der Praxis ist die Betätigung der Stoppuhr zwischen Beginn und Ende der $\frac{1}{2}$ Sekunde Schaltzeit der Quersteuereingabe einhaltbar.

Das Manöver ist mehrfach durchzuführen, bis konvergierende Werte erfolgen werden (mind. 3 Mal). Die Bestimmung der Zeit zum Rollen bis 30° Querneigung und des Gierwinkels können auch nacheinander erfolgen.

Unterschiede zwischen QSt nach rechts und nach links werden üblicherweise durch eine biomechanisch begründete unterschiedliche Schaltzeit hervorgerufen.

Typische Ergebnisse

- Rollzeit bis 30° Querneigung: 1,5 ... 2,5s
- Gierwinkel: 5 ... 25°

Typische Fehler

- SSt nicht festgehalten
- Schaltzeit zu groß, kein voller QSt-Ausschlag
- Falscher Betätigungszeitpunkt der Stoppuhr
- Starke HSt-Änderung (Horizontbild beachten)
- Kein (geeigneter) Blickpunkt gewählt

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Ergebnisse sind abhängig von den Querruderausschlägen und somit auch der Differenzierung der Querruder. Bei vielen Flugzeugen mit Wölbklappen ändern sich diese Werte abhängig der Wölbklappenstellung, weshalb dieses Manöver mit beiden Wölbklappenstellungen durchzuführen ist.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 Es besteht kein direkter Bezug zur CS-22, lediglich zu CS 22.143 Controlability and Manoeuvrability - General.

10 Ruderwirkung Seitensteuer

Aufrichtzeit aus Kreisflug mit 30° Querneigung	
 s	 s

Zielsetzung des Manövers Ein Schieben nach links (Faden rechts) soll in Hinblick auf sinnvolle Flugeigenschaften ein Rollen nach rechts hervorrufen. Das **Schiebe-Rollmoment** wird hier nur durch Zeitmessung erfasst.

Instrumentierung PhiPsiTheta, Stoppuhr, Fahrtmesser, Haubenfaden

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist deutlich oberhalb Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Das Quersteuer wird im schiebefreien Kreisflug mit 30° Querneigung bei Vergleichsfluggeschwindigkeit festgehalten und dann zügig Seitenrudervollausschlag entgegen der Kurvenrichtung gegeben und festgehalten, bis sich das Flugzeug über die Horizontallage hinaus um die Längsach-

se gedreht hat. Die Aufrichtzeit aus dem Kreisflug mit 30° Querneigung (von 30° Querneigung bis zur Horizontallage) wird gemessen und eingetragen. Die kalibrierte Fluggeschwindigkeit ist dabei anhand des Horizontbildes konstant zu halten. Unregelmäßigkeiten wie z.B. Aufbäumneigung sollen notiert werden.

Die zu bestimmende Zeit, ist stark abhängig von der Geschwindigkeit der Seitensteuereingabe. Es ist auf die vorgegebene Schaltzeit (½ Sekunde) zu achten. Koordinativ ist der Zeitpunkt des Nulldurchgangs der Querneigung herausfordernd. Der Beginn der Zeitmessung soll mit dem Beginn der Seitensteuereingabe übereinstimmen. In der Praxis ist die Betätigung der Stoppuhr zwischen Beginn und Ende der ½ Sekunde Schaltzeit der Seitensteuereingabe einhaltbar.

Besondere Sorgfalt ist auf den Ausgangsflugzustand zu legen, da kleine Anfangsschiebewinkel das Ergebnis stark beeinflussen können.

Das Manöver ist mehrfach durchzuführen, bis konvergierende Werte erfolgen werden (mind. 3 Mal). Unterschiede zwischen SSt nach rechts und nach links sind üblicherweise nicht zu erwarten.

Typische Ergebnisse Rollzeit von 30° bis 0° Querneigung: 2 ... 4s.

Typische Fehler

- QSt nicht festgehalten
- Schaltzeit zu groß, kein voller SSt-Ausschlag
- Falscher Betätigungszeitpunkt der Stoppuhr
- Zu starke HSt-Änderung (Horizontbild beachten)
- Kein (geeigneter) Blickpunkt gewählt
- Schieben beim Ausgangszustand

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Das Schiebe-Rollmoment ist bei Segelflugzeugen üblicherweise primär von der V-Stellung abhängig und wird im normalen Zacherprogramm nur in der Wölbklappenstellung „Neutral“ erfolgen.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 Es besteht kein direkter Bezug zur CS-22, lediglich zu CS 22.143 Controlability and Manoeuvrability - General.

11 Steuerabstimmung

	SSt-Stellung	QSt-Stellung
Anfang	%	%
Ende	%	%
QSt-Kraft	zu klein – klein – angenehm – hoch – zu hoch	

Zielsetzung des Manövers Durch einen Quersteuerausschlag und das nachfolgende Rollen entsteht ein Gieren. Für den schiefbefreien Flug wird dieses durch einen, zum Quersteuerausschlag gleichsinnigen, Seitensteuerausschlag kompensiert. Es wird untersucht, ob/wie sich das Verhältnis der Vollausschläge bei der Steuer während des Rollvorgangs verändert. Die Quersteuerkraft wird qualitativ bewertet.

Instrumentierung Fahrtmesser, Haubenfaden

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist deutlich oberhalb Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Das Flugzeug ist mit Vergleichsfluggeschwindigkeit schiefbefrei auf einen markanten Blickpunkt auszurichten. Das Manöver wird am besten mit kleinen Ausschlägen von Quer- und Seitensteuer und kleinen Querneigungen (10°) begonnen und dann durch steigern der Ausschläge und Querneigungen (30°) eingeschwungen. Die Längsachse soll periodisch nur leicht vom Blickpunkt abweichen. Auf fortgesetzte Schiefbefreiheit und konstante Fluggeschwindigkeit ist zu achten.

Mindestens eines der Steuer weist zu jedem Zeitpunkt zwischen „Anfang“ und „Ende“ (also nicht während der Rollrichtungsumkehr) Vollausschlag auf. Die Steuerausschläge werden in % geschätzt, wobei sich die Unterteilung der Prozentstufen nach den Möglichkeiten zu Schätzung richten sollen.

Die Quersteuerkraft ist mit den vorgegebenen Worten oder mittels eigener Beschreibung qualitativ einzuschätzen.

Definition

Anfang Bei diesem Zustand ist die Querneigung maximal, also die Rollgeschwindigkeit gerade Null. Quer- und Seitensteuer sind zur Rollrichtungsumkehr gesetzt, mindestens eines davon zu 100%. D.h., dass das Stoppen der Rollbewegung in die eine Richtung durch die anfänglichen Steuerausschläge erfolgt, die für ein schiefbefreies Rollen in die Gegenrichtung erforderlich sind. Diese Steuerausschläge sind dergestalt zügig zu geben, dass zum besagten Zeitpunkt der maximalen Querneigung (Rollgeschwindigkeit gleich Null), die korrekten Ausschläge anliegen.

Ende Dieser Zustand bezeichnet den Zeitpunkt vor dem Betätigen der Steuer zur Rollrichtungsumkehr. Die Querneigung erreicht dabei etwa $25 \dots 30^\circ$ und die Rollgeschwindigkeit ist maximal.

Typische Fehler

- Schiebend geflogen
- Fluggeschwindigkeit nicht konstant
- Im Mittel nicht in Richtung Blickpunkt geflogen, also über mehrere Perioden deutliche Richtungsänderung
- Nicht Ausschlagsbereich ausgeschöpft

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Ergebnisse sind abhängig von den Querruderausschlägen und somit der Differenzierung der Querruder. Bei vielen Flugzeugen mit Wölbklappen ändern sich diese Werte abhängig von der Wölbklappenstellung, weshalb dieses Manöver mit beiden Wölbklappenstellungen durchzuführen ist.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 Es besteht kein direkter Bezug zur CS-22, lediglich zu CS 22.143 Controlability and Manoeuvrability - General.

12 Ruderwirkung

	Vollausschläge	schiebefrei
	s	s
	s	s

Zielsetzung des Manövers Es wird für die Vergleichsfluggeschwindigkeit die Zeit bestimmt, die für die Änderung der Kreisrichtung beim Kreisflug mit 45° Querneigung notwendig ist, und zwar für den Fall von vollen Quer- und Seitensterausschlägen und den schiebefreien Fall.

Instrumentierung PhiPsiTheta, Stoppuhr, Fahrtmesser, Haubenfaden

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Das Manöver ist deutlich oberhalb Platzrundenhöhe durchzuführen. Es ist ein Ort zwischen möglichen Aufwinden zu suchen, wobei der Einfluss der konvektiv durchmischten Atmosphäre außerhalb direkter Aufwindfelder klein ist.

Handwerkliche Durchführung Die drei Zustandsgrößen „Vergleichsfluggeschwindigkeit“, „45° Querneigung“ und „schiebefrei“ sind gleichzeitig einzustellen. Mit Beginn der Steuereingaben (zügig, also Schaltzeit 1/2 Sekunde) ist die Stoppuhr auszulösen. Es ist im ersten Fall darauf zu achten, dass beide Steuer tatsächlich voll ausgeschlagen sind. Die Fahrt soll während des Manövers - abgesehen von schiebewinkelbedingten Fehlanzeigen - konstant sein. Der schiebefrei geforderte Fall erfordert entsprechend zusätzlich Aufmerksamkeit. Das Manöver „11. Steuerabstimmung“ bereitet dieses Manöver vor, weil dabei ein Gefühl für das schiebefreie Kurven bei Vollausschlägen entsteht. Das Ende des Kurvenwechsels ist bei Durchgang von 45° Querneigung erreicht. Es ist darauf zu achten, dass die Steuereingaben nicht vorzeitig verringert werden.

Das Manöver ist mehrfach durchzuführen, bis konvergierende Werte erfolgen werden (mind. 3 Mal).

Typische Ergebnisse

- Bei Vollausschlägen: 2 ... 4s
- Schiebefrei: 2,5 ... 5s

Typische Fehler

- 45° Querneigung zu Beginn oder Ende nicht eingehalten
- Koordination Steuereingaben und Stoppuhr betätigen
- Fahrtänderung während Manöver
- Nicht optimale Steuerabfolge für minimale schiebefreie Rollwechselzeit erfolgen

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Ergebnisse sind abhängig von den Querruderausschlägen und somit der Differenzierung der Querruder. Bei vielen Wölbklappenflugzeugen ändern sich diese Werte abhängig der Wölbklappenstellung, weshalb dieses Manöver mit beiden Wölbklappenstellungen durchzuführen ist.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.147 - Quer- und Seitensteuerung: Es muss bei einer entsprechenden Betätigung der Steuerung möglich sein, aus einer Kurve mit 45° Querneigung in eine entgegengesetzte Kurve in $b/3$ Sekunden überzuwechseln (b ist die Spannweite des Segelflugzeugs in Metern), wenn die Kurven ohne stärkeres seitliches Abrutschen oder Schieben mit einer Geschwindigkeit von $1,4V_{S1}$ Flügelklappen in der positivsten Überlandflugstellung, Luftbremsen und, wo anwendbar, Fahrwerk eingefahren, geflogen werden.

13 Bremsklappenkräfte

Entriegeln	daN	<input type="checkbox"/>	Außerhalb des Skalenbereichs
Ausfahren	daN	<input type="checkbox"/>	Außerhalb des Skalenbereichs
Einfahren	daN	<input type="checkbox"/>	Außerhalb des Skalenbereichs
Verriegeln	daN	<input type="checkbox"/>	Außerhalb des Skalenbereichs

Zweck des Protokollpunktes Die Betätigungskräfte der Bremsklappen sind quantitativ zu bestimmen.

Instrumentierung Handkraftmesser, Fahrtmesser

Handwerkliche Durchführung Die Aus- und Einfahrkräfte sind üblicherweise fluggeschwindigkeitsabhängig, sodass auch bei diesem Manöver die Vergleichfluggeschwindigkeit beispielhaft herangezogen wird. Diese ist mit $1,4V_{S1}$ die üblicherweise empfohlene Anfluggeschwindigkeit und somit im praktischen Betrieb relevant. Nach herstellen des schiebefreien Geradeausflugs mit Vergleichsfluggeschwindigkeit sind die Bremsklappen langsam zu betätigen und die auftretenden Kräfte zu bestimmen.

Reicht der Messbereich der Handkraftmesser nicht aus, so ist das Handkraftgefühl bis zur Maximalkraft des Handkraftmessers zu „kalibrieren“ und dann bei Betätigung die auftretenden Kräfte extrapolierend zu schätzen. Andernfalls kann „Außerhalb des Skalenbereichs“ angekreuzt und das Maximum der Kraftmesserskala notiert werden.

Konvention Ver- und Entriegelungskräfte sind immer positiv. Aus- und Einfahrkräfte können negativ sein, wenn sie in die gewünschte Bewegungsrichtung wirken (Raussaugen beim Ausfahren, Reinfallen beim Einfahren). Sind die Ein- und Ausfahrkräfte über dem Bremsklappenweg nicht konstant, so ist der Maximalwert zu bestimmen.

Typische Ergebnisse Die Ent- und Verriegelungskräfte sind üblicherweise groß gegenüber den Aus- und Einfahrkräften.

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Wölbklappenstellung hat allenfalls sekundären Einfluss auf die Bremsklappenbetätigungskräfte. Sie werden beim Zachern beispielhaft für die Wölbklappenstellung „Neutral“ bestimmt.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.143(c).

14 Fahrwerk

Ausfahrkraft	klein – mäßig – hoch – zu hoch
Einfahrkraft	klein – mäßig – hoch – zu hoch
Bemerkungen:	

Durchführung Die Ein- und Ausfahrkräfte des Einziehfahrwerks - soweit vorhanden - sind qualitativ zu bewerten. Auffälligkeiten sind zu beschreiben.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.143(c).

————— **„STATISCHE“, in ruhiger Luft vor Thermikbeginn** —————

15 Freier Geradeausflug

Festgestellte Unregelmäßigkeiten:	<input type="checkbox"/> Keine
--	---------------------------------------

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Die Messung findet in ruhiger Luft vor Thermikbeginn oder nach Thermikende statt.

Handwerkliche Durchführung Nachdem das Flugzeug bei der Vergleichsfluggeschwindigkeit IAS_{VG} im Geradeausflug ausgerichtet ist (Faden in der Mitte), werden Knüppel und Seitensteuer losgelassen (Besondere Vorsicht bei Pendelhöhenleitwerken!). Auftretende Unregelmäßigkeiten wie drehen um Längs- und/oder Hochachse usw. werden notiert. Treten keine Unregelmäßigkeiten auf wird „Keine“ angekreuzt.

16 Dynamische Längsstabilität

	1. Schwingung	6. Schwingung
IAS_{max}	km/h	km/h
IAS_{min}	km/h	km/h
Schw. dauer	s	instabil – indifferent – stabil
<input type="checkbox"/> 6. Schwingung nur mit festem HSt möglich	→	Anzahl Schwingungen mit losem HSt:

Zielsetzung des Manövers Es ist das Verhalten des Flugzeugs bei gezielter Anregung der Phygoide zu bewerten. Primär wird angestrebt die Losruderphygoide zu untersuchen.

Instrumentierung Stoppuhr, Fahrtmesser

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Die Messung findet in ruhiger Luft vor Thermikbeginn oder nach Thermikende statt.

Handwerkliche Durchführung Zunächst ist sorgfältig auf die Vergleichsfluggeschwindigkeit im schiebefreien Geradeausflug auszutrimmen. Nachfolgend ist die Fluggeschwindigkeit um 15km/h zu verringern und der neue Flugzustand zu stabilisieren. Dann wird der Steuerknüppel losgelassen (Losruderphygoide). Zur Feststellung der Schwingungsdämpfung werden die **minimalen und maximalen angezeigten Fluggeschwindigkeiten** der ersten und sechsten Schwingung vom Fahrtmesser abgelesen und notiert.

Bei Pendelhöhenleitwerken muss die Hand in der Nähe des Knüppels verbleiben, da in der Phase auf „ IAS_{min} “ zu einem Umklappen des Höhenleitwerks in Richtung Ziehen und damit ein starkes Aufbäumen erfolgen kann.

Nötige Fluglagekorrekturen um die Hochachse sollen vorsichtig mit dem Seitensteuer und um die Längsachse durch leichte und kurze Finger- und Handkantenschläge gegen den Knüppel in Richtung der gewünschten Verbesserung durchgeführt werden. Ein länger andauerndes Führen des Steuerknüppels würde die Messung der dynamischen Längsstabilität verfälschen.

Falls bei losgelassenem Höhensteuer Instabilität festgestellt wird, oder der Knüppel aufgrund starker Reibung „stehen“ bleibt, ist die Anzahl der Schwingungen zu notieren, bis der beim Zachern erlaubte Geschwindigkeitsbereich verlassen wird.

Danach ist dieser Versuch mit festem Knüppel durchzuführen (Festruderphygoide). Dabei wird ähnlich wie bei losgelassenem Steuerknüppel verfahren, mit dem einen Unterschied, dass der Knüppel nicht losgelassen, sondern in

die der Vergleichsfluggeschwindigkeit IAS_{VG} entsprechenden Stellung zurückgeführt wird (Bandmaß verwenden).

Die bei der Untersuchung der dynamischen Längsstabilität auftretenden Unregelmäßigkeiten sind im Protokoll zu vermerken.

Konvention Die **Schwingungsdauer** wird am besten von einer „ IAS_{min} “ bis zur nächsten „ IAS_{min} “ gemessen.

Typische Ergebnisse Normalerweise ist die Phygiodschwingung bei Segelflugzeugen schwach gedämpft bis schwach angefacht. Ist die Reibung in der Höhensteuerung groß (Siehe „6.2 Reibungsdifferenzgeschwindigkeit“) so kann die Phygoide stark gedämpft bis hin zum aperiodischen Grenzfall auftreten. Es kann jedoch auch grenzstabile (Amplitude im eingeschwungenen Zustand unabhängig der Anfangsanregung) oder deutlich instabiles Verhalten beobachtet werden.

Die Periodendauer liegt üblicherweise bei 15 ... 25s.

Typische Fehler

- Nicht auf Vergleichsfluggeschwindigkeit ausgetrimmt
- nennenswerte Schiebewinkel und/oder Querneigung
- Bewegung des Höhensteuers durch Hand beeinflusst (Losruderphygoide)
- Knüppel zu langsam in oder über die kraftfreie Position hinaus zurückgeführt

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Wölbklappenstellung hat einen sekundären Einfluss auf das Resultat. Im Rahmen des Zacherns wird jedoch beispielhaft nur die Wölbklappenstellung „Neutral“ untersucht.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22, verwandte Thematik CS 22.181 - Dynamische Stabilität:

„Alle zwischen der Überziehgeschwindigkeit und V_{DF} auftretenden kurzperiodischen Schwingungen müssen mit loser und fester Hauptsteuerung stark gedämpft sein.“

Die Phygoide ist jedoch in diesem Sinne eine „langperiodische Schwingung“.

17 Statische Längsstabilität

17.1 Nach Weg

$IAS_{geplant}$					
$IAS_{tatsächlich}$					
HSt-Weg in mm					

Zielsetzung des Manövers Es wird der Zusammenhang zwischen dem Höhensteuerweg über der Fluggeschwindigkeit für den schiefbefreien Geradeausflug bestimmt.

Instrumentierung Bandmaß, Fahrtmesser

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Die Messung findet in ruhiger Luft vor Thermikbeginn oder nach Thermikende statt.

Handwerkliche Durchführung Das Bandmaß ist vor diesem Manöver einzuhängen. Im unteren Geschwindigkeitsbereich von $IAS_{\text{über}}$ bis 120km/h sollte eine Schrittweite von 10km/h und darüber von 20km/h bis etwa 160km/h gewählt werden. Die Manövergeschwindigkeit V_A ist nicht zu überschreiten. Vor dem Ablesen muss sichergestellt sein, dass die eingenommene Fluggeschwindigkeit tatsächlich konstant ist.

Typische Ergebnisse Gemäß CS-22 „darf die Steigung der Kurve „Steuerknüppel- auslenkung über Geschwindigkeit“ nicht negativ sein. Eine negative Steigung ist jedoch annehmbar, wenn nachgewiesen werden kann, dass keine Schwierigkeiten in der Steuerung auftreten.“.

Typische Fehler

- Fluggeschwindigkeit nicht konstant
- Gleichgewichtsgeschwindigkeit verschiebt sich durch atmosphärische Einflüsse

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Wölbklappenstellung hat i.A. einen relevanten Einfluss auf das Resultat. Im Rahmen des Zacherns wird jedoch beispielhaft nur die Wölbklappenstellung „Neutral“ untersucht.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.173(a).

17.2 Nach Kraft

IAS _{geplant}					
IAS _{tatsächlich}					
HSt-Kraft					

Zielsetzung des Manövers Es wird der Zusammenhang zwischen der Höhensteuerkraft über der Fluggeschwindigkeit für den schiebefreien Geradeausflug bestimmt.

Instrumentierung Handkraftmesser, Fahrtmesser

Umgebung (Flughöhe, Meteorologisches, ...) Die Messung findet in ruhiger Luft vor Thermikbeginn oder nach Thermikende statt.

Handwerkliche Durchführung Das Bandmaß ist vor diesem Manöver unbedingt auszuhängen. Das Flugzeug wird im schiebefreien Geradeausflug sorgfältig auf die Vergleichsfluggeschwindigkeit ausgetrimmt. Die Kraftmessung soll sich möglichst auf die Position des Mittelfingers bei typischem Umfassen des Steuerknüppels beziehen. Im unteren Geschwindigkeitsbereich von $IAS_{\text{über}}$ bis 120 km/h sollte eine Schrittweite von 10km/h und darüber von 20km/h bis etwa 160km/h gewählt werden. Die Manövergeschwindigkeit V_A ist nicht zu überschreiten! Vor dem Ablesen muss sichergestellt sein, dass die eingenommene Fluggeschwindigkeit tatsächlich konstant ist.

Konvention Eine Handkraft in Richtung „drücken“ wird als positiv angenommen.

Typische Ergebnisse Gemäß CS-22 muss „die Steigung der Kurve ‚Handkraft über Geschwindigkeit‘ positiv und so groß sein“.

Typische Fehler

- Bandmaß nicht ausgehängt
- Nicht exakt auf Vergleichsfluggeschwindigkeit ausgetrimmt
- Gleichgewichtsgeschwindigkeit verschiebt sich durch atmosphärische Einflüsse

Flugzeugspezifische Variationen (mit/ohne WK) Die Wölbklappenstellung hat i.A. einen relevanten Einfluss auf das Resultat. Im Rahmen des Zacherns wird jedoch beispielhaft nur die Wölbklappenstellung „Neutral“ untersucht.

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS 22.173(a).

NACH DEM FLUG

18 Landung

Steuerbarkeit bei der Landung:	
Landung nach Handbuchmethode möglich?	möglich – schwer – unmöglich

Zielsetzung des Manövers Es soll bewertet werden, ob bei der Landung ungünstige Eigenschaften, wie z.B. überlange Ausschwebe- und Ausrollstrecken oder frühzeitiges Ablegen eines Flügels festzustellen sind. Meteorologische Gegebenheiten sollen hierbei möglichst unberücksichtigt bleiben (z.B. langes Ausschweben durch Rückenwindkomponente).

Bezug zur Bauvorschrift CS-22 CS22.153 - Anflug und Landung.

19 Bremsklappen

Wirksamkeit	sehr gut – gut – mäßig – schlecht
Dosierbarkeit	sehr gut – gut – mäßig – schlecht
Begründung	

Durchführung Die Wirksamkeit bzw. die Dosierbarkeit der Landehilfen sind qualitativ zu bewerten. Auffälligkeiten und besonders gute oder schlechte Bewertungen sind zu begründen.

20 Fahrwerk

Radbremswirkung	sehr gut – gut – mäßig – schlecht
Federung	sehr gut – gut – mäßig – schlecht
Begründung	

Durchführung Die Wirksamkeit der Hauptradbremse - soweit vorhanden - und der Hauptradfederung sind qualitativ zu bewerten. Auffälligkeiten und besonders gute oder schlechte Bewertungen sind zu begründen.

21 Cockpit

Noten 1+/1/2/3/4/5

	Note	Begründung
Allgemeiner Eindruck		
Ein- und Ausstieg		
Notausstieg		
:	:	:
:	:	:
Ausklinkgriff		
Instrumente		

Durchführung Die Cockpitgestaltung, Anordnung und Betätigung der Bedienelemente sollte subjektiv beurteilt und wie folgt bewertet werden: sehr gut + (entspricht nachahmenswert), sehr gut, gut, befriedigend, ausreichend, mangelhaft. Bei Beurteilungen, die schlechter als befriedigend ausfallen, sollten die Gründe, die zu diesem Urteil führen, angegeben werden. Auch positiv heraus stechende Lösungen sollen erläutert werden.

Zusätzliche Bemerkungen

Reicht der Platz für die Beschreibung der Flugeigenschaften, Gestaltung des Führerraums, Anordnung und Betätigung der Bedienelemente nicht aus oder sind Beurteilungen besonders schlecht oder gut ausgefallen, dann sollten weiter ausführende Erläuterungen möglichst unter Benutzung von Symbolen und Abkürzungen auf der Rückseite des TEIL II - IM FLUG unter Angabe des zugehörigen Protokollpunkts niedergeschrieben werden.

Abkürzungen

...=>...	Übergang von IAS _{über} zu IAS _{min}	...->...	Eindeutige zeitliche Folge
...-	wenig / leicht	...+	stark
Abk	Abkippen	liFl	linke Fläche
AbRu	Ablöseerscheinungen am Rumpf	nFl	nachgeführte Fläche
Absti	Abstimmung	Nik	Nickbewegung
äFl	äußere Fläche	QR, QSt	Querruder, Quersteuer
BK	Bremsklappen	Re / re	Rechts
BR	Radbremse	reFl	rechte Fläche
Δ IAS	angezeigte Differenzgeschwindigkeit	Scht	Leitwerksschütteln
Fed	Fahrwerksfederung	Sfl	Sackflug
Fstart	Flugzeugschleppstart	SR, SSt	Seitenruder, Seitensteuer
FW	Fahrwerk	Tau	Taumeln
HR, HSt	Höhenruder, Höhensteuer	Tru	Trudeln
IAS	angezeigte Geschwindigkeit	USt	Unruhe im Steuer
IAS _{max}	angezeigte maximale Geschwindigkeit	V _A	Manövergeschwindigkeit
IAS _{min}	angezeigte minimale Geschwindigkeit	V _S	Überziehgeschwindigkeit
IAS _{über}	angezeigte Geschwindigkeit bei der die ersten Überziehanzeichen auftreten	vFl	vorausseilende Fläche
IAS _{VG}	Vergleichsfluggeschwindigkeit	Wch	Weichwerden in der Querrudersteuerung
iFl	innere Fläche	Wstart	Windenschleppstart
Kpf	auf den Kopf gehen	ψ	Hängewinkel
Li / li	Links	β	Schiebewinkel

Hinweise zum *Zachertool*

Das *Zachertool* wurde entwickelt, um eine einfache Speicherung der Zacherprotokoll-Rohdaten zu ermöglichen, damit diese für verschiedenste Auswertungen elektronisch zur Verfügung stehen. Jeder Zacherpilot soll dazu die Untersuchungsergebnisse eigenständig in die Datenbank übertragen. Dabei unterstützt das *Zachertool*, indem es die Eingabe der einzelnen Protokollpunkte übersichtlich und zielgerichtet ermöglicht.

Zu den Protokolldaten werden auch Daten zum jeweiligen Piloten und dem untersuchten Segelflugzeug gespeichert. Für die Aktualisierung der Pilotendaten ist jeder Pilot selbst verantwortlich. Wie dies funktioniert, wird im Folgenden erläutert. Die Flugzeugdaten sollen von den Flugzeugverantwortlichen / -betreuern eingereicht bzw. überprüft und aktualisiert werden.

Der Zugang auf das *Zachertool* kann mit jedem internetfähigen Endgerät erfolgen, das einen Webbrowser besitzt. Optimiert wurde die Oberfläche allerdings für PC und den Browser „Firefox“, sodass bei anderen Geräten oder Browsern zu Fehler in der Darstellung nicht ausgeschlossen werden können. Der genaue Zugriff wird vom IDAFLIEG-Vorstand oder dem Zacherverantwortlichen vor Ort kommuniziert.

Pilotendaten

Für die Eingabe eines Zacherprotokolls dürfen die Pilotendaten nicht älter als 90 Tage sein. Über das Dropdown-Menü „Piloten“ -> „Pilotenliste anzeigen“ werden alle gespeicherten Piloten angezeigt. Mit der Suchfunktion kann der Pilot seinen Eintrag finden und auf „Anzeigen“ klicken. Von dort können die „Pilotendaten aktualisieren“ klicken. Andernfalls kann der Pilot über „Neuen Piloten hinzufügen“ seine Daten speichern.

Beim Aktualisieren der Pilotendaten ist darauf zu achten, dass das Datum der Aktualisierung vor dem Datum des Zacherflugs liegt.

Eingabe des Protokolls

Die Protokolleingabe kann über das Dropdown-Menü „Protokolle“ -> „Neues Protokoll eingeben“ erreicht werden. Zunächst werden die Allgemeinen Informationen zum Zacherprotokoll abgefragt. Dazu gehören das Datum, die Flugzeit und Anmerkungen zum Protokoll. Außerdem muss ausgewählt werden, welche Art von Protokoll eingegeben werden soll. Hierbei enthält „Zachern ohne ‚Statische‘“ alle Protokollpunkte, außer die der „Statischen“. Soll ein komplettes Zacherprotokoll mit „Statischer“ eingegeben werden, müssen beide Protokollarten angewählt sein.

Auf den folgenden Seiten sind wichtige Hinweise zu den einzelnen Protokollpunkten jeweils rot hinterlegt und sollen beachtet werden.

Flugzeugauswahl

Das gezackerte Flugzeug kann aus der Liste der gespeicherten Flugzeuge ausgewählt werden. Dies wird durch die Suchfunktion erleichtert. Außerdem wird in diesem Schritt die Flugzeit des Piloten auf dem gewählten Muster eingegeben.

Pilotenauswahl

Bei der Pilotenauswahl werden nur Piloten angezeigt, deren Daten in den letzten 90 Tagen vor dem Protokolldatum aktualisiert wurden. Das Anlegen eines neuen Piloten oder die Aktualisierungen der Pilotendaten können direkt von der Seite erreicht werden. Dabei geht der bisherige Zwischenstand verloren. Bei Doppelsitzern kann für den Begleiter ein ebenfalls vorhandener Pilot oder das leere Feld gewählt werden. Das Begleitergewicht - falls vorhanden - wird dann im nächsten Schritt manuell eingetragen.

Angaben zur Beladung

Hier kann zu jedem Hebelarm, der beim Flugzeugdatensatz definiert ist, ein Gewicht eingetragen werden. Es muss mindestens das Pilotengewicht und das dazugehörige Fallschirmgewicht (kann auch 0kg sein) eingegeben werden. Bei Doppelsitzern muss ebenfalls ein Fallschirmgewicht vorhanden sein, falls ein Begleitergewicht eingegeben wurde. Sollte weiteres Gewicht verwendet werden, zu dem kein Hebelarm in der Datenbank definiert ist, kann dies zusätzlich hinzugefügt werden.

Der Flugschwerpunkt wird mit den gegebenen Gewichten und Hebelarmen automatisch errechnet. Sollte der automatisch errechnete Wert von dem Wert abweichen, den der Pilot errechnet hat, soll der manuelle Wert zusätzlich eingegeben werden.

weitere Protokollpunkte

Die Untersuchungsergebnisse werden in der gleichen Form eingegeben, wie sie im Zacherprotokoll notiert sind. Einige Eingabefelder erlauben nur einen bestimmten Eingabebereich (z.B. Prozentangabe nur von 0 bis 100). Die Einheit - falls vorhanden - ist zu berücksichtigen.

Bei Manövern, bei denen die Richtung von Bedeutung ist, kann die Richtung angegeben werden, in die das Manöver durchgeführt wurde. Wenn bei einem Manöver die HSt-Stellung benötigt wird, erfolgt die Eingabe des gesamten HSt-Wegs bei dem jeweiligen Protokollpunkt, um die Zuordnung zu verbessern.

Bei einigen Protokollpunkten besteht die Möglichkeit zusätzlich zu den Untersuchungsergebnissen einen Kommentar hinzuzufügen. Hier können Anmerkungen zur Durchführung des Manövers, aber auch zu meteorologischen Gegebenheiten oder Sonstigem gemacht werden.

Zwischenspeichern und Absenden

Das Protokoll kann jederzeit zwischengespeichert werden, sobald mindestens ein Untersuchungsergebnis eingegeben wurde. Das Zwischenspeichern erfolgt durch klicken auf „Speichern und Zurück“. Ein gespeichertes Protokoll kann fortgesetzt werden, indem über das Dropdown-Menü „Protokolle“ -> „Begonnene Protokolle anzeigen“ das entsprechende Protokoll zur Bearbeitung ausgewählt wird.

Auf der letzten Seite der Protokolleingabe ist anstelle des „Weiter“-Buttons ein Button zum „Absenden“. Das Absenden soll erfolgen, nachdem alle Untersuchungsergebnisse übertragen wurden. Nach dem Absenden ist das Protokoll unter „Protokolle“ -> „Fertige Protokolle anzeigen“ zu finden, kann aber weiterhin bearbeitet werden.

Abgabegespräch

Beim Abgabegespräche werden die Untersuchungsergebnisse im Einzelnen durchgesprochen und auf Plausibilität überprüft. Dazu kann das „fertige“ Protokoll angezeigt, besprochen und ggf. bearbeitet werden. Nach erfolgtem Abgabegespräch markiert der Zachereinweiser das Protokoll als „abgegeben“. Nun ist das Protokoll unter „Protokolle“ -> „Abgegebene Protokolle anzeigen“ zu finden und kann nicht weiter bearbeitet werden. Außerdem fließt es erst ab diesem Zeitpunkt in die Statistiken ein.