



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 012 425 A1** 2008.09.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 012 425.4**

(22) Anmeldetag: **15.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **18.09.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B64C 9/12** (2006.01)
B64C 13/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg, DE

(72) Erfinder:
Holzhausen, Thorsten, Dipl.-Ing., 21698 Bargstedt, DE

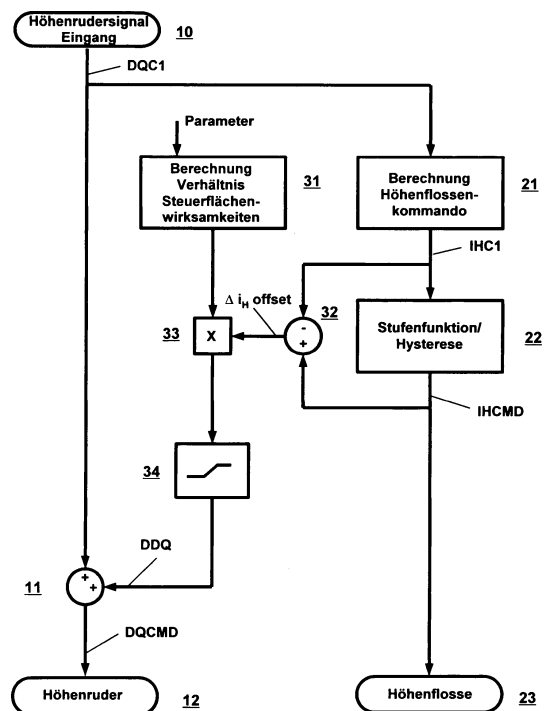
(74) Vertreter:
Patentanwaltkanzlei Kanzlei Schatt IP, 80331 München

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zur Höhenflossentrimmung bei einem Flugzeug**

(57) Zusammenfassung: Es werden Verfahren und eine Einrichtung zur Höhenflossentrimmung bei einem Flugzeug beschrieben. Erfindungsgemäß erfolgt die Ansteuerung der Höhenflosse (23) stufenweise, und unter Verlagerung von höherfrequenten Bewegungsanteilen im Höhenflossenkommando (IHC1) auf das Höhenruder (12) erfolgt eine Vorsteuerung von nicht kommandierten Höhenflossenkommandoanteilen über das Höhenruder (12). Vorzugsweise wird das Höhenflossenkommando (IHC1) mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen (22) und nur an die Höhenflosse (23) als tatsächliches Höhenflossenkommando (IHCMD) ausgegeben, wenn es den Schwellwert übersteigt, und bei Überschreiten des vorgegebenen Schwellwerts wird über eine Vorsteuerung ein Höhenruderkommando (DDQ) zur Kompensation der Differenz $\Delta i_H \text{offset} = \text{IHC1} - \text{IHCMD}$ einer der entsprechenden Höhenruderwirkung an selbiges ausgegeben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Einrichtung zur Höhenflossentrimmung bei einem Flugzeug.

[0002] Bei zivilen Verkehrs- und Transportflugzeugen erfolgt das Ausbalancieren des Nickmomentenhaushalts, das heißt der um die Querachse wirkenden Momente, die sich in einer Nickbewegung des Flugzeugs auswirken, üblicherweise durch eine Höhenflossentrimmung. Dazu ist eine trimmbare Höhenflosse (Moveable Tail) vorgesehen, die über einen bestimmten Trimbereich unabhängig vom Höhenruder verstellbar ist.

[0003] Bei einer permanenten automatischen Trimmung, die heute Stand der Technik ist, erfolgt der Nickmomentenausgleich durch eine kombinierte Bewegung von Höhenruder und Höhenflosse. Dabei eilt die Bewegung des Höhenruders, welches üblicherweise durch eine Betätigungseinrichtung in Form eines Aktuatorantriebs mit einer hohen Stellgeschwindigkeit gestellt wird, der Bewegung der Höhenflosse voraus, welche typischerweise mit einem Spindeltrieb mit niedriger Geschwindigkeit gestellt wird. Typische Stellgeschwindigkeiten sind ca. 35°/s bis 40°/s für das Höhenruder und ca. 0,5°/s bis 2,0°/s Stellgeschwindigkeit für die Höhenflosse. Tritt eine Störung des Nickmomentenhaushalts auf oder wird eine Änderung der vertikalen Bahnführung kommandiert, so übernimmt zunächst das schnell laufende Höhenruder die Erzeugung der dafür benötigten zusätzlichen aerodynamischen Kräfte. Die langsamer laufende Höhenflosse läuft in einer gleichsinnig gerichteten Bewegung dem Höhenruder hinterher, wobei sich die Erzeugung der aerodynamischen Zusatzkräfte für das Flugmanöver oder die Trimmung mehr und mehr vom Höhenruder auf die Höhenflosse verlagert, je weiter die Flosse dem Ruder folgt. Ist die geforderte Gesamtwirksamkeit der Kräfte erreicht, so bleibt das Höhenruder stehen und läuft anschließend in einer gegensinnigen Bewegung der langsam hinterherlaufenden Höhenflosse entgegen. Der Kraftanteil des Höhenruders nimmt weiter ab und der der Höhenflosse weiter zu.

[0004] Üblicherweise werden beide Stellflächen so gesteuert, dass sie so lange aufeinander zulaufen, bis ihre Sehnen (Bauteilmittellinien) eine Gerade bilden. Die Höhenruderstellung (relativ zur Höhenflosse) ist wieder zurück auf 0° gegangen, die aerodynamische Zusatzkraft wird jetzt im wesentlichen durch die Höhenflosse erzeugt. Die Stellung der Höhenflosse ist jetzt eine andere als vorher.

[0005] Kleine Turbulenzen oder Böen werden bei heutigen Flugsteuersystemen durch eine automatische Trimmfunktion ausgeglichen. Entsprechend bewegen sich Höhenruder und Höhenflosse mit kleinen Ausschlägen permanent hin und her. Für kleine Flug-

bahnänderungen oder auch für größere, wenn sie entsprechend langsam ablaufen, werden ebenfalls kleine Stellausschläge vorgenommen. Die besagten permanenten Hin- und Her-Bewegungen führen zum Verschleiß an einer bestimmten Stelle der Höhenflossenstelleinrichtung, also typischerweise der Trimmspindel, sowie auch an den anderen bewegten Teilen.

[0006] Die absolute Positionierung der Höhenflosse hängt je nach Flugphase im wesentlichen von der Schwerpunktlage (Beladungszustand, Kraftstoffverbrauch), der aktuellen Klappenstellung (zur Erzeugung von Hochauftrieb bei Start und Landung) und dem Schubmoment der Triebwerke (Triebwerkhebel mal Triebwerkschub) ab. Im Reiseflug, der üblicherweise längsten Flugphase, bewegt sich die Höhenflossenstellung über längere Zeiträume in einem relativ schmalen Verstellbereich. Da dieser Bereich bei den meisten Flugmissionen an derselben Stelle der Trimmspindel liegt, ist dort mit einem verstärkten Verschleiß zu rechnen.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Höhenflossentrimmung der vorausgesetzten Art anzugeben, durch welches Verschleiß am Höhenflossenantrieb verringert wird. Weiter soll auch eine entsprechende Einrichtung zur Höhenflossentrimmung geschaffen werden.

[0008] Der Begriff "Höhenflossentrimmung" soll hier so allgemein verstanden werden, dass er sich gleichermaßen auf Bewegungen der Höhenflosse zur Korrektur von Störungen des Nickmomentenhaushalts wie auf Bewegungen der Höhenflosse zur Änderung der vertikalen Bahnführung bezieht.

[0009] Zum einen wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Höhenflossentrimmung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Zum anderen wird die Aufgabe gelöst durch eine Einrichtung zur Höhenflossentrimmung mit den Merkmalen des Anspruchs 9. Jeweilige vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es, dass die Summe aller für einen bestimmten Bewegungsablauf vorgenommenen Bewegungsschritte und damit der Verschleiß kleiner ist als bei einer herkömmlichen Höhenflossentrimmung.

[0011] Verfahren und Einrichtung zur Höhenflossentrimmung nach der Erfindung sind unabhängig von der Art und Weise der Antriebe anwendbar.

[0012] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele von Verfahren und Einrichtung zur Höhenflossentrimmung gemäß der Erfindung anhand der Zeichnung

erläutert.

[0013] Es zeigt:

[0014] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm zur Darstellung des Verfahrens zur Höhenflossentrimmung und zur Vorsteuerung des Höhenruders bei einem Flugzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0015] [Fig. 2](#) ein schematisiertes Schaltbild zur Darstellung einer Einrichtung zur Höhenflossentrimmung bei einem Flugzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0016] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Darstellung einer Komponente der in [Fig. 2](#) gezeigten Einrichtung, welche zur Berechnung des Verhältnisses der Stellflächenwirksamkeiten von Höhenflosse und Höhenruder gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen ist;

[0017] [Fig. 4](#) ein schematisiertes Treppendiagramm, welches die Erzeugung eines stufenförmigen Höhenflossenkommandos, welches zur Betätigung der Höhenflosse dient, in Abhängigkeit von einem eingegebenen Höhenflossenkommando gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, wobei zur Verdeutlichung der Wirkungsweise der Erfindung eine Vergleichskurve mit einer durch mechanische Hysterese bei herkömmlicher Höhenflossentrimmung erzeugte Treppenfunktion mit kleineren Stufen dargestellt ist;

[0018] [Fig. 5](#) ein Diagramm, welches beispielhaft den zeitlichen Verlauf einer Anzahl von Signalen aus einem Testprogramm anführt, die bei dem in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Höhenflossentrimmung an verschiedenen Stellen auftreten;

[0019] [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) jeweils drei Diagramme, welche im zeitlichen Verlauf die bei einer Höhenflossentrimmung mit einer Hysterese von $0,54^\circ$ gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel bzw. mit einer Hysterese von $0,9^\circ$ gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung an der Höhenflosse auftretenden Positionen und Kräfte jeweils exemplarisch am Beispiel eines A340-Flugs für Start, die gesamte Mission bzw. den Reiseflug und Landung zeigen.

[0020] In [Fig. 1](#) ist in Form eines Blockdiagramms ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Höhenflossentrimmung dargestellt. Das Bezugszeichen **10** bedeutet einen Eingang für ein von außen zugeführtes Höhenrudersignal DQC1, welches zum Ausbalancieren des Nickmomentenhaushalts des Flugzeugs durch eine permanente automatische Trimmung (Auto-Trimmung) oder zur Änderung der vertikalen Bahnführung durch Pilotenein-

gabe oder einen Flugregler über eine äußere Regelschleife (z. B. Autopilot) zugeführt wird. Dieses Höhenrudersignal DQC1 wird einmal direkt dem Höhenruder **12**, genauer gesagt dessen Betätigungs- oder Stelleinrichtung zugeführt (DQCMD), zum anderen wird das Höhenrudersignal DQC1 bei **21** einer Höhenflossenkommandoberechnung (IHC1) unterzogen. In der anschließenden Stufenfunktion/Hysterese (**22**) wird aus dem Höhenflossensignal IHC1 ein zur Zuführung an die Höhenflosse **23**, genauer an deren Stell- oder Betätigungseinrichtung bestimmtes Höhenflossenkommando IHCMD berechnet.

[0021] Aufgrund des Umstandes, dass die Stellgeschwindigkeit des Höhenruders **12** mit typischerweise ca. $35^\circ/\text{s}$ bis $40^\circ/\text{s}$ wesentlich höher ist als die Stellgeschwindigkeit der Höhenflosse **23** mit typischerweise ca. $0,5^\circ/\text{s}$ bis $2,0^\circ/\text{s}$, eilt die Bewegung des Höhenruders **12** der Bewegung der Höhenflosse **23** voraus. Tritt eine Störung des Nickmomentenhaushalts auf oder wird eine Änderung der vertikalen Bahnführung kommandiert, so übernimmt zunächst das schnelllaufende Höhenruder **12** die Erzeugung der erforderlichen aerodynamischen Kräfte, die langsamer laufende Höhenflosse **23** läuft dem Höhenruder **12** mit der ihr eigenen Geschwindigkeit in einer gleichförmig gerichteten Bewegung hinterher. Dabei verlagert sich die Erzeugung der aerodynamischen Kräfte für das Flugmanöver zunehmend vom Höhenruder **12** auf die Höhenflosse **23**, je weiter die Flosse **23** dem Ruder **12** folgt, wobei gleichzeitig aufgrund der sich im gewünschten Sinne verändernden Trimmlage des Flugzeugs das von außen zugeführte Höhenrudersignal DQC1 zurückgeht. Ist die geforderte Gesamtwirksamkeit der Kräfte von Höhenruder **12** und Höhenflosse **23** erreicht, bleibt das Höhenruder **12** stehen und läuft anschließend der langsamer hinterherlaufenden Höhenflosse **23** in einer gegensinnigen Bewegung entgegen.

[0022] Das Ausgangssignal IHC1 der Höhenflossenkommandoberechnung **21** wird der Höhenflosse **23** jedoch nicht direkt zugeführt, sondern durchläuft bei **22** zunächst eine Schwellwertverarbeitung bzw. eine Hysterese. Das bedeutet, dass das bei **21** berechnete Höhenflossenkommando IHC1 bei **22** mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen und als endgültiges Höhenflossenkommando IHCMD nur an die Höhenflosse **23** weitergegeben wird, wenn es den vorgegebenen Schwellwert übersteigt. Überschreitet das berechnete Höhenflossenkommando IHC1 den Schwellwert nicht, wird nicht der neu berechnete, sondern der vorherige Höhenflossenwert IHCMD an die Höhenflosse **23** weitergegeben. In diesem Fall wird die Stelldifferenz IHC1-IHCMD über eine Höhenrudervorsteuerung DDQ dem Höhenrudersignal DQC1 überlagert. Die nicht kommandierte Stelldifferenz IHC1-IHCMD wird durch eine entsprechend Wirkung über die Höhenrudervorsteuerung DDQ aufgebracht.

[0023] Ziel der Höhenrudervorsteuerung DDQ ist es, die Stelldifferenz IHC1-IHCMD nicht über eine äußere Regelschleife, die der Bahnführung oder Nickdämpfung dient, kompensieren zu lassen, da sonst das Flugzeug geringfügige Nickbewegungen ausführt.

[0024] Die Funktion der Höhenrudervorsteuerung ist, dass bei Unterschreiten des Schwellwertes an die Höhenflosse **23** nicht ausgegebene Höhenflossenkommando IHC1 am Höhenruder **12** durch ein entsprechend bemessenes Höhenrudervorsteuerkommando DDQ berücksichtigt wird, indem bei **32** die Differenz Δi_H offset = IHC1-IHCMD aus dem bei **21** berechneten Höhenflossenkommando IHC1 und dem von der Stufenfunktion/Hysterese **22** tatsächlich an die Höhenflosse **23** ausgegebenen Höhenflossenkommando IHCMD gebildet wird. Dieses entspricht einem Höhenruderausschlag, der in seiner Wirkung der Wirkung des nicht kommandierten Höhenflossen-ausschlags gleicht. Dieses Vorsteuerkommando DDQ wird bei **11** dem Höhenrudersignal DQC1 aus **10** hinzu addiert, welches dem Höhenruder **12** direkt zugeführt wird.

[0025] Überschreitet jedoch das bei **21** berechnete Höhenflossenkommando IHC1 den vorgegebenen Stellwert, so dass nach dem Vergleich mit der Stufenfunktion oder Hysterese bei **21** eine Ausgabe des endgültigen Höhenflossenkommandos IHCMD an die Höhenflosse **23** erfolgt, wird dies berücksichtigt, indem bei **32** die Differenz Δi_H offset aus dem bei **21** berechneten Höhenflossenkommando IHC1 und dem von der Stufenfunktion/Hysterese **22** tatsächlich an die Höhenflosse **23** ausgegebenen Höhenflossenkommando IHCMD zurückgeht. Das heißt, das dem Höhenruder **12** zugeführte Vorsteuerkommando wird in der Weise verringert, wie die Höhenflosse **23** tatsächlich an Wirkung zunimmt.

[0026] Bei **33** erfolgt eine Wichtung der von **32** ausgegebenen Differenz Δi_H offset mit einer das Verhältnis der Stellflächenwirksamkeiten von Höhenflosse und Höhenruder repräsentierenden Größe, die bei **31** erzeugt wird. Hierdurch werden die unterschiedlichen aerodynamischen Wirksamkeiten der beiden Stellflächen berücksichtigt, so dass die aufgrund der Stufenfunktion oder Hysterese **22** bewirkte Abweichung des tatsächlich an die Höhenflosse **23** ausgegebenen Höhenflossenkommandos IHCMD von dem bei **21** berechneten Höhenflossenkommando IHC1 in eine adäquate Änderung der Stellung des Höhenruders **12** umgerechnet wird. Da die Wirksamkeiten der beiden Stellflächen entlang des Verstellbereichs, als auch im gesamten Flugzustandsraum (Flight Envelope), variieren, werden bei der Berechnung des Verhältnisses der Stellflächenwirksamkeiten **31** diejenigen Parameter berücksichtigt, welche das besagte Verhältnis wesentlich beeinflussen. Dieses sind insbesondere die Geschwindigkeit (Machzahl) des Flug-

zeugs, die absolute Höhenflossenstellung selbst, die Klappenstellung des Hochauftriebssystems und die Nicklage des Flugzeugs. Das bei **33** mit dem Stellflächenwirksamkeitsverhältnis gewichtete Signal wird bei **34** normiert und begrenzt und als Signal DDQ bei **11** additiv mit dem Höhenrudersignal DQC1 aus **10** kombiniert.

[0027] [Fig. 4](#) zeigt in einem Diagramm eine vereinfachte Prinzipdarstellung einer Stufenfunktion/Hysterese. Das durch die Stufenfunktion/Hysterese **22** an die Höhenflosse **23** tatsächlich ausgegebene Kommando i_H (Ordinate) in Abhängigkeit von dem bei **21** berechneten Höhenflossenkommando i_H command (Abzisse) in Form der Stufenfunktion mit den großen Stufen. Im Vergleich dazu ist als Stufenfunktion mit kleinen Stufen die Bewegung der Höhenflosse **23** in Ansprache auf das Höhenflossenkommando **21** dargestellt, wie es sich bei unmittelbarer Zuführung des Kommandos an die Höhenflosse aufgrund mechanischer Hysterese ergibt.

[0028] Gemäß dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird das bei **21** berechnete Höhenflossenkommando IHC1 ausgehend von einem der augenblicklichen Höhenflossenstellung entsprechenden Ausgangswert mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen und bei Überschreiten des Schwellwerts der Vergleich von Höhenflossenkommando und Schwellwert deaktiviert und die Höhenflosse **23** in Ansprache auf das bei **22** ausgegebene Höhenflossenkommando IHCMD in Richtung auf eine Endposition verstellt, die dem berechneten Höhenflossenkommando entspricht.

[0029] Der Vergleich von Höhenflossenkommando und Schwellwert wird ausgehend von einem dann der augenblicklichen Höhenflossenstellung entsprechenden Ausgangswert wieder aktiviert, wenn diese augenblickliche Höhenflossenstellung der berechneten Endposition mindestens bis auf ein vorgegebenes Maß angenähert ist. Dies kann beispielsweise in Abhängigkeit davon geschehen, dass die Stellrate der Höhenflosse **23** unter einen vorgegebenen Bruchteil, beispielsweise 20%, der maximalen Stellrate abgesunken ist. Da mit Annäherung der augenblicklichen Höhenflossenstellung an deren berechnete Endposition die Laufgeschwindigkeit der Höhenflosse **23** abnimmt, kann die Relation der tatsächlichen zur maximalen Laufgeschwindigkeit als ein Indikator für die Annäherung an die vermutete Endposition verwendet werden, ab der die Schwellwertfunktion der Hysterese wieder aktiviert wird.

[0030] Wie [Fig. 4](#) zeigt, wird bei **22** durch die Stufenfunktion/Hysterese bewirkt, dass die Höhenflossenstellung absichtlich in größeren Schritten, beispielsweise $0,5^\circ$ bis $1,0^\circ$, als der heute üblichen Stellgenauigkeit von beispielsweise etwa $0,06^\circ$ bis etwa $0,18^\circ$ kommandiert wird. Somit läuft die Höhenflosse

23 nicht sofort, sondern erst nach Erreichen des vorgegebenen Schwellwerts dem Höhenruder **12** hinterher. Dadurch zwingt man Höhenruder und Höhenflosse nicht permanent auf eine gemeinsame Sehne zurück, vielmehr weist die Höhenruderstellung kleine Abweichungen von der gemeinsamen Sehne auf. Das Höhenruder **12** übernimmt also die Erzeugung der Nickmomentenkorrektur in dem Verstellbereich, in welchem die Höhenflosse **23** durch die Stufenfunktion/Hysterese festgehalten wird. Somit geht die Stellaktivität, d. h. die Häufigkeit der Bewegung, der Höhenflosse **23** deutlich zurück, die des Höhenruders **12** bleibt etwa gleich. Durch die verminderte Stellaktivität wird der Verschleiß aller an der Höhenflossenbewegung beteiligten Bauteile vermindert und insbesondere der lokal stark beanspruchte Bereich einer in der Stell- oder Betätigungseinrichtung der Höhenflosse **23** enthaltenen Trimmspindel unterliegt einem geringeren Verschleiß.

[0031] Bei einer konventionellen Hysterese (treppenförmige Übertragungsfunktion bei linear steigendem Eingangssignal) würde die Stellschraube auf der Trimmspindel immer an den gleichen Stellen zum Stehen kommen, nämlich an den den Schwellwerten der Hysterese entsprechenden Stellen. An diesen Stellen würde vermutlich ein erhöhter Verschleiß entstehen. Um dies zu vermeiden, ist es daher gemäß dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel vorgesehen, die Höhenflosse **23** nach Überschreiten des initialen Schwellwerts so lange laufen zu lassen, bis die berechnete Endposition erreicht ist. Die berechnete Endposition ist unabhängig vom Schwellwert der Hysterese. Die Höhenflosse **23** kann also auch zwischen zwei Schwellwerten zum Stehen kommen. Wie bereits vorher erläutert, wird die Hysterese erst wieder aktiviert, wenn die tatsächliche Laufgeschwindigkeit der Höhenflosse unterhalb eines bestimmten Grenzwerts liegt, beispielsweise 20% der maximalen Stellrate der Höhenflosse. Trotz Hysterese kann die Höhenflosse somit an beliebigen Positionen stoppen. Das erneute Anlaufen der Höhenflosse erfolgt in Relation zur letzten Stopposition und unter Berücksichtigung des Schwellwerts der Hysterese. Auf diese Weise gibt es keine feste Aufteilung in der Übertragungsfunktion der Hysterese und somit auch nicht die typische feststehende Treppenfunktion einer Hysterese. Die in **Fig. 4** gezeigte Treppenfunktion ist also nur schematisch zu verstehen insofern, als dass die Nullpunkte der dargestellten Stufen entlang der Mittelgerade nicht fix sind, sondern jeweils bezogen auf die jeweils letzte Endposition. Grundsätzlich können die Schwellwerte fest, variabel oder Funktionswerte des Flugzustands, der Höhenflossen-Position/-Stellrate, der Höhenruder-Position/-Stellrate, der Wölbung/Relativ-Bewegung/-Position zwischen Höhenflosse und Höhenruder, dem minimalen Luftwiderstand, dem Anstellwinkel, dem Höhenleitwerksanstellwinkel, dem Höhenruderauswehwinkel oder der Schwerpunktslage sein. Start und Stopwerte können

dabei unabhängig voneinander definiert sein.

[0032] **Fig. 2** zeigt ein vereinfachtes Schaltbild einer Einrichtung zur Höhenflossentrimmung gemäß dem in **Fig. 1** dargestellten und vorstehend beschriebenen Verfahren. Die in **Fig. 2** dargestellten Komponenten und Signale sind mit dem gleichen Bezugszeichen versehen wie die in **Fig. 1** dargestellten Verfahrensschritte, insoweit sie die gleichen Funktionen leisten.

[0033] Die Einrichtung umfaßt eine insgesamt mit dem Bezugszeichen **21** bezeichnete Einrichtung zur Höhenflossenkommandoberechnung, welche mit einem Eingang **10** zur Zuführung eines Höhenrudersignals DQC1 aufweist. Dieses Höhenrudersignal DQC1 ist über eine Leitung **101** und einen Addierer **11** direkt dem Höhenruder **12** zuführbar. Die Einrichtung **21** zur Höhenflossenkommandoberechnung ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel gebildet durch einen Eingangsverstärker **211**, welcher der Normierung des Signals dient, eine Begrenzerschaltung **212** und einen Integrierer **213**. Im Integrierer **213** erfolgt eine Summation des am Eingang **10** anliegenden Höhenrudersignals DQC1, so dass am Ausgang der Einrichtung **21** ein stetig in seiner Amplitude zunehmendes kontinuierliches Höhenflossenkommando IHC1 erscheint. Für das Patent ist der interne Aufbau der Höhenflossenkommandoberechnung in **21** nur beispielhaft und könnte auch auf andere Weise erzeugt werden. Das von der Einrichtung **21** abgegebene Höhenflossenkommando IHC1 wird einerseits einer Hystereseschaltung **22** und andererseits einem Subtrahierer **32** zugeführt, welcher an seinem zweiten Eingang mit dem Ausgang der Hystereseschaltung **22** zur Aufnahme von deren Ausgangssignal IH-CMD verbunden ist. Das Ausgangssignal IH-CMD wird weiterhin über eine Leitung **221** als stufenförmiges Höhenflossenkommando an die Höhenflosse **23**, oder genauer an deren Stell- oder Betätigungseinrichtung ausgegeben. Dem Subtrahierer kann auch statt dem berechneten Sollkommando der Höhenflosse IH-CMD alternativ die Höhenflossenposition eines Höhenflossenpositionssensors zu geführt werden.

[0034] Weiter vorgesehen ist eine Einrichtung **31** zur Berechnung des Verhältnisses der Stellflächenwirksamkeiten, deren Ausgangssignal an einen Multiplizierer **33** gegeben wird, dessen anderer Eingang mit dem Ausgang des Subtrahierers **32** zur Aufnahme von dessen Ausgangssignal verbunden ist. Das Ausgangssignal des Subtrahierers **32** ist das bereits unter Bezugnahme auf **Fig. 1** näher erläuterte Signal Δ_{i_H} offset, welches den Positionierungsfehler der Höhenflosse **23** repräsentiert, der durch die Abweichung des von der Hystereseschaltung **22** an die Höhenflosse **23** tatsächlich abgegebenen stufenförmigen Höhenflossenkommandos IH-CMD von dem berechneten kontinuierlichen Höhenflossenkommando

IHC1 resultiert. Dieser Positionierungsfehler der Höhenflosse Δi_H offset wird somit im Multiplizierer **33** mit dem von der Einrichtung **31** zur Berechnung des Verhältnisses der Stellflächenwirksamkeiten gewichtet und in einem nachgeschalteten Begrenzer **34** mit großen Schwellwerten begrenzt. Das so erhaltene Signal DDQ wird dann dem Addierer **11** zugeführt, wo es mit dem über die Leitung **101** direkt zugeführten Höhenrudersignal DQC1 additiv kombiniert wird. Das Ergebnis ist ein kombiniertes Höhenruderkommando DQCMD, welches an das Höhenruder **12** ausgegeben wird. Dieses kombinierte Höhenruderkommando berücksichtigt somit das direkt eingegebene Höhenrudersignal DQC1 vom Eingang **10** wie auch einen Höhenrudervorsteuerungsanteil, welcher dem Positionierungsfehler Δi_H offset der Höhenflosse **23** Rechnung trägt.

[0035] [Fig. 3](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der Einrichtung **31** zur Berechnung des Verhältnisses der Stellflächenwirksamkeiten näher. Diese Einrichtung **31** umfaßt im wesentlichen zwei Tabellen (Look-Up-Tables) **312** und **313**, welche in Abhängigkeit der Flugzustandsparameter die Stellflächenwirksamkeit von Höhenflosse **23** bzw. Höhenruder **12** repräsentieren. Bei gleicher Abhängigkeit können die Stellflächenwirksamkeiten auch alternativ in Gleichungssystemen oder einem anderen Speicher abgelegt sein.

[0036] Die Tabelle **312** repräsentiert die Höhenflossenwirksamkeit, die Tabelle **313** die Höhenruderwirksamkeit. Die Ausgangssignale der Tabellen **312**, **313** werden den Eingängen einer Divisionsschaltung **311** zugeführt, das der letzteren über eine Begrenzerschaltung **315**, welche einer Begrenzung der Höhenruderwirksamkeit Rechnung trägt.

[0037] Die zeitlichen Verläufe der in der in [Fig. 2](#) dargestellten Schaltung auftretenden und vorstehend beschriebenen Signale DQC1, INPUT, IHC1, IH-CMD, Δi_H offset und DQCMD sind beispielhaft im zeitlichen Verlauf in [Fig. 5](#) dargestellt. Das Eingangssignal DQC1 ist hier ein durch einen Testsignalgenerator erzeugtes sinusförmiges Schwingungssignal $s(t) = 22,5 \sin(0,1t) - 7,5$, [Fig. 5a](#)). Es repräsentiert beispielsweise das Ausgangssignal einer permanent automatisch arbeitenden Trimmeinrichtung, durch welche der Nickmomentenhaushalt eines Flugzeugs ausgeglichen werden soll.

[0038] Das Signal INPUT, [Fig. 5b](#)) zeigt das Signal DQC1 nach Normierung durch den Verstärker **211**. Das nach Durchführung der Berechnung des Höhenflossenkommandos erhaltene Signal IHC1, [Fig. 5c](#)) ergibt sich als Ausgangssignal der Integriererschaltung **213** und ist bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel auf den Bereich von $-11,6$ bis $+1,2$ begrenzt. [Fig. 5d](#)) zeigt das Ausgangssignal IH-CMD der Hystereseschaltung **22**. Dieses weicht vom Sig-

nal IHC1 insofern ab, als dass es letzteres unterdrückt, soweit es unter dem Schwellwert der Hystereseschaltung **22** liegt.

[0039] Der sich daraus ergebende Positionierungsfehler Δi_H offset, der am Subtrahierer **32** erscheint, ist in [Fig. 5e](#)) gezeigt. Das in [Fig. 5f](#)) gezeigte Signal DQCMD schließlich ist das kombinierte Höhenruderkommando, welches vom Addierer **11** an das Höhenruder **12** ausgegeben wird.

[0040] Die [Fig. 6](#) bis [Fig. 11](#) zeigen Diagramme, in welchen jeweils im zeitlichen Ablauf die Höhenflossenkommandos und die Höhenflossenkraft für zwei exemplarische Flüge mit dem Flugzeugmuster A340 in den Phasen Start, gesamte Mission bzw. Reiseflug und Landung dargestellt sind. Von den beiden eng beieinander liegenden Kurven A und B bedeutet die glatt verlaufende Kurve A das berechnete kontinuierliche Höhenflossenkommando IHC1, während die dieser eng folgende stufige Funktion B die sich daraus ergebende Höhenflossenposition bei einer geringen Hysterese von $0,06^\circ$ repräsentiert, wie sie sich aufgrund der mechanischen Hysterese im mechanischen Antrieb der Höhenflosse **23** bei einer herkömmlichen Höhenflossentrimmung ergibt. Die Kurve C dagegen zeigt jeweils die Position der Höhenflosse **23** bei Trimmung gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei die [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) Kurven C zeigen, welche sich bei einer Hysterese mit Stufen von $0,54^\circ$ ergeben, während die [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) Kurven C zeigen, welche sich bei einer Hysterese mit Stufen von $0,9^\circ$ ergeben. In den Kurven C ist der absichtlich gewählten Hysterese von $0,54^\circ$ bzw. $0,9^\circ$ noch die mechanische Hysterese von $0,06^\circ$ überlagert, die sich in den kleinen Stufen widerspiegelt.

[0041] Aus einem Vergleich der Kurven B und C ist ersichtlich, dass bei Verwendung einer Stufenfunktion oder Hysterese, wie sie durch die Funktionalität **22** in [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) bewirkt ist, die Summe aller inkrementellen Bewegungsschritte der Höhenflossenbewegung deutlich kleiner ist (Kurve C) als ohne eine solche absichtliche Hysterese bzw. bei allein der mechanischen Hysterese im Höhenflossenantrieb (Kurve B). Dies kommt insbesondere zum Tragen beim Reiseflug, vgl. [Fig. 7](#) für eine Hystereseschwelle von $0,54^\circ$ bzw. [Fig. 10](#) für eine Hystereseschwelle von $0,9^\circ$. Jedoch auch bei Start und Landung ist die Summe der inkrementellen Bewegungsschritte bei einer absichtlichen Hysterese entsprechend Kurve C deutlich geringer als ohne, vgl. Kurve B.

[0042] Das Höhenruder und die Höhenflosse können in Ansprache auf das Höhenrudersignal **10** so eingestellt werden, dass durch deren gegenseitige Stellung eine Wölbung des durch Höhenflosse und Höhenruder erzeugten Gesamtprofils bewirkt wird, die bereits schon als solche eine Auftriebs-/Abtriebskraft im Sinne des zugeführten Höhenrudersignals **10**

hervorrufft. Durch die vorher beschriebene, aufgrund der Hysterese funktion hervorgerufene geringe Abweichung der Höhenruderstellung von der gemeinsamen Sehne mit der Höhenflosse entsteht eine Wölbung des Gesamtprofils. Bei gleicher aerodynamischer Kraft, typischerweise Abtrieb, d. h. nach unten gerichteter Auftrieb an der Höhenflosse, kann der Luftwiderstand der gewölbten Höhenflosse gegenüber einer geraden, dafür aber stärker eingestellten Höhenflosse geringer sein. Bei der Auslegung der Höhenflossensteuerung sollte also darauf geachtet werden, dass eine Wölbung auf der richtigen Seite des Gesamtprofils von Höhenflosse und Höhenruder im Sinne einer Widerstandsminimierung und nicht ein Miß-Trim, also eine gegensinnig widerstandserhöhende Verstellung beider Stellflächen mit einer Wölbung, die der beabsichtigten aerodynamischen Kraft entgegengerichtet ist, entsteht. Je nach Höhenflossenstellung bzw. Flugzustand muß also das Höhenruder auf der richtigen Seite der Höhenflosse stehen, um die besagte Widerstandsreduzierung zu bewirken. Die Größe der Hysterese ist dabei ein Maß für die maximal mögliche Wölbung und die mögliche Widerstandsreduzierung. Eine entsprechende Logikfunktion wäre in der Hysterese funktionalität **22** zu integrieren oder kann durch ein Off-Set im Höhenflossensignal DDQ erzielt werden.

[0043] Durch die vorliegende Erfindung wird eine zusätzliche Funktionalität bei der Ansteuerung von Höhenflosse und Höhenruder eines Flugzeugs geschaffen, welche sich in vorteilhafter Weise durch Verschleißverringerung, Verlängerung der Wartungsintervalle und Lebensdauererweiterung der Höhenflossensteuerung und der entsprechenden bewegten Bauteilgruppen, beispielsweise Kugelumlauftriebe und Trimmspindel im Höhenflossenantrieb bemerkbar macht.

[0044] Die Funktionalität, das heißt, die in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigten Komponenten, können insbesondere software-mäßig implementiert sein.

[0045] Der funktionelle Nachweis und die zu erwartenden Verbesserungen wurden exemplarisch anhand von aufgezeichneten Flugversuchsdaten nachgewiesen, wie sie in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 11](#) wiedergegeben sind.

[0046] Die Versuche wurden jeweils für einen Kurzstrecken- und einen Langstreckenflugzeug mit unterschiedlichen Schwellwerten für die Hysterese durchgeführt.

Bezugszeichenliste

10	Höhenrudersignaleingang
11	Addierer
12	Höhenrudernsteuerungssignal
21	Höhenflossenkommandoberechnung
22	Stufenfunktion/Hysterese
23	Höhenflossensteuerungssignal
31	Berechnung Verhältnis Stellflächenwirksamkeit
32	Subtrahierer
33	Multiplizierer
34	Signalbegrenzung
211	Normierverstärker
212	Begrenzer
213	Integrierer
311	Dividierer
312	Tabelle (Look-Up-Table)
313	Tabelle (Look-Up-Table)
314	Eingang für Flugzustandsparameter
315	Begrenzer

Patentansprüche

1. Verfahren zur Höhenflossensteuerung bei einem Flugzeug in Ansprache auf ein Höhenflossenkommando (IHC1), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerung der Höhenflosse (**23**) stufenweise erfolgt, und dass unter Verlagerung von höherfrequenten Bewegungsanteilen im Höhenflossenkommando (IHC1) auf das Höhenruder (**12**) eine Vorsteuerung von nicht kommandierten Höhenflossenkommandoanteilen über das Höhenruder (**12**) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Höhenflossenkommando (IHC1) mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen (**22**) und nur an die Höhenflosse (**23**) als tatsächliches Höhenflossenkommando (IHCMD) ausgegeben wird, wenn es den Schwellwert übersteigt, und dass bei Unterschreiten des vorgegebenen Schwellwerts über eine Vorsteuerung ein Höhenruderkommando (DDQ) zur Kompensation der Differenz Δi_H offset = IHC1-IHCMD einer dem entsprechenden Höhenruderwirkung an selbiges ausgegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2 zur Höhenflossen-trimmung bei einem Flugzeug, das ein Höhenruder (**12**) mit einer hohen Stellgeschwindigkeit und eine Höhenflosse (**23**) mit einer niedrigen Stellgeschwindigkeit aufweist, bei dem aus einem zur Durchführung eines Flugmanövers und/oder zur Trimmung des Flugzeugs zugeführten Höhenrudersignal (DQC1) ein Höhenruderkommando zur Betätigung des Höhenruders (**12**) und ein Höhenflossenkommando zur Betätigung der Höhenflosse (**23**) erzeugt werden, wobei das Höhenflossenkommando aus dem Höhenrudersignal (DQC1) berechnet (**21**) und an die langsam laufende Höhenflosse (**23**) ausgegeben wird und die Gesamtwirkung von Höhenruder

und Höhenflosse dem Höhenrudersignal (**10**) entsprechen und während einer durch die Stellgeschwindigkeit der langsam laufenden Höhenflosse (**23**) gegebenen Einstellzeit Höhenruder und Höhenflosse in eine aufeinander abgestimmte Endstellung gebracht werden, wobei das berechnete Höhenflossenkommando (IHC1) mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen (**22**) und nur an die Höhenflosse (**23**) als tatsächliches Höhenflossenkommando (IHCMD) ausgegeben wird, wenn es den Schwellwert übersteigt, und dass bei Unterschreiten des vorgegebenen Schwellwerts über eine Vorsteuerung ein Höhenruderkommando (DDQ) zur Kompensation der Differenz Δi_H offset = IHC1-IHCMD einer dem entsprechenden Höhenruderwirkung an selbiges ausgegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich des berechneten Höhenflossenkommandos (IHC1) mit dem Schwellwert durch eine vorgegebene Hysterese- oder Stufenfunktion erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei nicht ausgegebenem Höhenflossenkommando (IHC1) ein Vorsteuerkommando (DDQ) an das Höhenruder (**12**) ausgegeben wird, welches einen Höhenruderausschlag erzeugt, der in seiner Wirkung der Wirkung des nicht kommandierten Höhenflossenausschlags entspricht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorsteuerkommando (DDQ) für das Höhenruder durch Bildung der Differenz (Δi_H offset) aus dem berechneten Höhenflossenkommando (IHC1) und dem tatsächlich an die Höhenflosse (**23**) ausgegebenen Höhenflossenkommando (IHCMD) und Wichtung dieser Differenz (Δi_H offset) mit einer das Verhältnis der Stellflächenwirksamkeiten von Höhenflosse zu Höhenruder repräsentierenden Größe erzeugt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorsteuerkommando (DDQ) für das Höhenruder durch Bildung der Differenz (Δi_H offset) aus dem berechneten Höhenflossenkommando (IHC1) und der durch einen Positionssensor tatsächlich gemessenen Höhenflossenposition und Wichtung dieser Differenz (Δi_H offset) mit einer das Verhältnis der Stellflächenwirksamkeiten von Höhenflosse zu Höhenruder repräsentierenden Größe erzeugt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Stellflächenwirksamkeiten unter Berücksichtigung von einem oder mehreren der folgenden Parameter berechnet wird: Machzahl, Fluggeschwindigkeit, absolute Höhenflossenstellung, Klappenstellung des Flugzeug-Hochauftriebsystems, Nicklage des Flug-

zeugs.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das berechnete Höhenflossenkommando (IHC1) ausgehend von einem der augenblicklichen Höhenflossenstellung entsprechenden Ausgangswert mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird, das bei Überschreiten des Schwellwerts der Vergleich von Höhenflossenkommando und Schwellwert deaktiviert und die Höhenflosse (**23**) in Ansprache auf das ausgegebene Höhenflossenkommando (IHCMD) in Richtung auf eine dem berechneten Höhenflossenkommando entsprechende Endposition verstellt wird, und dass der Vergleich von Höhenflossenkommando (IHC1) und vorgegebenen Schwellwert ausgehend von einem dann der augenblicklichen Höhenflossenstellung entsprechenden Ausgangswert wieder aktiviert wird, wenn diese augenblickliche Höhenflossenstellung der berechneten Endposition mindestens bis auf ein vorgegebenes Maß angenähert ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich von Höhenflossenkommando (IHC1) und Schwellwert wieder aktiviert wird, wenn die Stellrate der Höhenflossenbetätigung unter einen vorgegebenen Bruchteil der maximalen Stellrate abgesunken ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Höhenruder (**12**) und die Höhenflosse (**23**) so eingestellt werden, dass durch deren gegenseitige Stellung eine Wölbung des durch Höhenflosse und Höhenruder erzeugten Gesamtprofils bewirkt wird, die eine Auftriebs-/Abtriebskraft im Sinne des zugeführten Höhenrudersignals (**10**) und/oder eine Luftwiderstandsreduzierung hervorruft.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwellwertfunktion unabhängige Start- und Stopwerte besitzt, die fest, variabel oder Funktionswerte des Flugzustands, der Höhenflossen-Position/-Stellrate, der Höhenruder-Position/-Stellrate, der Wölbung/Relativ-Bewegung/-Position zwischen Höhenflosse und Höhenruder, dem minimalen Luftwiderstand, dem Anstellwinkel, dem Höhenleitwerksanstellwinkel, dem Höhenruderauswehwinkel oder der Schwerpunkt-lage sind.

13. Einrichtung zur Höhenflossenansteuerung bei einem Flugzeug in Ansprache auf ein Höhenflossenkommando (IHC1), dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur stufenweisen Ansteuerung der Höhenflosse (**23**) und unter Verlagerung von höherfrequenten Bewegungsanteilen im Höhenflossenkommando (IHC1) auf das Höhenruder (**12**) zur Vorsteuerung von nicht kommandierten Höhenflossenkommandoanteilen über das Höhenruder (**12**) vorge-

sehen ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung dazu vorgesehen ist, das Höhenflossenkommando (IHC1) mit einem vorgegebenen Schwellwert zu vergleichen (**22**) und nur an die Höhenflosse (**23**) als tatsächliches Höhenflossenkommando (IHCMD) auszugeben, wenn es den Schwellwert übersteigt, und bei Unterschreiten des vorgegebenen Schwellwerts über eine Vorsteuerung ein Höhenruderkommando (DDQ) zur Kompensation der Differenz Δi_H offset = IHC1-IHCMD einer dem entsprechenden Höhenruderwirkung an selbiges auszugeben.

15. Einrichtung nach Anspruch 14 zur Höhenflossentrimmung bei einem Flugzeug, das ein Höhenruder (**12**) mit einer hohen Stellgeschwindigkeit und eine Höhenflosse (**23**) mit einer niedrigen Stellgeschwindigkeit aufweist, wobei die Einrichtung zur Erzeugung eines Höhenruderkommandos für die Betätigung des Höhenruders (**12**) und eines Höhenflossenkommandos für die Betätigung der Höhenflosse (**23**) aus einem zur Durchführung eines Flugmanövers und/oder zur Trimmung des Flugzeugs zugeführten Höhenrudersignal (DQC1) unter Berechnung (**21**) des Höhenflossenkommandos (IHC1) aus dem Höhenrudersignal (DQC1) und Ausgabe desselben an die langsam laufende Höhenflosse (**23**) vorgesehen ist, so dass die Gesamtwirkung von Höhenruder und Höhenflosse dem Höhenrudersignal (DQC1) entsprechen und während einer durch die Stellgeschwindigkeit der langsam laufenden Höhenflosse (**23**) gegebenen Einstellzeit Höhenruder und Höhenflosse in eine aufeinander abgestimmte Endstellung gebracht werden, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (**22**) zum Vergleichen des berechneten Höhenflossenkommandos (IHC1) mit einem vorgegebenen Schwellwert und zur Ausgabe an die Höhenflosse (**23**) nur, wenn es den Schwellwert übersteigt, und eine Einrichtung (**31, 32, 33, 34**) zur Ausgabe eines Höhenruderkommandos (DDQ) zur Kompensation der Differenz Δi_H offset = IHC1-IHCMD einer dem entsprechenden Höhenruderwirkung an selbiges bei Unterschreiten des vorgegebenen Schwellwerts über eine Vorsteuerung.

16. Einrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**22**) zum Vergleichen des berechneten Höhenflossenkommandos (IHC1) mit einem vorgegebenen Schwellwert für einen Vergleich mit einer Hysterese- oder Stufenfunktion vorgesehen ist.

17. Einrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**31, 32, 33, 34**) zur Ausgabe des Höhenruderkommandos dazu vorgesehen ist, anstelle des bei Unterschreiten des Schwellwerts nicht ausgegebenen Höhenflossenkommandos ein Vorsteuerkommando (DDQ) an

das Höhenruder (**12**) auszugeben, welches einen Höhenruderausschlag erzeugt, der in seiner Wirkung der Wirkung des nicht kommandierten Höhenflossen-ausschlags entspricht.

18. Einrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**31, 32, 33, 34**) zur Erzeugung des Vorsteuerkommandos eine Einrichtung (**32**) zur Bildung einer Differenz (Δi_H offset) aus dem berechneten Höhenflossenkommando (IHC1) und dem tatsächlich an die Höhenflosse (**23**) ausgegebenen Höhenflossenkommando (IHCMD) und eine Einrichtung (**31, 33**) zur Wichtung dieser Differenz (Δi_H offset) mit einer das Verhältnis der Stellflächenwirksamkeiten von Höhenflosse zu Höhenruder repräsentierenden Größe umfaßt.

19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**31, 33**) zur Wichtung der Differenz (Δi_H offset) zur Berechnung des Verhältnisses der Stellflächenwirksamkeiten unter Berücksichtigung von einem oder mehreren der folgenden Parameter vorgesehen ist: Machzahl, Fluggeschwindigkeit, absolute Höhenflossenstellung, Klappenstellung des Flugzeug-Hochauftriebsystems, Nicklage des Flugzeugs.

20. Einrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**22**) zum Vergleichen des berechneten Höhenflossenkommandos (IHC1) mit dem vorgegebenen Schwellwert dazu vorgesehen ist, das berechnete Höhenflossenkommando (IHC1) ausgehend von einem der augenblicklichen Höhenflossenstellung entsprechenden Ausgangswert mit dem vorgegebenen Schwellwert zu vergleichen und bei Überschreiten des Schwellwerts den Vergleich von Höhenflossenkommando und Schwellwert zu deaktivieren, wobei die Höhenflosse (**23**) in Ansprache auf das ausgegebene Höhenflossenkommando in Richtung auf eine dem berechneten Höhenflossenkommando entsprechende Endposition verstellt wird, und den Vergleich von Höhenflossenkommando und vorgegebenen Schwellwert ausgehend von einem dann der augenblicklichen Höhenflossenstellung entsprechenden Ausgangswert wieder zu aktivieren, wenn diese augenblickliche Höhenflossenstellung der berechneten Endposition mindestens bis auf ein vorgegebenes Maß angenähert ist.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**22**) zum Vergleichen des berechneten Höhenflossenkommandos (IHC1) mit dem vorgegebenen Schwellwert dazu vorgesehen ist, den Vergleich wieder zu aktivieren, wenn die Stellrate der Höhenflossenbetätigung unter einen vorgegebenen Bruchteil der maximalen Stellrate abgesunken ist.

22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis

21, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (21) zur Berechnung des Höhenflossenkommandos und die Einrichtung (31, 32, 33) zur Ausgabe des Höhenruderkommandos dazu vorgesehen sind, das Höhenruder und Höhenflosse in Ansprache auf das Höhenrudersignal (10) so einzustellen, dass durch deren gegenseitige Stellung eine Wölbung des durch Höhenflosse und Höhenruder erzeugten Gesamtprofils bewirkt wird, die eine Auftriebs-/Abtriebskraft im Sinne des zugeführten Höhenrudersignals (10) hervorruft.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

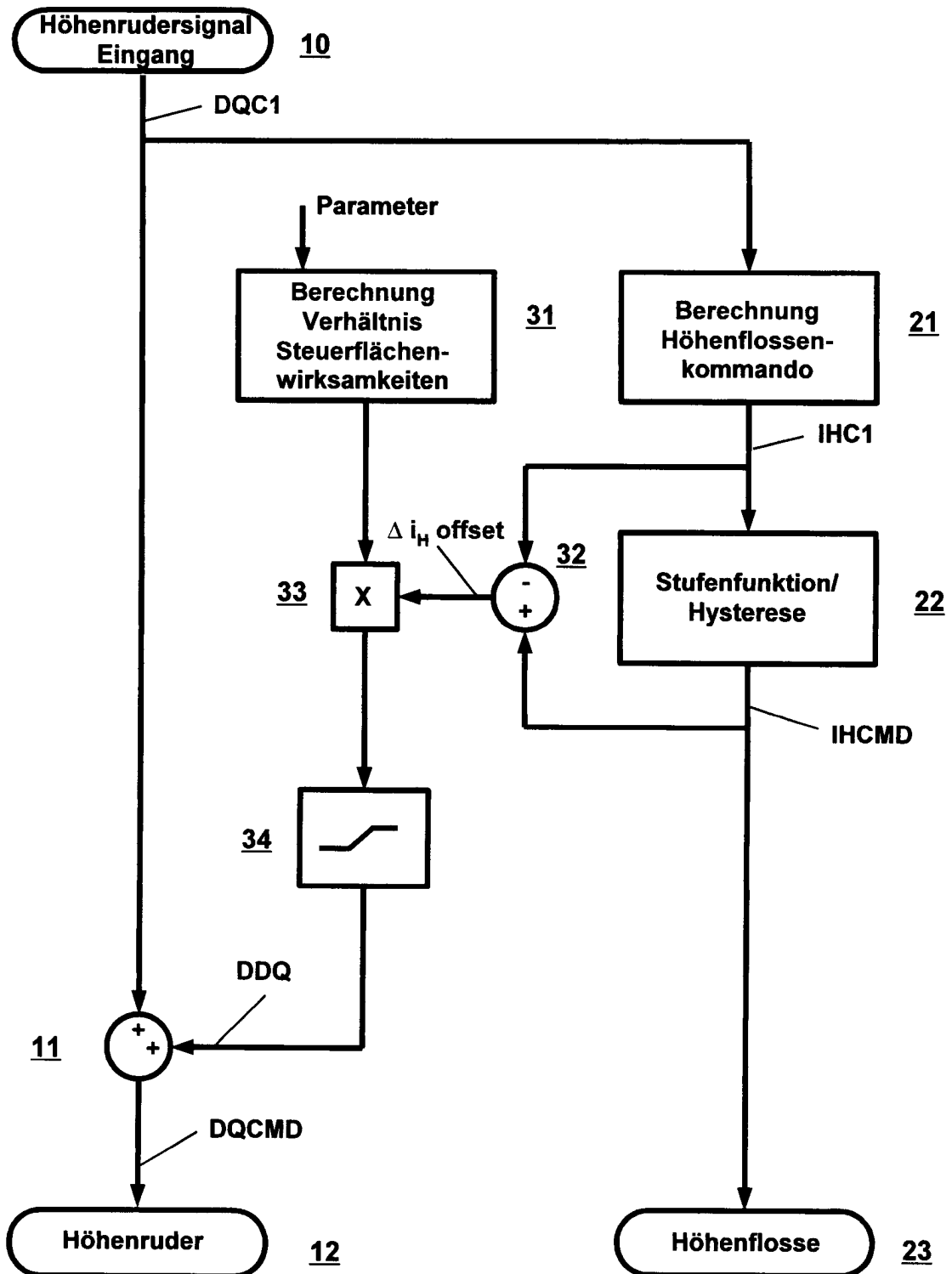


Fig. 1

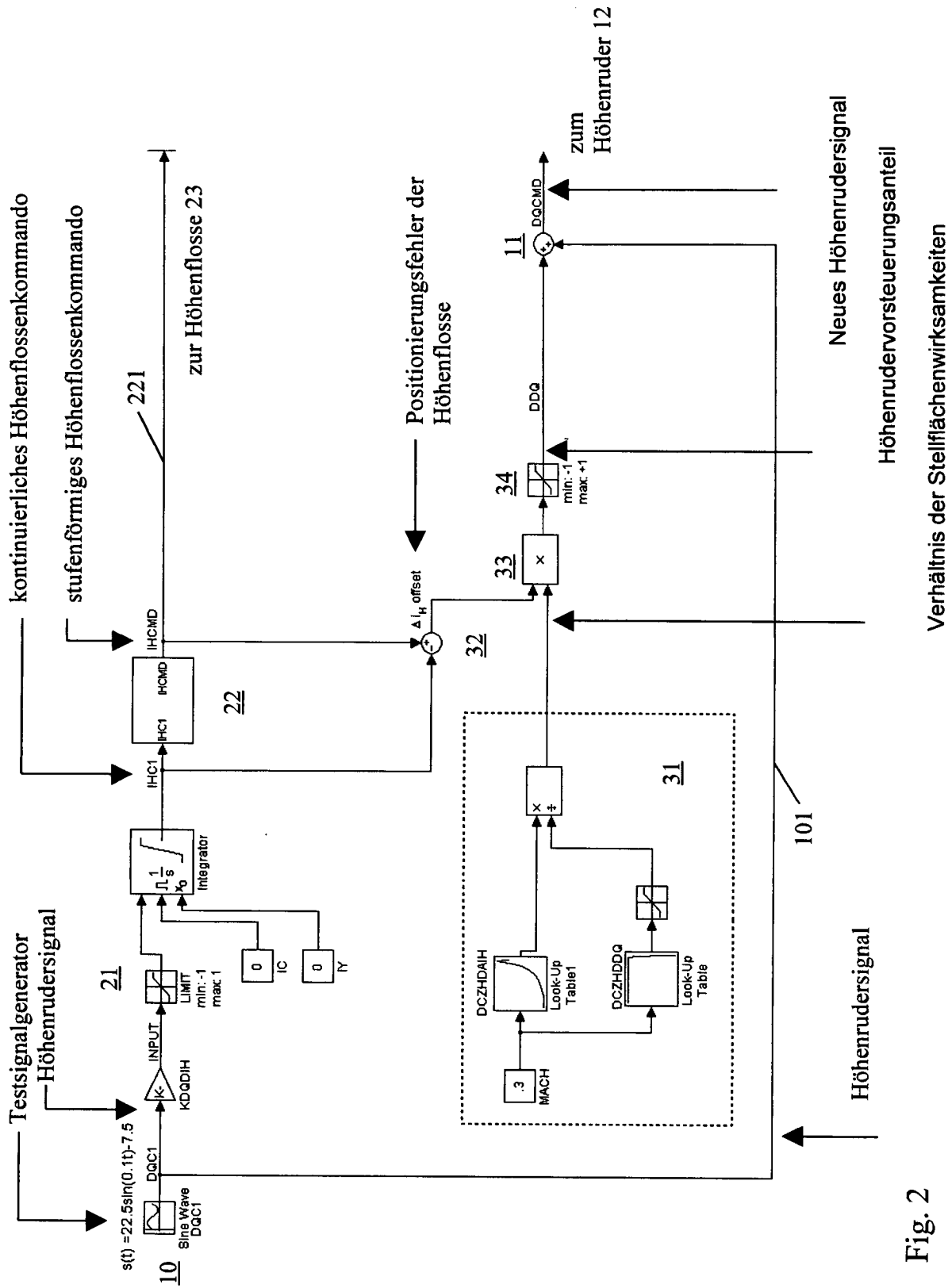


Fig. 2

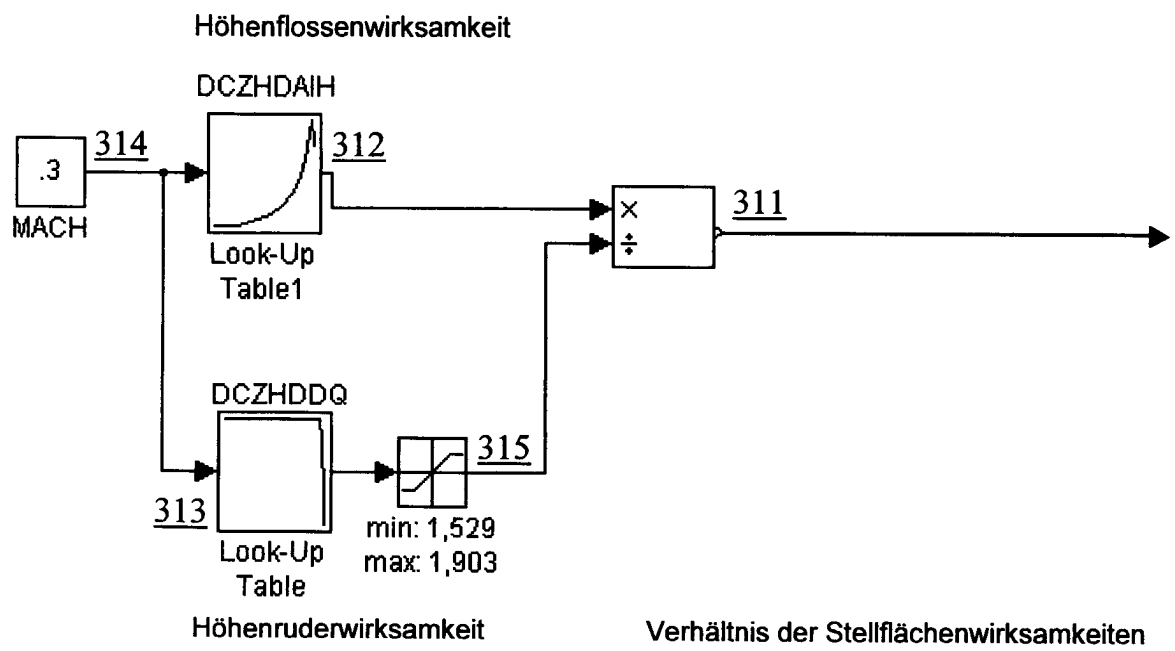


Fig. 3

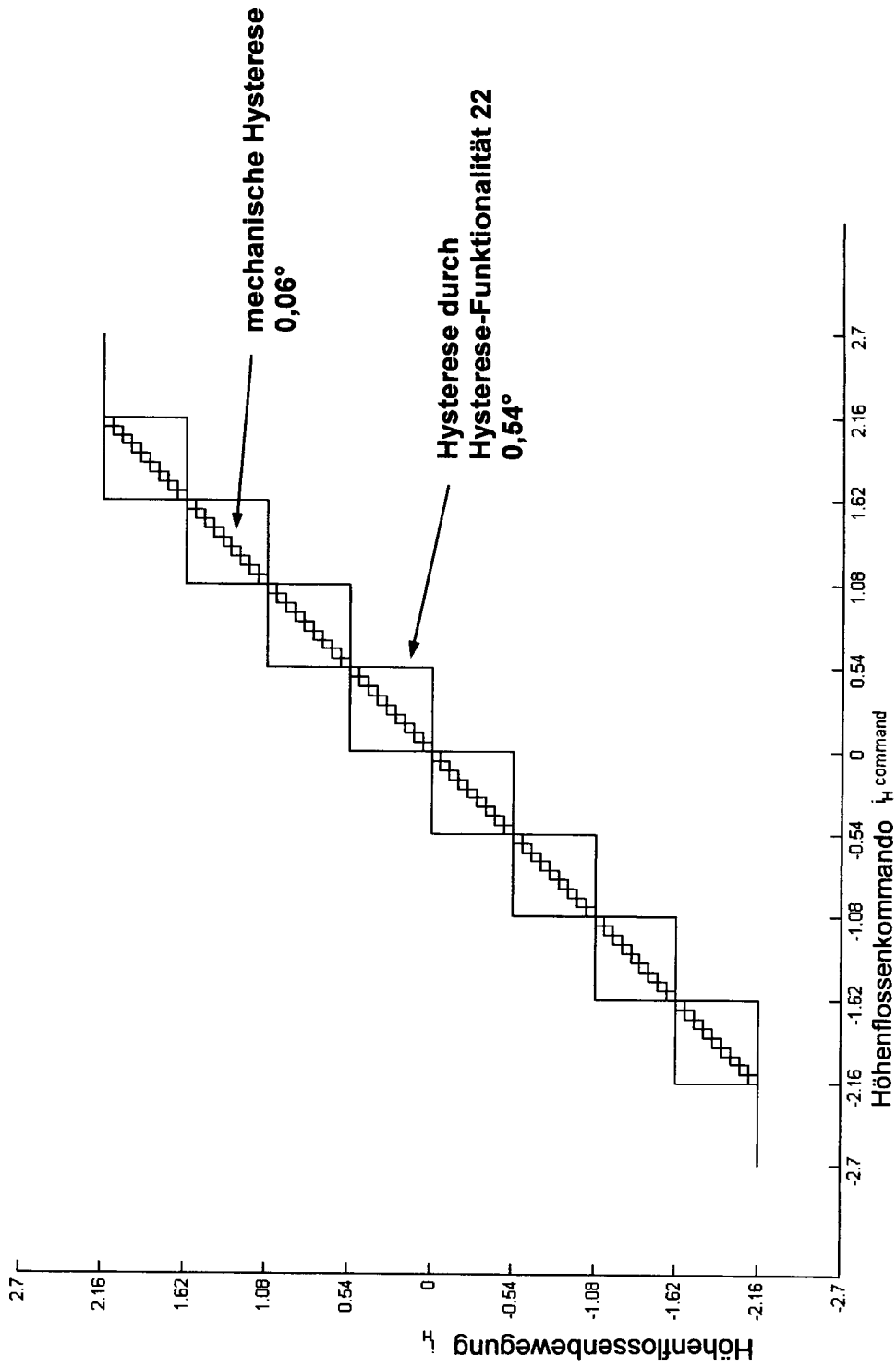


Fig. 4

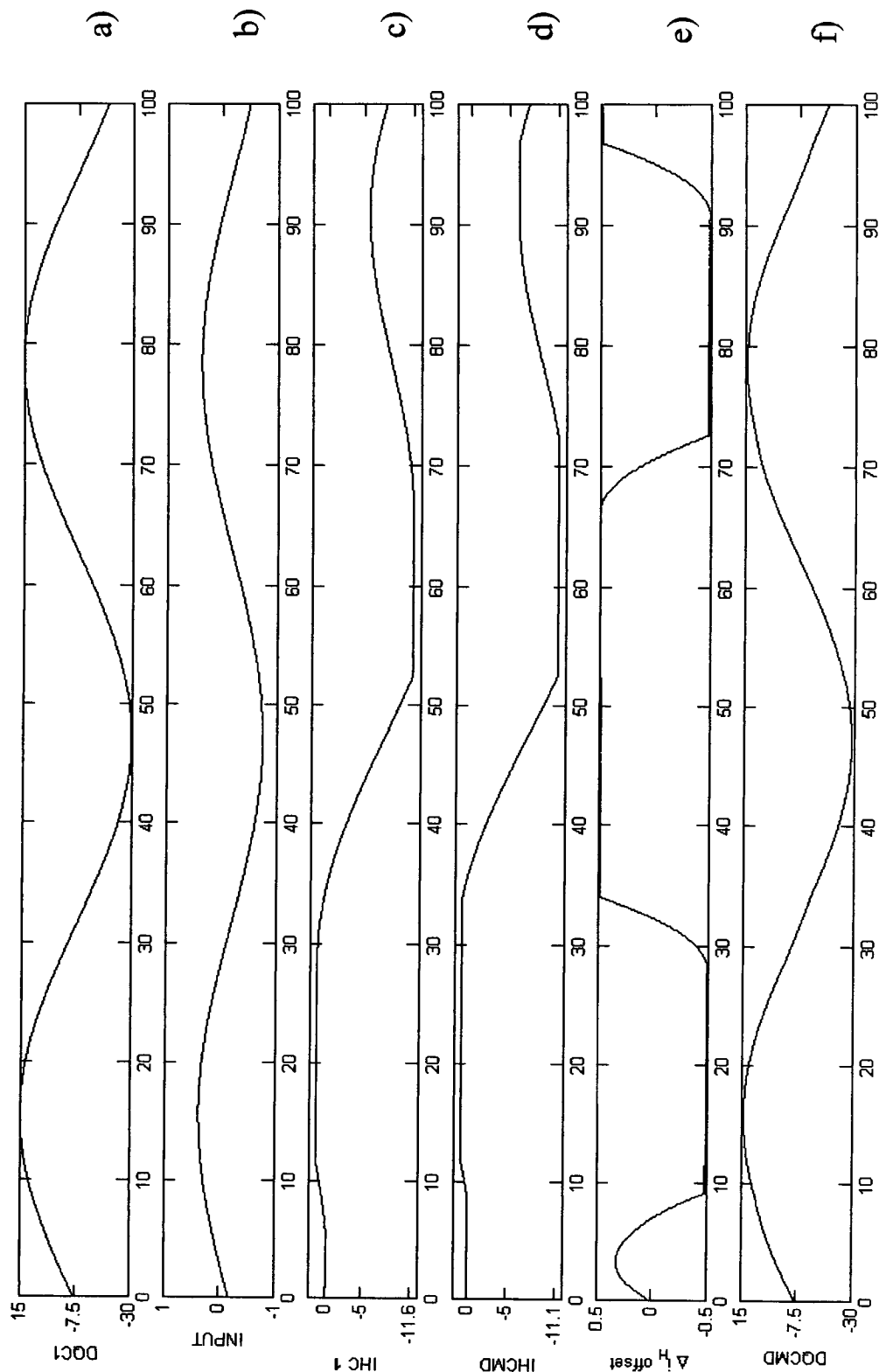


Fig. 5

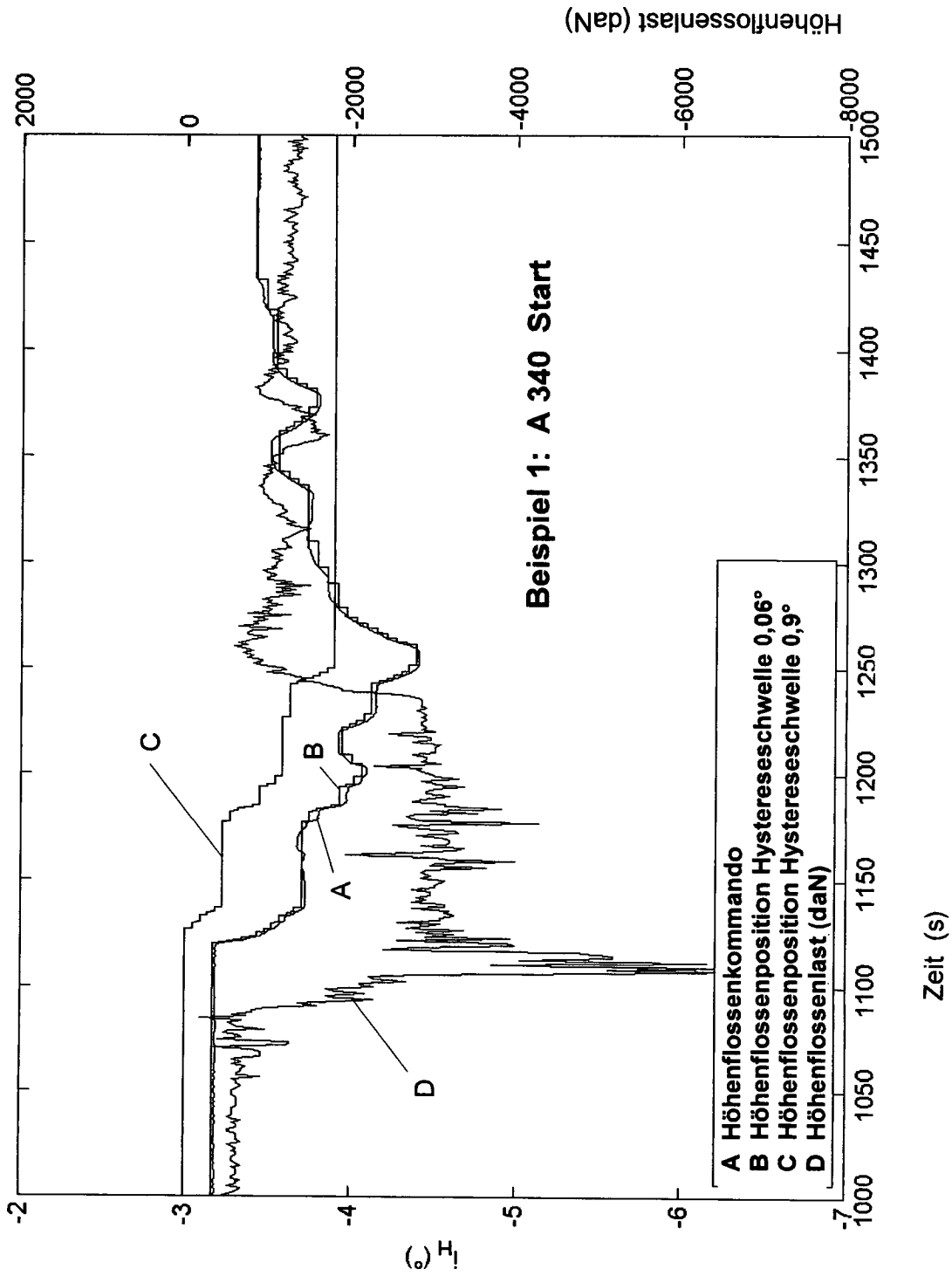


Fig. 6

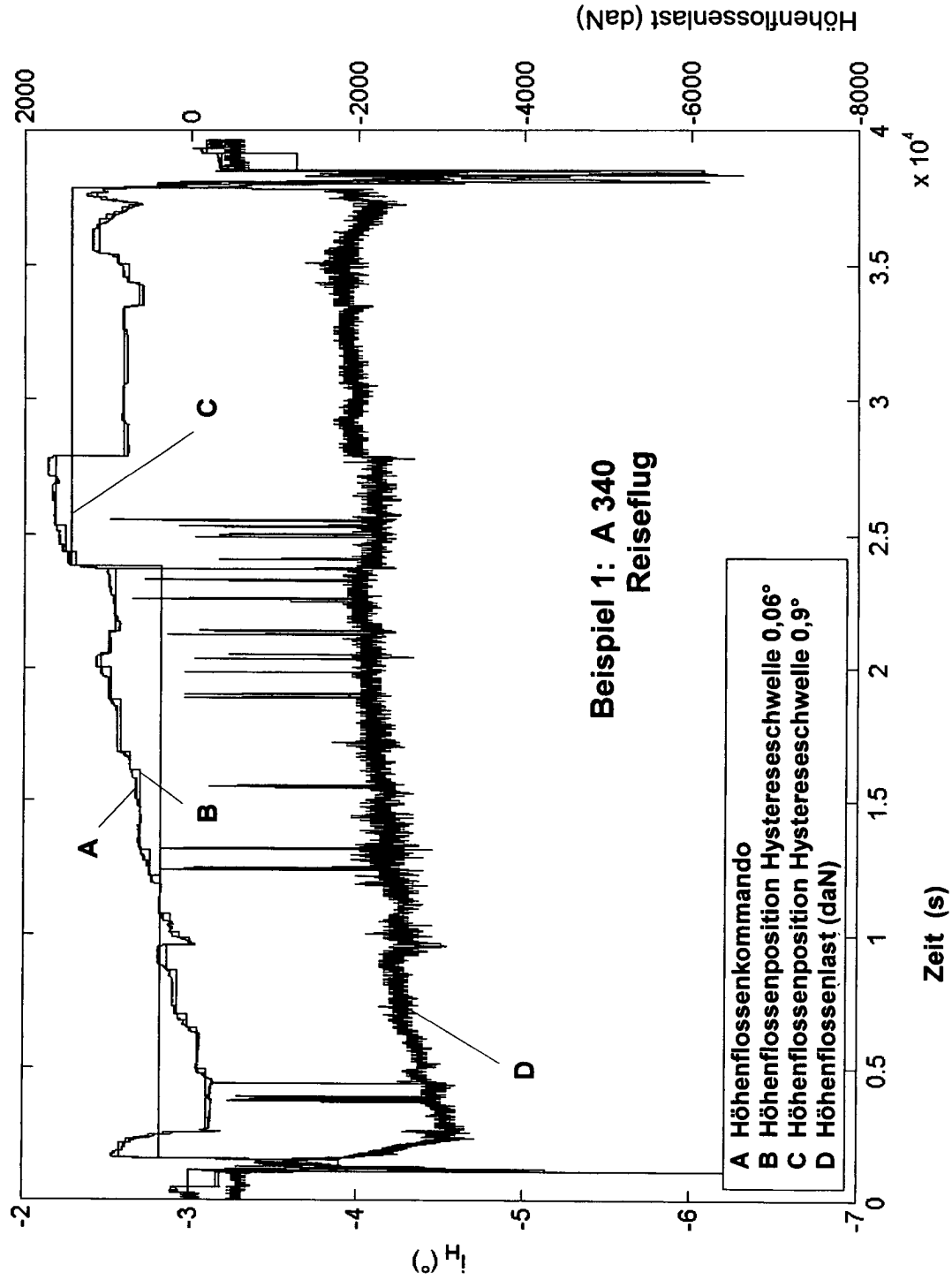


Fig. 7

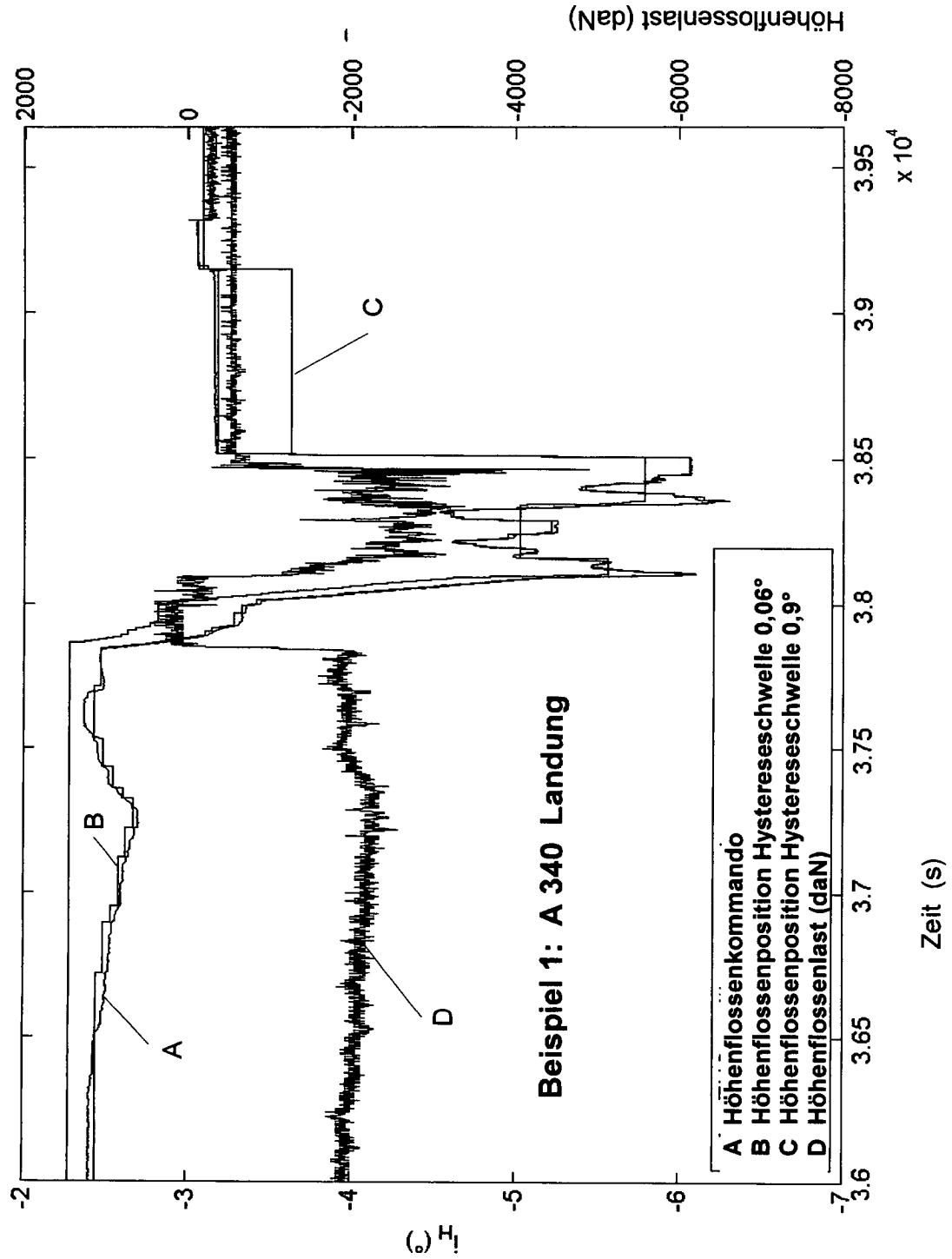


Fig. 8

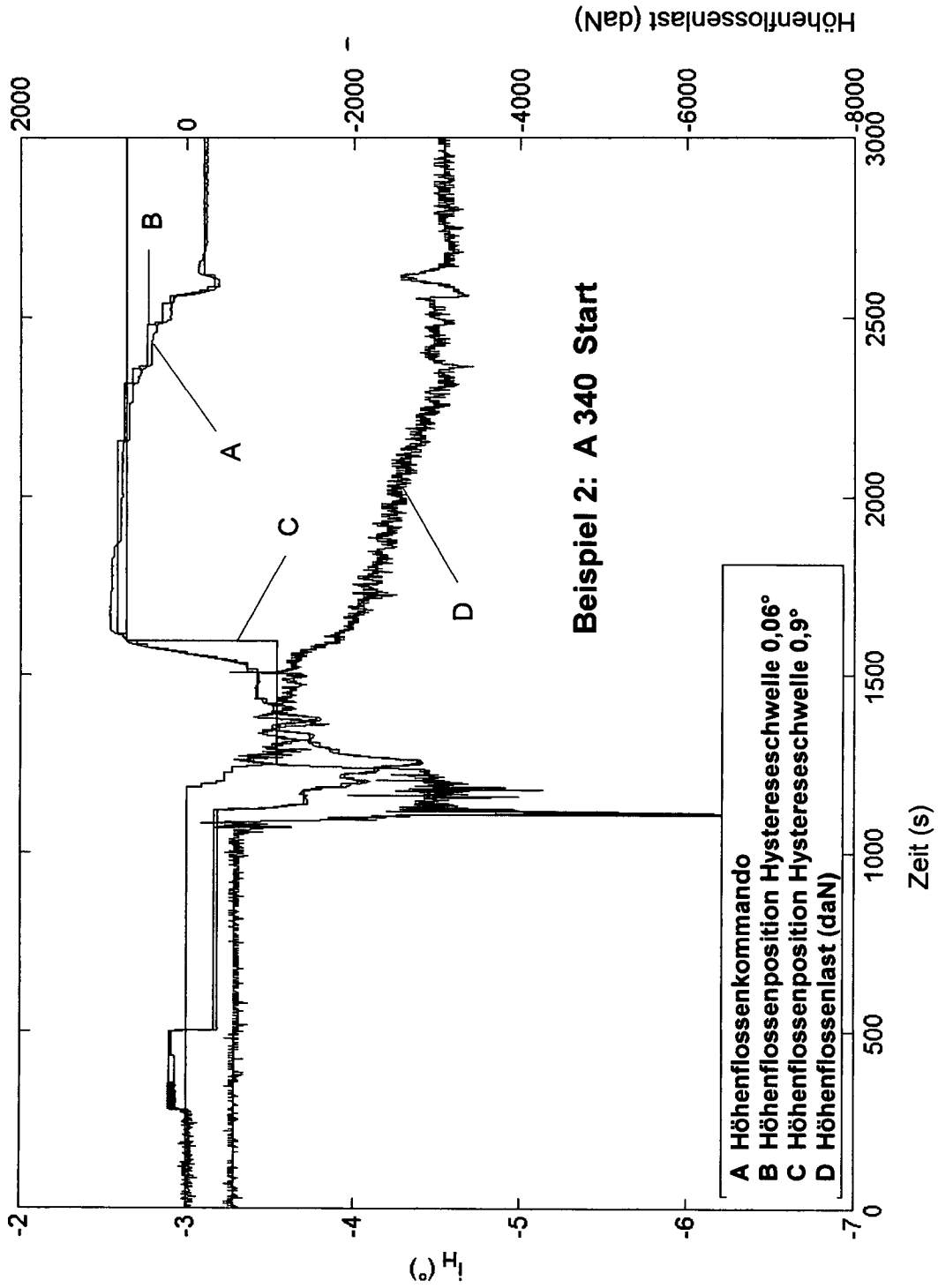


Fig. 9

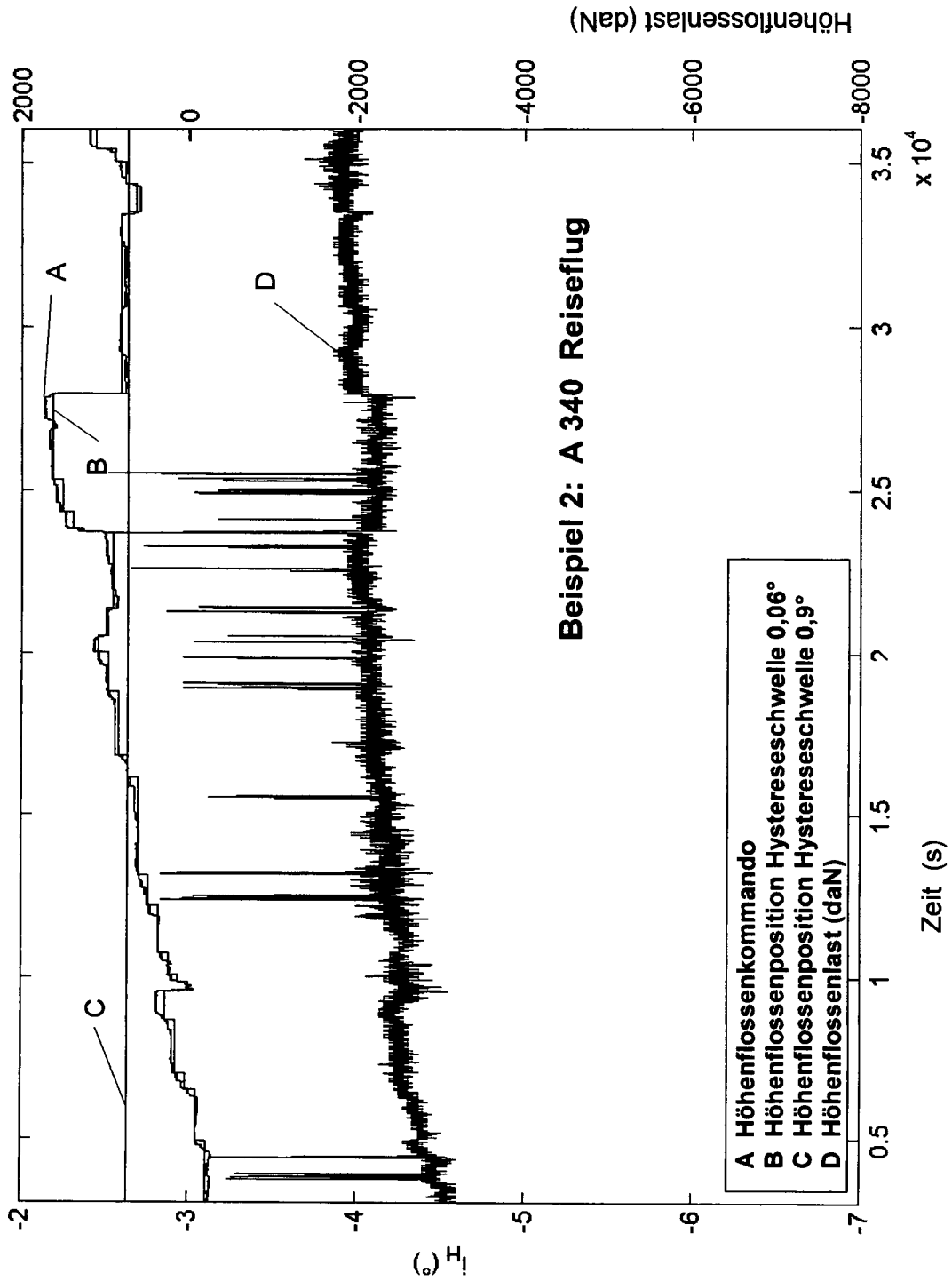


Fig. 10

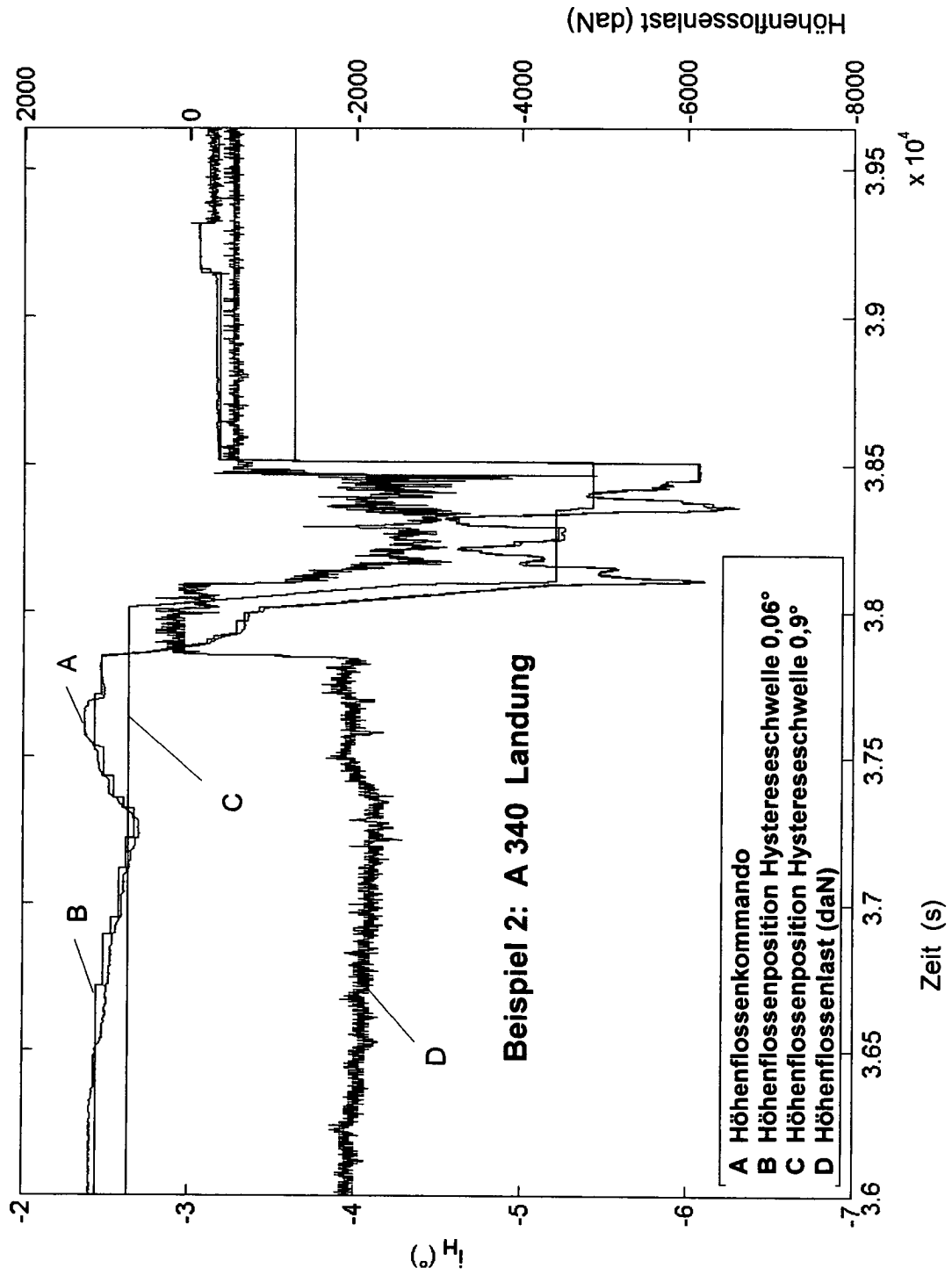


Fig. 11