



BETRACHTUNGEN ZUR SICHERHEIT

METHODEN ZUR VERBESSERUNG DER FÄHIGKEITEN DER HUBSCHRAUBERPILOTEN

SCHULUNGSBROSCHÜRE



HE 1





INHALTSÜBERSICHT

Einführung	5
Zweck	5
1.0 Verschlechterte visuelle Umgebung	7
1.1 Merkmale der Hubschrauber-Steuerbarkeit	
1.2 Fähigkeiten des Piloten	
1.3 Visuelle Bezugspunkte	
1.4 Risikoanalyse	
1.5 Im Flug	
1.6 Verlust der visuellen Bezugspunkte	
1.7 Zusammenfassung	
2.0 Vortex-Zustand	12
2.1 Bedingungen für Vortex-Zustand	
2.2 Auswirkung des Vortex-Zustands	
2.3 Übersteuerung des Piloten bei Vortex-Zustand	
2.4 Vermeiden des Vortex-Zustands	
3.0 Effizienzverlust des Heckrotors	14
3.1 Wann tritt ein LTE auf?	
3.2 Wie kann ein LTE vermieden werden?	
3.3 Übersteuerung nach einem LTE	
4.0 Statisches & dynamisches Kippen	16
4.1 Statisches Kippen	
4.2 Dynamisches Kippen	
4.3 Vorsichtsmaßnahmen	
Check-list zur Vorbereitung auf den Flug	21



Einführung

Das europäische Team zur Umsetzung der Hubschraubersicherheit (European Helicopter Safety Implementation Team - EHSIT) ist eine Komponente des europäischen Teams für die Hubschraubersicherheit (European Helicopter Safety Team - EHEST). Das EHSIT hat die Aufgabe, Probleme bezüglich der Umsetzungsempfehlungen (IR) zu bearbeiten, die durch die Forschungen des europäischen Teams für die Analyse der Hubschraubersicherheit (European Helicopter Analysis Safety Team - EHSAT) identifiziert wurden (siehe Schlussbericht des EHEST – Analyse der Hubschrauberunfälle in Europa 2000 – 2005¹).

Die vorliegende Broschüre ist die erste einer Reihe von Broschüren und Veröffentlichungen, die der Sicherheit gewidmet sind mit dem Ziel, die Sicherheit durch gemeinsame Verwendung der geeigneten Praktiken zu verbessern. Diese Broschüren werden von Schulungshilfen im Internet begleitet, einschließlich von Videos, die allen Piloten kostenlos zugänglich sind, um die Flugsicherheit durch Behandlung der klar identifizierten Probleme in Verbindung mit der Schulung zu verbessern.

Zweck

Die Daten aus der Studie des EHSAT bestätigen, dass die weiterhin erhebliche Zahl von Hubschrauberunfällen durch eine Desorientierung des Piloten bedingt ist, insbesondere in Situationen bei verschlechterter visueller Umgebung, Vortex-Effekt (VRS), Effizienzverlust des Heckrotors oder statischem & dynamischem Kippen. Deshalb soll durch die vorliegende Broschüre die Hubschraubersicherheit im Flug erhöht werden, wofür den Piloten Informationen zu jeder dieser Situationen geliefert werden, damit sie Grundkenntnisse über die Ursachen, Vorbeugung und Abhilfeaktionen erwerben, wodurch es den Piloten möglich wird, mit Sachkenntnis die richtigen Entscheidungen zu treffen.

¹ Ref. des Dokuments: Final Report – EHEST Analysis of 2000–2005 European helicopter accidents (ISBN 92-9210-095-7)



1. VERSCHLECHTERTE VISUELLE UMGEBUNG (DVE)

Eine weiterhin erhebliche Zahl von Hubschrauberunfällen ist durch die Desorientierung des Piloten in verschlechterter visueller Umgebung (DVE) bedingt. Die angestellten Untersuchungen zeigten eine enge Beziehung zwischen den Merkmalen der Hubschraubersteuerbarkeit und den verfügbaren visuellen Bezugspunkten.

Dadurch wurde klar nachgewiesen, dass die einzeln verwaltbaren Bedingungen der visuellen Ortsbestimmung, die Merkmale der Hubschraubersteuerbarkeit und die Fähigkeiten des Piloten nicht mehr beherrschbar sind, wenn mehrere dieser Bedingungen zusammentreffen. Aus der Analyse geht hervor, dass ein beliebiges der drei folgenden Szenarien oder eine Kombination davon einen schweren Unfall verursachen könnte:

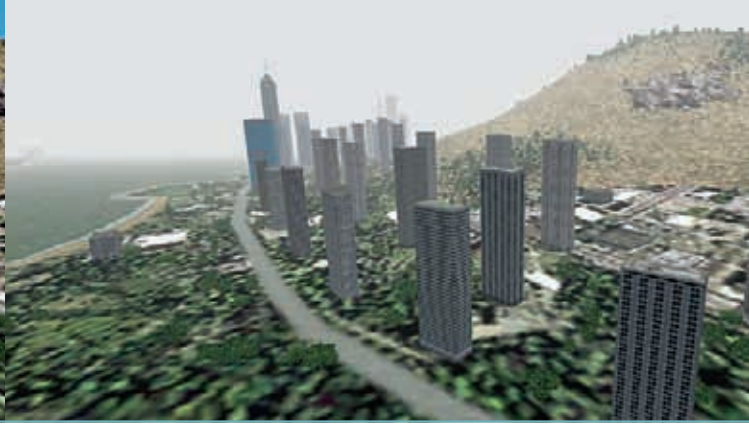
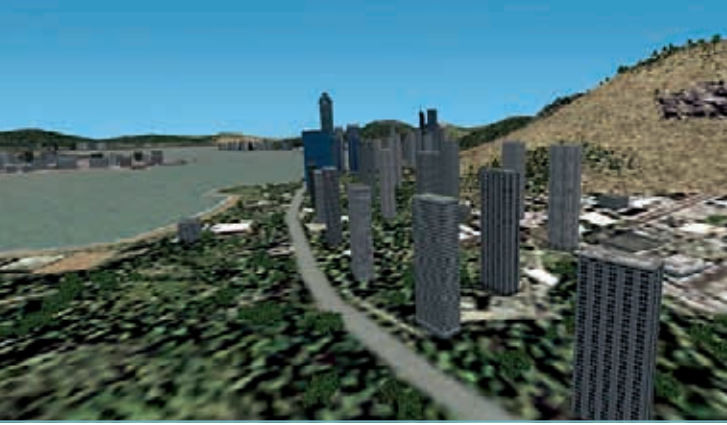
- A »** Kontrollverlust bei einem Steuerungsversuch zur Vermeidung eines Gebiets mit reduzierter Sicht, d. h. Flug hinter, über oder unter eine DVE.
- B »** Räumliche Desorientierung oder Kontrollverlust beim Übergang zum Instrumentenflug infolge von ungewoltem Antreffen von IMC Bedingungen.
- C »** Verlust der Situationseinschätzung, bedingt durch eine Kollision im Flug oder mit dem Boden/der See/Hindernissen.

1.1 Merkmale der Hubschrauber-Steuerbarkeit

Die dem Hubschrauber eigene Unstabilität ist ein Hauptfaktor solcher Unfälle. Bei den kleinen, nicht stabilisierten Hubschraubern muss der Pilot die Stabilität gewährleisten und benötigt hierfür visuelle Bezugspunkte.

1.2 Fähigkeiten des Piloten

Da die meisten Piloten eine eingeschränkte Basisschulung für den „Flug mit den Instrumenten als einzigen Bezug“ erhalten, können sich ihre Fähigkeit und Geschicklichkeit schnell verschlechtern, und ein unvorbereiteter Pilot kann sich nicht immer auf diese Fähigkeiten verlassen, um zufällige IMC Bedingungen vollkommen sicher zu meistern.



1.3 Visuelle Bezugspunkte

Es gibt Nachweise, dass die Verschlechterung der visuellen Bezugspunkte der Hauptgrund für eine bedeutende Zahl schwerer Unfälle war. Die häufigsten bekannten Faktoren, die als Ursache für die Verschlechterung der visuellen Bezugspunkte angesehen werden, sind u. a.:

- A »** Geringe Helligkeit der Umgebung, die zu einer allgemeinen Reduzierung der Sichtqualität und der verfügbaren optischen Bezugspunkte führt, zum Beispiel in der Abend- oder Morgendämmerung.
- B »** Verringerte Sichtweite und/oder durch Nebel oder Wolken unsichtbares Gelände oder unsichtbare Meeresoberfläche.
- C »** Vorhandene atmosphärische Niederschläge oder Blendung durch die Sonne.
- D »** Fehlende Struktur oder Oberflächenmerkmale wie Gebäude, Straßen und Flüsse oder fehlende Straßenbeleuchtung usw. bei Nachtflug.
- E »** Fehlende Struktur an der Oberfläche der See/Wasserflächen, bzw. stille Gewässer.
- F »** Schlecht definierte Umrisse eines Hangs oder Reliefs, d. h. schneebedeckte Felder.
- G »** Trägerische Bezugspunkte, wie falsche Horizonte, die zum Beispiel durch entfernte Beleuchtungen von Wegen/Straßen verursacht werden.
- H »** Verdunkelung durch Regen oder vorhandene Beschlagung der Cockpitscheiben.

1.4 Risikoanalyse

Bei der Vorbereitung eines Flugs mit visuellen Bezugspunkten „mit sichtbarer Oberfläche“ muss vor dem Start eine bestimmte Anzahl offensichtlich Risikofaktoren berücksichtigt werden:

- 1 »** Der Hubschrauber ist nur für VFR/VMC Flüge zugelassen.
- 2 »** Der Pilot ist für Instrumentenflüge nicht geschult/hat keine Erfahrung.
- 3 »** Der Pilot ist für das Abfangen des Hubschraubers aus ungewöhnlichen Fluglagen nicht geschult/hat keine Erfahrung.
- 4 »** Die Navigation erfolgt mithilfe von Karten und visuellen Bezugspunkten, eventuell mit GPS Unterstützung.
- 5 »** Der Flug ist in einer Höhe geplant, in der die Oberfläche nicht mehr klar definiert ist.
- 6 »** Ein Abschnitt der Flugroute erfordert das Überfliegen eines unbewohnten Landgebiets oder einer größeren Fläche ohne besondere Merkmale, zum Beispiel Flug über Wasser, Schnee usw.
- 7 »** Der Flug ist für die Nacht geplant oder unter schlechten atmosphärischen Bedingungen.
- 8 »** Der Flug ist für die Nacht geplant, ohne Mond oder bei verdunkelten Sternen und verhangenem Mond.
- 9 »** Wahrscheinlich sind auf der Strecke umfangreiche niedere Wolkenschichten (4/8 – 8/8) anzutreffen.
- 10 »** Die Sicht auf der Strecke ist wahrscheinlich eingeschränkt, d. h. minimale Sichtweite oder nahe am erforderlichen Minimum für die Durchführung eines sicheren Flugs (das erheblich höher sein kann als die offiziell vorgeschriebenen Minima).



- 11 » Die Wahrscheinlichkeit von Dunst/Nebel auf der Strecke ist sehr hoch.
- 12 » Die Wahrscheinlichkeit von Niederschlägen auf der Strecke ist sehr hoch.

Wenn man diese Risikofaktoren als Check-list für die Bewertung der Risiken nimmt, wird ersichtlich, dass die Bedeutung des Risikos mit der „angekreuzten“ Zahl von Risiken steigt. Zum Beispiel:

- Werden die Risiken 1 bis 4 angekreuzt, bedeutet dies ein normales akzeptierbares Risikoniveau unter der Voraussetzung, dass der Flug unter guten VMC Bedingungen durchgeführt wird.
- Werden die Risiken 1 bis 9 angekreuzt, zeigt die Erfahrung, dass **der Flug nicht durchgeführt werden darf**.
- Die Risiken 7 bis 12 kommen zu den Bedingungsarten hinzu, bei welchen **die Fähigkeit eines Piloten äußerst unwahrscheinlich wäre, die Kontrolle der Fluglage des Hubschraubers nur mithilfe der visuellen Bezugspunkte beizubehalten**.

1.5 Im Flug

Während des Flugs können weitere Risikofaktoren auftreten:

- 13 » Geringe Helligkeit der Umgebung
- 14 » Kein sichtbarer Horizont oder der Horizont ist nur ganz schwach definiert.
- 15 » Wenige oder keine visuellen Bezugspunkte an der Bodenoberfläche.
- 16 » Keine oder nur geringe spürbare Änderungen der Geschwindigkeit und Höhe dank der alleinigen visuellen Bezugspunkte
- 17 » Die Reduzierung der Höhe verbessert die Sicht des Horizonts oder der Bodenbezugspunkte nicht.
- 18 » Die Sicht vom Cockpit aus ist durch Regen/Scheibenbeschlag verdunkelt.
- 19 » Die Wolkenschicht sinkt, wodurch ein ungeplanter Sinkflug eingeleitet werden muss, um dieselben visuellen Bezugspunkte wie zuvor beizubehalten.

Diese Faktoren kommen zu den bereits bewerteten und auf der Liste vor dem Flug angekreuzten flugeigenen Risiken hinzu. Zum Beispiel:

- Selbst wenn nur die Risiken 1 bis 4 vor dem Flug angekreuzt wurden, würde sich das Gesamtrisiko erheblich erhöhen, falls eines der Risiken 13 bis 19 auf der Strecke auftreten würde.
- Die Risiken 13 bis 19 erfordern die Notwendigkeit, extreme Sicherheitsmaßnahmen zu treffen (d. h. nur ganz vorsichtige Betätigungen!), und **es muss ernstlich überlegt werden, den Flug zu unterbrechen und eine kontrollierte vorsichtige Landung durchzuführen, sobald dies unter höchster Sicherheit möglich ist**.

1.6 Verlust der visuellen Bezugspunkte

Sind die externen visuellen Bezugspunkte verloren, muss der Pilot sofort seine Aufmerksamkeit auf die Bordinstrumente übertragen und diese zur Erstellung eines sicheren Flugprofils verwenden, um jede räumliche Desorientierung zu vermeiden. Eine rasche Bewertung der Risiken unter Berücksichtigung des Wetters, des Geländes, der Hubschraubergrenzen, des Kraftstoffs und der Fähigkeit des Piloten ist für die rasche Erstellung eines sicheren Flugprofils von größter Bedeutung. Dies kann den Piloten dazu führen, nach Berücksichtigung der Instrumente eine Kurve, einen Sink- oder Steigflug auf eine sichere Höhe oder eine Kombination dieser Aktionen durchzuführen.

1.7 Zusammenfassung

Die Risikoanalyse sowie eine passende Entscheidungsnahme sind wesentliche Elemente, die während der Vorbereitung und den Flugphasen einzusetzen sind. Eine ständige Aktualisierung und Bewertung aller verfügbaren Informationen sollten es dem Piloten ermöglichen, die mit einer verschlechterten visuellen Umgebung verbundenen Gefahren zu erkennen. Dies wird es dem Piloten erlauben, geeignete Aktionen auszuführen, um zu verhindern, dass sich die Situation bis zu einem kritischen Niveau entwickelt, für das er nicht die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzt und/oder über die Hubschrauberinstrumente verfügen könnte, um vollständig sicher den Gefahren zu begegnen.



2. VORTEX ZUSTAND (VRS)

Der Vortex Zustand, der oft als gleichwertig mit dem „Abreißen“ bei einem Starrflügler betrachtet wird, ist eine Flugbedingung mit Triebwerk, bei dem der Hubschrauber in seiner eigenen Rotorströmung „abreißt“. Demzufolge erhöht sich die Sinkrate (ROD) rasch (im Allgemeinen die dreifache ROD vor dem Auftreten des Vortex Zustands) bei gleicher Triebwerkleistung.

2.1 Bedingungen des Vortex Zustands

Ein Vortex Zustand kann auftreten, wenn sich der Hubschrauber im Sinkflug mit Triebwerk bei einer Geschwindigkeit unter 30 kt befindet und mit einer Sinkrate (ROD), die nahe bei der Abwindgeschwindigkeit des Hauptrotors liegt.

Die Abwindgeschwindigkeit oder induzierte Geschwindigkeit wird als Geschwindigkeit der durch die Rotorscheibe angesaugten Luftströmung definiert (Froudsche Formel). Die induzierte Geschwindigkeit hängt vom Hubschraubermuster und dessen Fluggewicht ab. So hätte zum Beispiel ein Hubschrauber mit drei Rotorblättern und mit einem Rotordurchmesser von 10,69 m sowie einem Gewicht von 2250 kg eine induzierte Geschwindigkeit von 10 m/s (2000 ft/min). Dagegen beträgt die induzierte Geschwindigkeit 6,5 m/s (1300 ft/min.) für einen Hubschrauber mit zwei Rotorblättern und einem Rotordurchmesser von 11 m sowie einem Gewicht von 1000 kg. **Obwohl der Vortex Zustand vom Hubschraubermuster und dessen Gewicht abhängt, wird demzufolge die ROD im Allgemeinen als gefährlich betrachtet, sobald sie 500 ft/min übersteigt.**

2.2 Auswirkung des Vortex Zustands

- Schwingungen, wenn die Luftwirbel die Blattenden verlassen.
- Weniger empfindliche Nick- und Rollsteuerungen (weich), da die instabile Luftströmung ständig den Schub und das Steuermoment ändert.
- Schwankungen der Leistungsanforderung (Moment oder MAP²), da die bedeutenden Änderungen des Luftwiderstands Schubveränderungen verursachen.
- Anormal hohe ROD, wenn sich der Vortex entwickelt und dieser 3000 ft/min überschreiten kann.

2.3 Übersteuerung des Piloten bei Vortex Zustand

Die Übersteuerung kann durch Einwirken auf den kollektiven Blattwinkel und/oder die periodische Blattverstellung erfolgen. Jedoch kann je nach Rotorsystem eine Betätigung des Steuerknüppels allein nicht ausreichen, um die Fluglage des Hubschraubers zu ändern und die Geschwindigkeit zu erhöhen. Es ist ebenfalls möglich, durch Reduzierung der peri-

² Luftansaugdruck

odischen Blattverstellung auf ein Minimum den Hubschrauber erneut zu kontrollieren. Jedoch ist der Höhenverlust während der Übersteuerung durch Reduzierung der kollektiven Blattverstellung größer als der entsprechende Höhenverlust durch Einwirken auf den Steuerknüppel, da die ROD bei Autorotation mit geringer Geschwindigkeit sehr hoch ist.

Demzufolge müssen die folgenden Aktionen zur Übersteuerung gleich zu Beginn ausgeführt werden, um den Höhenverlust zu minimieren:

- Den Steuerknüppel zügig nach vorn verlagern, um zur Erhöhung der Geschwindigkeit eine Beschleunigungsfluglage³ zu erhalten.
- Ist es unmöglich eine Beschleunigungsfluglage zu erhalten, ist der kollektive Blattwinkel zu reduzieren, um zur Autorotation überzugehen, dann den Steuerknüppel nach vorn verlagern, wie dies zur Erhöhung der Geschwindigkeit erforderlich ist.

2.4 Vermeiden des Vortex Zustands

Dadurch dass die Aktionen zur Übersteuerung zu einem erheblichen Höhenverlust führen, ist es unbedingt erforderlich, den Vortex Zustand zu vermeiden, insbesondere wenn man sich in Bodennähe befindet. Demzufolge ist eine ROD über 500 ft/min bei einer Geschwindigkeit unter 30 kt im Flug mit Triebwerk zu vermeiden. Deshalb müssen die folgenden Aktionen mit der größten Vorsicht ausgeführt werden:

- Erkundung und Anflüge einer Zone geringen Ausmaßes.
- Anflüge gegen den Wind.
- Anflüge steiler Hänge.
- Schwebeflug außerhalb des Bodeneffekts (HOGÉ).
- Übersteuerung bei Autorotation mit geringer Geschwindigkeit.
- Schnelles Abstellen gegen den Wind.
- Luftfotografie.

UM EINEN VORTEX ZUSTAND ZU VERLASSEN

1. Den Steuerknüppel zügig nach vorn verlagern, um zur Erhöhung der Geschwindigkeit eine Beschleunigungsfluglage zu erhalten.
2. Erhöht sich die Geschwindigkeit: Übersteuerung des Hubschraubers, wenn die V_i 40 kt erreicht.
3. Erhöht sich die Geschwindigkeit nicht: Den kollektiven Blattwinkel reduzieren, um zur Autorotation überzugehen, dann den Steuerknüppel nach vorn verlagern, wie dies zur Erhöhung der Geschwindigkeit erforderlich ist.

³ Je nach Rotorsystem kann sich die empfohlene kopflastige Fluglage ändern.

3. EFFIZIENZVERLUST DES HECKROTORS (LTE)

An einem Hubschrauber mit einem einzigen Hauptrotor besteht eine der Hauptfunktionen des Heckrotorschubs darin, den Kurs des Hubschraubers zu überwachen. Ist der Heckrotorschub unzureichend, kann ein unvorhergesehenes und nicht gesteuertes Gieren erfolgen. Dieses Phänomen war ein ausschlaggebender Faktor bei einer bestimmten Anzahl von Hubschrauberunfällen und wird im Allgemeinen als LTE bezeichnet.

Im Rahmen dieser Broschüre wird ein LTE als unzureichender Schub des Heckrotors betrachtet in Verbindung mit einer ungenügenden Kontrollmarge, wodurch eine schnelle, nicht gesteuerte Giergeschwindigkeit entstehen kann. Diese Giergeschwindigkeit kann nicht auf natürliche Weise abnehmen und kann bei fehlender Korrektur zum Verlust des Hubschraubers führen.

3.1 Wann tritt ein LTE auf?

Ein LTE kann am ehesten auftreten, wenn sich das Pedal für das kritische Gieren nahe an seiner Endanschlagposition befindet. Das Gierpedal, das als kritisch betrachtet wird, ist das rechte Pedal bei einem in Uhrzeigerrichtung drehenden Hauptrotor und das linke Pedal bei einem gegen die Uhrzeigerrichtung drehenden Hauptrotor.

Im Allgemeinen tritt ein LTE bei einer geringen Fluggeschwindigkeit auf, normalerweise unter 30 kt, wenn:

- Die Heckflosse eine geringe aerodynamische Effizienz besitzt.
- Die Luftströmung und der Abwindeffekt, die durch den Hauptrotor erzeugt werden, den in den Heckrotor eintretenden Luftstrom stören.
- Eine hohe Leistungsregelung eine Position des Gierpedals verlangt, die nahe am Endanschlag liegt.
- Ungünstige Windbedingungen den Bedarf des Heckrotorschubs erhöhen.
- Turbulente Windbedingungen erhebliche und rasche Gier- und Kollektivsteuerungen verlangen.

Nachstehend sind einige der typischen Einsätze aufgezählt, in denen sich die Piloten **in geringer Höhe, bei geringer Geschwindigkeit und hoher Leistung**, mit einer schwer zu bestimmenden **Windgeschwindigkeit** befinden können, wobei die Aufmerksamkeit des Piloten oft durch die Positionierung des Hubschraubers zur Durchführung seiner Aufgabe eingenommen wird:

- Überwachung von Stromtransportleitungsabschnitten und Pipelines.
- Außenlast.
- Windenbetrieb.
- Feuerbekämpfung.
- Erkundung eines Landebereichs.
- Luftaufnahmen/Fotografieren bei geringer Geschwindigkeit.

- Polizei- und medizinische Noteinsätze (HEMS).
- Landen und Starten bei großer Luftdichtenhöhe (DA).
- Landen und Starten auf einem Schiffsdeck.

3.2 Wie kann ein LTE vermieden werden?

Während der Vorbereitung des Flugs müssen die Piloten das Flughandbuch des Hubschraubers berücksichtigen, insbesondere in Bezug auf die Leistungen je nach kritischen Windrichtungen, der DA, bei der geflogen wird, dem Start-Gesamtgewicht (AUM) des Hubschraubers und der Flugmerkmale.

Während des Flugs müssen sich die Piloten ständig der Windbedingungen und der verfügbaren Schubmarge des Heckrotors bewusst sein, die durch die Position des kritischen Pedals dargestellt ist.

Immer wenn es möglich ist, müssen die Piloten eine Kombination der folgenden Bedingungen vermeiden:

- Ungünstige Windbedingungen bei geringer Geschwindigkeit des Hubschraubers.
- Nicht gesteuertes Gieren.
- Erhebliche und rasche Gier- und Kollektivsteuerungen bei geringer Geschwindigkeit.
- Flug mit geringer Geschwindigkeit bei turbulenten Windbedingungen.

3.3 Übersteuerung nach einem LTE

Die Piloten müssen wissen, dass sie sich beim Übergang zu einer Fluggeschwindigkeit, bei der eine oder eine Kombination der oben angegebenen Bedingungen auftritt, in einer LTE Situation befinden können, wobei sie dann fähig sein müssen, den Beginn zu erkennen und unverzüglich positive Aktionen zur Übersteuerung einzuleiten. Je nach den Umständen ändern sich die Aktionen der Übersteuerung. Falls es die Höhe erlaubt, kann das Erreichen der Vorwärtsgeschwindigkeit ohne Leistungserhöhung (wenn möglich, die Leistung dabei reduzieren) normalerweise die Situation retten. Da diese Aktionen zu einem erheblichen Höhenverlust führen können, wird deshalb den Piloten empfohlen, einen klaren Ausgangsweg zu identifizieren, bevor die unten angegebenen Aktionen durchgeführt werden.

ZUM VERLASSEN EINES LTE

1. Das der Kurvenrichtung entgegen gesetzte Pedal vollständig durchdrücken.
2. Zu einer Beschleunigungs-Fluglage übergehen, um die Vorwärtsgeschwindigkeit zu erhöhen.
3. Falls es die Höhe erlaubt, die Leistung reduzieren.

4. STATISCHES & DYNAMISCHES KIPPEN

4.1 Statisches Kippen

Ein statisches Kippen erfolgt, wenn der Hubschrauber auf einer mit dem Boden in Kontakt stehender Kufe/Rad so sehr schwenkt, dass sich der Schwerpunkt (C of G) des Hubschraubers über die Kufe/das Rad hinaus verlagert. Sobald der statische Kippwinkel überschritten ist, hindert die Beseitigung der das Kippen verursachenden Kraft den Hubschrauber nicht daran umzukippen. Bei den meisten Hubschraubern entspricht dies typischerweise einem Kippwinkel über 30° , **SIEHE ABBILDUNG 1**.

Kritischer Kippwinkel

Bei einem Hubschrauber kann der kritische Kippwinkel entweder als maximaler Querneigungswinkel beschrieben werden, bei dem der Hubschrauber landen und dabei seine Hauptrotorscheibe parallel zum sichtbaren Horizont halten kann oder als maximaler Schlagwinkel des Hauptrotorsystems. Die meisten Hubschrauber haben typischerweise einen kritischen Kippwinkel von 13° bis 17° und wenn dieser Winkel überschritten wird, hindert eine Verlagerung des Steuerknüppels bis zum Anschlag in die entgegengesetzte Richtung den Hubschrauber nicht am Kippen.

4.2 Dynamisches Kippen

Im Allgemeinen erfolgt dies beim Abheben, Landen oder Schwebeflug, wobei sich eine Kufe/ein Rad in Kontakt mit einer Fläche befindet. Der Hubschrauber kann dann um den Kontaktpunkt mit der Fläche (Schwenkpunkt) beginnen zu kippen. Der Schwenkpunkt kann zum Beispiel eine am Boden durch Frost, weichen Asphalt oder Schlamm festgeklebte oder

ABBILDUNG 1
STATISCHES KIPPEN

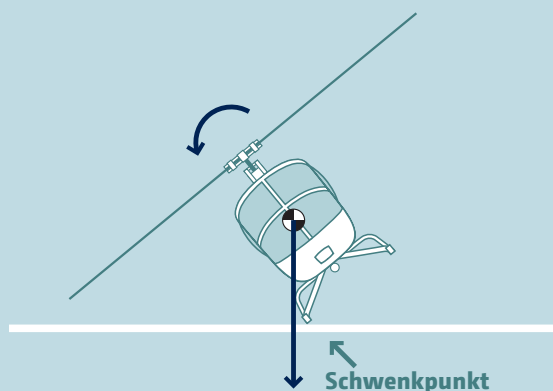
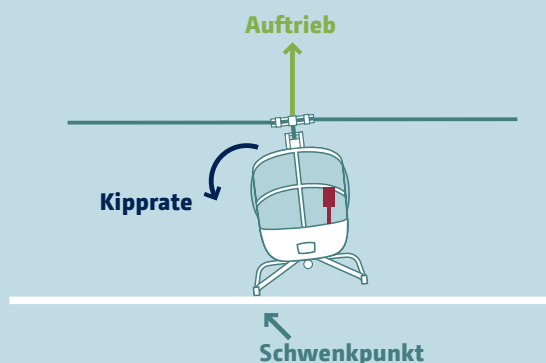


ABBILDUNG 2
ABHEBEN AUS DEM SCHWEBEFLUG



zurückgehaltene Kufe/Rad sein. Es kann sich ebenfalls um eine mit einem befestigten Gegenstand/Boden in Kontakt tretende Kufe/Rad während eines Schwebeflugs mit seitlicher Bewegung oder bei Aktionen am Hang handeln. Ein dynamisches Kippen kann bei Kippwinkeln erfolgen, die weit unter den Winkeln des statischen oder kritischen Kippens liegen.

Abheben aus dem Schwebeflug (SIEHE ABBILDUNG 2)

- Der kollektive Blattwinkel wird erhöht, der Auftrieb wird generiert.
- Die rechte Kufe klebt und wird Schwenkpunkt.
- Der Steuerknüppel links hält die Rotorscheibe parallel zum Horizont.
- Es entwickelt sich eine schwache Kipprate.

Dynamisches Kippen (SIEHE ABBILDUNG 3)

- Der kollektive Blattwinkel wird stärker erhöht, ein größerer Auftrieb wird generiert.
- Der kritische Kippwinkel ist erreicht.
- Es es unmöglich, den periodischen Blattwinkel links zu erhöhen, um die Rotorscheibe parallel zum Horizont zu stellen.
- Die horizontale Komponente des Rotorschubs wird zur Kipprate hinzugefügt.
- Die Kipprate erhöht sich.

Korrektive Aktion (SIEHE ABBILDUNG 4)

- Den kollektiven Blattwinkel reduzieren, um die horizontale Komponente des Rotorschubs zu beseitigen und dadurch zu versuchen, das Kippen anzuhalten, bevor der Schwerpunkt den Schwenkpunkt überschritten hat.

ABBILDUNG 3
DYNAMISCHES KIPPEN

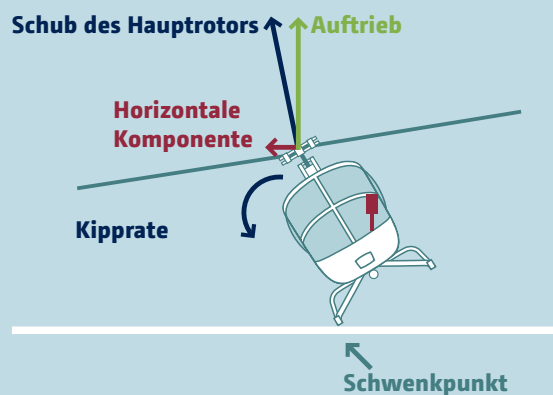
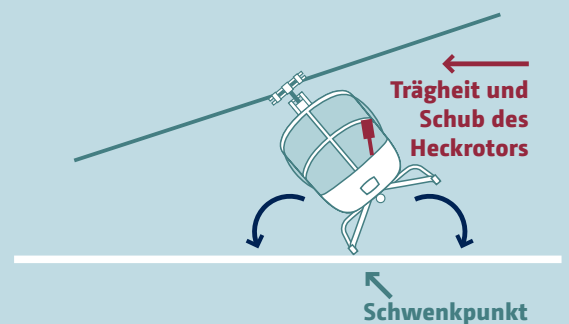


ABBILDUNG 4
KORREKTIVE AKTION



- Durch seine Trägheit bedingt kippt der Hubschrauber weiter und kann über den statischen Kippwinkel hinaus kippen, wenn der kollektive Blattwinkel nicht rasch genug reduziert wird.

4.3 Vorsichtsmaßnahmen

- »» Jede Änderung des seitlichen Schwerpunkts verändert den Bedarf und die Verfügbarkeit der periodischen Blattquerverstellung.
- »» Immer eine Landung mit abgeschaltetem Triebwerk (EOL) im Schwebeflug gegen den Wind durchführen.
- »» Bei Schwebeflug oder Rollen in der Nähe eines Hindernisses / des Boden ist mit äußerster Vorsicht zu verfahren.
- »» Immer wenn es möglich ist, sollen Aktionen am Hang gegen den Wind erfolgen.
- »» Während des Starts oder der Landung, insbesondere am Hang, müssen alle Steuerungen langsam und progressiv erfolgen; die seitliche Verlagerung des Hubschraubers ist zu vermeiden.
- »» Wenn sich während der Aktionen am Hang die obere Kufe / Rad vor der unteren Kufe / Rad vom Boden zu lösen beginnt, muss das Abheben im Schwebeflug unterbrochen werden.
- »» Wenn bei der Landung die Grenze der periodischen Steuerung erreicht ist, kann eine zusätzliche Reduzierung des kollektiven Blattwinkels ein Kippen verursachen.
- »» Bei der Landung oder dem Abheben von einer schwimmenden, starken Nick- und/oder Rollbewegungen unterworfenen Plattform ist mit äußerster Vorsicht zu verfahren.

REFERENZEN DER VERÖFFENTLICHUNGEN

Hinweis:

Die vom EHSIT gelieferten Analysen und Empfehlungen zur Verbesserung der Sicherheit basieren auf fachlichen Gutachten und werden durch offizielle Berichte der Unfall-Untersuchungsämter (AIB) vervollständigt. Einziger Zweck dieser Empfehlungen sowie der folgenden Aktionen zur Qualitätsverbesserung ist die Verbesserung der Hubschraubersicherheit; sie sind nicht bindend vorgeschrieben und können in keinem Fall vor die offiziellen Berichte der AIB gestellt werden. Die Aneignung dieser Empfehlungen zur Verbesserung der Sicherheit kann nur eine freiwillige Verpflichtung sein und steht unter der alleinigen Verantwortung derjenigen, welche diese Aktionen übernehmen. Das EHSIT ist in keinem Fall verantwortlich, sowohl in Bezug auf den Inhalt als auch auf die Aktionen, die sich aus der Verwendung der in diesen Empfehlungen enthaltenen Informationen ergeben.

Quelle der Fotos

Deckblatt: AgustaWestland/zweites Deckblatt: EUROCOPTER/
Seite 4: EUROCOPTER/Seite 6: EUROCOPTER/Seiten 8–9: John Lambeth/
Seite 11: AgustaWestland/Seiten 16–17: Johathan Beeby

Weitere Auskünfte über:

European Helicopter Safety Team
E-Mail: ehest@easa.europa.eu
www.easa.europa.eu/essi

**Besuchen Sie unsere Internet-Seite, um die
„Helicopter Preflight Planning Checklist“ einzuspielen:**
<http://www.easa.europa.eu/essi/ehestEN.html>

HUBSCHRAUBER-INFORMATIONEN

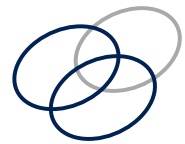
Muster	amtl. Kennzeichen	Gewicht
	Längs	Quer
Start Schwerpunkt		
Landung Schwerpunkt		
Ausweichplatz		
Kraftstoff an Bord	erforderlicher Kraftstoff	Reichweite
Technische Unterlage		
Hubschrauberdokumente mitzuführen	Original oder Kopie der Haftpflichtversicherung	<input type="checkbox"/> Ja
	Musterzulassungsschein	<input type="checkbox"/> Ja
	Lufttüchtigkeitszeugnis	<input type="checkbox"/> Ja
	Original oder Kopie des Akustikscheins (falls zutreffend)	<input type="checkbox"/> Ja
	Original oder Kopie des Luftfahrzeugbetreiberattests	<input type="checkbox"/> Ja
	Funklizenz	<input type="checkbox"/> Ja
	Ops Manual / Flight Manual	<input type="checkbox"/> Ja
Für die Aufgabe erforderliche Zeit	Zeit bis zur nächsten Kontrolle/CRS	
Konfiguration	Ausrüstungen	

**LEISTUNGSKLASSE
(FALLS ZUTREFFEND)**

	Abflug	Unterwegs	Zielort
Maximales Start- / Landegewicht			
Höchstgewicht Schwebeflug im Bodeneffekt			
Höchstgewicht Schwebeflug außerhalb des Bodeneffekts			
Dienstgipfelhöhe mit einem Triebwerk			

KRAFTSTOFF

	+	Kraftstoff vfr	Kraftstoff IFR
Basis- oder Leergewicht			
Kraftstoff	+	Anlassen	+ Anlassen +
Besatzung	+	Rollen	+ Rollen +
Interne Last	+	Reise	+ Reise +
Externe Last	+	Notbetrieb 5 % oder 10 %	+ Ausweichplatz +
Startgewicht		Res. 20 min	+ Notbetrieb 10 % +
Reise Kraftstoff	-	Discretion	+ Res. 30 min +
Landegewicht		Gesamt Vorfeld	Zusätzlich +
Kraftstoff bis Ausweichplatz	-	KRAFTSTOFF GEMÄSS JAR OPS 3	Extra +
Landegewicht Ausweichplatz			Gesamt Vorfeld



CHECK-LIST ZUR FLUGVORBEREITUNG

ART DES FLUGS	DATUM	BRIEFING-ZEIT
----------------------	--------------	----------------------

WETTER AM ABFLUGPUNKT/UNTERWEGS/BEI DER ANKUNFT/AUSWEICHPLATZ:

Metar		
TAF		
Wetterkarte	Signifikante Wetterkarte	
Höhenwind	Isotherme 0°C	Frost
Bodenwind	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang

AUFGABE

Mitteilung an das Flugpersonal	Abflug	Unterwegs
	Ankunft	Ausweichplatz

Details der Kommunikation

Rufzeichen						
	DEP	ENR	ENR	DEST	ALT 1	ALT 2
ATIS						
GND						
TWR						
APP						
INFO						

Navigationshilfe

Abflug	Unterwegs
Ankunft	Ausweichplatz

Fluggelände	DEP	ENR	DEST	ALT 1	ALT 2

Flugplan	PPR/Landegenehmigung
-----------------	----------------------

Timing	Laden	Anlassen	
	T/O	Landen	Dauer

PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Gültige Dokumente mitzuführen	Pilotenlizenz u. ärztliches Attest	<input type="checkbox"/> Ja
	Muster- / IR Zulassung	<input type="checkbox"/> Ja
	Letzte Flüge	<input type="checkbox"/> Ja
	Pass oder Kennkarte	<input type="checkbox"/> Ja



EUROPEAN HELICOPTER SAFETY TEAM (EHEST)

Component of ESSI

European Aviation Safety Agency (EASA)

Safety Analysis and Research Department
Ottoplatz 1, 50679 Köln, Germany

Mail ehest@easa.europa.eu

Web www.easa.europa.eu/essi/ehestEN.html

