

Know-how für  
Einsteiger und  
Fortgeschrittene

## Inhalt

- **55 TRAINING**  
Die perfekte Landung
- **57 METEOROLOGIE**  
Tanz mit dem Wind
- **60 TECHNIK**  
Mithören und mitreden
- **61 FLUGUNFALL-  
STATISTIK 2005**  
Weniger Unfalltote



**EINE SCHÖNE LANDUNG**  
erfreut Insassen und Zuschauer  
und schont zudem das Material.

### TRAINING

## Die perfekte Landung

Eine ausgezeichnete Landung ist das i-Tüpfelchen zum Abschluss eines Fluges. Im Gedächtnis abgespeichertes, reflexhaftes Handeln entscheidet in wenigen Augenblicken über das Gelingen oder Misslingen einer Landung.

**V**oraussetzung für eine sichere Landung ist immer auch ein zielgenauer, stabiler Anflug mit der richtigen Kombination von Fluggeschwindigkeit, Sinkgeschwindigkeit und Längsneigung bis zum Aufsetzpunkt. Das Flugzeug bewegt sich mit konstanter Sinkrate auf den Visierpunkt zu. In zirka 50 Fuß (15 m) über dem Landebahniveau beginnt die eigentliche Landung. Der Bereich zwischen dem Beginn des Abfangens und dem Aufsetzen ist der am stärksten von der persönlichen

Flugtechnik beeinflusste Teil. Eine genaue Höhe für den Abfangvorgang anzugeben ist auch deshalb schwierig, weil man als Pilot die Höhe nur aufgrund der visuellen Eindrücke der Umgebung schätzen kann. Das Abschätzvermögen für die Höhe ist dem Menschen nicht in die Wiege gelegt worden und muss deshalb durch Erfahrung erworben werden.

Was in den wenigen Sekunden des Abfangens geschieht, dringt durch häufiges Üben in das Unterbewusstsein ein und läuft

dann fast automatisch ab. Optische Eindrücke, das „Hosenbodengefühl“ und die Steuerdrücke müssen folgerichtig verarbeitet werden. Nur so kann durch Vergrößerung der Längsneigung bis zum Ende des Abfangbogens die Sinkrate langsam abgebaut werden. Hierzu gibt es keine Patentrezepte. Einige Anregungen sollen aber helfen, das Abschätzen der Höhe und Annäherungsgeschwindigkeit zum Boden zu erleichtern.

Versuchen Sie nicht, durch senkrecht seitliches Hinausschauen die Höhe abzuschätzen. Man erhält das Gefühl für die richtige Längsneigung des Flugzeugs beim Aufsetzen, wenn man bewusst die Lage beim Abheben in sich aufnimmt.

Der sich daran anschließende Teil der Landung ist das Ausschweben. Hier wird die Geschwindigkeit des gleich bleibend maximal etwa einen Meter über der Piste ausschwebenden Flugzeuges bis zur Aufsetzgeschwindigkeit verlangsamt. So wie sich die Fahrt verringert, muss der Anstellwinkel durch Ziehen am Höhensteuer vergrößert werden. Dieser kontinuierliche Vorgang wird fortgesetzt, bis die Geschwindigkeit knapp oberhalb der Überziegeschwindigkeit liegt. Schließlich wird der weitere Fahrabbau nicht mehr voll durch Ziehen ausgeglichen, das Flugzeug setzt auf.



**FLIEGT DER TIEFDECKER** zu schnell an, bekommt er es mit dem Bodeneffekt zu tun – die Ausschwebestrecke wird länger.

Zwischen dem Visierpunkt, das heißt dem Punkt, auf den sich das Flugzeug mit konstanter Flug- und Sinkgeschwindigkeit zubewegt hat, und dem Aufsetzpunkt liegt die Schwebestrecke. Beabsichtigt man eine präzise Ziellandung, dann muss der Visierpunkt eine bestimmte Strecke vor dem Aufsetzpunkt liegen. Die Länge dieser Strecke hängt in erster Linie von der Anfluggeschwindigkeit, von der Klappenstellung, vom Wind und vom Baumuster ab. Durch den Bodeneffekt (Auftriebssteigerung bei geringer werdendem Widerstand) erhöht sich die Gleitzahl. Wird mit zu hoher Fahrt angefliegen, verlängert sich die Ausschwebestrecke beträchtlich gegenüber dem im Flughandbuch angegebenen Wert. Bei Tiefdeckern ist dieser Effekt ausgeprägter als bei Hochdeckern. Ist die Anfluggeschwindigkeit zu hoch, kann das Flugzeug lange im Bodeneffekt schweben und dabei viel Pistenlänge verbrauchen. Versuchen Sie auf keinen Fall, das Flugzeug an den Boden zu drücken, gegebenenfalls DURCHSTARTEN!

Das Fahrwerk ist so ausgelegt, dass der Landestoß allein vom Hauptfahrwerk aufgenommen wird. Ein Aufsetzen mit höherer als der normalen Aufsetzgeschwindigkeit bewirkt bei Flugzeugen mit Bugrad sehr häufig, dass die Bodenberührung zuerst mit dem Bugrad erfolgt. Oft ist ein Bruch des Bugradfahrwerks das Ergebnis eines Anflugs mit zu hoher Geschwindigkeit.

Wird ein Bugradflugzeug, so wie es sein sollte, zuerst mit dem Hauptfahrwerk aufgesetzt, dann bewirkt der Landestoß, aufgrund des vor dem Hauptfahrwerk liegenden Schwerpunktes, ein kopflastiges Moment. Die Nase geht herunter, Anstellwinkel und Auftrieb verringern sich, das Flugzeug bleibt am Boden. Diese natürliche Tendenz sollte man nicht noch dadurch unterstützen, dass man das Höhensteuer nach der Landung loslässt. Es soll weiterhin gezogen bleiben, bis aufgrund der weiteren Fahrtabnahme – trotz gezogenem Höhensteuer – die Nase sich von selbst absenkt. Dieses Verfahren schont das Bugfahrwerk.

Die aerodynamische Bremswirkung der stark angestellten Tragflügel verbessert die Bremswirkung. Dadurch wird ausschließlich das Hauptfahrwerk stärker belastet. Bei Seitenwind kann diese materialschonende Ausrolltechnik nicht so lange praktiziert werden. Da ist es erforderlich, mit dem Bugrad die Spur zu halten.

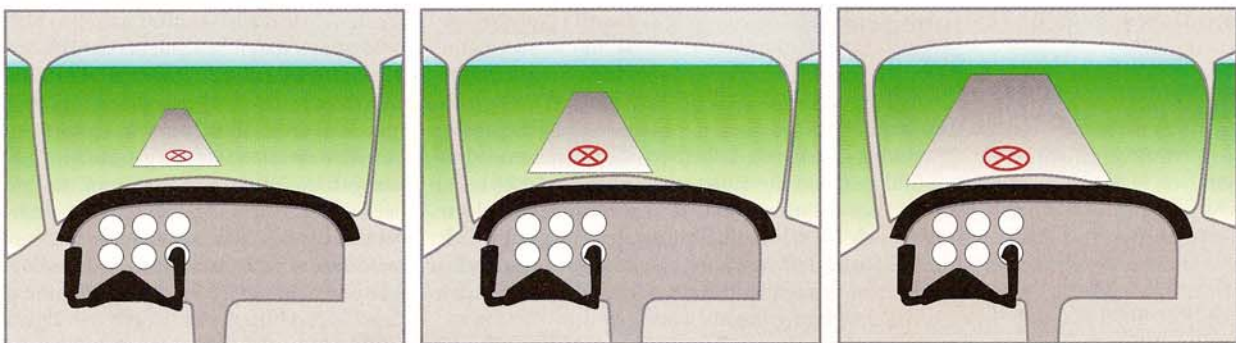
Die ideale Landung mit einem Spornradflugzeug ist das gleichzeitige Aufsetzen von Hauptfahrwerk und Spornrad. Dabei kommt es aufgrund der dieser Bauweise eigenen Unstabilität darauf an, zur richtigen Zeit eine genau abgestimmte Bremskraft aufzubringen.

Die folgenden Praxistipps beschränken sich auf Normallandungen bei Gegenwind.

### Praxisempfehlungen

→ Ein Landeanflug mit Triebwerksleistung ergibt bessere Steuerungsmöglichkeiten für Sinkrate und Gleitweg bei unterschiedlichen Windverhältnissen.

→ Die ideale Anfluggeschwindigkeit be-



**DER GEWÄHLTE VISIERPUNKT** sollte im Endanflug seine Position in der Frontscheibe behalten. Wandert der Punkt nach oben oder unten aus, wird mit der Motorleistung feinfühlig nachreguliert.

**DIE VIER PHASEN EINER LANDUNG** bis zum Ausrollen.  
Das Abfangen beginnt in etwa 5 m über Grund.



trägt  $1,3 V_{SO}$  (Überziehgeschwindigkeit in Landekonfiguration; siehe Flughandbuch).  
→ Den Visierpunkt auf den Beginn der Pistenchwelle legen. Mit konstanter Sinkrate und gleich bleibender Position des Visierpunktes in der Frontscheibe auf diesen Punkt zubewegen.

→ Wenn sich der Zielpunkt nach oben verschiebt, ist der Gleitweg zu flach. Drehzahl um zirka 50 U/min erhöhen, um sich wieder zu etablieren.

→ Bewegt sich der Visierpunkt nach unten, die Motorleistung um etwa 50 U/min reduzieren, um den idealen Gleitweg wieder zu erreichen.

→ Große Leistungswechsel im Landeanflug machen eine gute Landung fast unmöglich. Die Sinkrate kurz vor dem Aufsetzen sollte niedriger als 100 ft/min sein. Diese wird nicht mehr durch Ablesen am Variometer kontrolliert.

→ Die Längsneigung so bemessen, dass zuerst das Hauptfahrwerk aufsetzt. Seitlich voraus an der Motorhaube vorbeischaun.

→ Mit dem Abfangen etwa 15 Fuß über der Piste beginnen. Eine genaue Höhe für den Abfangvorgang anzugeben ist schwierig, weil man die Höhe nur anhand der optischen Umgebungsinformationen schätzen kann. Viele Piloten kommen damit gut zurecht, indem sie die Motorleistung erst kurz vor dem Abfangen in den Leerlauf zurücknehmen.

→ Am Höhensteuer allmählich und kontinuierlich ziehen, abgestimmt zur abnehmenden Fahrt.

→ Bei ansteigender Landebahn den Abfangvorgang etwas früher einleiten. Hat die Piste ein Gefälle, ein klein wenig später abfangen.

→ Beim Ausschweben die Fahrt dicht über dem Boden bis zur Aufsetzgeschwindigkeit abbauen. Feinfühlig und kontinuierlich am Höhensteuer ziehen. Die Aufsetzgeschwindigkeit sollte knapp oberhalb der Überziehgeschwindigkeit liegen (zwischen  $V_{SO}$  und  $1,1 V_{SO}$ ).

→ Ist die Landegeschwindigkeit zu hoch, verlängert sich die Ausschwebstrecke gegenüber dem im Flughandbuch angegebenen Wert beträchtlich.

→ Durch die bei Tiefdeckern größere Auswirkung des Bodeneffektes (Auftriebsstei-

gerung bei geringer werdendem Widerstand) kann das Flugzeug viel Landebahnlänge verbrauchen, bevor es aufsetzt.

→ Bei Bugradflugzeugen nach dem Aufsetzen auf dem Hauptfahrwerk mit Mindestfahrt mittels Höhensteuer das Bugrad kontrolliert absenken.

→ Spornradflugzeuge werden normalerweise in Dreipunktlage aufgesetzt. Das Höhensteuer bleibt voll gezogen. Rollrichtung mit dem Seitensteuer kontrollieren, dabei den Tragflügel mit dem Quersteuer horizontal halten.

→ Mit gut dosiertem Bremseneinsatz auf Rollgeschwindigkeit abbremmen. Beginnen die Räder zu blockieren, Bremsen lösen, dann gleich wieder die Bremskraft erhöhen. Wenn nach dem Aufsetzen mehr als genügend Ausrollstrecke zur Verfügung steht, ist kein massiver Bremseneinsatz erforderlich. Dadurch lässt sich der Verschleiß an Reifen und Bremsen erheblich reduzieren.

→ Beginnt das Bugrad zu flattern, liegt das an einem defekten Flatterdämpfer. Bugrad entlasten, indem das Höhensteuer voll gezogen wird; nicht nachdrücken.

→ Zur Richtungskontrolle und zum Bremseneinsatz benötigt man höchste Konzentration. Deshalb erst nach dem Abrollen von der Piste Flügelklappen einfahren und alle anderen erforderlichen Handgriffe erledigen.

Fehlendes Training bei der Landung lässt sich nicht durch ausgedehnte Flüge kompensieren. Daher gilt insbesondere für die Landung: viel üben, denn das erst macht den Meister!

**Autor Karl-Heinz Apel**



Karl-Heinz Apel ist Linienspilot und Autor des Buches „Motorflug Praxis“. Er schreibt regelmäßig für den aerokurier und ver-

bringt seine Freizeit häufig hinter dem Steuer von Flugzeugen der Allgemeinen Luftfahrt.