# AOPA SAFETY LETTER

Foto: AOPA-Germany

# BESONDERE LANDETECHNIKEN

**Nr. 15, August 2014**

**Die Landung ist der schwierigste Teil eines Fluges und damit auch die Flugphase, in der die meisten Unfälle passieren. Deshalb sollte man sich auf die Landung immer wieder erneut bewusst vorbereiten, auch wenn man in seinem Leben schon zig Mal gelandet ist. Dies gilt insbesondere für Landungen bei ungünstigen Wetterverhältnissen, wie z. B. Seitenwind, oder bei Landungen auf Flugplätzen mit kurzen oder geneigten Pisten. Hier sind besondere Landetechniken gefordert, auf die man sich einstellen muss und die man vorher schon mal geübt haben sollte.**

**Dieser AOPA Safety Letter behandelt einige dieser besonderen Landetechniken und auch die Fehler, die dabei passieren können. Ist man sich im Anflug nicht ganz sicher, dass die Landung auch wirklich gelingen wird, so darf man keinen Augenblick zögern und muss durchstarten. Lieber noch eine weitere Platzrunde fliegen oder sogar zu einem anderen Flugplatz ausweichen, als nachher festzustellen, dass es noch „gerade mal gut gegangen“ ist.**

## ANFLUG UND LANDUNG

Jeder Pilot wird diese Erfahrung schon selbst gemacht haben: Je ruhiger und gleichmäßiger der Anflug, umso besser die Landung. Befindet sich das Flugzeug im richtigen Anflugwinkel zur Piste, ist die Fluglage stabil, stimmen Anfluggeschwindigkeit und Sinkrate, sind die Landeklappen zur rechten Zeit gesetzt, dann sind die besten Voraussetzungen für eine sichere und perfekte Landung gegeben.

Der Endanflug wird wie gewohnt hauptsächlich mit Höhenruder und Triebwerksleistung gesteuert: Mit dem Höhenruder die Anfluggeschwindigkeit, mit der Triebwerksleistung die Sinkrate. Eine Korrektur des Anflugwinkels und damit eine Streckung oder Verkürzung des Anfluges erfolgt durch Änderung der Triebwerksleistung, nicht durch Ziehen oder Drücken am Höhensteuer. Ist das Flugzeug zu langsam, so wird am Höhensteuer leicht gedrückt, ist es zu schnell muss gezogen werden. Eventuell muss die Triebwerksleistung entsprechend angepasst werden. Die Hände gehören während des Anfluges und natürlich bei der Landung ans Steuer und an den Leistungshebel, allein schon für den Fall, dass unvermittelt durchgestartet werden muss.

Die Anfluggeschwindigkeit darf auf keinen Fall unter das 1,3-fache der Überziehgeschwindigkeit gehen ($V_{REF}$). Im Flughandbuch ist meist eine etwas höhere Anfluggeschwindigkeit empfohlen. Man sollte sich an diesen sicheren und erflogenen Wert halten. Die Überziehgeschwindigkeiten (ohne und mit Landeklappen) muss man auswendig wissen, auch wenn sie zusätzlich am Fahrtmesser markiert sind.

Jeder Anflug, vom Einflug in die Platzrunde über den Sinkflug im Endanflug bis hin zum Ausschweben und Aufsetzen auf der Piste sollte standardisiert nach „Plan“ ablaufen. Man muss wissen, was in jeder Flugphase zu tun ist, welche Geschwindigkeit einzuhalten ist, wie die Triebwerksleistung einzustellen ist, auf welche Stellung die Landeklappen wann zu setzen sind. Dabei sollte man sich angewöhnen, Kurs, Geschwindigkeit, Flughöhe, Sinkrate und Fluglage exakt einzuhalten, so dass größere Korrekturen vermieden werden können und der Anflug bis hin zum Aufsetzen auf der Piste stabil und ruhig verläuft.

Wer den „Standardanflug“ präzise beherrscht, wird es einfacher haben, auch „Nicht-Standardsituationen“ zu meistern. Ein Anflug auf eine kurze Piste, vielleicht noch über Hindernisse im Anflugbereich, ist sicherlich eine Herausforderung, aber bei Anwendung der richtigen Landetechnik nicht besonders schwierig. Das gilt auch für einen Anflug bei Seitenwind, wie er nicht nur bei Flügen zu Flugplätzen in Norddeutschland vorkommt.

Allerdings sollte man sich mit den in solchen Fällen erforderlichen besonderen Landetechniken vorher befassen, die Angaben dazu im Flughandbuch lesen und vielleicht sogar mit einem Fluglehrer diese besonderen Techniken erst einmal praktisch üben. Das gibt Sicherheit und Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten.

## KURZLANDUNG

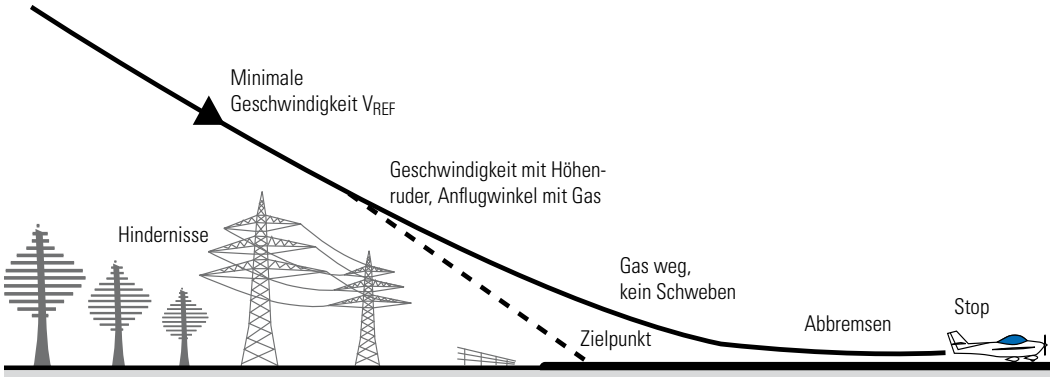
Flugplätze mit kurzen Pisten von nur wenigen Hundert Metern sind keine Seltenheit. Wer auf einer solchen Piste landen möchte, muss sich schon einige Gedanken über die Anflug- und Landetechnik und natürlich auch über die verfügbare Landestrecke machen. Es kann durchaus sein, dass die Landestrecke für eine sichere Landung ausreicht, aber aufgrund geänderter Verhältnisse (z. B. Temperatur, Dichtehöhe, Windrichtung) ein Start zu einem späteren Zeitpunkt nicht möglich wird. Unter Umständen muss von vornherein die Beladung des Flugzeuges so reduziert werden, dass ein Start auch unter ungünstigen Verhältnissen möglich bleibt. In einigen Fällen liegen gerade Flugplätze mit kurzen Pisten im schwierigen Gelände und sind durch Hindernisse (z. B. Berge, Bäume) zusätzlich eingeschränkt. Umso mehr ist eine sorgfältige Flugplanung zu einem Flugplatz mit einer kurzen Piste unbedingt erforderlich.

Eine kurze Landung (Engl. short field landing) erzielt man durch eine möglichst niedrige Landegeschwindigkeit, Aufsetzen an einem Punkt nahe der Landebahnschwelle und einen entsprechend starken Einsatz der Bremsen nach der Landung.

Durch Setzen der vollen Klappen wird die geringste Landegeschwindigkeit erreicht. Sie entspricht der 1,3-fachen Überziehgeschwindigkeit Vso bei voll ausgefahrenen Klappen. Ist im Flughandbuch eine Anfluggeschwindigkeit für Kurzlandungen angegeben, so ist natürlich diese maßgebend. In keinem Fall darf diese Geschwindigkeit im Anflug unterschritten werden, auch wenn die Piste noch so kurz ist.

Der Anflug wird wie gewohnt eingeteilt. Spätestens mit Beginn des Endanfluges werden die Landeklappen voll gesetzt, die Geschwindigkeit für Kurzlandung erflogen und der Sinkflug eingeleitet. Wichtig ist letztlich, dass die Anfluggeschwindigkeit und die Sinkrate genau erflogen und stabil gehalten werden und ein Anflugwinkel gewählt wird, der ein Aufsetzen nahe dem Bahnbeginn sicherstellt. Die Triebwerksleistung sollte beim Überflug der Schwelle nicht unbedingt abrupt auf Leerlauf gestellt werden. Dies führt gerade bei voll gesetzten Klappen zu einer merklichen Erhöhung der Sinkrate. Der ungeübte Pilot wird in diesem Moment unwillkürlich am Höhensteuer ziehen und, da er schon sehr nahe an der Überziehgeschwindigkeit fliegt, damit das Flugzeug möglicherweise überziehen. Unter Umständen ist es vorteilhaft, ein bisschen Leistung „stehenzulassen“ und erst unmittelbar über dem Aufsetzpunkt die Leistung auf Leerlauf zu reduzieren. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn aufgrund des Überfliegens von Hindernissen im Anflugsektor ein steiler Anflug und damit eine hohe Sinkrate gewählt werden muss. Mit Unterstützung von etwas Power lässt sich der Abfangvorgang einfacher durchführen.

Bei einer Landung auf einer langen Piste wird der Pilot nach dem Aufsetzen des Hauptfahrwerks durch Ziehen des Höhensteuers die Flugzeugnase und damit das Bugrad noch oben halten und erst mit abnehmender Rollgeschwindigkeit sanft auf die Bahn aufsetzen. Das Ziel bei einer Kurzlandung ist es dagegen, die Rollstrecke möglichst kurz zu halten, um die Radbremsen frühzeitig einsetzen zu können. Dazu muss auch das Bugrad am Boden sein. Man wird es nach dem Aufsetzen des Hauptfahrwerkes so bald als möglich sanft, aber bestimmt auf die Bahn aufsetzen und dann je nach Erfor-




*Anflug über Hindernisse auf eine kurze Piste*

dernis die Radbremsen einsetzen. Zusätzlich wird die Bremswirkung (Erhöhung des Rollwiderstandes) durch Einfahren der Klappen erhöht, zumindest auf trockenen und befestigten Pisten.

Der Anflug auf eine kurze Bahn muss sehr exakt durchgeführt werden. Stellt man im letzten Teil des Anfluges oder spätestens beim Überflug der Schwelle fest, dass die Fluggeschwindigkeit weit über der Geschwindigkeit für Kurzlandungen liegt oder das Flugzeug viel zu hoch und ein Aufsetzen im ersten Drittel der Piste nicht sichergestellt ist, sollte man nicht zögern und durchstarten. Lieber noch einmal eine Platzrunde und einen erneuten Anflug machen, als zu erleben, wie man über die Piste hinausschießt.

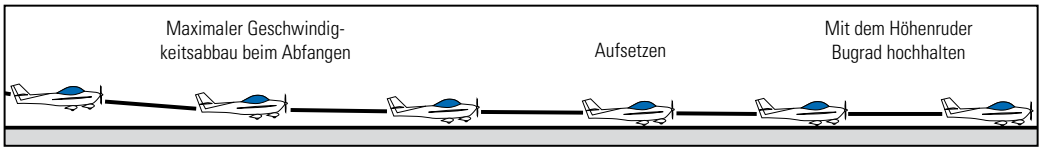
## LANDUNG AUF WEICHEM UNTERGRUND

Anders als mit Beton oder Asphalt befestigte Pisten sind Grasbahnen den Witterungen ausgesetzt und können trotz Entwässerungssystem bei starkem oder länger anhaltendem Regen rutschig und weich werden. Die Gefahr besteht durchaus, dass sich die Räder bei der Landung in den weichen Boden eingraben und dabei das Flugzeug beschädigt wird. Man sollte sich daher genau überlegen, ob eine Landung auf einer aufgeweichten Piste (Engl. soft field landing) überhaupt möglich ist.

Leider kann man im Anflug auf eine Grasspiste nicht wirklich erkennen, ob diese nur nass oder auch aufgeweicht ist. Vielleicht erhält man über Funk von der Luftaufsicht einen Hinweis über den Zustand der Piste. Grundsätzlich muss bei einer Landung auf einer aufgeweichten Piste mit vollem Klappenausschlag und geringstmöglicher Geschwindigkeit aufgesetzt werden. Nach dem Aufsetzen des Hauptfahrwerks muss man das Bugrad durch volles Ziehen des Höhensteuers lange oben halten. Je höher die Flugzeugnase und je geringer die Geschwindigkeit beim Aufsetzen, desto besser.

Auf das anschließende Bremsen und das frühzeitige Einfahren der Landeklappen kann man verzichten, zumal das Flugzeug allein schon durch den weichen Untergrund verzögert wird. Beim zusätzlichen Bremsen besteht die Gefahr, dass das Flugzeug ins Rutschen gerät und sich die Räder in den Untergrund eingraben. Im schlimmsten Fall kann dabei das Bugrad abknicken.

Nach einer Landung auf nassen, weichen Untergrund muss das Flugzeug einer gründlichen Sichtkontrolle unterzogen werden. Bei der Landung und anschließendem Rollen kann sich hochgeworfener feuchter Schmutz vielleicht in den Radbremsen, den Fahrwerksschächten (bei Flugzeugen mit Einziehfahrwerk) festgesetzt, Druckentnahmeöffnungen verkleistert oder die Tragflächen so sehr verschmutzt haben, dass die Flugeigenschaften beeinträchtigt werden.




*Landung auf weichem Untergrund*

## LANDUNG AUF GENEIGTER PISTE

Flugplätze werden im Allgemeinen so angelegt, dass Pisten und Rollwege eben sind oder zumindest eine kaum merkliche Neigung aufweisen. Enthält die Beschreibung der Eigenschaften der Start- und Landebahn keine besonderen Hinweise, so beträgt die Längsneigung der Piste unter 1 % (auf 100 m Pistenlänge max. 1 m Höhenunterschied). Ein Blick in das Luftfahrt-

handbuch oder das Jeppesen Manual zeigt, dass es durchaus eine Reihe von (meist kleineren) Flugplätzen gibt, deren Pisten eine durchaus beachtliche Neigung aufweisen, z. B. weil der Flugplatz am Hang liegt. Im Einzelfall ist die Pistenneigung grafisch dargestellt, um die Piloten auf diesen besonderen Umstand hinzuweisen. Es ist also möglich, sich vorher über die Eigenschaften der Piste zu informieren und diese in die Flugplanung mit einzubeziehen.

Eine große Pistenneigung beeinflusst sowohl die Lande- als auch die Startstrecke: Landen in Richtung der ansteigenden Piste verkleinert die Landestrecke, Starten in diese Richtung vergrößert die Starstrecke. Landen in Richtung der abfallenden Piste vergrößert die Landesstrecke, Starten in diese Richtung verkürzt die Startstrecke. Diese augenscheinlich so einfache Tatsache muss bei der Berechnung der Landestrecke und der Strecke für den späteren Start berücksichtigt werden. Die Flughandbücher enthalten meist keine Angaben über eventuelle Zuschläge bei der Landung (und beim Start) von einer geneigten Piste. In einer früheren Flugsicherheitsmitteilung des Luftfahrt-Bundesamtes wurde für den Start auf einer ansteigenden Piste ein Zuschlag von 10 % pro 1 % Pistenneigung empfohlen. Sicherlich sollte man einen ähnlichen Wert auch für die Berechnung der Landestrecke auf einer abfallenden Piste in Betracht ziehen.

Eine große Längsneigung der Piste hat neben der Verkürzung oder Verlängerung der Landestrecke noch einen anderen Effekt. Im Anflug sieht der Pilot die Piste in einer anderen als der gewohnten Perspektive und kann sich daher in der Wahl des richtigen Anflugwinkels verschätzen. Beim Landen kann es dann problematisch werden, da über der abfallenden oder ansteigenden Piste die Höhe des Flugzeuges beim Ausschweben nicht genau zu bestimmen ist.

Eine ansteigende Piste vermittelt dem Piloten im Anflug die Illusion, dass das Flugzeug zu hoch und der Anstellwinkel zu groß ist. Ist sich der Pilot dieser Täuschung nicht bewusst, wird er u.U. einen tieferen und flachen Anflug durchführen. Dabei besteht die Gefahr, dass Hindernisse in sehr geringem Abstand überflogen werden und der Anflug zu kurz wird, also der Anflugweg auf einen Punkt vor der Landebahnschwelle zielt.

Eine abfallende Piste täuscht dem Piloten einen zu flachen Anflugwinkel vor. Dadurch wird er vielleicht einen höheren Anflug wählen, die Landebahnschwelle zu hoch überfliegen und erst weit danach aufsetzen. Wer sich vorher über den Zustand der Piste informiert, also weiß, was auf ihn zukommt, und dann den Anflug (insbesondere den Endanflug) bewusst „wie gewohnt“ einteilt, wird dieser Täuschung nicht erliegen.

Aber auch beim Ausschweben über der geneigten Piste muss der Pilot aufpassen. Lässt er das Flugzeug wie gewohnt ausschweben, wird er es bei abfallender Piste zu hoch und bei ansteigender Piste zu niedrig abfangen. Bei stark ansteigender Piste besteht die Gefahr, dass das Flugzeug hart aufsetzt und dabei das Bugrad zuerst Bodenberührung bekommt. Wenn der Pilot das Flugzeug im flachen Winkel an die Piste heranführt (eventuell mit Unterstützung von Triebwerksleistung), etwas früher als üblich mit dem Abfangen beginnt, und das Bugrad bewusst hoch hält, so wird auch diese Landung gelingen.

## LANDUNG AUF UNTERSCHIEDLICH BREITEN PISTEN

Nicht nur die Längsneigung, sondern auch die Breite der Piste kann dem Piloten eine falsche Höhe vortäuschen und zu Problemen im Anflug, insbesondere bei der Landung, führen. Im Allgemeinen ist man an das Bild der Piste seines Heimatflugplatzes gewöhnt und hat keine größeren Schwierigkeiten, dort zu landen und im Anflug die Höhe richtig einzuschätzen.

Fliegt man einen Flugplatz mit einer sehr viel schmaleren oder sehr viel breiteren Piste an, hat man also nicht das gewohnte Bild von „seiner“ Piste vor sich, so kann man sich im Anflug und vor allem bei der Landung sehr leicht in der Höhe verschätzen.

Bei einer sehr breiten Piste (Verkehrsflughäfen haben 45 bis 60 m breite, Verkehrslandeplätze meist 20 bis 30 m breite Pisten) wird die Flughöhe vom ungeübten Piloten leicht unterschätzt und das Flugzeug bei der Landung zu hoch abgefangen.

Umgekehrt wird der Pilot bei einer schmalen Piste dazu neigen, die Flughöhe zu überschätzen, also tief anzufliegen. Das muss allerdings nicht sein. Ist man sich der besonderen Breite und der dadurch auftretenden Täuschung bewusst, sollte man im Anflug und bei der Landung ganz gezielt auf die Höhe in Bezug zur Piste, insbesondere über der Landebahnschwelle achten.

## LANDUNG BEI SEITENWIND

Landen bei kräftigem Seitenwind (Engl. crosswind) ist ohne Frage eine schwierige Angelegenheit. Zum einen verändert sich im Anflug der Wind in Richtung und Stärke und man ist gezwungen, ständig Korrekturen durchzuführen, um das Flugzeug auf der Anfluggrundlinie zu halten, zum anderen nimmt mit geringer werdender Anfluggeschwindigkeit die Wirkung der Ruder ab.

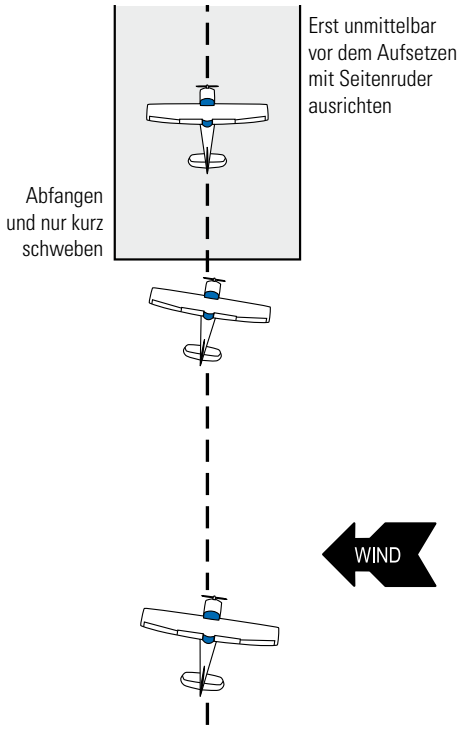
Bereits mit Einflug in die Platzrunde wird man den Seitenwind durch einen entsprechend großen Vorhaltewinkel (Luvwinkel) ausgleichen müssen, will man den vorgegebenen Flugweg einhalten. Beim Eindrehen in den Endanflug kann man sich leicht verschätzen und, abhängig von der Windrichtung, die Anfluggrundlinie überschießen oder aber zu kurz kommen. Bei Rückenwind im Queranflug muss früher und bei Gegenwind später als gewohnt die Kurve zum Endanflug eingeleitet werden.

Die besondere Herausforderung beim Anflug mit starkem Seitenwind besteht darin, das Flugzeug auf der Anfluggrundlinie zu halten und vor allem bei der Landung nicht von der Piste abzukommen.

Eine Möglichkeit, den Seitenwind auszugleichen, besteht darin, wie im Streckenflug, gegen den Wind vorzuhalten, also mit einem der Windstärke und Windrichtung entsprechend großen Luvwinkel anzufliegen. Zu beachten ist dabei, dass zum einen mit abnehmender Anfluggeschwindigkeit der erforderliche Luvwinkel immer größer wird, zum anderen mit Annäherung an den Boden der Wind nach links dreht und die Windgeschwindigkeit abnimmt.

Da der Pilot im Anflug die Piste als Referenz vor sich sieht, ist es relativ einfach, einen entsprechend großen Vorhaltewinkel zu erfliegen. Schwierig wird es erst bei der Landung, denn das Flugzeug muss nun mit der Längsachse auf die Pistenmittellinie ausgerichtet werden, damit das Fahrwerk in Richtung der Piste aufsetzen kann. Wird der Luvwinkel zu früh verkleinert, dann kann der Seitenwind noch auf das Flugzeug einwirken und es seitlich versetzen. Das Flugzeug setzt schiebend auf der Piste auf. Das Fahrwerk wird dadurch erheblichen Querkräften ausgesetzt, die im schlimmsten Fall einen Bruch verursachen können. Bei starkem Seitenwind besteht außerdem die Gefahr, dass das Flugzeug beim Ausschweben von der Piste geweht wird und erst außerhalb aufsetzt.

Wird das Flugzeug zu spät auf die Piste ausgerichtet, so setzt das Flugzeug schräg zur Pistenmittellinie auf. Auch hier wirken große Kräfte auf das Fahrwerk ein, so dass es zu Beschädigungen kommen kann.

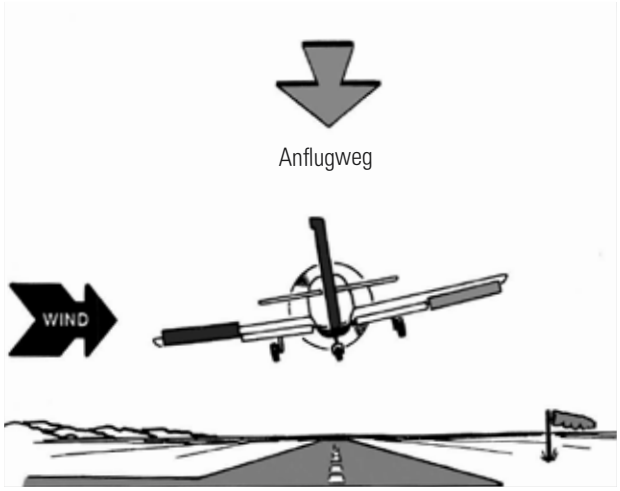



*Anflug bei Seitenwind mit Vorhaltewinkel bis kurz vor dem Aufsetzen*

So einfach die Methode auch ist, den Seitenwind im Anflug mit einem Vorhaltewinkel auszugleichen, so schwer kann sie unter Umständen bei der Landung sein. Es erfordert ein gutes Maß an Erfahrung und ein richtiges Einschätzen der Situation, um die Flugzeuglängsachse zum richtigen Zeitpunkt auf die Pistenmittellinie auszurichten.

Eine andere Methode, den Seitenwind im Anflug und bei der Landung auszugleichen, besteht darin, die Tragfläche in den Wind zu hängen und mit dem Seitenruder die Landerichtung zu halten, also zu slippen. Es empfiehlt sich bei dieser Methode, etwas schneller als gewohnt anzufliegen, da das Flugzeug durch das Slippen ein wenig an Auftrieb verliert.

Weht der Wind z. B. von links, so neigt man mit dem Querruder die linke Tragfläche nach links in den Wind. Um zu verhindern, dass das Flugzeug nach links in eine Kurve geht, wird es mit dem rechten Seitenruderpedal in Pistenrichtung gehalten. In dieser Konfiguration wird angeflogen und auch gelandet. Es wird also in diesem Beispiel zuerst mit dem linken (luvseitigen) Rad des Hauptfahrwerks aufgesetzt.




*Anflug bei Seitenwind mit hängender Fläche*

Auch diese Methode erfordert viel Übung. Abhängig von der Windstärke wird der Tragflügel mehr oder weniger schräg in den Wind gelegt. Querruder- und Seitenruderausschläge müssen aufeinander abgestimmt sein. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass mit einer einmal eingenommenen Fluglage angeflogen und auch gelandet werden kann. Die Gefahr eines Ausbrechens beim Landen besteht kaum. Es ist auch möglich, beide Methoden zu kombinieren, also erst mit einem Vorhaltewinkel anzufliegen und dann im letzten Teil des Endanfluges ins Slippen überzugehen.

Bei einer Landung mit Seitenwind sollte man nur kurz ausschweben, dann das Hauptfahrwerk und danach zügig das Bugfahrwerk aufsetzen. Es muss unbedingt verhindert werden, dass der Seitenwind im letzten Augenblick das Flugzeug noch versetzt. Achtung: Auch nach dem Aufsetzen und Ausrollen muss mit den Rudern gegen den Wind gesteuert werden (siehe Rolldiagramm im Flughandbuch).

Starker Seitenwind wird oft von Böen und Turbulenzen begleitet. Deshalb kann es ratsam sein, mit geringerer Klappenstellung oder ganz ohne Klappen anzufliegen, um durch erhöhte Geschwindigkeit eine bessere Ruderwirkung zu erzielen, ganz abgesehen davon, dass bei starker Böigkeit sowieso mit etwas erhöhter Geschwindigkeit angeflogen werden sollte.

Stellt man bei der Windberechnung fest, dass die aktuelle Seitenwindkomponente den maximal zulässigen Wert (siehe Flughandbuch) überschreiten wird, so kann ein Anflug unter diesen Gegebenheiten nicht durchgeführt werden. Es muss auf einer anderen Piste angeflogen bzw. zu einem anderen Flugplatz ausgewichen werden.

## FEHLER BEI DER LANDUNG

Es wird nicht immer gelingen, das Flugzeug so abzufangen, dass es sanft und kaum spürbar auf die Piste aufsetzt. Wer öfters in großen Verkehrsflugzeugen mitfliegt, weiß, dass auch Airline-Piloten trotz großer Erfahrung schon mal eine Landung „verpatzen". Die Gründe für eine nicht perfekte Landung können vielfältig sein: eine unerwartete Windböe, eine zu hohe Anfluggeschwindigkeit, zu spätes Abfangen oder einfach ein „Verschätzen" der Fluglage in Bezug zur Piste. Viele der Fehler bei der Landung können noch im letzten Augenblick so korrigiert werden, dass das Flugzeug sicher landet. Bestehen irgendwelche Zweifel im letzten Teil des Endanfluges oder über der Piste, dass die Landung nicht gelingen könnte, so muss es nur einen Entschluss geben: Durchstarten.

### ZU HOHES ABFANGEN

Wird das Flugzeug zu hoch über der Piste abgefangen, so macht es keinen Sinn, das Flugzeug durch Nachdrücken an den Boden bringen zu wollen. Das kann schief gehen, und unter Umständen setzt das Bugrad zuerst auf. Richtig und vor allem sicherer ist es, durch leichtes Nachlassen des Höhenruders (geringerer Anstellwinkel) und maßvolle Erhöhung der Triebwerksleistung das Flugzeug noch flugfähig zu halten, die Schwebestrecke zu verlängern und das Abfangen nun in der richtigen Höhe zu beginnen. Das bedarf einiger Erfahrung und eines gewissen Feingefühls. Ist man wirklich noch viel zu hoch und ist die verbleibende Piste kurz, sollte man durchstarten.

### STEIGEN BEIM ABFANGEN

Beim Abfangen kann man schon mal etwas überreagieren und so stark am Höhenruder ziehen (Erhöhung des Anstellwinkels), dass das Flugzeug wieder in den Steigflug übergeht. Es steigt quasi wie ein Ballon wieder in die Höhe. Deshalb wird dieser Flugzustand im Englischen „Ballooning" genannt. Wie beim zu hohen Abfangen kann man die Situation durch Nachlassen des Höhenruders und eventuell zusätzlicher Triebwerksleistung „retten". Aber auch hier gilt, insbesondere für unerfahrene Piloten, keine Experimente wagen und im Zweifelsfall durchstarten.

Das Ballooning ist eine typische Erscheinung nach einem zu steilen, aber auch zu schnellen Anflug. Kommt es bei einem Piloten öfters vor, so sollte er seine Anflugtechnik überprüfen, am besten mit einem Fluglehrer.

### SPRINGEN

Wenn das Flugzeug nach zu hohem Abfangen auf die Piste gedrückt wird oder nach zu spätem Abfangen bei noch hoher Geschwindigkeit aufsetzt, kann es passieren, dass das Flugzeug wieder hoch springt. Der Landestoß auf das Bugrad bewirkt eine Drehung um die Querachse. Dadurch werden der Anstellwinkel und damit der Auftrieb erhöht und das Flugzeug steigt. Wenn jetzt zur Beendigung des Steifluges nachgedrückt wird, dann wird dadurch die Tendenz des Flugzeuges, die Nase weiter herunterzunehmen, noch mehr verstärkt. Das Flugzeug kommt nun vielleicht zum zweiten Mal mit dem Bugrad zuerst auf der Piste auf und springt nochmals oder das Bugrad geht zu Bruch. Insgesamt ist das Springen eine heikle Situation. Deshalb sollte der Entschluss zum Durchstarten umgehend erfolgen.

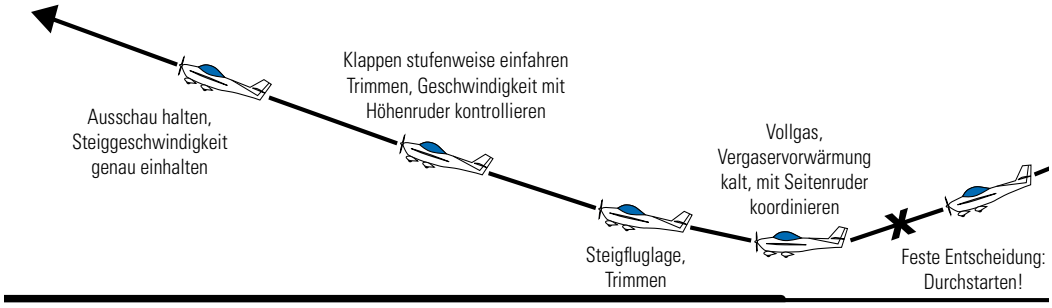
### ÜBERSCHIESSEN

Ist das Flugzeug bei der Landung zu schnell, dann wird es lange schweben ohne aufzusetzen, unter Umständen so lange, bis die verbleibende Pistenlänge für eine sichere Landung nicht mehr ausreicht. Der Versuch, das Flugzeug vorzeitig an den Boden zu zwingen, führt in der Regel zu einer Bugradlandung und damit zu einer vielleicht unkontrollierbaren Situation, in der das Flugzeug aus der Richtung ausbricht. Lässt sich eine sichere Landung nicht im ersten Drittel der Piste durchführen, so muss durchgestartet werden, es sei denn, es passiert an einem Verkehrsflughafen mit einer ausreichend langen Piste.

## DURCHSTARTEN

Im Endteil eines Anfluges und auch kurz vor der Landung muss ein Pilot immer bereit sein, wenn erforderlich, durchzustarten. Ein Durchstartmanöver (Engl. missed approach, go-around) ist nicht besonders schwierig oder gar gefährlich. Es erfordert allerdings eine klare Entscheidung und konsequentes Handeln, damit das Flugzeug aus der Landekonfiguration zügig in den Steigflug gebracht werden kann.
Wer sich zum Durchstarten entschließt, darf also keine halben Sachen machen. Am wichtigsten ist die Erhöhung der Triebwerksleistung auf volle Last. Dabei darf bei Vergasermotoren nicht vergessen werden, die Vorwärmung auszuschalten. Erst danach werden das Fahrwerk (soweit vorhanden) und die Landeklappen eingefahren.
Die Leistung sollte ruhig und gleichmäßig erhöht werden. Abruptes Vorwärtsstoßen des Leistungshebels kann das Treibwerk zum Stottern bringen und so den Durchstartvorgang gefährlich verzögern.

Das Flugzeug ist eine träge Masse und es braucht Zeit, bis es wieder Geschwindigkeit aufbaut und steigt. Der Pilot muss das Flugzeug beim Durchstarten mit dem Höhensteuer in einer Fluglage halten, die den Aufbau der Fahrt zulässt, bevor wieder Höhe gewonnen oder eine Kurve geflogen werden kann. Da das Flugzeug für den Anflug ausgetrimmt ist, tendiert es bei Erhöhung der Triebwerksleistung auf Volllast dazu, die Nase anzuheben und nach links zu drehen. Man muss eventuell schon kräftig Druck auf das Höhensteuer und auch auf das Seitenruder geben, um das Flugzeug im geraden Horizontalflug zu halten. Mit der Trimmung kann man einen Teil des Steuerdrucks wegnehmen.




*So wird durchgestartet*

Auch wenn die Flughöhe gering und die Piste vielleicht sehr kurz ist, darf man sich nicht dazu verleiten lassen, das Flugzeug schnell hochzuziehen. Ein zu frühes Hochziehen kann zum Strömungsabriss führen. Also erst Fahrt aufbauen, dabei den Fahrtmesser im Blick behalten, und bei Erreichen der Steigfluggeschwindigkeit in den Steigflug übergehen. Die Landeklappen müssen während dieses Vorgangs je nach erreichter Geschwindigkeit eingefahren werden, zumindest bis zur Klappenstellung für den Steigflug, sonst wirken sie als Bremse und verzögern die Beschleunigung. Dabei sollte das Einfahren stufenweise erfolgen, damit das Flugzeug nicht abrupt an Auftrieb und damit an Höhe verliert. All das muss im Geradeausflug erfolgen. Erst wenn sich das Flugzeug im ausgetrimmten, stabilisierten Steigflug und in sicherer Höhe befindet, kann eine Kurve eingeleitet werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

**Kurzlandung**

Anflug mit voll ausgefahrenen Landeklappen, Geschwindigkeit gemäß Flughandbuch bzw. 1,3 x Vso, kurz nach der Schwelle aufsetzen, danach Bugrad zügig aufsetzen, Landeklappen einfahren, Radbremsen betätigen.

Denken Sie bei einer Kurzlandung daran, dass Sie von der kurzen Piste auch wieder starten müssen.

**Landung auf weichem Untergrund**

Anflug mit voll ausgefahrenen Landeklappen, Geschwindigkeit gemäß Flughandbuch bzw. 1,3 x Vso, Bugrad lange über dem Boden halten, Radbremsen möglichst nicht bedienen.

**Landung auf geneigter Piste**

Landen in Richtung ansteigender Piste: Flugzeug über der Piste etwas früher abfangen.

Landen in Richtung abfallender Piste: Flugzeug über der Bahn etwas später abfangen.

**Landung bei Seitenwind**

*Methode „Nase in den Wind“:*
Mit Luvwinkel anfliegen, kurz vor dem Aufsetzen über der Piste Flugzeuglängsachse in Pistenrichtung ausrichten.

*Methode „Fläche hängen lassen“:*
Tragflügel in den Wind hängen, Flugzeug im Slip in Landerichtung halten (Quer- und Seitenruder gekreuzt), in dieser Konfiguration auf der Piste aufsetzen.

Beachten Sie die maximal zulässige Seitenwindkomponente für Ihr Flugzeug.

**Durchstarten**

Volle Triebwerksleistung, Vergaservorwärmung aus, Fahrwerk einfahren, Geschwindigkeit erhöhen, Landeklappen stufenweise einfahren, in den Steigflug übergehen, trimmen.

**Autor:**
Jürgen Mies

**Quellen:**

- „Der Anflug – die Ouvertüre zur Landung“, Flugsicherheitsmitteilung fsm 6/83, Luftfahrt-Bundesamt, Braunschweig, 1983
- „Übung macht den Meister“, Flugsicherheitsmitteilung fsm 2/85, Luftfahrt-Bundesamt, Braunschweig, 1985
- „Trainingsunterlagen Basic“, AOPA-Germany, Egelsbach, Juli 2009,
- „Gefahrenhandbuch für Piloten“, Jürgen Mies, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2013

**Haftungsausschluss:**
Die Informationen und Daten in diesem AOPA Safety Letter sind vom Autor und der AOPA-Germany sorgfältig erwogen und geprüft. Dennoch kann eine Garantie für Richtigkeit und Vollständigkeit nicht übernommen werden. Eine Haftung des Autors bzw. von AOPA-Germany und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

**HERAUSGEBER**
AOPA-Germany e.V.
Außerhalb 27 / Flugplatz
63329 Egelsbach

www.aopa.de