

Die Qual der Wahl

höher, weiter, schneller - Die Sollfahrt



von Patrick Jung

Bildquelle Flytec Flugelektronik/Schweiz

wer wie ich hin und wieder gerne mal auf Strecke geht, beschäftigt sich früher oder später in irgend einer Weise mit dem Thema Sollfahrt.

Ich schreibe nur über Dinge mit denen ich mich selbst intensiv beschäftige und ich versuche mir Dinge die kompliziert sind oder erscheinen, einfach zu erklären um diese in der Praxis umsetzen zu können.

Wer von Sollfahrt spricht, meint fast immer die Geschwindigkeit mit der zwischen zwei Thermiken geflogen wird. Vergessen wird dabei der für uns weit wichtigere Teil der Sollfahrttheorie, der das Steigen im Bart genauso beschreibt wie die Wahl der Bärte die wir kurbeln sollten und welche nicht!

Eines vor weg, ich habe lange gebraucht um Paul Mac Cready`s Theorie einigermaßen zu verstehen und diese auch anwenden zu können. Lasst euch also nicht entmutigen, wenn nicht alles auf Anhieb verstanden wird. Bleibt am Ball, denn es lohnt sich.

Während des Fluges kann ich nur das in die Praxis umsetzen, was ich am Boden verstanden habe.

Leider muss man fast immer vorab etwas in die theoretischen Modelle einsteigen, um diese zu verstehen und um dann zum Einfachen und in der Praxis Übertragbaren zurückzugreifen. Hier also mein Versuch, die Theorien von Paul Mac Cready, zu erklären und auf unsere Bedürfnisse des Drachenfliegens anzuwenden und das ohne Integralrechnung, Strahlensatz und sonstigem mathematischem Schnick Schnack, den eh nur die Physiker und Mathematiker unter uns verstehen und nachvollziehen können.

Der Artikel ist in vier Kapitel aufgeteilt:

1. Die einfache Sollfahrt / Seite 2
2. Die Mac Cready Sollfahrt / Seite 7
3. Zusammenfassung und Tipps / Seite 16
4. Ermittlung der Polarenwerte / Seite 17

1. Die einfache Sollfahrt

Was bedeutet nun eigentlich Sollfahrt und wie wende ich diese bei meiner eigenen Flugtaktik an. Um Sollfahrt zu fliegen, müssen wir vorher unsere Polare ermitteln, welche die Grundlage für die eigenen Berechnungen, Überlegungen und deren Umsetzung sind. Die Polare beschreibt graphisch und rechnerisch dargestellt eine Kurve innerhalb einer X/Y-Achse (siehe Bild unten) und zeigt bei ruhender Luftmasse zu jeder Fluggeschwindigkeit eine dazu ermittelte Sinkgeschwindigkeit. Die Polarenkurve zeigt uns also die kompl. Leistungskurve unseres Fluggerätes inkl. dem Pilot als Ballast und Widerstand.

Da wir alle über verschiedene Gurtzeuge verfügen und alle mehr oder weniger perfekt im Drachen oder Gleitschirm liegen ist es wichtig, diese Polare ganz individuell zu ermitteln.

Um nun diese Polare zu erfliegen, müssen wir zwei Wertepaare kennen und zwar die, des geringsten Sinkens mit der dazu gehörenden Fluggeschwindigkeit und die einer höheren Fluggeschwindigkeit mit dem dazu gehörigen Sinkwert. Aus diesen zwei Wertepaaren wird dann die kompl. Polarenkurve abgeleitet. An dieser Stelle sei angemerkt, wer hier zu optimistisch die Werte ermittelt oder Herstellerangaben verwendet betrügt sich letztlich nur selbst.

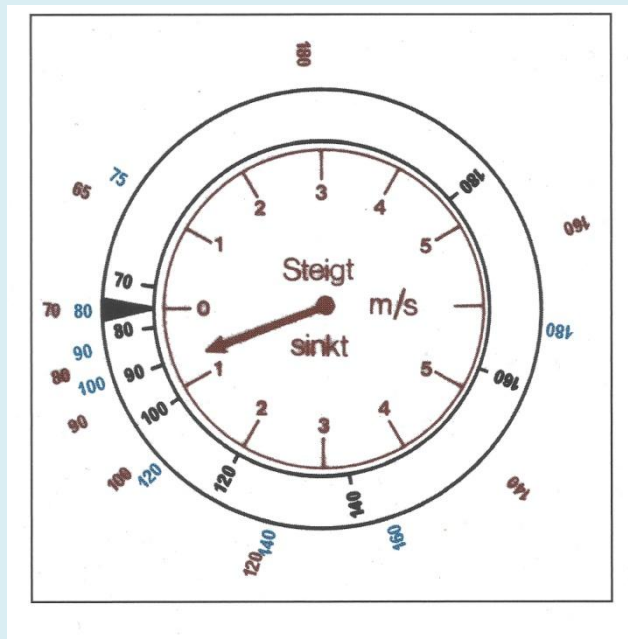
Eine Anleitung zur Polarenermittlung erfolgt zum Ende des Artikels. Die Excel-Tabelle für die Polarenwerte findet ihr in der Emailanlage.

Gut, gehen wir also davon aus, wir haben unsere Werte gefunden, wissen aber damit noch nichts anzufangen. Im Folgenden lernen wir zwischen der einfachen Sollfahrt (Gleitwinkeloptimiert) und der Sollfahrtgeschwindigkeit nach MacCready (Reiseoptimiert) zu unterscheiden und diese je nach Situation anzuwenden.

Vorab möchte ich euch noch eine Erklärung zu dem Begriff Ringeinstellung geben, da dieser im Verlauf des nachfolgenden Textes immer wieder genannt wird.

Zu Zeiten der rein analogen Varios, zu den Zeiten also als es noch keine integrierten Sollfahrtrechner gab, legte man einen Sollfahrtring um seine runde Varioanzeige. Auf diesem Sollfahrtring waren alle relevanten Steig- und Geschwindigkeitswerte nach Mac Cready (siehe Polarendiagramm) berechnet. Der Sollfahrtring hatte eine Markierung für die Geschwindigkeit des besten Gleitens die auf der Null-Linie des Varios stand. Zu diesem Null-Wert zeigte der Variopfeil nun auf die entsprechende Vorfluggeschwindigkeit des besten Gleitens. Dreht man nun die Markierung auf z.B. 2 m/s Steigen resultiert daraus entsprechend eine höhere Vorfluggeschwindigkeit als bei der Nullstellung. Die blauen und roten Werte gelten in dem unten gezeigten Beispiel für andere Flächenbelastungen.

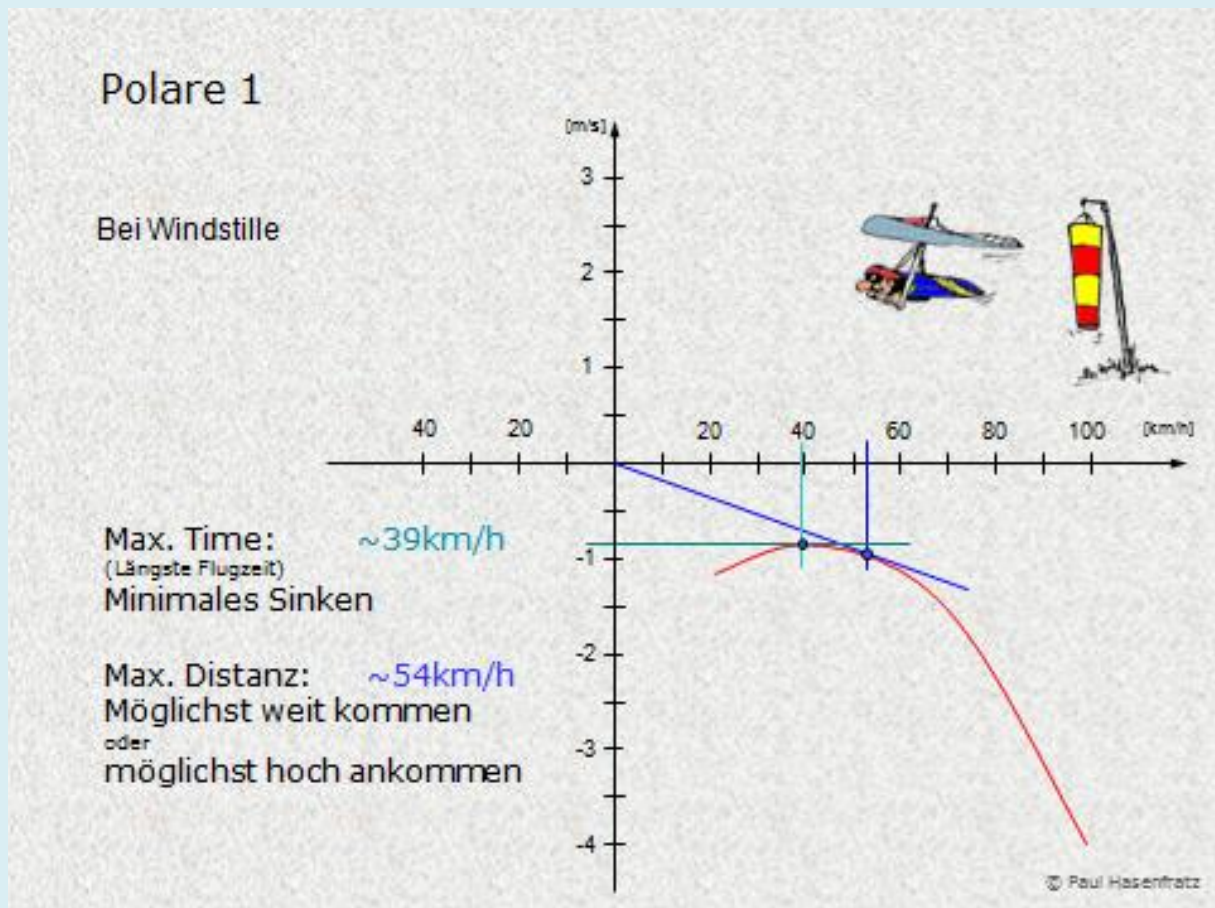
Mac Cready Sollfahrtring für eine ASW 19 (Segelflugzeug)



Ringeinstellung Null!

Die einfache Sollfahrt zeigt uns die Vorfluggeschwindigkeit des besten Gleitens, die Geschwindigkeit also mit der wir aus einer gegebenen Höhe am weitesten Gleiten können (max. Reichweite) oder an einem definierten Punkt am Höchsten ankommen werden. Dies gilt für Windstille genauso, wie für Bedingungen bei Gegenwind, Rückenwind, sinkender- oder steigender Luftmasse. Die Polarenkurve verschiebt sich dann je nach den Bedingungen der uns umgebenden Luftmasse innerhalb der XY-Achse. Bei Gegenwind nach links, und bei Rückenwind nach rechts und zwar jeweils genau um den Betrag, den wir in der Luft vorfinden. Bei einem zwanziger Gegenwind also um 20 km/h nach links etc. etc.

Bei sinkender oder steigender Luftmasse verschiebt sich die Polarenkurve um den Sink- oder Steigwert der Luftmasse nach oben oder nach unten. Hilfsweise verändern wir aber nicht die Polarenposition innerhalb der Achsen, sondern wir verschieben die jeweils betroffene Achse um den entsprechenden Wert und tangieren die Polare vom Steig- oder Sinkwertwert, vom Gegen- oder Rückenwindanteil. Hierzu später mehr!

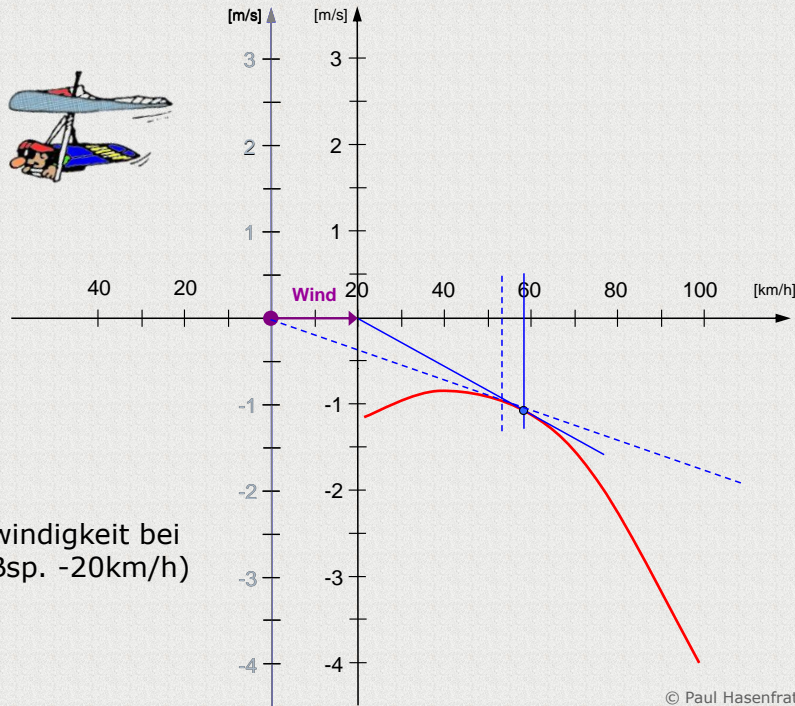
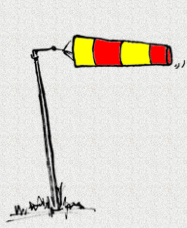


Einfache Sollfahrt in ruhender Luft (Ringeinstellung Null ermittelt bestes Gleiten).

Unsere optimale Vorfluggeschwindigkeit beträgt nach der oben genannten Beispielpolare (Starrflügel älterer Generation) genau 54 km/h. Mit dieser Geschwindigkeit wird unser Pilot also am weitesten gleiten oder am höchsten an einem bestimmten Punkt (z.B. Wendepunkt) ankommen. Korrekterweise muss ich natürlich noch erwähnen, dass verschiedene Flächenbelastungen und Flächenverwindung im Schnellflug die Polare ebenfalls verschiebt, was wir bei unserer theoretischen Betrachtung jedoch außer Acht lassen. Wie gesagt, sollte jeder seine eigenen Polare ermitteln.

Im Bild unten sehen wir nun die korrekte Vorfluggeschwindigkeit bei null Wind (gestrichelte Linie) und die korrekte Vorfluggeschwindigkeit für die gleitwinkeloptimierte Sollfahrt bei einem zwanziger Gegenwind (blaue Linie). Die Vorfluggeschwindigkeit erhöht sich in dem unten genannten Beispiel somit von 54 km/h bei ruhender Luft auf 59 km/h bei einem zwanziger Gegenwind.

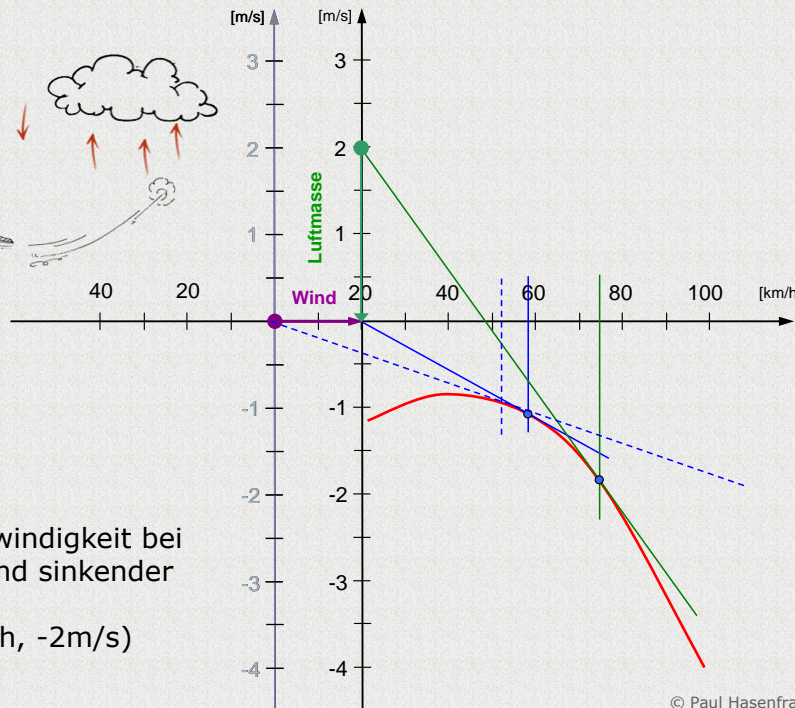
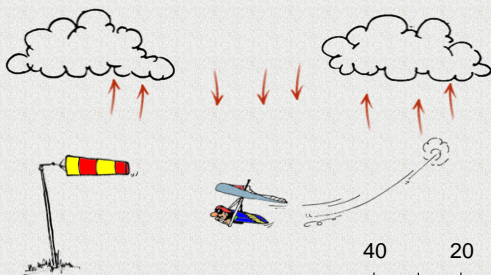
Polare 3



Optimale Vorfluggeschwindigkeit bei Gegenwind (Bsp. -20km/h)

© Paul Hasenfratz

Polare 5



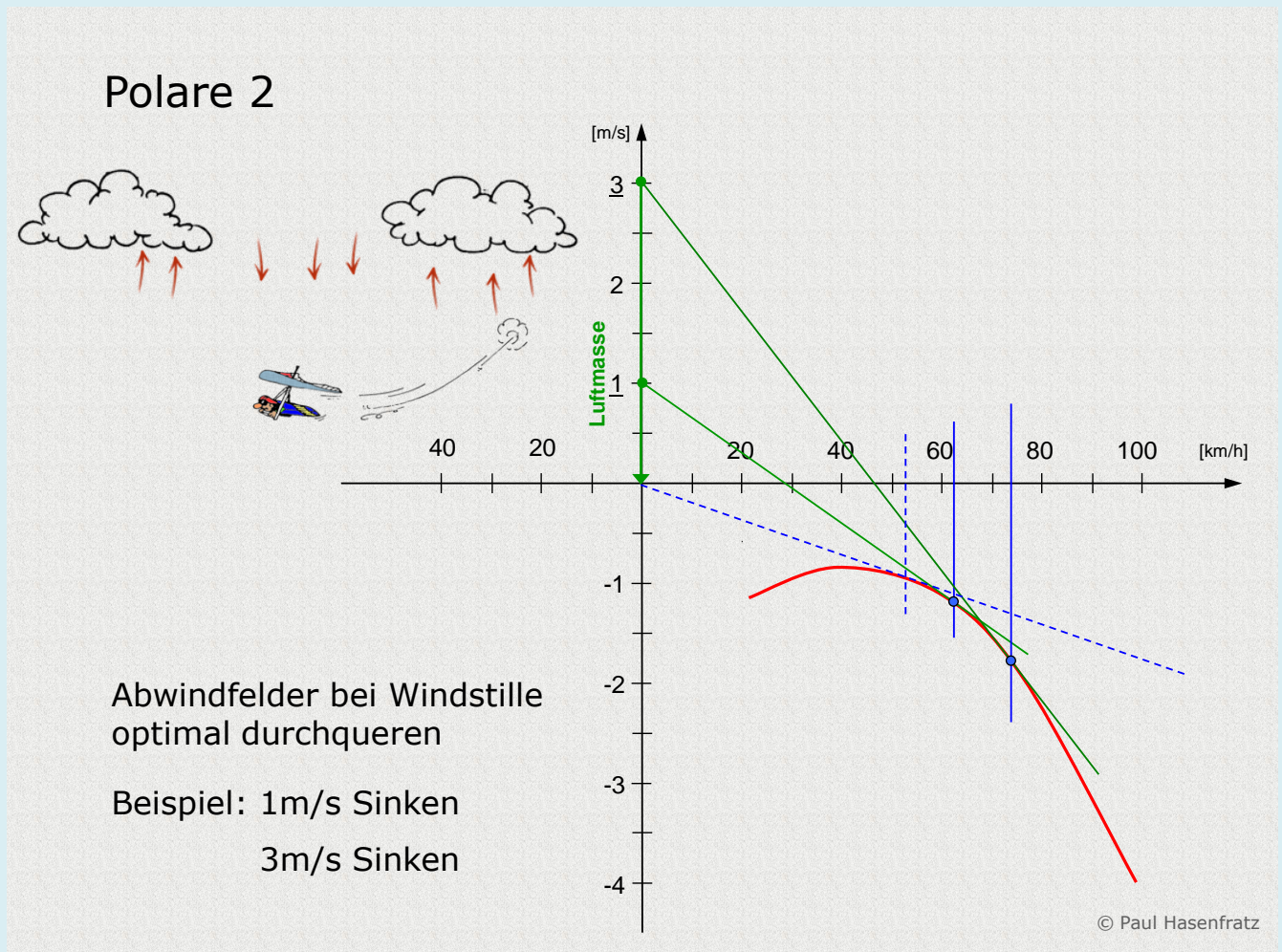
Optimale Vorfluggeschwindigkeit bei Gegenwind und sinkender Luftmasse (Bsp. -20km/h, -2m/s)

© Paul Hasenfratz

Bei sinkender Luftmasse und Gegenwind verschiebt sich die Polare nach links für den Gegenwind und die Tangente liegt nun von 2 m/s Luftmassensinken ausgehend (grüne Linie) auf dem Schnittpunkt zur Polare weiter rechts also bei einer höheren Vorfluggeschwindigkeit. Hierbei ist es

Gleichgültig ob wir die Polarenkurve oder die X-Achse nach rechts um den Betrag des Gegenwindes verschieben. Im Vergleich zeigt die Graphik die gestrichelte Linie für bestes Gleiten bei ruhender Luftmasse, die blaue für einen zwanziger Gegenwind und die grüne Linie für einen zwanziger Gegenwind und 2 m/s Luftmassensinken.

Im Bild unten sehen wir noch mal die Vorfluggeschwindigkeiten im Vergleich bei ruhender Luftmasse, bei 1 m/s und bei 3 m/s sinkender Luftmasse ohne Windeinfluss.



Ringeinstellung bei 1m/s und 3 m/s Luftmassensinken

Die Einfache Sollfahrt ist immer Gleitwinkeloptimiert und erlaubt uns somit, richtig angewendet, unabhängig von der Umgebungsluftmasse jeweils mit der best möglichen Gleitleistung unterwegs zu sein.

Wer also gerade beim Streckenfliegen noch unsicher ist und sein Absaufrisiko minimieren möchte, sollte ca. mit dieser Geschwindigkeitsvorgabe fliegen. Etwas schneller zu fliegen ist allerdings der kleinere Fehler als zu langsam zu fliegen!

Die einfache Sollfahrtregel versucht immer das best mögliche Gleiten aus dem Fluggerät und der Flugsituation herauszuholen. Wir setzten entgegen der Reiseoptimierten Sollfahrt also nicht zusätzlich die Zeit sondern ausschließlich Höhe ins Verhältnis zur Strecke.

Die Chancen einen Anschlußbart zu finden, sind bei einer Flugtaktik nach der einfachen Sollfahrt am größten. So lassen sich zwar keine Wettbewerbe gewinnen aber das Risiko abzusaufen und eventuell Außen zu landen wird auf ein Minimum reduziert.

2. Reiseoptimierte Sollfahrt nach Mac Cready

Während die einfache Sollfahrt von der Theorie direkt in die Praxis umgesetzt werden kann und sie immer und unabhängig vom Gelände oder von Flughöhen funktioniert, verhält es sich mit der Reiseoptimierten Sollfahrt nach Mac Cready etwas komplizierter

2. McCready

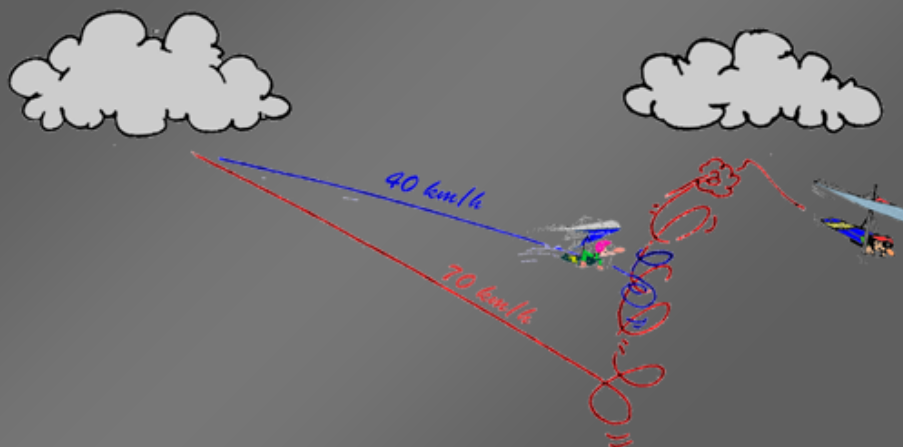


Paul McCready

*25. September 1925 in New Haven (Connecticut)

† 28. August 2007 in Pasadena (Kalifornien)

Im Gegensatz zur einfachen Sollfahrt, die es uns erlaubt ein Ziel mit möglichst geringem Höhenverlust zu erreichen, kann man mit Hilfe der McCready-Theorie ein Ziel in möglichst kurzer Zeit erreichen.



© Paul Hasenfratz

Nachdem wir verstanden haben, wie wir Gleitwinkeloptimiert fliegen, um möglichst hoch anzukommen oder aus der zur Verfügung stehenden Höhe am weitesten gleiten, beschreibt die MacCready Theorie wie wir dabei Zeit sparen. Mit der Flugtaktik nach Mac Cready lässt sich eine Wettbewerbsaufgabe in möglichst kurzer Zeit umrunden oder unter Ausnutzung des gesamten Thermiktages die größte mögliche Flugstrecke erreichen.

Die Frage, die sich mir und jedem Streckenflieger stellt ist, durch welche Taktik spare bzw. durch welche Fehler verbrauche ich am meisten Zeit, beim Kurbeln oder beim Gleiten?

Eine für mich wichtige, wenn auch vielleicht profane Erkenntnis ist der Energiehaushalt bei unseren Thermik- und Streckenflügen. Thermik ist unsere Energiegewinn während wir diese beim Gleiten wieder verbrauchen. Je stärker die Thermik ist, umso mehr Energie nehmen wir innerhalb einer gleichen Zeiteinheit auf und umso mehr dürfen wir in der gleichen Zeiteinheit durch schnelleren Gleitflug verbrauchen!

Während die einfache Sollfahrt die Thermikstärke außer Acht lässt, wird bei der Reisoptimierten Sollfahrt die Theorie um die Steigwerte zwischen den Gleitstrecken erweitert und die Vorfluggeschwindigkeit den zu erwartenden Steigwerten angepasst. Da Paul Mac Cready jedoch ein Segelflieger war der sich nicht mit Gleitzahlen zwischen 8 und 18 herum schlagen musste, habe ich versucht die Modelle auf unsere Leistungspolare zu übertragen und festgestellt, das es recht gut passt, wenn wir die Ringeinstellungen (Geräteabhängig) etwas zur einfachen Sollfahrt hin korrigieren! Wer ein Vario mit einer Mittelwert-Steigrate besitzt, (z.B Compeo+) kann diesen Wert für die Ermittlung der Vorfluggeschwindigkeit heranziehen.

Jetzt werden einige Wettkampfpiloten sagen - Blödsinn - wer gewinnen will, muss schnell fliegen! Stimmt, nur wie werde ich schnell. Jedenfalls nicht durch hirnloses Bolzen. Die Physik lässt sich einfach nicht betrügen. Es gilt also zu ergründen wo man Zeit einspart und wo bzw. mit welcher Taktik man Zeit verliert! Im Wettbewerb gelten jedoch oft etwas andere Regeln wie beim freien Streckenfliegen. Im Pulk zu fliegen vergrößert den Aktionsradius erheblich. Die Chance die tagestypisch stärksten Bärte zu finden wird im Pulk immer größer sein, wie als lonesome rider, der alleine unterwegs ist. Dennoch auch hier gilt, schneller zu fliegen als die Mac Cready Vorgabe ist physikalisch betrachtet Blödsinn. Die schnellsten im Pulk geben aber die Geschwindigkeit vor und das Verfolgerfeld passt sich dieser Geschwindigkeit an. Der Pulk könnte demnach schneller im Ziel sein, wenn er gemeinsam konsequent die reiseoptimierte Sollfahrt anwenden würde.

Das mittlere Steigen im Bart errechnet sich aus der Gesamtsteigzeit die du benötigst hast, um in einer bestimmten Höhe anzukommen. Daraus resultiert ein mittleres Steigen von z.B. 1,3 m/s während Du angenommen hast einen 4 m/s Bart zu kurbeln. Je großflächiger das Steigen und je weniger Turbulenz, umso besser wird dein mittleres Steigen sein. Da nicht alle über

die entsprechende Instrumentierung verfügen folgender Tipp zur Ermittlung des mittleren Steigens. Nimm die beobachteten starken Steigwerte im Bart und teile diese durch zwei, wenn der Bart großflächig und rund ist. Teile die Werte durch drei, wenn das Steigen uneinheitlich und ruppig ist. Dies entspricht meiner Erfahrung nach ca. dem mittleren Steigwert.

Die MacCready Sollfahrt setzt also wie gesagt Steigzeit ins Verhältnis zur Gleitzeit. Nehmen wir also unser Beispielfeld von oben. Beide Piloten haben zur Wolke aufgedreht und fliegen los zur nächsten Wolke. Pilot A fliegt mit 40 km/h und Pilot B mit 70 km/h Vorfluggeschwindigkeit zur nächsten Wolke. Der letzte Bart hatte ein Endsteigen von 2 m/s. Während Pilot A nicht so richtig weiß was er jetzt machen soll und sehr langsam fliegt, ist Pilot B ein selbstbewusster Streckenflieger, der sich in der Region auskennt und die thermischen Bedingungen einschätzen kann. Er stellt also seinen MacCready Wert auf 2 m/s (Ringeinstellung 2) und braust mit der sich daraus ergebenden Vorfluggeschwindigkeit los. Pilot B verbraucht zwar durch seinen schnellen Vorflug deutlich mehr Höhe als Pilot A der Verhalten fliegt, trifft jedoch den nächsten 2 m/s Bart deutlich früher als Pilot A. Während Pilot A höher am Bart ankommt, ist Pilot B bereits an ihm vorbei gestiegen. Er hat also einen Zeitvorteil heraus geflogen, weil er mit der korrekten MacCready Vorfluggeschwindigkeit vorgeprescht ist und tatsächlich einen 2 m/s Bart gefunden hat. Hätte nun unser Pilot B anstatt einem 2 m/s Bart nur einen 1 m/s Bart gefunden, wäre er im Nachteil gewesen. Er hätte den Zeitvorteil, den er durch schnellen Vorflug gewonnen hat, in dem schwachen Steigen nicht halten können. Pilot A wäre also über ihm in die Thermik eingestiegen und hätte somit den Vorteil auf seiner Seite gehabt!

Die MacCready Theorie besagt nämlich folgendes:

Endsteigen = Ringeinstellung = Anfangssteigen im nächsten Bart.

Hört sich ziemlich verwirrend an oder!? Wer weiß schon wie stark der nächste Bart ist.

Mac Cready schlägt mit diesem Lehrsatz zwei Fliegen mit einer Klappe!

Zum einen beschreibt er damit in welchen Bärten wir kurbeln sollten und welche wir auslassen und gleichzeitig, bis zu welcher Höhe wir kurbeln dürfen um keine Zeit zu verlieren.

Ein Beispiel:

Nehmen wir einmal an, wir finden einen Bart, zentrieren diesen, wofür wir einige Kreise benötigen. Endlich haben wir den Bart richtig gepackt und mit zunehmender Höhe nehmen auch die Steigwerte zu. Häufig nehmen die Steigwerte jedoch auch wieder ab, sobald wir uns der Basis nähern. Nun kommt Mac Cready ins Spiel. Nach der Sollfahrttheorie verlassen wir den

Bart nämlich nicht zwingend an der Basis sondern dann, wenn die Steigwerte schwächer werden als das mittlere Steigen, welches gleichzusetzen ist, wie das vermutete Anfangssteigen im nächsten Bart nach der Zentrierarbeit. Anders ausgedrückt bedeutet das, wir kurbeln nicht zwangsläufig die letzten Meter bis zur Basis in schlechtem Steigen, wenn wir weiter vorne stärkeres Steigen vermuten. Dies würde unsere Reisefluggeschwindigkeit sonst entsprechend reduzieren. Nun fliegen wir los in die Richtung des nächsten vermuteten Aufwindes. Wenn wir sehr viel Höhe über Grund haben fliegen wir mit der Ringeinstellung des letzten Steigen also mit Beispielsweise 2 und unterbrechen den Vorflug ausschließlich für einen Bart mit 2 m/s Steigen. Je näher wir dem Relief kommen umso mehr sind wir bereit auch einen schwächeren Bart anzunehmen um einfach wieder hoch zu kommen. Wir überlegen uns also Situationsbedingt, für welchen Steigwert wir den Vorflug unterbrechen würden und reduzieren unsere Fluggeschwindigkeit auf z.B. Ringeinstellung 1. Dadurch erhöhen wir, durch bessere Gleitleistung wieder unseren Aktionsradius und somit erhöhen wir unsere Chance ein entsprechenden Bart zu finden. Schon Reichman hat festgestellt; Flieg langsamer wenn du tief kommst und nimm alles mit, um wieder hoch zu kommen. Wenn es also einen hohen Bereich gibt wo ich schnell fliegen und einen tiefen Bereich gibt wo ich langsam fliegen soll, muss es auch einen mittleren Bereich geben! Der Gleitpfad und damit auch die Ringeinstellung verlaufen somit dynamisch!

Wichtiger jedoch wie die absolut korrekte Wahl der Vorfluggeschwindigkeit ist die Wahl der Bärte die wir kurbeln. Der noch unsichere Pilot wird jeden Bart, egal wie schwach oder stark dieser ist mitnehmen, um ein Absaufen zu vermeiden. Der versierte Streckenjäger versucht möglichst die tagestypisch stärksten Bärte auszukurbeln und nur bei Absaufgefahr für ein schlechteres Steigen seinen Vorflug unterbrechen.

Stehen die Bärte tagestypisch eng zusammen, wird man eher dazu neigen schnell zu fliegen. Stehen die guten Bärte weit auseinander, wird man eher dazu neigen mit einfach Sollfahrt also Ringeinstellung Null oder knapp darüber unterwegs sein und so seinen Aktionsradius und damit die Eintreffwahrscheinlichkeit (*Relative Chance einen guten Bart im Gleitwinkelbereich zu finden*) erhöhen.

Wer es schafft nur die besten Bärte zu fliegen, spart deutlich mehr Zeit wie durch schnelleren, reiseoptimierten Vorflug.

Wir wägen also beim Flug immer zwischen Wahrscheinlichkeiten (*Eintreffwahrscheinlichkeit*) und Risiken (*Verpasswahrscheinlichkeit*) ab und weil wir selten die Bedingungen so vorfinden wie wir es erwarten, werden wir niemals Optimal unterwegs sein! Dennoch, wer das Prinzip verstanden hat, wird

unterm Strich die besseren Entscheidungen treffen und somit auch schneller werden oder optimaler gleiten.

Unsere segelfliegenden Freunde haben einen riesigen Vorteil, nämlich die immense Gleitleistung ihrer Flugzeuge und dem damit verbundenen deutlich größeren Aktionsradius. Dieser riesige Aktionsradius erhöht markant die Chance wirklich wieder einen starken Bart zu finden (*Eintreffwahrscheinlichkeit*). Je geringer also die Gleitleistung, je geringer die Chance einen solchen, guten Bart zu finden. Die Eintreffwahrscheinlichkeit gibt also unsere prozentuale Chance an, in unserem Aktionsradius einen guten Bart zu finden! Während der Aktionsradius, nehmen wir 1000 Höhenmeter in ruhiger Luft, beim Gleitschirm bei ca. 8 km liegt, erhöht sich dieser beim Starrflügel bereits auf ca. 16 km und beim Segelflugzeug auf >40 km Reichweite. Die Chance also den Bart mit der gewünschten Stärke wirklich zu finden ist also logischerweise beim Segelflieger am größten.

Bei der nachfolgend aufgeführten Eintreffwahrscheinlichkeit sehen wir, das selbst bei hohen Mac Cready Geschwindigkeiten das Segelflugzeug immer noch in seinem Aktionsradius unterwegs ist, während wir mit Drachen- oder Gleitschirm selbst mit Ringeinstellung Null Probleme haben die tagestypisch besten Bärte zu erreichen.

Thermik	2 km	2 km	10 km	20 km
Stärke m/s	Point	Kumulierte Eintreffwahrscheinlichkeit in %		
0.5	20	37	90	99
1	10	17	61	84
2	5	7	30	52
3	2	2	10	18

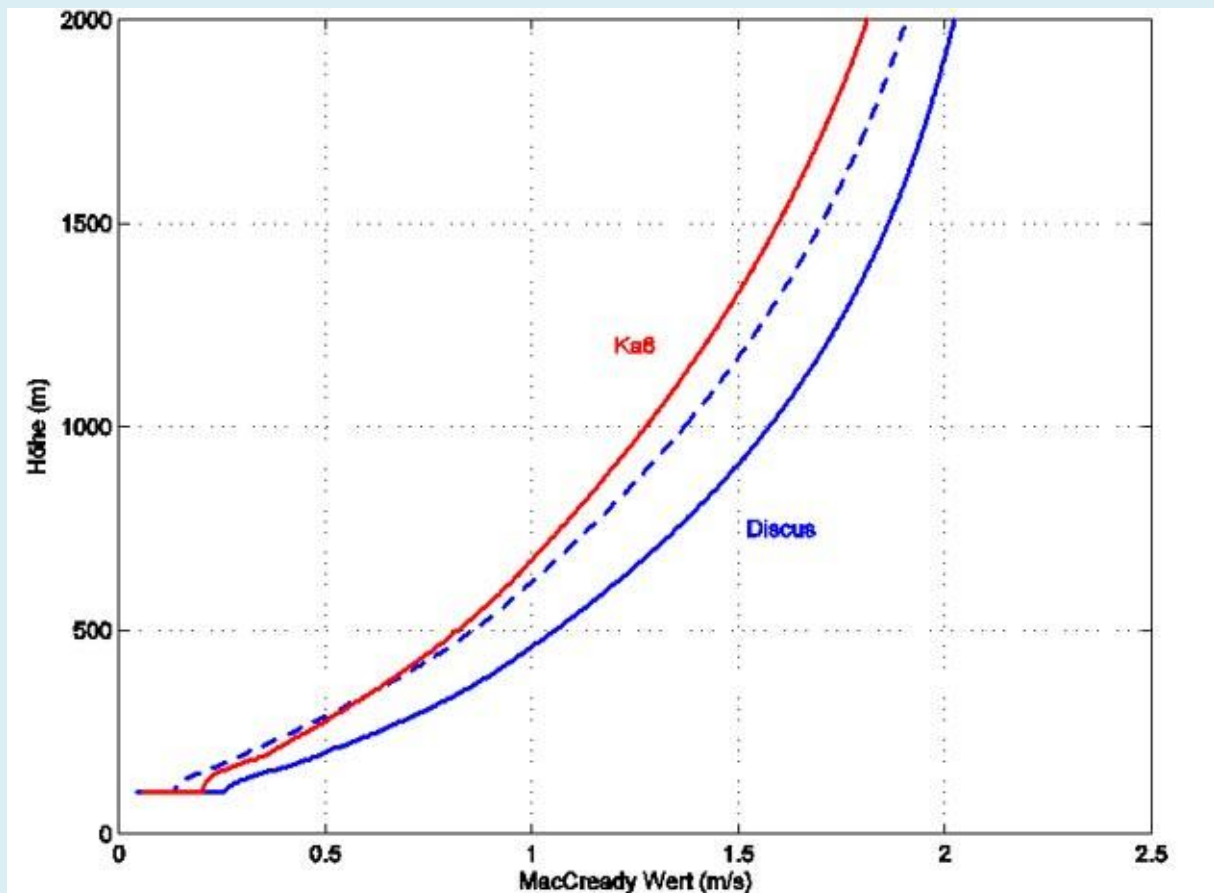
Der Point gibt die prozentuale Chance an, genau den Bart mit der gewünschten Stärke zu treffen, während alle anderen Chancen kumuliert sind. Das heißt, wir finden mit einer 20% Chance nach 2 km einen Bart mit 0,5 m/s und mit 37% Chance einen 0,5 m/s Bart oder besser.

Die Berechnung zeigt die Thermikverteilung an einem guten Tag in Mitteleuropa oder in den östlichen USA mit einem Discus. Ich gebe vor, dass die Thermik bis 2000 Meter geht und die Wahrscheinlichkeit, einen Aufwind zu finden, den Werten in **Tabelle 1** entspricht. Als Beispiel nehmen wir an, dass nach einer Flugstrecke von 2 km mit 20% Wahrscheinlichkeit ein Aufwind von 0.5 m/s gefunden wird oder mit 10% Wahrscheinlichkeit ein Aufwind von 1 m/s. Nach 10 km Flugstrecke wird mit 90% Wahrscheinlichkeit ein Aufwind von 0.5 m/s oder besser gefunden und mit 61% Wahrscheinlichkeit ein Aufwind vom 1 m/s oder besser. Es gibt genügend schwache Aufwinde, dass du fast sicher sein kannst, oben zu bleiben. Es gibt einige wirklich gute Aufwinde, aber du solltest dich nicht auf sie verlassen. Trotzdem möchtest du deine Strategie so einrichten, dass für den Fall, dass du einen Aufwind findest, du ihn auch ausnutzen kannst. Ich habe das Problem für die Maximierung der Reisegeschwindigkeit gelöst und dabei Außenlandungen so wie in einem Wettbewerb bewertet.

Quelle: Flugtaktik von John Cochrane

Was passiert nun beim Beschleunigen gemäß der reiseoptimierten Sollfahrt?
Wir tauschen Höhe gegen Geschwindigkeit (*Zeitgewinn = Reichweitenverlust*)
während wir bei der einfachen Sollfahrt Höhe gegen Reichweite tauschen!

Im Umkehrschluss bedeutet dies nun, dass wir unsere Gleitleistung umso mehr verschlechtern je schneller wir fliegen, damit unseren Aktionsradius verkleinern und somit die Eintreffwahrscheinlichkeit sinkt! Wir müssen also unabhängig von der Modellrechnung schauen, in welcher Flugsituation wir uns befinden und wie viel Risiko wir bereit sind einzugehen. Anders ausgedrückt, wie viel Höhe und damit Reichweite bin ich bereit für den schnellen Mac Cready Vorflug zu opfern.



Quelle: Flugtaktik von John Cochrane

Die Grafik oben zeigt die veränderte Ringeinstellung mit abnehmender Höhe über Grund. Im Klartext bedeutet dies, nimm deine Ringeinstellung und damit deine Fluggeschwindigkeit zurück um deine Reichweite zu erhöhen je tiefer du kommst und nimm schwächere Bärte gemäß deiner gewählten Ringeinstellung mit. Das Beispiel zeigt aber auch, dass klar zwischen den Leistungsklassen unterschieden wird. Eine K6 wird mit geringeren Ringeinstellungen unterwegs sein wie das Hochleistungssegelflugzeug Discus. Übertragen auf unsere Geräte, wird also der Starrflügel pilot mit höheren Ringeinstellungen fliegen können als Bspw. ein Gleitschirm.

Mac Cready macht es sich mit seiner Modellrechnung scheinbar recht einfach, er sagt das Endsteigen im letzten Bart entspricht dem Anfangssteigen im nächsten Bart. Paul Mac Cready war natürlich kein Dummkopf und ihm war bewusst, dass man mit der genauen Umsetzung seines Lehrsatzes keine weiten Strecken fliegt oder Wettbewerbe gewinnt.

Was uns dieser Lehrsatz sagt ist folgendes: Wähle deine Ring-Einstellung für den Steigwert, für den Du bereit bist deinen Vorflug zu unterbrechen. Siehe Bild oben!

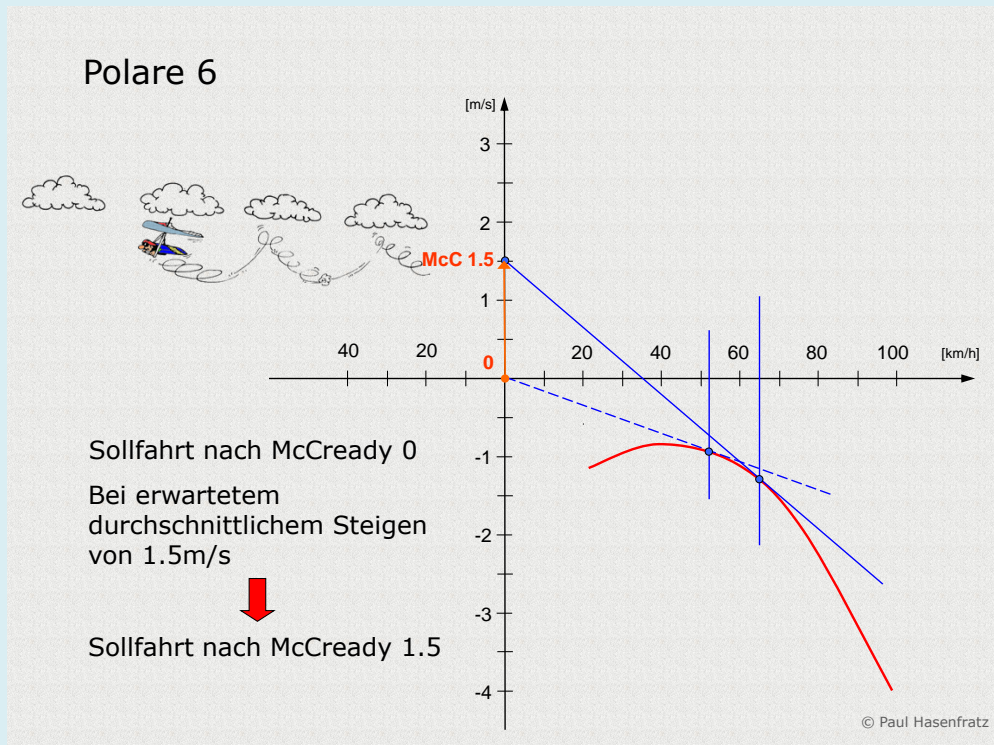
Nur, für welchen Wert sind wir denn bereit den Vorflug zu unterbrechen?

Nehmen wir einmal an, wir fliegen an einem Frühlingstag in den Bergen. Bereits der erste Bart in den ich nach dem Start einsteige bringt mir Steigspitzen von 8 m/s und im Mittel zeigt mir mein Vario einen 3,5 m/s Bart. Die Basis liegt bei 3500 Meter NN und damit 1000 Meter über den umliegenden Gipfeln. Der geplante Flugweg verläuft entlang einer geschlossenen Kante wie z.B. im Pinzgau, Pustertal etc. Wie verläuft nun mein Entscheidungsprozess für die Ringeinstellung und damit für die Wahl der Vorfluggeschwindigkeit.

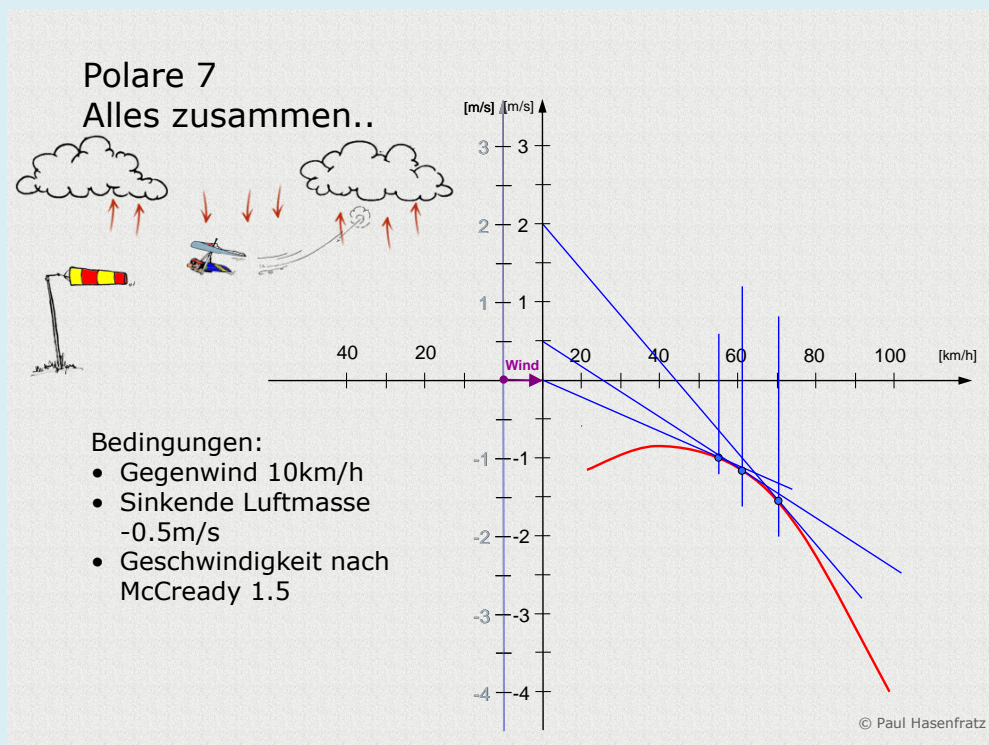
Wir überlegen, für welches Steigen würde ich nun meinen Vorflug unterbrechen, z.B. weil ich mich dem Gratniveau nähere. Während ich an der Basis mit Ringeinstellung 3,5 fliege, würde ich knapp über Grat nun für einen 1 m/s Steigen den Vorflug abbrechen. Wir passen unsere Ringeinstellung der Situation an und zwar genau auf den Wert des erwarteten Steigens, hier also Ringeinstellung 1.

In einer anderen Situation befinde ich mich wieder auf 3500 Meter NN und der Bart brachte mir ebenfalls 3,5 mittleres Steigen. Vor mir liegt jedoch eine große Talquerung und ich muss mir nun überlegen, wie hoch ich auf der anderen Seite ankommen muss, um Anschluss zu finden. Die erwarteten Steigwerte sind also in diesem Flugabschnitt egal. Wir nehmen auf der anderen Seite erst mal mit was wir bekommen können. Kenne ich weder die Distanz der Querung noch weiß ich die Höhe des anzufliegenden Grates oder Gipfels, fliege ich mit Ringeinstellung 0,25. Dies deshalb, weil über großen Talsohlen oft leichtes Fallen, also ein allgemeines Luftmassensinken vorzufinden ist.

Wir sehen also, es gibt sehr unterschiedliche Situationen in denen ich meine Vorfluggeschwindigkeit der jeweiligen Flugphase anpassen muss.



Beispiel für Ringeinstellung 1,5



Beispiel für Ringeinstellung 1,5 mit Gegenwind und Luftmassensinken

untere Linie: 10 km/h Gegenwind = 55 km/h Fluggeschwindigkeit (einfache Sollfahrt) entspricht Ringeinstellung 0

mittlere Linie: 10 km/h Gegenwind und -0,5 m Sinken = 62 km/h
Fluggeschwindigkeit mit Ringeinstellung 0

obere Linie: wie zuvor jedoch mit zusätzlich Ringeinstellung 1,5 (entspricht 1,5 m/s erwartetes Steigen) = 71 km/h entspricht der Reiseoptimierten Sollfahrt nach Mac Cready.

Mac Cready geht bei seiner rechnerischen Betrachtung davon aus, dass sich beim Gleitflug die Steig- und Sinkzonen gegenseitig aufheben. Bei der reiseoptimierten Sollfahrt ergibt sich ein positiver Nebeneffekt wenn wir durch bewegte Luftmassen fliegen.

Nehmen wir also einmal an, wir haben im letzten Bart ein mittleres Steigen von 2 m/s und erwarten im nächsten Bart ein Anfangssteigen von ebenfalls 2 m/s. Daraus ergibt sich die Ringeinstellung 2. Nun fliegen wir aber entgegen der Modellbetrachtung die das Steigen und Sinken zwischen den Bärten nicht berücksichtigt, durch eine langgezogene Konvergenz mit 0,5 m/s Luftmassensteigen. Bedingt durch dieses Phänomen, kommen wir also bei gleicher Ringeinstellung 2 höher im nächsten Bart an und wir werden dadurch schneller.

Fliegen wir entlang einer Linie mit Luftmassensinken von 0,5 m/s entsteht bei der Beibehaltung der Ringeinstellung von 2 ebenfalls ein positiver Nebeneffekt. Gemäß der Mac Cready Theorie müssten wir nun das Luftmassensinken zur Ringeinstellung hinzu addieren um Reiseoptimiert zu gleiten. Wir wären demnach mit der Ringeinstellung 2,5 unterwegs. Folgen wir der rechnerischen Empfehlung nicht und fliegen weiter mit Ringeinstellung 2, entspricht dies nun einer Ringeinstellung von 1,5 bei ruhender Luft. Wir verändern also passiv unsere Ringeinstellung hin zur einfachen, gleitwinkeloptimierten Sollfahrt. Die Ringeinstellung 2 für die Reiseoptimierte Sollfahrt entspricht nämlich genau der gleichen Geschwindigkeit wie Ringeinstellung 2, für 2 m/s sinkende Luftmasse also für die gleitwinkeloptimierte Sollfahrt. Wenn wir also reiseoptimiert fliegen und die Ringeinstellung 2 gewählt haben und treffen nun auf ein Luftmassensinken von 2 m/s fliegen wir automatisch mit der einfachen Sollfahrt und damit wieder Gleitwinkeloptimiert.

Die gleitwinkeloptimierte Sollfahrt verlangt also vom Pilot, dass er in bewegter Luftmasse ständig seine Geschwindigkeit den Bedingungen anpasst. Der Pilot, der Mac Cready fliegt wird automatisch besser unterwegs sein. Entweder absolut bei Luftmassensteigen oder relativ bei Luftmassensinken.

3. Zusammenfassung und Tipps

Gut zu steigen und möglichst nur die tagestypisch stärksten Bärte mitzunehmen bringt mehr, als perfekt auf die korrekte Gleitfluggeschwindigkeit zu achten. Es ist besser, die Ringeinstellung für das erwartete Anfangssteigen etwas zurückzunehmen, dafür aber weiter gleiten zu können, wodurch sich die Chance, einen tagestypisch starken Bart zu finden deutlich erhöht.

Meine Empfehlung lautet also:

Wenn Du hoch bist flieg schnell, auch wenn der Aktionsradius sich verschlechtert. Triffst Du nicht den erwarteten Bart in der vorgesehenen Höhe, nimm die Geschwindigkeit raus. Nimm nur dann schwache Bärte mit, wenn du sie unbedingt brauchst. Ansonsten fliege weiter (gemäß deiner gewählten Ringeinstellung) und warte auf stärkere Thermik. Mit dieser Technik lässt sich auch optimierter mit dem Gleitschirm unterwegs sein.

Der schlechteste Ort wo du dich aufhalten kannst ist die Basis! Triffst du dort den Hammerbart kannst du ihn nicht nutzen. Höher wie Hoch geht halt nicht. Deshalb, fliege schnell wenn du oben bist und fliege langsamer wenn du tief kommst.

Denke laut über deine Flugsituation nach und triff laut die dazu passende Entscheidung.

Denke daran; Zeit die du durch schlechtes Kurbeln oder die Wahl der falschen, schwachen Bärte verlierst, wirst du durch schnellen Vorflug nicht kompensieren. Gut zu steigen bedeutet mehr Zeitgewinn wie schnelles Gleiten. Wenn Du gelernt hast gut zu steigen, wirst du lernen schneller zwischen den Bärten zu gleiten.

Der optimierte Pilot hat alles gleichzeitig im Auge. Er wird in seinen Entscheidungsprozess das Gelände, das Wetter, die Basishöhe, die Thermikgüte und die Situation in der er sich befindet gleichzeitig abwägen und dann die best mögliche Entscheidung treffen.

Unsere Aufgabe ist es, genau das zu lernen!

Und jetzt am Ende hat sich für den ein oder anderen die Frage also die Qual nach der Wahl, nämlich nach der korrekten Fluggeschwindigkeit und dem optimalen Steigen etwas gelüftet.

4. Ermittlung der Polarenwerte

Zum Schluß noch mal wie versprochen die Ermittlung der Polarenwerte.

um die Werte zu erfliegen benötigt ihr einen ruhigen Tag ohne Wind und ohne steigende- oder sinkende Luftmassen. Am besten also ganz früh am Morgen in einer Bodeninversion vor dem Einsetzen der Thermik.

Nach dem Start fliegt ihr mit Blick auf das Vario geradeaus und schaut, bei welcher Geschwindigkeit anhand des GPS ihr das geringste Eigensinken halten könnt. Diese zwei Wertepaare müsst ihr euch unbedingt merken und am besten notieren. Im zweiten Schritt, fliegt ihr eine deutlich höhere Geschwindigkeit (2/3 der maximalen Geschwindigkeit) und merkt euch den dazu passenden Sinkwert. Fliegt unbedingt so, wie ihr später in bewegter Luft fliegen würdet. Es nutzt also nichts die VG voll zu ziehen wenn dies bei thermischen Bedingungen nicht mehr Ratsam ist.

Diese zwei Wertepaare sind der Schlüssel für die Berechnung der Polarenkurve und damit auch für die Wahl der korrekten Fluggeschwindigkeit, egal ob einfache Sollfahrt oder Mac Cready Sollfahrt.

Wer in der glücklichen Lage ist ein Compeo+ zu besitzen, kann diese Polarenwerte direkt in den Benutzereinstellungen hinterlegen. Nun stellt man zur Überprüfung der Werte sein Vario um auf Nettovario bzw. auf die Kombination Int./Netto.

Wenn die erfliegenen Polarenwerte korrekt sind, steht eurer Vario beim Gleiten in ruhender Luft immer auf "Null" und das unabhängig von der Geschwindigkeit die ihr fliegt. Gemäß der Polarenkurve wird nun zu jeder Geschwindigkeit der Geräte-Sinkwert ermittelt und weg kompensiert. Sollte sich aber eine Diskrepanz ergeben und euer Vario zeigt ständig -0,1 m/s Sinken an, habt ihr eure Polare zu positiv ermittelt und ihr müsst den Wert nachkorrigieren. Das Gleiche natürlich bei +0,1 m/s womit ihr euch zu negativ berechnet habt.

Viel Spaß beim Ausprobieren und....

See you in the Sky

Paddy

Verteilung, Änderungen, Streichungen- und-/oder Ergänzungen bedürfen ausdrücklich der Zustimmung des Autors!