

Sollfahrttheorie für Delta- und Gleitschirmflieger: Teil 1

Théorie de la vitesse optimale pour pilotes de delta et de parapente: première partie

Sag mir, wie schnell ich fliegen soll

Dis-moi à quelle vitesse je dois voler...



Martin Scheel

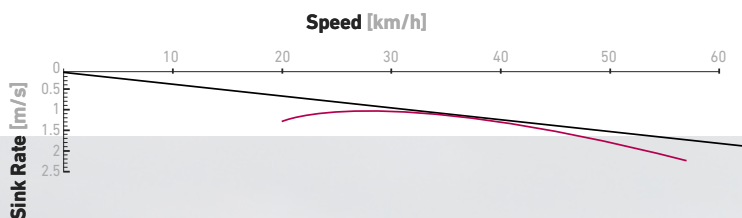


Jörg Ewald

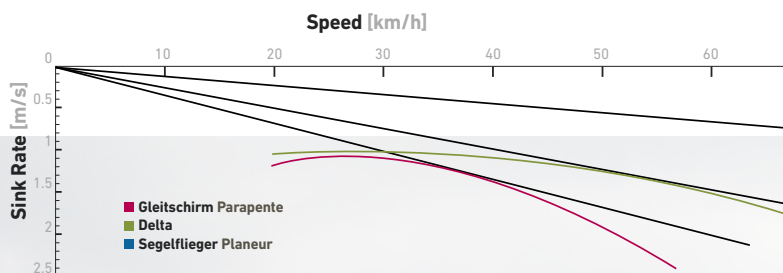
Mein erster Gleitschirm war ein Firebird Twist. Baujahr 1989, zwei Tragurte auf jeder Seite, Trimm- und Spitzengeschwindigkeit 38 km/h. Der Schirm hatte nämlich keinen Beschleuniger. Damit stellte sich mir eine Frage nie, die heute jeden Piloten eigentlich beschäftigen müsste: Wie schnell soll ich fliegen? Lohnt es sich, Gas zu geben? Oder verliere ich durch das stärkere Sinken zuviel Höhe?

Mon premier parapente était un Firebird Twist. Année de construction 1989, deux élévateurs de chaque côté, vitesse trimmée et maximum 38 km/h. Car elle n'avait pas d'accélérateur, cette aile. Du coup, je n'avais jamais à me poser cette question qui devrait aujourd'hui préoccuper chaque pilote: à quelle vitesse dois-je voler? Vaut-il le coup d'accélérer? Ou est-ce que je perds trop d'altitude à cause du taux de chute plus important?

Figur 1 Figure 1



Figur 2 Figure 2



Abwärts- und Vorwärtsgeschwindigkeit: die Polare.
Vitesses horizontale et verticale: la polaire.

Unterschiedliche Fluggeräte haben unterschiedliche Polaren.
Des engins volants différents ont des polaires différentes.

Segelflieger und Deltapiloten beschäftigen sich schon lange mit dem Thema Sollfahrt respektive «Speed to Fly». Und jetzt, wo schon Schulschirme bis zu 10 km/h gegenüber ihrer Trimmgeschwindigkeit beschleunigen können, ist es höchste Zeit, dass auch wir Tuchflieger lernen, unseren gesamten Geschwindigkeitsbereich zu nutzen. In einer dreiteiligen Serie werde ich das Thema deshalb möglichst praxisnah erläutern. Teil 1 behandelt den reinen Gleitflug – ein Stoff, der eigentlich zur Ausbildung gehört. Teil 2 behandelt eine erste Methode, die Reisegeschwindigkeit und somit unsere Reichweite zu optimieren. Im Teil 3 wird diese Methode verfeinert. Als Beispiel dient das Gleitschirmfliegen, die Theorie gilt aber auch für den Delta.

Ideale Geschwindigkeit im Gleitflug

Jeder Flug, ob mit oder ohne Thermik, beinhaltet eine oder mehrere Gleitstrecken: zwischen den Schläuchen und vor der Landung. Also schauen wir uns diesen Gleitflug einmal an. Unser Fluggerät bewegt sich ständig nach vorn, und, leider, auch nach unten. Darin sind sich Segelflieger, Deltas, Gleitschirme und Vögel (solange sie nicht flattern) gleich. Ein Unterschied besteht allerdings: die Geschwindigkeit, mit welcher dies alles geschieht.

Wie schnell nach vorn und unten? Die Polare

Wenn ich auf einem Blatt Papier für einige Vorwärtsgeschwindigkeiten die entsprechende Sinkgeschwindigkeit aufzeichne und diese Punkte verbinde, dann erhalte ich eine Kurve: die Polare (Figur 1). Polaren unterscheiden sich je nach Fluggewicht, Schirmmodell und Position des Piloten. In Figur 2 sind verschiedene Polaren dargestellt. Dabei fällt sofort auf, dass ein Segelflieger im Vergleich zu uns über einen sehr grossen Geschwindigkeitsbereich verfügt und dass er beim schnellen Fliegen nur unwesentlich mehr sinkt. Solch flache Polaren zeigen das Leistungspotential eines Flugzeuges.

Einige Punkte auf der Polare interessieren besonders:

1. Der höchste Punkt zeigt an, bei welcher Geschwindigkeit das Fluggerät am wenigsten sinkt. Beim Thermikdrehen empfiehlt es sich, möglichst in der Umgebung dieses Punktes zu fliegen. Bei den meisten Gleitschirmen ist dies die neutrale Trimmstellung oder leicht langsamer (angebremst).

2. Wenn wir vom Nullpunkt aus eine Linie ziehen, welche die Kurve gerade noch berührt (eine Tangente), dann gibt dieser Berührungspunkt die Geschwindigkeit des besten Gleitens an. Das ist bei den meisten Gleitschirmen und Deltas etwa 30% beschleunigt. Wenn der Massstab für beide Achsen gleich gewählt ist (wie in Figur 1), entspricht die Richtung dieser Linie dem Gleitpfad durch die Luft. Der Winkel zwischen dem Gleitpfad und der Waagrechten wird als Gleitwinkel bezeichnet und meist in einem Verhältnis (abwärts zu vorwärts) angegeben, z.B. 1 zu 8. Das heisst, dass für jeden Meter Sinken 8 m vorwärts geflogen wird (Gleitzahl 8).

3. Allgemein entspricht die Verbindungslinie zwischen dem Nullpunkt und einem Punkt auf der Polare dem Gleitpfad, der erzielt wird, wenn man mit der zu diesem Punkt gehörigen Geschwindigkeit fliegt. Die da-

Il y a longtemps que les vélivoles et les deltistes se préoccupent de cette vitesse optimale, ou «speed to fly». Mais aujourd'hui, alors qu'on peut même augmenter la vitesse trimmée d'une aile école de 10 km/h, il est vraiment temps que nous, parapentistes, apprenions à utiliser toute la plage de vitesse de nos ailes. Je vais donc tâcher d'illustrer ce sujet de la manière la plus pratique possible dans une série de trois articles. La première partie concerne la glisse pure – ce qui fait partie de la formation de base, en fait. Dans la deuxième partie, j'aborderai une première méthode qui permet d'optimiser la vitesse de croisière et donc la portée de notre aile. J'affinerai cette méthode dans une troisième partie. Le parapente sert ici d'exemple, mais la théorie est également valable pour le delta.

Vitesse idéale en vol plané

Lors de chaque vol, avec ou sans thermiques, il y a un ou plusieurs vols planés: entre les pompes ou au moment de l'atterrissage. Jetons donc un œil à ce vol plané. Notre aile se déplace en permanence vers l'avant, mais aussi, hélas, vers le bas. En cela, les planeurs, les deltas, les parapentes et les oiseaux (tant qu'ils ne battent pas des ailes) sont identiques. Il reste cependant une différence: la vitesse inhérente à chacun.

À quelle vitesse verticale, horizontale? La polaire

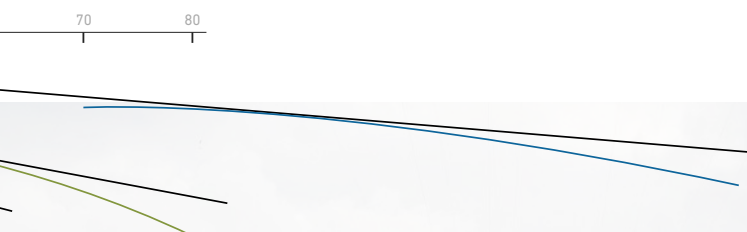
Lorsque je pointe les vitesses horizontales et verticales correspondantes sur une feuille de papier et que je relie ces points, j'obtiens une courbe: la polaire (fig. 1). Les polaires diffèrent selon le PTV, le modèle de parapente et la position du pilote. La figure 2 montre différentes polaires. On remarque tout de suite qu'un planeur a une plage de vitesse bien plus importante que la nôtre et que son taux de chute augmente à peine à vitesse plus élevée. Des polaires aussi plates montrent un potentiel équivalent à celui d'un avion.

Certains points de la polaire sont particulièrement intéressants:

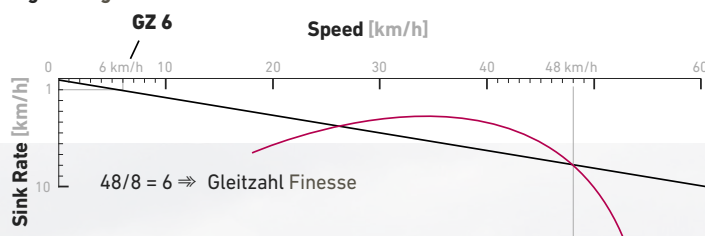
1. Le point le plus haut montre la vitesse à laquelle l'aile a le taux de chute le moins important. Lorsqu'on enroule des thermiques, il est conseillé de voler le plus près possible de ce point. Pour un parapente, il s'agit de la position neutre (trimmée) ou légèrement freinée.

2. Lorsqu'à partir du point zéro on tire une ligne droite qui touche la courbe (soit une tangente), le point de rencontre indique la vitesse du meilleur vol plané. Sur la plupart des parapentes et des deltas, cela correspond à une accélération d'environ 30%. Lorsque l'unité de mesure choisie est la même pour les deux axes (comme dans la fig. 1), la trajectoire de cette ligne correspond à la trajectoire en vol. L'angle entre la trajectoire et l'horizontale est appelé finesse. On l'indique généralement sous forme de rapport (entre vitesse verticale et horizontale), par exemple 1 pour 8. Cela signifie que pour un taux de chute de un mètre, l'aile avance de huit mètres (finesse de 8).

3. D'une manière générale, la ligne qui relie le point zéro et un point de la polaire indique la trajectoire que l'on obtient en volant à la vitesse qui correspond à ce point. On peut alors établir la finesse en calculant le rapport entre le taux de chute et la vitesse horizontale (fig. 3).



Figur 3 Figure 3



Jeder Polarenpunkt definiert den Gleitwinkel bei der Fluggeschwindigkeit.
Chaque point de la polaire détermine la finesse pour cette vitesse.

mit erzielte Gleitzahl wiederum kann festgestellt werden, indem man das Verhältnis zwischen Abwärts- und Vorwärtsbewegung ermittelt (Figur 3).

In der Realität verwendet man meist km/h als Einheit für die Vorwärtsgeschwindigkeit und m/s für die Sinkgeschwindigkeit, mit einer zusätzlichen Streckung in der Vertikalen: Da wir ja zum Glück doch deutlich schneller vorwärts als abwärts fliegen, ergeben sich sonst sehr flache und wenig aussagekräftige Kurven. Deshalb sind auch mit Ausnahme von Figur 1 alle hier gezeigten Polaren so zu verstehen: km/h auf der horizontalen, m/s auf der vertikalen Achse, letztere ist um den Faktor 5 gestreckt (1 m/s sinken = 5 km/h vorwärts). Aus den Grafiken abgelesene «Gleitwinkel» müssen also noch umgerechnet werden ($\times 5/3,6$) um den tatsächlichen Gleitwinkel zu erhalten.

Bestes Gleiten

Was nützt es, wenn ich diese Geschwindigkeiten kenne? Ein Beispiel: Raoul und Sabine fliegen an einem stabilen Herbsttag am Amisbühl in Interlaken. Wie in der Ausbildung gelernt, fliegen sie leicht angebremsst, um möglichst wenig zu sinken, um möglichst lang in der Luft zu bleiben und so ihre Chance zu erhöhen, doch noch eine der seltenen Thermikblasen zu erwischen. Irgendwann aber sind sie so tief, dass ihnen nur noch der Gleitflug zum Landeplatz bleibt. Raoul fliegt weiterhin leicht angebremsst, sinkt weniger und sieht Sabine bald vor und unter sich Richtung Lehn gleiten. Sabine hat sich nämlich an die Geschichte mit der Geschwindigkeit des besten Gleitens erinnert. Sie drückt leicht den Beschleuniger, zieht an Raoul vorbei und landet punktgenau auf dem Landeplatz. Raoul ist zu dieser Zeit noch in der Luft – er sinkt ja langsamer –, erreicht den Landeplatz aber trotzdem nicht mehr und legt die letzten 100 m zu Fuss zurück (Figur 4).

Was bei Raoul nur einen längeren Gang zum Faltplatz zur Folge hat, ist bei Streckenflügen schnell einmal entscheidend: Die zusätzliche Strecke, respektive die daraus resultierende Höhe, die dank korrekter Fluggeschwindigkeit zur Verfügung steht, kann darüber entscheiden, ob nach einer Querung der Thermikanschlus noch gefunden wird. Oder ob der Flug über eine Krote hinweg auf die Sonnenseite noch gelingt, ob die Flucht aus einer ungemütlichen Situation tief über Baumwipfeln ins Haupttal hinaus Erfolg hat.

Unruhige Luft

Alle bisherigen Überlegungen gehen von einer Situation aus, die wir nur selten antreffen: Windstille. Was ändert sich bei bewegter Luft? Schauen wir uns das für jede Richtung separat an: Gegen- resp. Rückenwind, sinkende resp. steigende Luft. Bei Gegenwind reduziert sich unsere Geschwindigkeit gegenüber dem Boden um den Betrag der Windgeschwindigkeit: Ein Delta, der mit 43 km/h unterwegs ist, erreicht bei 15 km/h Gegenwind noch eine Geschwindigkeit von 28 km/h

Dans la réalité, on utilise généralement les unités suivantes: km/h pour la vitesse horizontale et m/s pour la vitesse verticale, avec une extension verticale plus grande. Sinon, comme notre vitesse horizontale est heureusement plus élevée que notre taux de chute, on obtiendrait des courbes très plates et peu pertinentes. C'est pourquoi, à part pour la figure 1, toutes les polaires doivent être interprétées de la manière suivante: km/h pour l'axe horizontal, m/s pour l'axe vertical, sachant que la valeur de ce dernier est 5 fois plus étendue (taux de chute d'1 m/s = vitesse horizontale de 5 km/h). Ainsi, les «finesses» que l'on peut lire sur les graphiques doivent être recalculées ($\times 5 / 3,6$) afin d'obtenir les véritables finesses.

Finesse maximum

À quoi sert de connaître cette vitesse? Un exemple: Raoul et Sabine volent depuis l'Amisbühl, à Interlaken, lors d'une journée stable en automne. Comme ils l'ont appris au cours de leur formation, ils volent en freinant légèrement afin de diminuer leur taux de chute au maximum, de rester le plus longtemps possible en l'air et d'augmenter ainsi leurs chances de trouver l'une des rares pompes en cette saison. Mais ils finissent par se retrouver tellement bas qu'il ne leur reste plus que l'option d'un vol plané en direction de l'atterro. Raoul poursuit en freinant légèrement et descend moins vite, mais voit bientôt Sabine le dépasser et poursuivre, plus bas que lui, vers l'atterro de Lehn. Car Sabine s'est souvenue de cette histoire de vitesse de la finesse maximum. Elle enfonce donc un peu l'accélérateur, dépasse Raoul et se pose en plein milieu de l'atterro. Raoul est alors encore en l'air, puisqu'il descend moins vite, mais il n'atteint finalement pas l'atterro et parcourt les derniers 100 mètres à pied (fig. 4).

Ce qui, pour Raoul, se traduit simplement par une marche un peu plus longue pour aller plier son aile peut vite être déterminant lors d'un cross: la distance supplémentaire, en l'occurrence la marge d'altitude gagnée grâce à une vitesse adaptée, peut déterminer si on trouvera encore une pompe après une traversée, ou si on pourra passer une crête pour en atteindre le côté ensoleillé, ou encore se sortir d'une situation inconfortable à basse altitude au-dessus des arbres pour atteindre la vallée principale.

Atmosphère instable

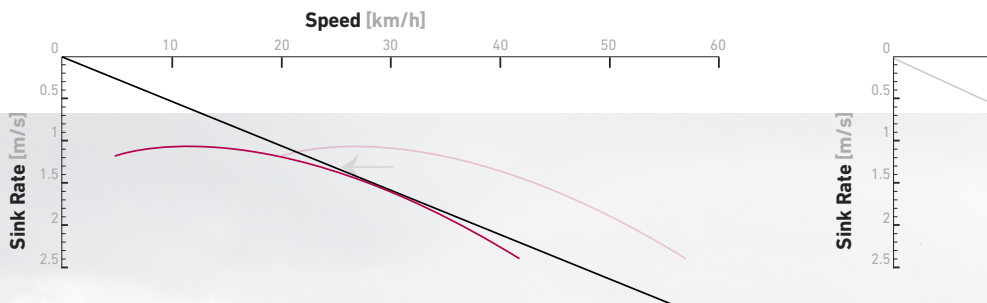
Toutes ces réflexions se basent sur une situation que nous ne rencontrons que très rarement, à savoir quand il n'y a pas de vent. Que se passe-t-il quand l'air se déplace? Voyons cela sous l'angle de chaque possibilité: un vent de face ou arrière, un air ascendant ou descendant. Par vent de face, notre vitesse par rapport au sol se réduit de la valeur de la vitesse du vent: un delta qui vole à 43 km/h et se trouve soudain face à un vent de 15 km/h ne vole plus qu'à 28 km/h par rapport au sol. La polaire de l'aile se déplace ainsi de la valeur de la vitesse du

Figur 4 Figure 4



Wer zu langsam fliegt, läuft am Schluss.
Qui vole trop lentement doit finir à pied.

Figur 5 Figure 5



Gegenwind: Polare verschiebt sich nach links.
Vent de face: la polaire se déplace vers la gauche.

gegenüber dem Boden. Dadurch verschiebt sich die Polare um den Betrag der Windgeschwindigkeit nach links (Figur 5). Die Geschwindigkeit des besten Gleitens (Tangente vom Nullpunkt an die Polare) liegt folglich weiter rechts auf der Kurve, also bei einer höheren Luftgeschwindigkeit. Der Delta muss stärker beschleunigt werden als in ruhiger Luft, um möglichst weit zu gleiten. Der erreichte Gleitwinkel ist allerdings bedeutend kleiner. Klar, bei Gegenwind kommen wir viel weniger weit. Hier zeigt sich der Vorteil einer flachen Polare: Während bei Gleitschirmen und auch Deltas Gegenwind schnell zu sehr tiefen Gleitzahlen führt, lassen sich Segelflugzeuge davon nicht wirklich beeindrucken: Deren Gleitzahl reduziert sich nur wenig.

Da sich Kurven schlechter verschieben lassen als Geraden, wird das meist umgekehrt gemacht: Wir belassen die bei Windstille geltende Polare an Ort und verschieben den Nullpunkt entsprechend der Windgeschwindigkeit. Dann finden wir, mittels Tangente an die Polare, die Geschwindigkeit des besten Gleitens (Figur 6).

Mit dem Wind fliegen bewirkt genau das Gegenteil: Die Polare würde sich nach rechts verschieben. Aber wir belassen sie und verschieben den Nullpunkt, von dem aus wir die Tangente legen, nach links (Figur 7). Die Aussage ist klar: Je mehr Wind von hinten schiebt, desto langsamer sollten wir fliegen, um möglichst weit zu gleiten. Ziemlich bald ist das Optimum erreicht, nämlich bei der Geschwindigkeit des minimalen Sinkens.

Somit ist auch klar, wie wir mit sinkender Luft umgehen: Der Nullpunkt, von dem aus wir die Tangente legen, verschiebt sich nach oben – was den gleichen Effekt auf die beste Gleitgeschwindigkeit hat wie Gegenwind (Figur 8, rot). Wenn wir schliesslich durch steigende Luft gleiten, verschiebt sich der Ausgangspunkt der Tangente nach unten. Die ideale Geschwindigkeit ist also sehr schnell diejenige des minimalen Sinkens oder sogar etwas weniger (Figur 8, blau).

Was besonders auffällt: relativ geringes Sinken entspricht vom Effekt her recht starkem Gegenwind. Das ist nicht immer intuitiv einleuchtend. Ich ertappe mich selber immer wieder dabei, in sinkender Luft zu langsam zu fliegen – anders als bei entsprechendem Gegenwind. Für ein maximales Gleiten sollte man sich dessen bewusst sein und auch in sinkender Luft kräftig ins Gas stehen.

In der Praxis

In der Realität treffen wir Auf-, Ab-, Gegen- und Rückenwind eigentlich nie isoliert an, sondern typischerweise in einem Mix: Steigende Luft im Gegenwind, Rückenwind und Sinken... Darum als erste Hausaufgabe: Überleg dir für dein Fluggerät, wie die idealen Geschwindigkeiten für die vier möglichen Kombinationen aus Steigen/Sinken und Gegen-/Rückenwind ausschauen. In welchen Situationen gibst du eher Gas, in welchen bremsst du eher etwas an? Gibt es Situationen, die nach mehr Gas verlangen als andere?

vent vers la gauche (fig. 5). La vitesse de la finesse maximum (la tangente du point zéro à la polaire) se trouve ainsi déplacée vers la droite de la courbe, donc à une vitesse plus élevée. Le delta doit donc être plus accéléré qu'en atmosphère calme afin de voler le plus loin possible. Mais l'angle de plané est ainsi nettement réduit. Contre le vent, on vole évidemment moins loin. C'est là qu'on voit l'avantage d'une polaire plate: tandis qu'un vent contraire réduit rapidement la finesse d'un delta ou d'un parapente, il n'a que peu d'influence sur un planeur, dont la finesse est à peine réduite.

Comme il est plus difficile de déplacer les courbes que les lignes droites, on procède généralement de manière inverse: on conserve la polaire telle qu'elle est quand il n'y a pas de vent et on déplace le point zéro selon la vitesse du vent. À l'aide de la tangente de la polaire, on trouve alors la vitesse de la finesse maximum (fig. 6).

En volant avec le vent, on obtient exactement le contraire: la polaire se déplace vers la droite. Laissons-la en place et décalons le point zéro, cette fois vers la gauche, à partir duquel nous traçons la tangente (fig. 7). Le résultat est clair: plus le vent nous pousse, moins il faut voler vite afin de planer le plus loin possible. La vitesse optimale est vite trouvée: c'est celle du taux de chute minimum.

Il est ainsi facile de déterminer comment aborder un vent descendant: le point zéro d'où part la tangente se déplace vers le haut, ce qui a le même effet sur la vitesse de finesse maximum qu'avec un vent de face (fig. 8, en rouge). Enfin, quand nous volons à travers une masse d'air ascendante, le point de départ de la tangente se déplace vers le bas et la vitesse idéale devient vite celle du taux de chute minimum, voire même un peu moins (fig. 8, en bleu).

Ce qui est assez remarquable, c'est qu'un taux de chute relativement faible correspond à l'effet d'un vent de face relativement fort. Ce n'est pas évident, au premier abord. Je me surprends moi-même régulièrement à voler trop lentement vent arrière (air descendant), alors que j'accélère quand j'ai ce même vent de face. Il faut donc en avoir conscience et franchement mettre les gaz dans un air descendant afin d'atteindre la finesse maximum.

En pratique

En réalité, nous ne sommes jamais confrontés isolément à des vents ascendants, descendants, de face ou arrière, mais plutôt à un mix: air ascendant par vent contraire, vent arrière et descendant... C'est pourquoi il faut commencer par le devoir suivant: réfléchis aux vitesses idéales de ton aile et correspon-

Figur 6 Figure 6



Gegenwind: alternativ verschiebt sich der Nullpunkt nach rechts.
Vent de face: on peut aussi déplacer le point zéro vers la droite.

Figur 7 Figure 7



Rückenwind: Nullpunkt wandert nach links.
Vent arrière: le point zéro se déplace vers la gauche.

Um das alles in die Praxis umzusetzen, benötigen wir glücklicherweise keine exakte, selbst gemessene Polare. Die zu bestimmen ist nämlich nicht ganz einfach (mehr dazu in Teil 2). Es geht aber auch anders. Beim Gleitschirm können wir ja die Geschwindigkeiten oberhalb der Trimmgeschwindigkeit nur sehr grob beeinflussen: Der Beschleuniger hat eine, zwei, manchmal drei Stufen. Für exaktes, km/h-genaues Fliegen über längere Zeit fehlt meist die Kraft im Oberschenkel. Also reicht auch eine Annäherung an die Polare, wie ich sie z.B. aus dem Internet erhalte (siehe Kasten) oder grob schätze.

Ein aktueller 2-3er hat eine Polare etwa wie in Figur 9. Ich teile den Beschleunigerweg in Viertel ein: von 1/4 (leicht beschleunigt) bis 4/4 (Vollgas, Rolle auf Rolle). Auf einem möglichst grossen Ausdruck der Polare trage ich diese vier Beschleunigerpositionen ein. Anschliessend suche ich die Tangenten für die vier entsprechenden Punkte auf der Polare. Das lässt sich von Hand nicht mit absoluter Genauigkeit machen, ist aber egal, die ungefähren Werte reichen aus. Dort, wo die Tangente die x-Achse schneidet, kann ich den Gegenwind ablesen, für welchen diese Beschleunigerstellung zum maximal möglichen Gleiten führt. Dort, wo die Tangente die y-Achse schneidet, kann ich analog dazu das Sinken ablesen, bei dem ich diese Geschwindigkeit fliegen sollte. Zum abgelesenen Wert muss ich aber noch das Eigensinken des Gleitschirms addieren, damit ich den Wert erhalte, den ich auch auf dem Vario ablese. Das mache ich für alle vier Gasstellungen und erhalte so eine praktische Gedankenstütze, die sich auf meinem Cockpit hübsch macht und mir hilft, bei allen möglichen Windsituationen die ideale Geschwindigkeit zu wählen (Figur 10). Advance löst das bei einigen ihrer Schirme noch komfortabler: Beim Speed Performance Indicator (SPI) ist die ideale Beschleunigerposition für verschiedene Gegen- und Abwindgeschwindigkeiten direkt an den Tragurten ablesbar.

Hausaufgabe Nr. 2: Falls dein Schirm über kein SPI verfügt, erstell dir eine solche Tabelle für eine Polare, die deinem Fluggerät in etwa entspricht. Bei deinen nächsten Flügen versuchst du dann, die so ermittelte Sollfahrt umzusetzen. Das alles natürlich nicht blindlings, sondern unter Berücksichtigung der Tatsache, dass beim Gleitschirm beschleunigtes Fliegen zu anspruchsvollerem Flugverhalten bei Klappern führen kann. Daher nicht zu nah am Boden fliegen. Die Windgeschwindigkeit kannst du mittels GPS ermitteln: Mein Schirm hat eine Trimmgeschwindigkeit von 40 km/h. Wenn ich gegen den Wind im Trimm auf meinem GPS eine Geschwindigkeit von 30 km/h ablese (wenn möglich zur Kontrolle nach einer 180°-Kurve: 50 km/h), dann geh ich von 10 km/h Wind aus. Nun weiss ich, wo ich mich in meiner Tabelle bewege. Über die vertikalen Luftbewegungen gibt selbstverständlich das Vario Auskunft.

Thema der nächsten Folge: Fliegen besteht nicht nur aus Gleitstrecken... Was ist die ideale Fluggeschwindigkeit, wenn wir auch die Zeit, die wir kreisend in der Thermik verbringen, berücksichtigen?

dant à l'une des quatre combinaisons possibles entre air ascendant/air descendant et vent de face/vent arrière. Dans quelles situations accélères-tu ton aile, dans quelles situations la freines-tu? Y a-t-il des situations où il faut accélérer plus que d'autres?

Afin de mettre tout cela en pratique, il n'est heureusement pas nécessaire de calculer soi-même une polaire exacte, car elle est difficile à déterminer (plus de détails dans le prochain article). Mais on peut aussi procéder autrement. Sur un parapente, au-delà de la vitesse trimmée de l'aile, on n'a qu'une influence imprécise, puisqu'un accélérateur dispose d'un ou deux, parfois trois paliers. Voler longtemps à une vitesse précise demande un trop gros effort des muscles des cuisses. Une approche de la polaire, telle qu'on peut la trouver sur Internet (voir encadré) ou l'estimer, est donc suffisante.

Actuellement, un parapente de catégorie 2-3 a une polaire telle que sur la figure 9. Je divise l'accélérateur en quatre phases: de 1/4 (peu accéléré) à 4/4 (accélérateur à fond, poulie sur poulie). Sur une reproduction la plus grande possible de la polaire, je reporte ces quatre positions de l'accélérateur. Je cherche ensuite la tangente pour ces quatre points sur la polaire. À la main, le résultat est inexact, mais ce n'est pas très grave. Là où la tangente coupe l'axe x, je peux lire la valeur du vent contraire qui correspond à cette position de l'accélérateur pour une finesse maximum. Là où la tangente coupe l'axe y, je peux également lire le taux de chute pour lequel cette vitesse est adaptée. Mais à cette valeur, il faut encore ajouter celle du propre taux de chute de l'aile afin d'obtenir la valeur correspondante sur le vario. En procédant de la sorte pour chaque position de l'accélérateur, j'obtiens un aide-mémoire pratique que je peux élégamment placer sur mon cockpit et qui m'aide à choisir la vitesse optimale selon le vent (fig. 10). Sur certaines ailes, Advance propose une solution encore plus confortable: le Speed Performance Indicator (SPI) permet de lire sur les élévateurs la position idéale de l'accélérateur selon des valeurs de vent contraire ou d'air descendant.

Devoir suivant: si ton aile ne dispose pas de SPI, établis un tableau pour la polaire qui correspond à peu près à ton aile. Lors de tes prochains vols, tu pourras voler à la vitesse optimale ainsi déterminée. Cela évidemment avec précaution, puisqu'une aile accélérée est moins facile à maîtriser en cas de fermeture. Il faut donc voler suffisamment loin du relief. La vitesse du vent peut être déterminée à l'aide du GPS. Si mon aile a une vitesse trimmée de 40 km/h et que mon GPS indique une vitesse de 30 km/h contre le vent, le vent est donc de 10 km/h (si possible, contrôler si la vitesse indiquée est de 50 km/h après un virage à 180°). Ensuite, après un coup d'œil sur mon tableau, je sais quelle position d'accélérateur adopter. Le vario donne évidemment les valeurs de déplacement vertical.

Sujet du prochain article: un vol n'est pas constitué que de vols planés. Quelle est la vitesse idéale quand on prend en compte le temps passé à enrouler des thermiques?

Figur 8 Figure 8



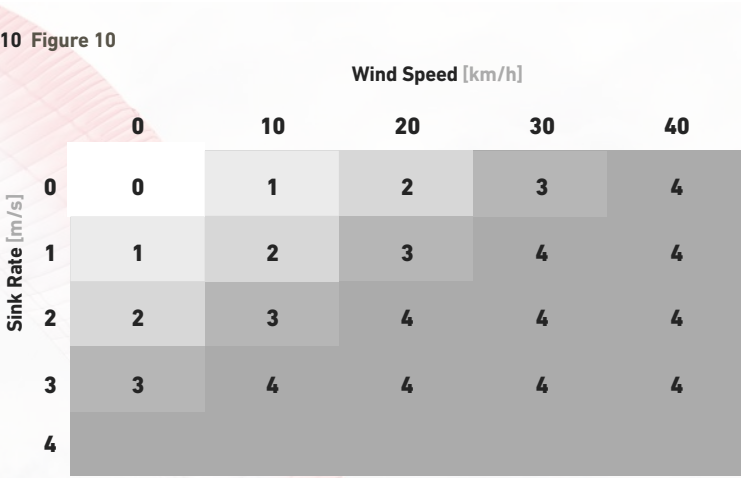
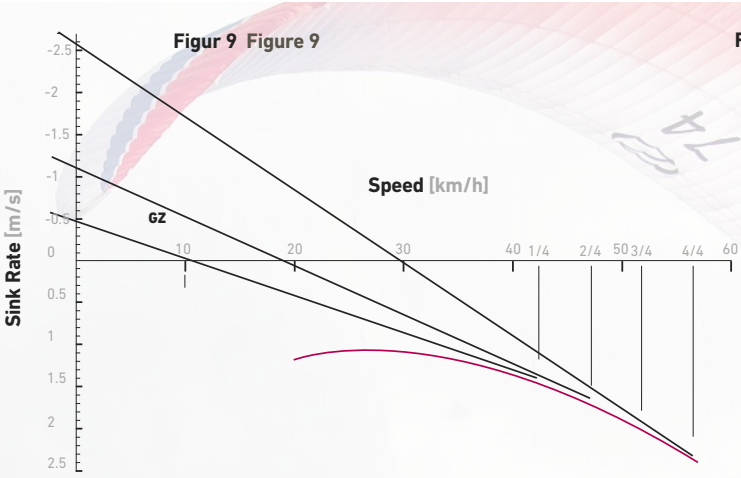
Steigende und sinkende Umgebungsluft und dazugehörige Idealgeschwindigkeit.
Air ascendant, air descendant et vitesse idéale correspondante.

Polare aus dem Internet

Bei den Herstellern von Segelfliegern ist es üblich, dass sie die Polaren veröffentlichen. Bei Delta- und Gleitschirmherstellern leider (noch) nicht. Wobei zu deren Verteidigung anzumerken ist, dass ein Schirm je nach Fluggewicht und gewähltem Gurtzeug ganz verschiedene Polaren aufweist. Der Aufwand, all diese Variationen durch-zuprobieren, wäre immens. Manche Fachzeitschriften ermitteln die Gleitleistung in ihren Testberichten. Diese Werte sind zwar mit Vorsicht zu geniessen, geben aber zumindest einen Anhaltspunkt. Auf www.para2000.org sind die meisten Resultate für neuere Schirme zusammengetragen. Wo keine Messung vorliegt, wird eine theoretische Polare dargestellt (die für unsere Hausaufgabe bereits genügt): Man sucht sich also seinen Schirm und klickt in der Tabelle auf das Feld «Polare». Vorsicht, meistens ist bei diesen Polaren die horizontale Geschwindigkeit in km/h angegeben und die vertikale mit m/s. Damit Winkel und Windgeschwindigkeiten stimmen, müssen beide Achsen die gleiche Einheit aufweisen (1 m/s = 3,6 km/h).

Polaire sur Internet

Les constructeurs de planeurs publient généralement la polaire de leurs engins. Chez les constructeurs de deltas et de parapentes, ce n'est hélas pas (encore) le cas. Pour leur défense, il faut ajouter que la polaire d'un parapente varie sensiblement selon le PTV et la sellette utilisée. Tester toutes les possibilités serait trop laborieux. Certains magazines calculent la finesse lors de leurs tests. Il faut certes aborder ces valeurs avec précaution, mais elles constituent un point de repère. On trouve la plupart des résultats pour les ailes les plus récentes sur www.para2000.org. Lorsqu'aucune mesure n'a été effectuée, une polaire théorique est établie, et elle suffit pour nos devoirs. On cherche donc son aile et dans le tableau, on clique sur «polaire». Attention, pour ces polaires, les vitesses horizontales sont généralement indiquées en km/h, les vitesses verticales en m/s. Afin que l'angle et la vitesse du vent correspondent, les deux axes doivent avoir la même valeur (1 m/s = 3,6 km/h).



Tangenten an den vier Beschleunigerstufen liefern Wind- und Sinkgeschwindigkeiten ...
Les tangentes correspondant aux 4 phases de l'accélérateur déterminent la vitesse du vent et le taux de chute.

... für die Gedankenstütze: Wieviel Gas bei welchen Bedingungen.
Aide-mémoire pour accélérer plus ou moins selon les conditions.



www.niviuk.com