



Grundlagen des Streckensegelfluges

ausgearbeitet von:

Tamara & Benedikt

Inhalt

- ▶ Flug im Aufwind
 - Hangsegelflug
 - Thermischer Segelflug
(Entstehung, Einflug, Zentrieren, Verlassen, Verschiedene Bedingungen)
 - Leewellenflug
- ▶ Die Sollfahrt
 - Wie gleitet man am weitesten?
 - Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?
 - Die Sollfahrtregel
 - Der Delphinflug, der Wasserballast, der Endanflug





Flug im Aufwind

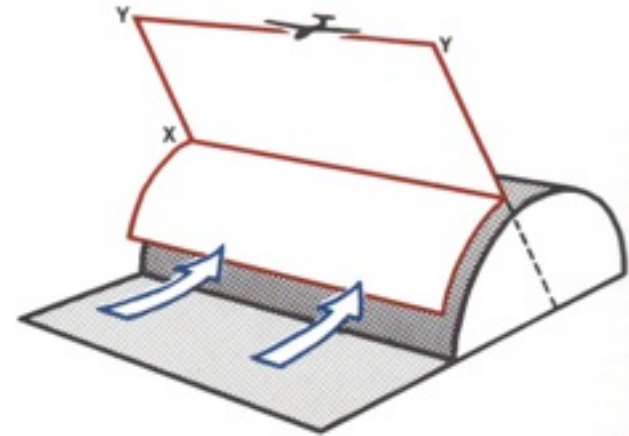
I. Hangsegelflug

► Entstehung

Eine horizontale Strömung wird durch ein Hindernis nach oben abgelenkt

► Nutzung

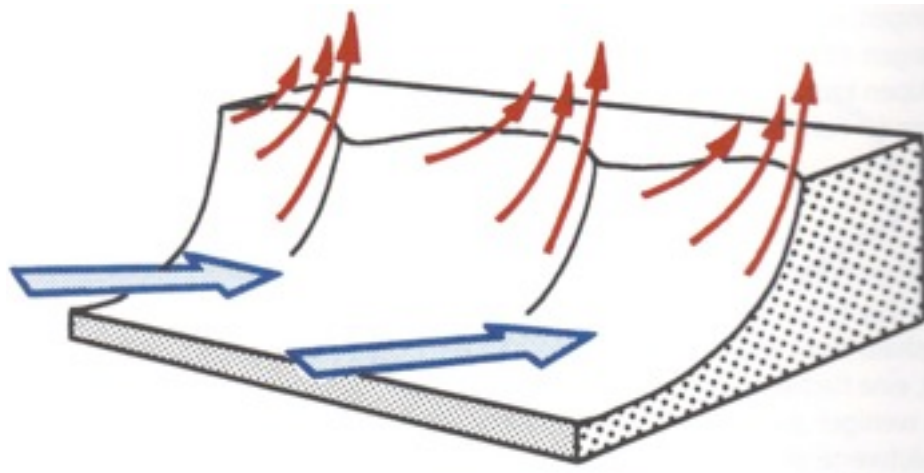
- Im unteren Bereich des Hangs
(bis zur Höhe X)
glatte Hänge: dicht am Hang
rauhe Hänge: etwas weiter weg vom Hang
- Im oberen Bereich des Hangs
(ab Höhe X bis Höhe Y)
Entlang der Radialfläche,
bis Luftmassen steigen = polares Flugzeugsinken



I. Hangsegelflug

► Hangdüse

Hat der Bergrücken einen Knick, so dass er einen offenen Winkel bildet, dann wird von den Flanken die Luft zunächst in die Ecken geleitet, wo sie dann mit vergrößerter Strömungsgeschwindigkeit bei entsprechend besseren Steigwerten das Hindernis überwindet.



I. Hangsegelflug

▶ Hangflugregeln

- Fliege am Hang mit ausreichender Fahrt, bei Turbulenzen entsprechend schneller.
- Kurve niemals zum Hang, sondern fliege in langgezogenen Achterschleifen die Kurven jeweils zum Tal hin.
- Vermeide Schiebeflugzustände durch Kontrolle der Richtung des Haubenfadens.
- Vermeide Vollkreise in Hangnähe.
- Durchfliege Sinkgebiete etwas schneller, Steiggebiete (bei ausreichendem Abstand vom Hang) eher langsamer.



I. Hangsegelflug

► Hangflugregeln

- Lasse Dich nicht vom Wind hinter den Hang versetzen.
- Fliegen mehrere Segelflugzeuge zusammen am Hang, so haben beim Begegnen die Flugzeuge Vorrang, deren rechter Flügel zum Hang zeigt (weil sie nicht mehr nach rechts ausweichen können). Die Segelflugzeuge, deren linker Flügel zum Hang zeigt, müssen den entgegenkommenden Verkehr also zwischen dem Hang und der eigenen Flugbahn mit ausreichendem Zwischenraum passieren lassen.
- Überhole im Hangflug immer auf der Talseite (nie zwischen dem langsameren Flugzeug und dem Hang).
- Beachte die lokale Hangflugordnung. Sie enthält Angaben z.B. über Wendemarken, Mindestabflughöhen für die Rückkehr zum Platz, Sichtzeichen, usw.



II. Thermischer Segelflug

► Thermikquellen

- Thermikquellen lassen die Luft labil werden
- Allgemein
 - Die Luft wird leichter, wenn sie wärmer oder feuchter als die Umgebungsluft ist und steigt auf
 - Luft ist ein schlechter Wärmeleiter
 - Der Boden, nicht die Sonne wärmt die Luft
- Entstehung labiler Bodenluft
 - Durch Sonneneinstrahlung
 - Durch Bodenabhängigkeit der Oberflächenerwärmung
 - Durch die Übertragungszeit der Wärme vom Boden zur Luft
 - Durch Labilität aufgrund von Feuchte-Differenz

II. Thermischer Segelflug

► Thermikquellen

- Auslöseimpulse bei Windstille
 - Temperaturgegensätze
 - Lokal sehr hohe Temperaturen
 - Bewegungsimpulse
- Auslöseimpulse bei Wind
 - Hänge (Düsen)
 - Geländekanten
 - Unregelmäßigkeiten in der Bodenhöhe (bspw. Bebauungen)
 - Wald und andere Bewuchskanten

II. Thermischer Segelflug

► Thermikquellen

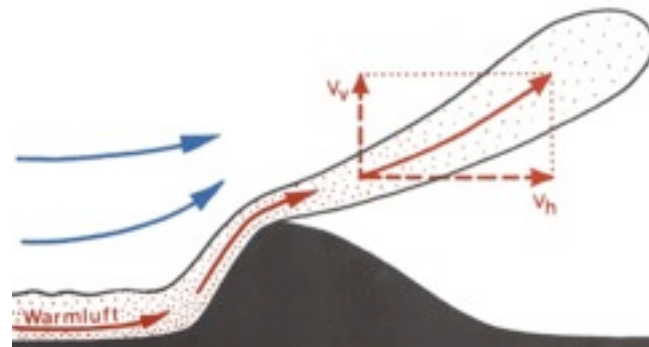
- Aufwindsuche in niederer Höhe
 - Nicht mehr nur an Wolken orientieren
 - Nicht an Kameraden in größeren Höhen orientieren
 - Orientierung an Vögeln
 - In Gedanken „spazierengehen“
 - In Nullschiebern warten (→ Nullschieber immer wieder „kontrollieren“)



II. Thermischer Segelflug

► Thermikquellen

- Aufwindsuche in niedriger Höhe
 - In bergigem Gelände
 - Am Grat entlang fliegen
 - Hangthermik suchen
 - Womöglich schrägsteher Thermikschlauch
 - SICHERHEIT!
 - Keine Schiebeflugzustände
 - Außenlandewiese muss ausgesucht und erreichbar sein



II. Thermischer Segelflug

► Einflug in den Aufwind

- Vor einem Aufwind verstärkt sich das Fallen
- Beim Einflug:
 - Verringerung der Geschwindigkeit
 - Kurz vor dem Zentrum einkreisen
- Keinen Kreis einleiten, bevor die Anzeige unseres Varios nicht mindestens 0,3 m/s über den Wert, den wir unter gegebenen Umständen für sinnvoll halten auszukurbeln, hinausgegangen ist.



auch

In den Bergen müssen wir oft auch schlechte Bärte
wenn wir erst kurz davor noch wesentlich bessere
Geländeprofil muss immer berücksichtigt werden.

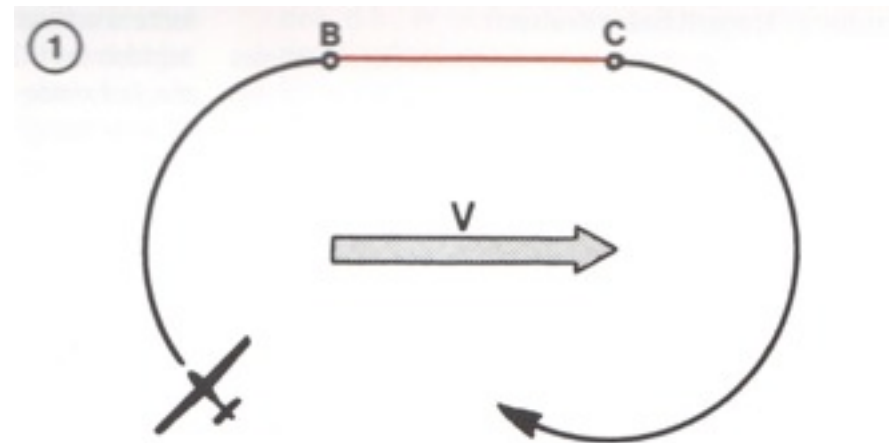
II. Thermischer Segelflug

▶ Thermikquellen

- Das Zentrieren

- Verfahren 1

- Bei Steigen aufrichten
- Kurz geradeaus
- Wieder einleiten
- Geringere Treffsicherheit als 2 und 3



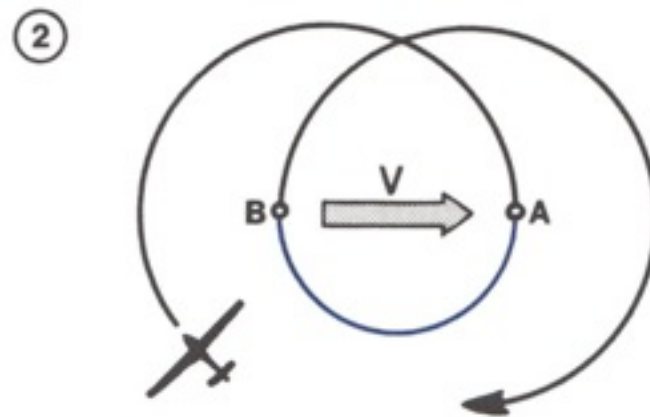
II. Thermischer Segelflug

► Thermikquellen

■ Das Zentrieren

■ Verfahren 2

- Steigen wird schwächer
- Besonders enger Halbkreis
- Bei zunehmendem Steigen wieder alte Querneigung einnehmen

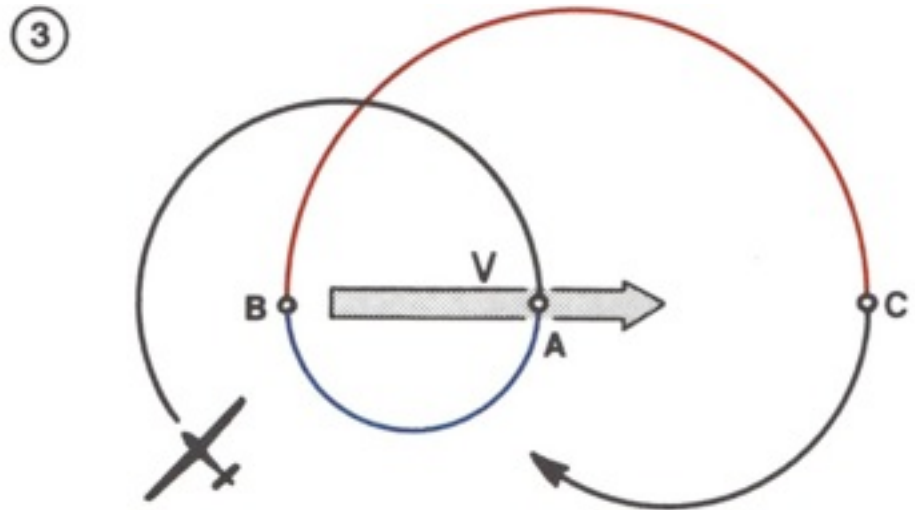


II. Thermischer Segelflug

► Thermikquellen

■ Das Zentrieren

- Verfahren 3 (geringer Zeitverlust)
 - Wenn das Steigen nachlässt steiler werden
 - Wenn das Steigen wieder zunimmt flacher werden
 - Kombi aus 1 und 2



II. Thermischer Segelflug

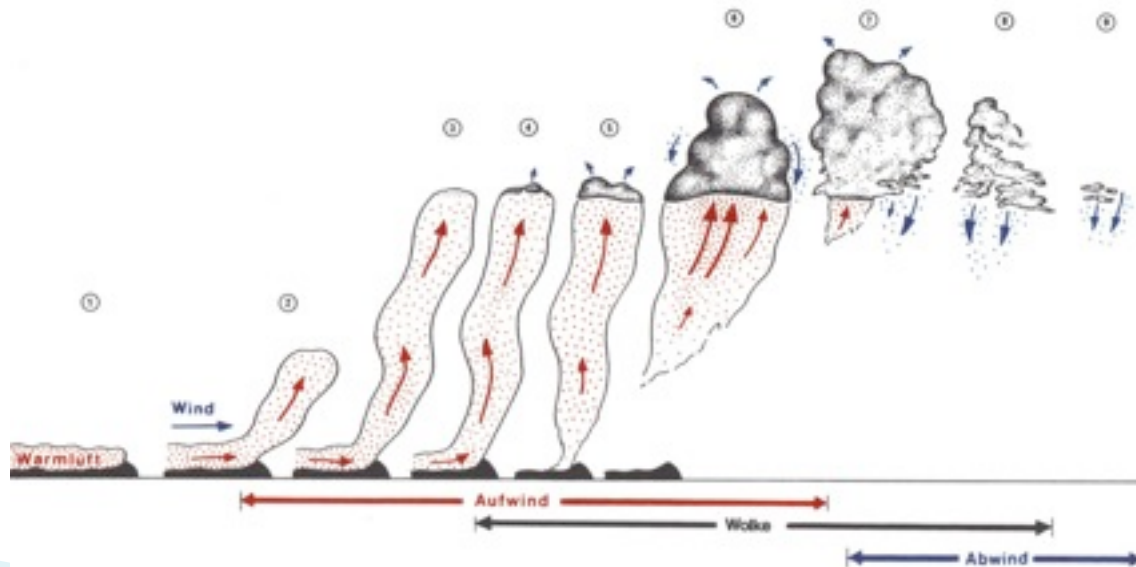
► Thermikquellen

- Verlassen des Aufwindes
 - Möglichst bei dem Steigwert Verlassen, von dem wir glauben, dass er dem Anfangssteigen im nächsten Aufwind entspricht.
 - Vor Verlassen des Aufwindes (während dem Kurbeln) nächstes und wenn möglich auch schon übernächstes Ziel ausmachen.



II. Thermischer Segelflug

- ▶ Thermikflug bei Cumulusbewölkung
 - Maximal jede dritte Wolke liefert einen brauchbaren Aufwind
 - Lebenslauf der Thermik bei Schönwetter-Cumulus



II. Thermischer Segelflug

► Thermikflug bei Cumulusbewölkung

- Beim Kurbeln die als nächste in Frage kommende Wolke beobachten (In welchem Stadium befindet sie sich?).
- Dicht unter der Basis ist das stärkste Steigen an der dunkelsten Stelle zu finden, die meistens unter der dicksten, rundesten Quellung der Wolke liegt, ABER Wind und Sonneneinstrahlung beachten!
- In mittleren Flughöhe kann man sich nicht mehr nur nach Form der Wolke richten, sondern man sollte den auch den Auslöser am Boden „finden“ und die Windkomponente beachten.



II. Thermischer Segelflug

▶ Aufwindreihungen/ Thermikstraßen

- Bilden sich ideal aus, wenn
 - die Konvektion durch eine Sperrschicht nach oben begrenzt wird.
 - die Windgeschwindigkeit ihr Maximum innerhalb der Konvektionsschicht hat.
 - das Gelände nur geringe Störeinflüsse besitzt.
- Gibt es auch bei Blauthermik
- Flugtaktik: Sollfahrt/ Delphinflug
- Immer mit maximaler Höhe verlassen



II. Thermischer Segelflug

▶ Flug durch wolkenlose Gebiete

- Gründe für Blauthermik
 - Kaltlufteinbruch (ist während des Fluges schwer festzustellen)
 - Feuchtigkeit zur Wolkenbildung fehlt
 - Bodenluft ist so viel wärmer, dass sie nicht mehr kondensiert
 - Anfängliche Cumuli werden im Tagesverlauf „weggeheizt“
- Industriethermik
 - Thermik wird durch die Verminderung der Sonneneinstrahlung vermindert
 - Es werden unabhängige, sichtbare Wärmequellen gebildet



II. Thermischer Segelflug

▶ Flug durch wolkenlose Gebiete

- Flugtaktik bei Blauthermik
 - Geländeaufheizung
 - Abreißkanten
 - Schrägstehende Aufwinde bei Windeinfluß
 - Aufwindreihungen, Konvektionsstraßen
 - Sichtbare Aufwindzeichen (bspw. Ährenbewegung im Kornfeld, Dunstkappen)



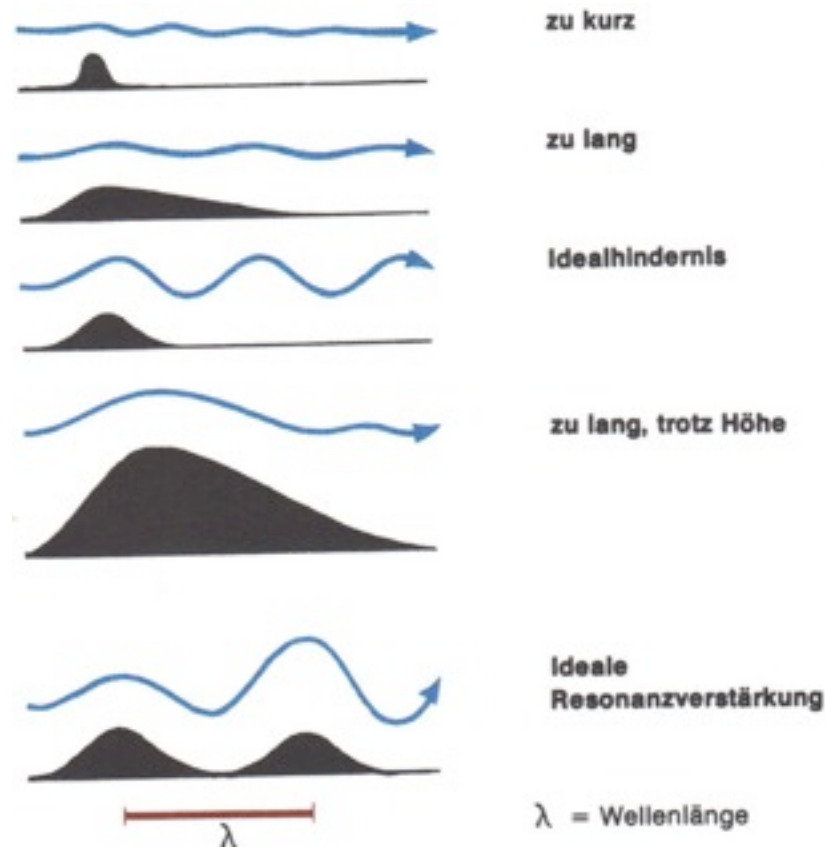
III. Leewellenflug im Gebirge

- ▶ Hindernisse die günstig für die Entwicklung sind
 - Die Leeseite des Hindernisses fällt stark ab
 - Der Berg ist relativ glatt
 - Der Bergrücken ist relativ lang
 - Der Bergrücken liegt möglichst quer zur Windrichtung
 - Dem Hindernis folgt leeseits nach einem „strömungsfreundlichen“ Tal im Abstand der Wellenlänge oder eines Vielfachen davon ein zweiter Bergwall



III. Leewellenflug im Gebirge

- ▶ Hindernisse die günstig für die Entwicklung sind



III. Leewellenflug im Gebirge

► Wettervoraussetzungen

- Verträgt sich nicht mit thermischer Konvektion oder anderen turbulenten Strömungen
- Stabilität der Luftmasse
- Wind in Kammhöhe mindestens 15 kt
- Windrichtung bis zur Obergrenze der stabilen Schicht ungefähr gleichbleibend
- Windgeschwindigkeitszunahme mit der Höhe



III. Leewellenflug im Gebirge

▶ Flugtaktik

- Man fliegt in die meist kräftigen, turbulenten Aufwinde eines Hanges und macht möglichst viel Höhe.
- Dann gegen den Wind durch die starken Turbulenzen des Rotorabwindes in den Aufwindbereich des Rotors vorfliegen
- Enges und kräftiges Steigen fassen
- Ab einer bestimmten Höhe wird es ruhig → laminare Wellenströmung



III. Leewellenflug im Gebirge

▶ Flugtaktik

- Gegen die Wind vortasten (Suchschleifen)
- Aufpassen um nicht leeseits ins Fallen zu geraten oder in den Bereich der Wolkenbildung abgetrieben zu werden
- Welle wechseln, wenn eine andere besseres Steigen verspricht
- Vor mächtigen Wellenwolken an der Wolkenkante entlang steigen





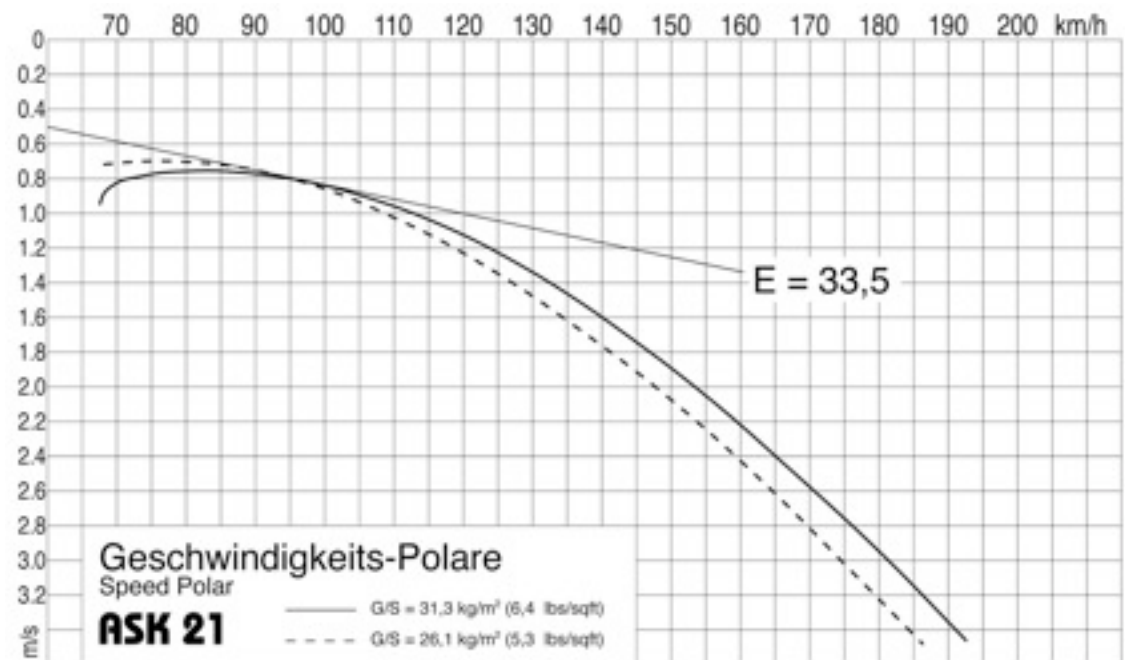
Die Sollfahrt

Wie gleitet man am weitesten ?

- ▶ Grundsatz:

Langsames Fliegen → wenig Höhenverlust

Schnelles Fliegen → rasches Vorwärtskommen
aber auch starkes Sinken



Wie gleitet man am weitesten ?

- Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen
- ▶ Bei Windstille: → Sollfahrtring auf 0



Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

▶ Bei Windstille: → Sollfahrtring auf 0

Flächenbelastung (Wasserballast) ?



Pro kp/qm mehr → 0,1m/s nach oben

Also bei mehr Belastung schneller fliegen

Gleitwinkel bleibt immer gleich!

Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen



Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

- ▶ Bei Gegenwind: **Gleitzahl sinkt**



Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

- ▶ Bei Gegenwind: **Gleitzahl sinkt**
→ Schneller fliegen, als die Sollfahrt anzeigt

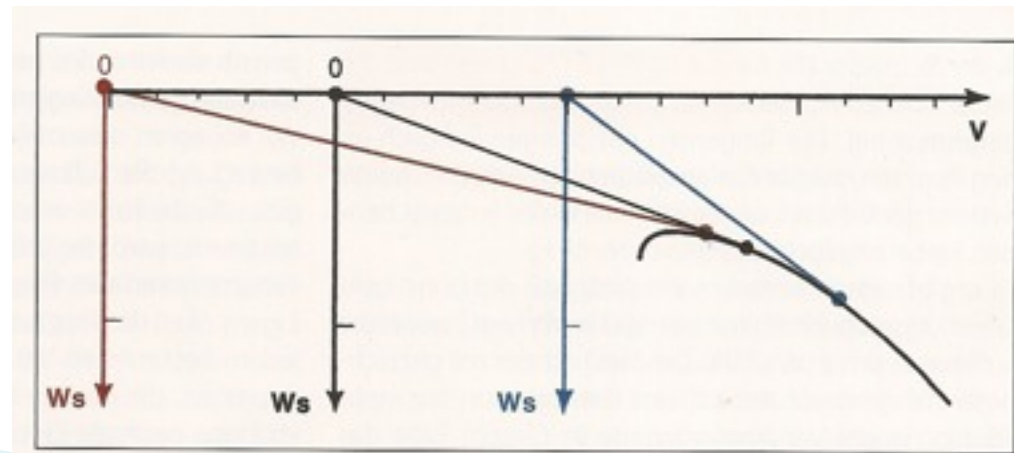


Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

- ▶ Bei Gegenwind: **Gleitzahl sinkt**
 - Schneller fliegen, als die Solfahrt anzeigt
 - Wasser drinnen lassen!

Rückenwind
Windstille
Gegenwind



Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen



Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

- ▶ Bei Rückenwind: **Gleitzahl steigt**



Wie gleitet man am weitesten ?

- Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen
- ▶ Bei Rückenwind: **Gleitzahl steigt**
→ Langsamer fliegen, als die Sollfahrt anzeigt



Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

- ▶ Bei Rückenwind: **Gleitzahl steigt**
→ Langsamer fliegen, als die Sollfahrt anzeigt
(wir lassen uns vom Wind schieben)

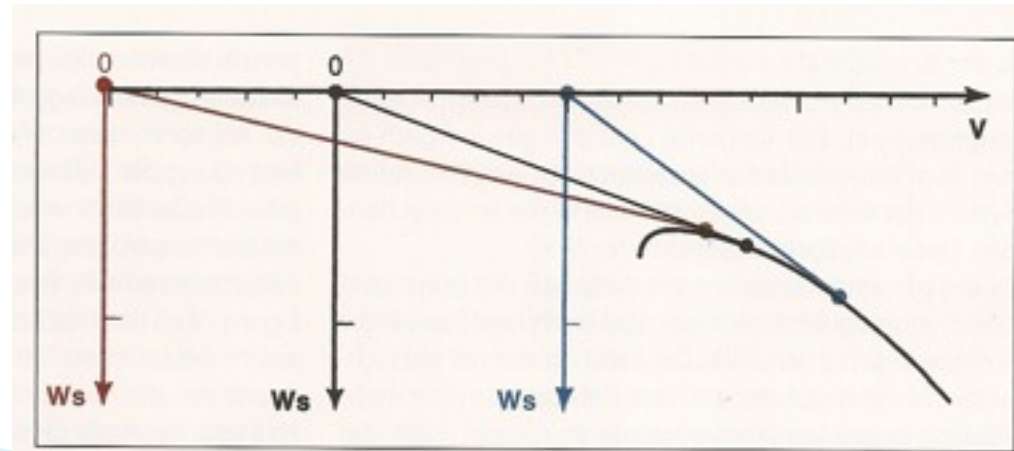


Wie gleitet man am weitesten ?

Beispiel: Überlandflug, starke Wetterverschlechterung
kein Aufwind mehr vorhanden
→ Höhe in möglichst große Strecke umsetzen

- ▶ Bei Rückenwind: **Gleitzahl steigt**
 - Langsamer fliegen, als die Sollfahrt anzeigt
(wir lassen uns vom Wind schieben)
 - Wasser ablassen!

Rückenwind
Windstille
Gegenwind



Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Abhängig von:

- ▶ Steigen während dem Kurbeln
(Meteorologie, Flugzeugtyp, Pilot)
- ▶ Wahl der geradeaus durchflogenen Strecke
- ▶ Gleitfluggeschwindigkeit zw. den Aufwinden
- ▶ Endanflug



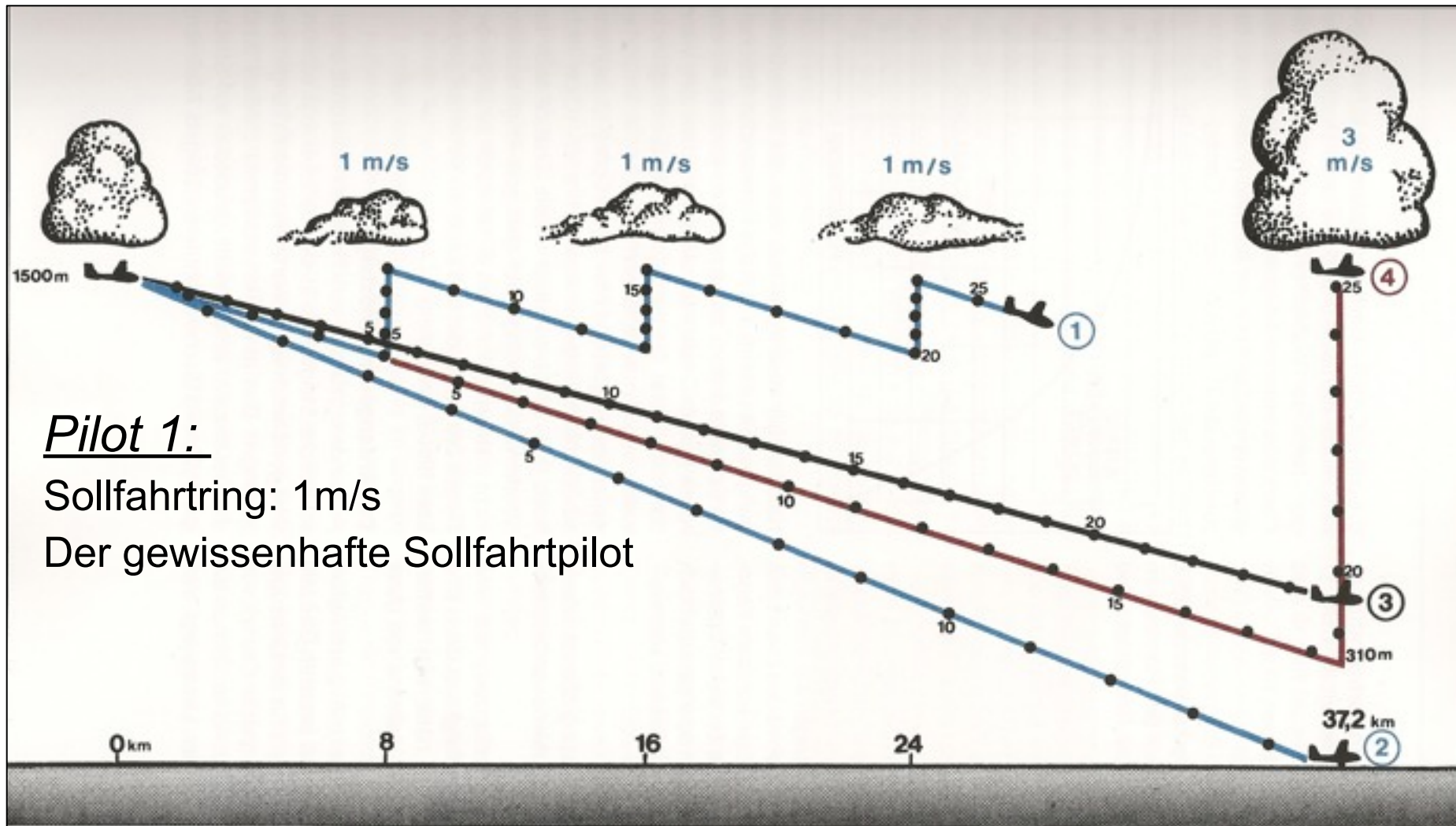
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Beispiel:

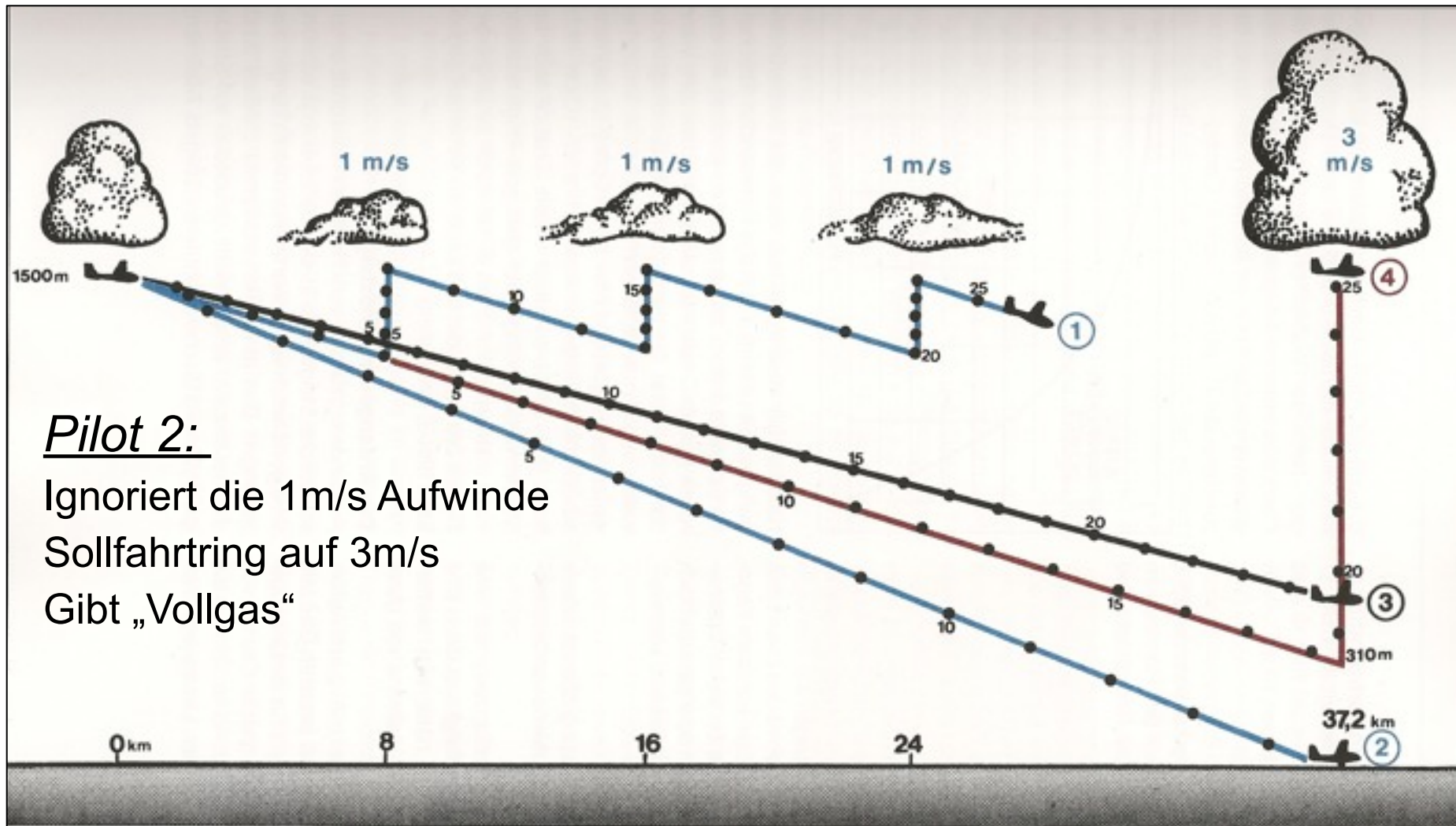
- ▶ Regelmäßig alle 8km schwache Aufwinde (1m/s)
- ▶ Alle 37,5 km starke Aufwinde (3m/s)
- ▶ ASW 19 (28kp/qm Flächenbel.)
- ▶ START: 1500m direkt unter der Basis



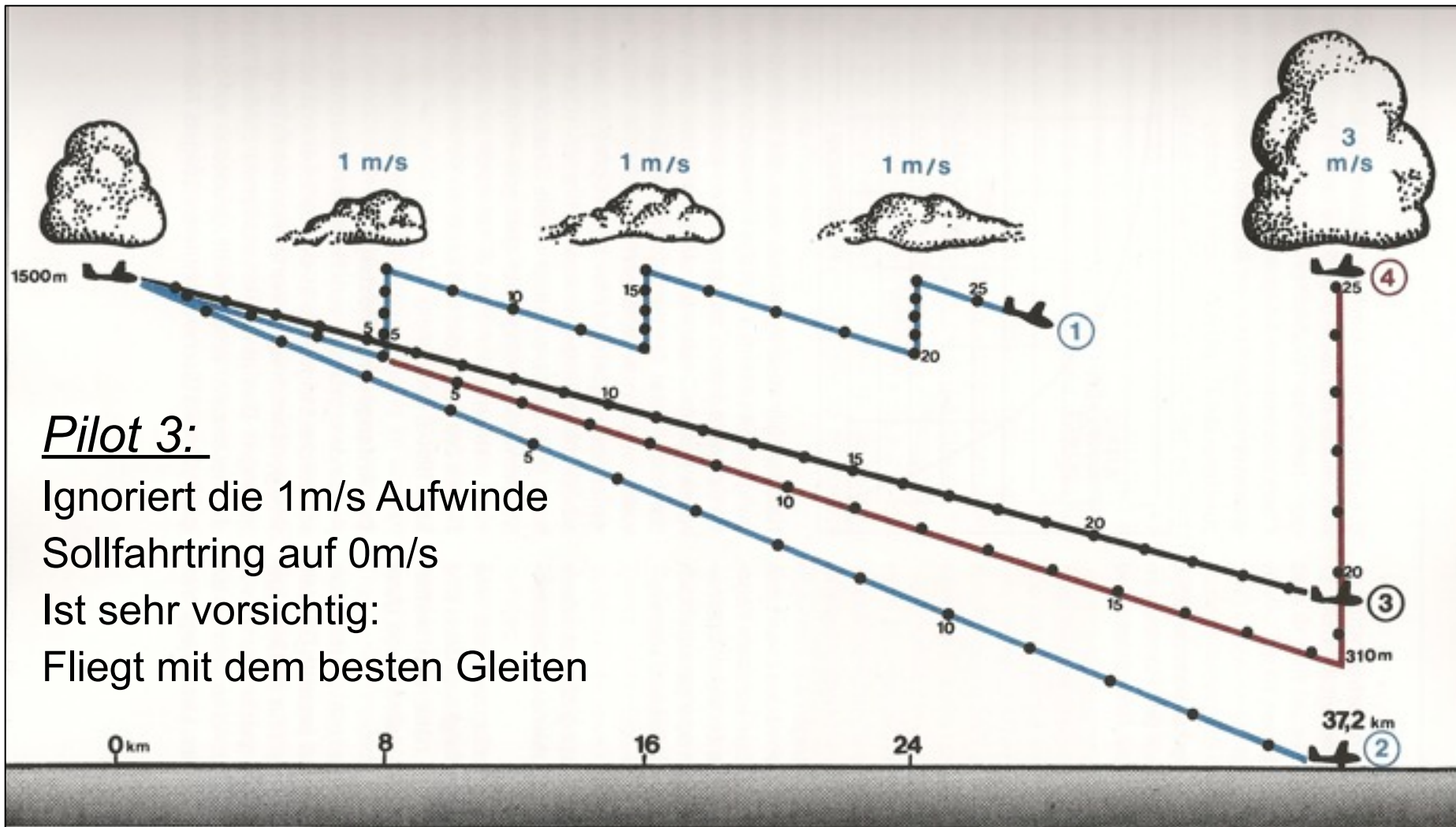
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?



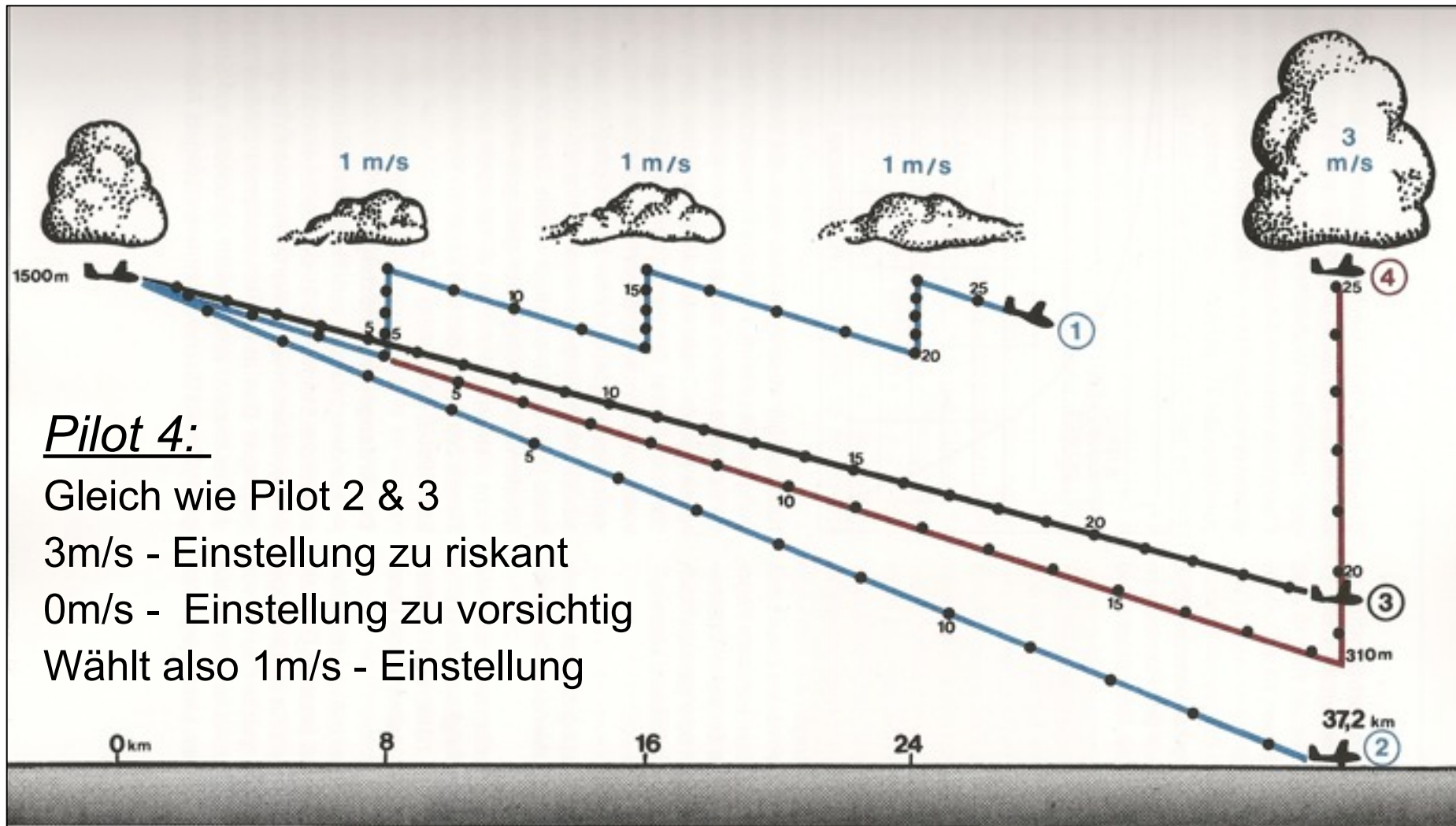
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?



Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

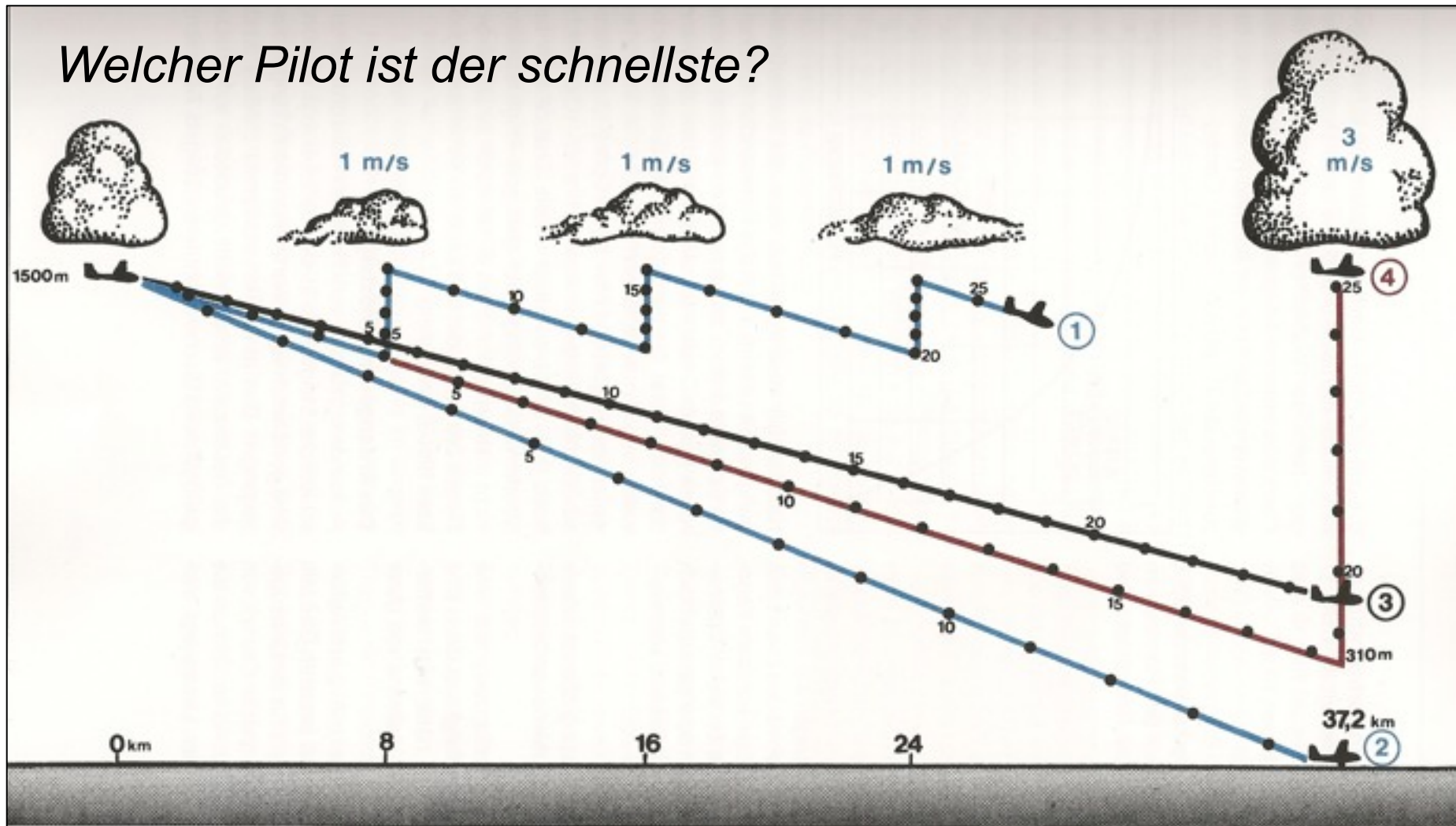


Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?



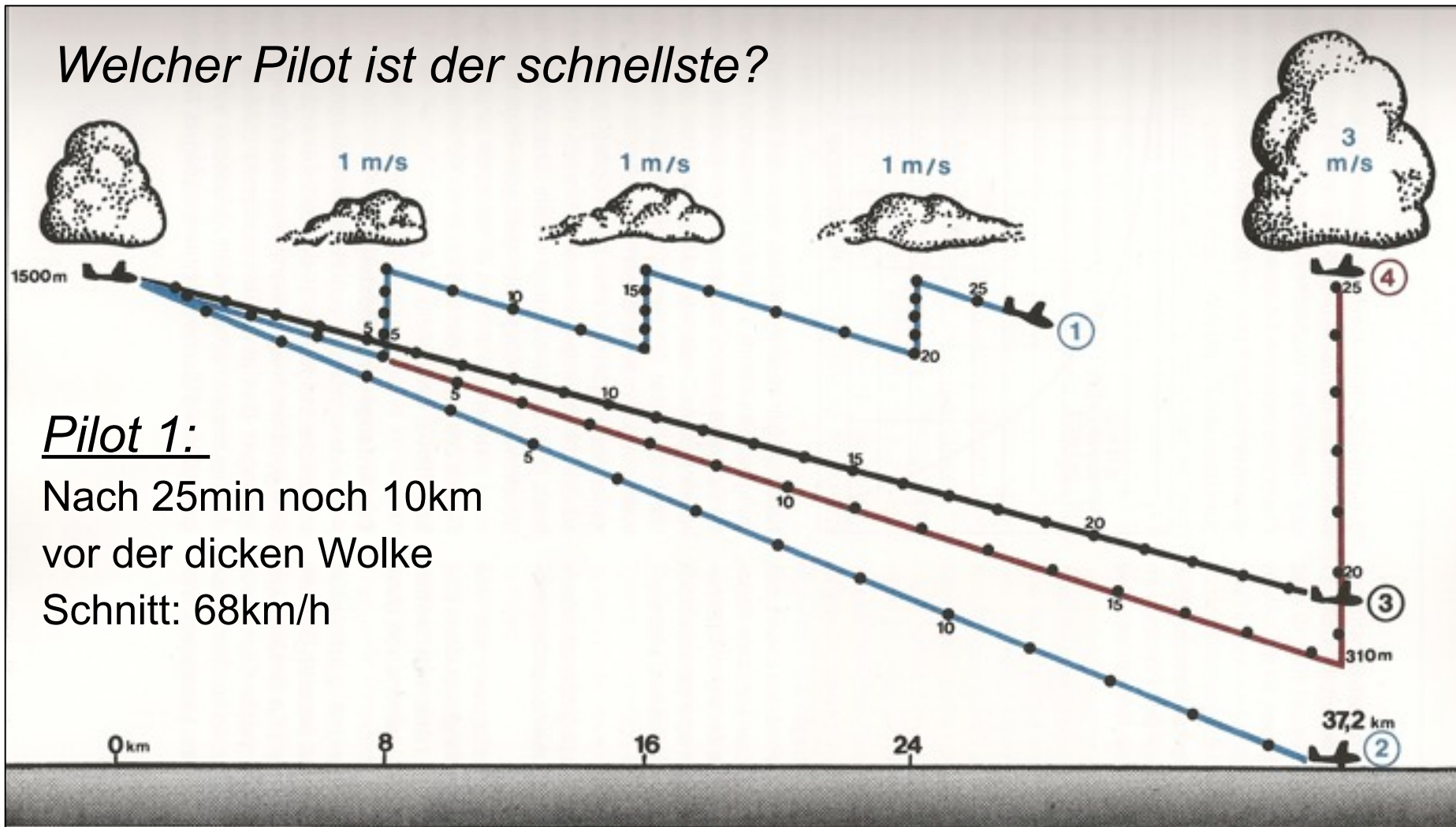
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Welcher Pilot ist der schnellste?



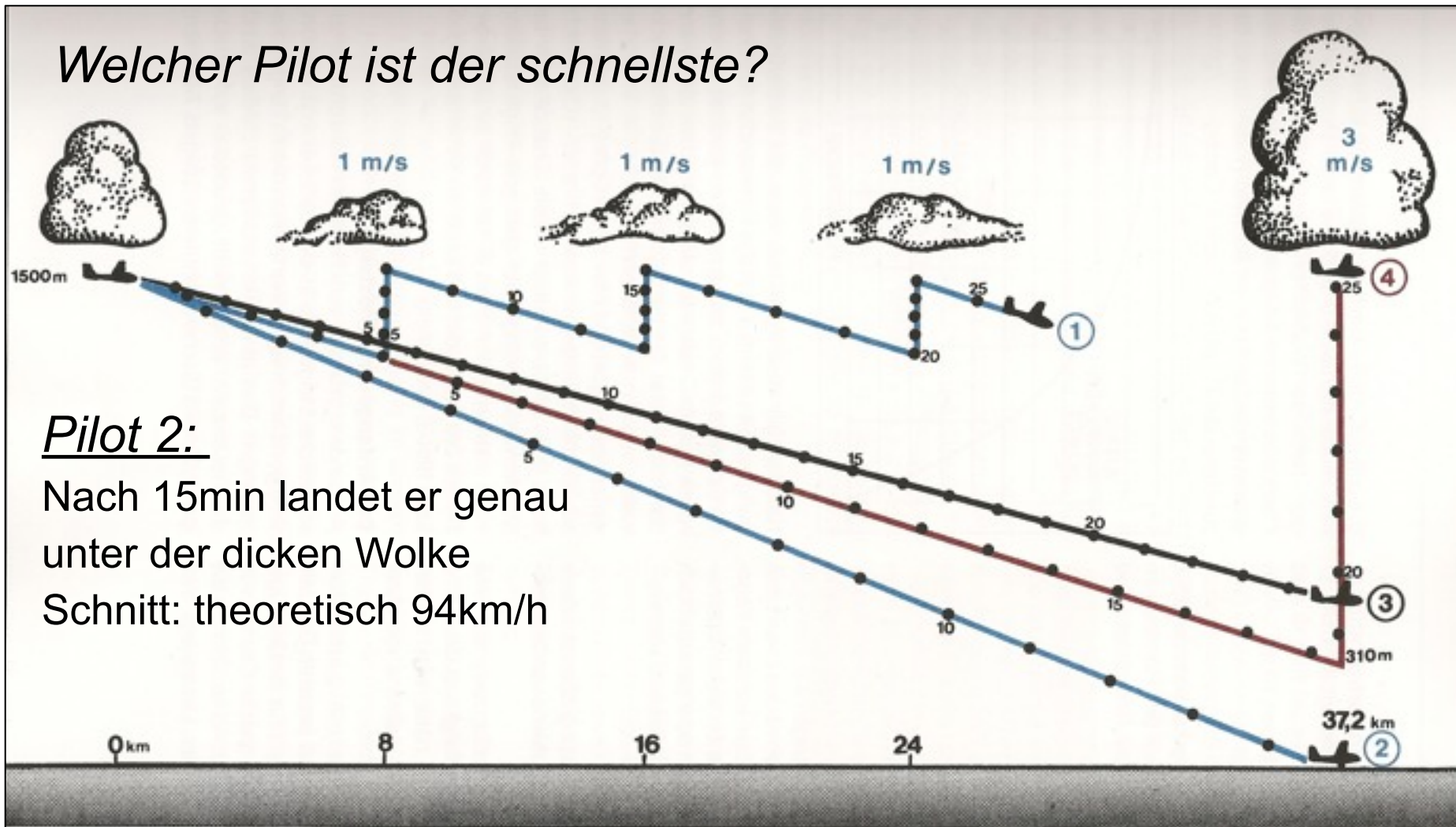
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Welcher Pilot ist der schnellste?



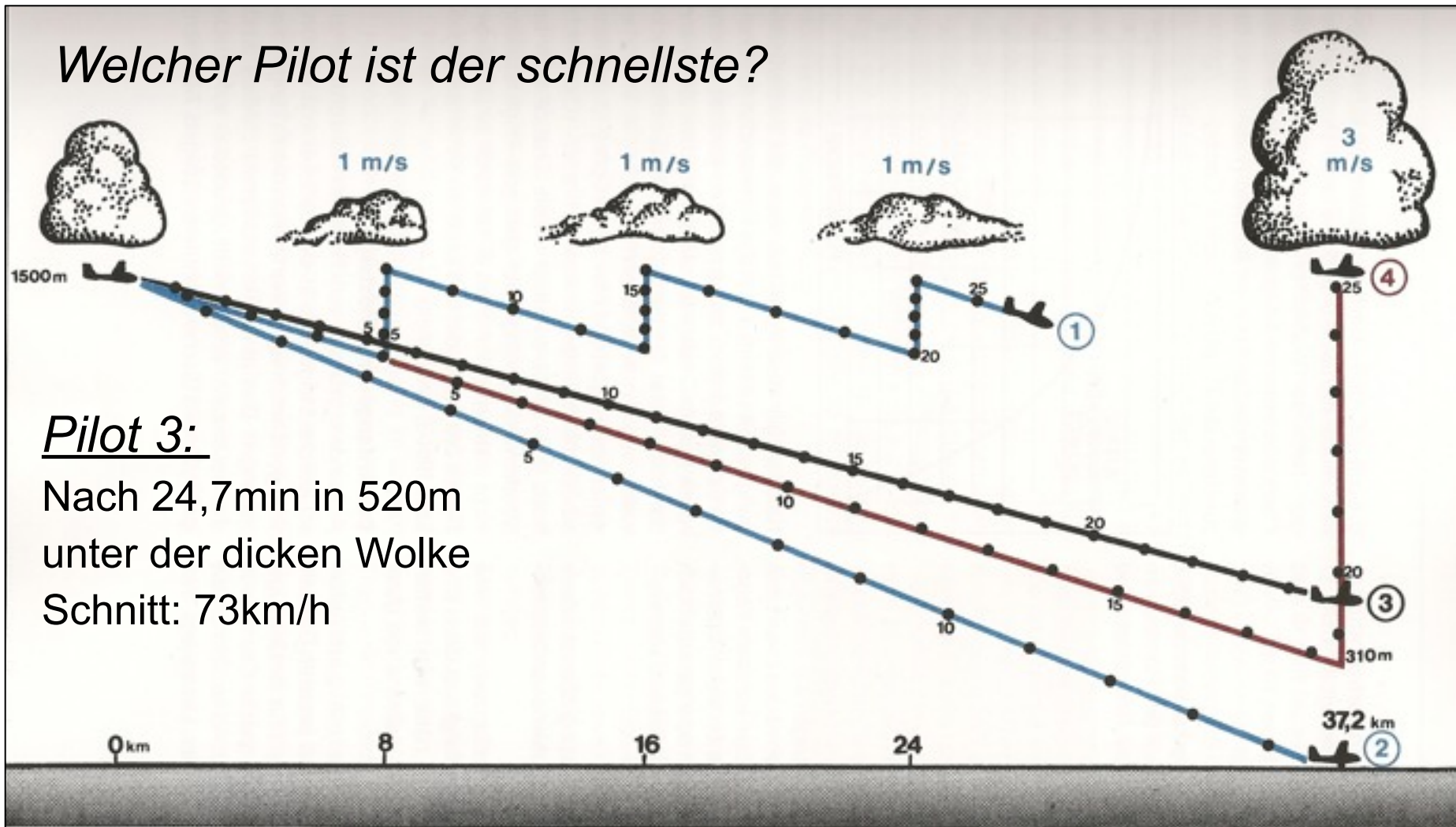
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Welcher Pilot ist der schnellste?



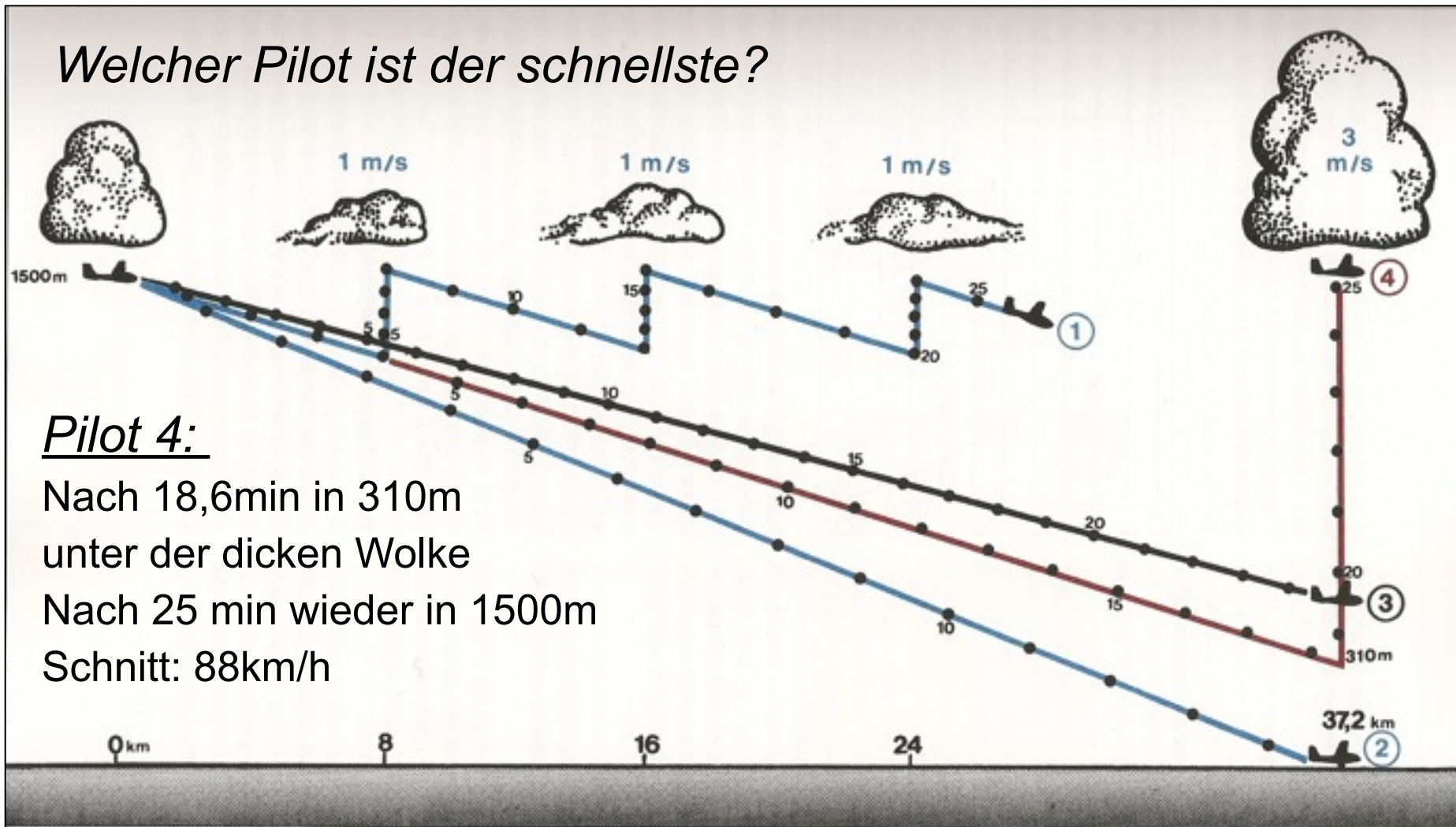
Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Welcher Pilot ist der schnellste?



Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Welcher Pilot ist der schnellste?



Wie erreicht man eine hohe Reisegeschwindigkeit?

Eintreffwahrscheinlichkeit:

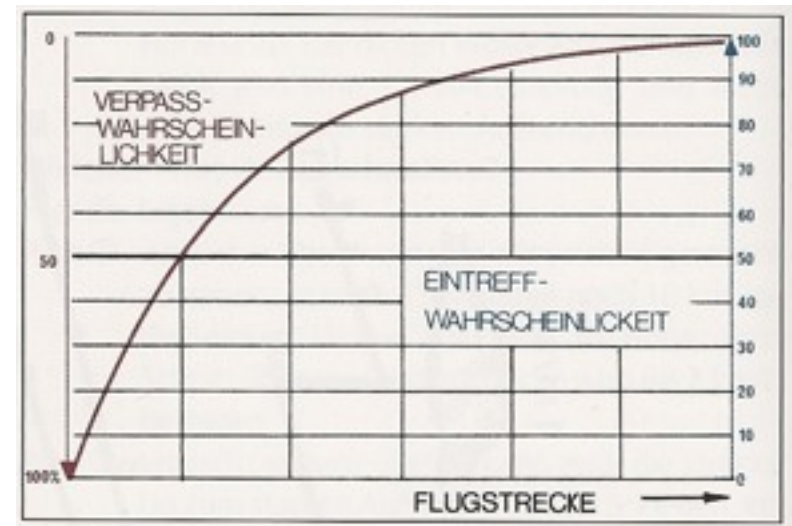
Bsp.: 50%ige Chance auf Aufwind

Strecke = 20km aus 1000m

Erhöhung auf nur 75% bei 40km

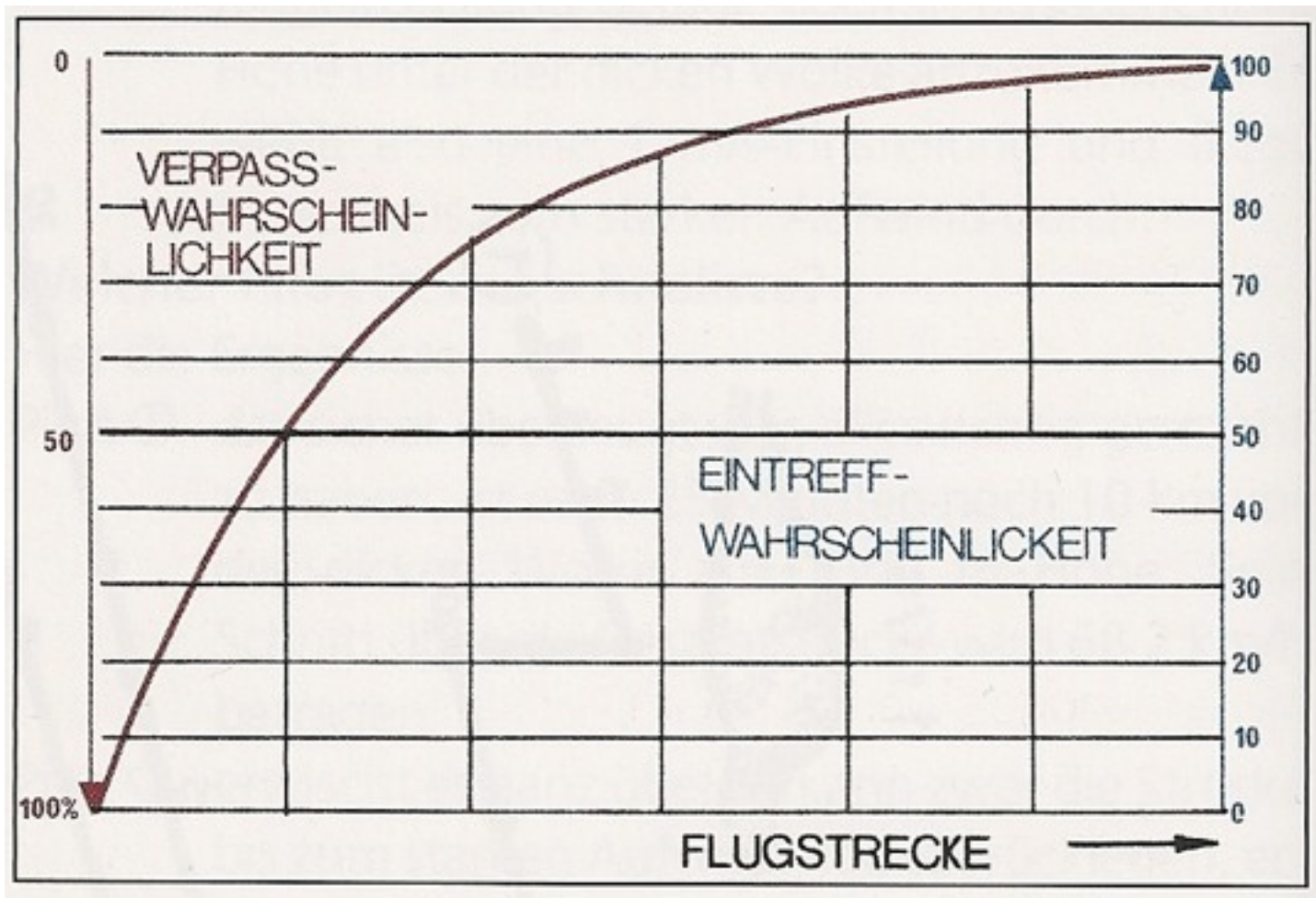
Für 100% müsste die Reichweite ∞ groß sein

Regel gilt für unveränderte
Wetterbedingungen!!



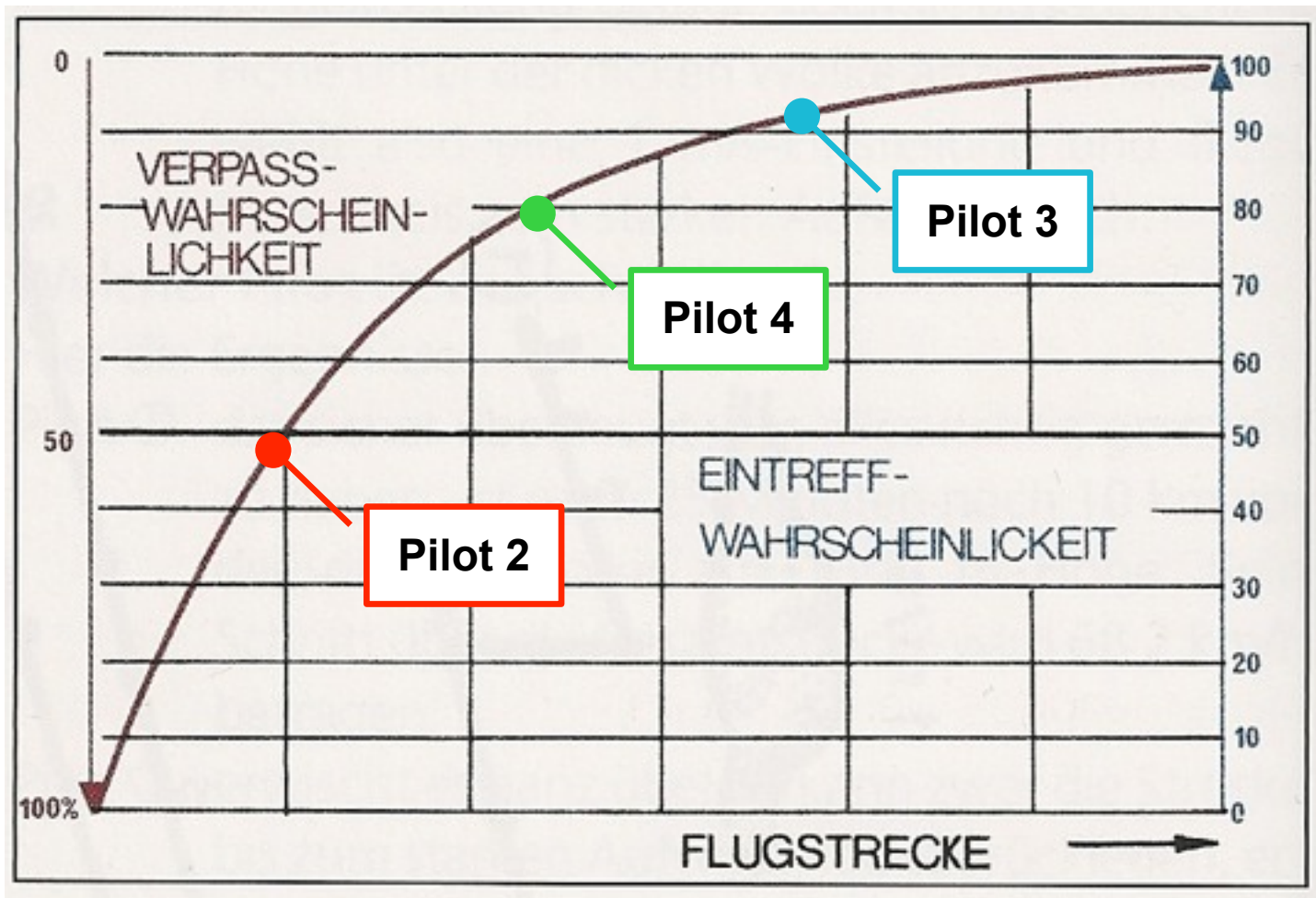
Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Eintreffwahrscheinlichkeit:

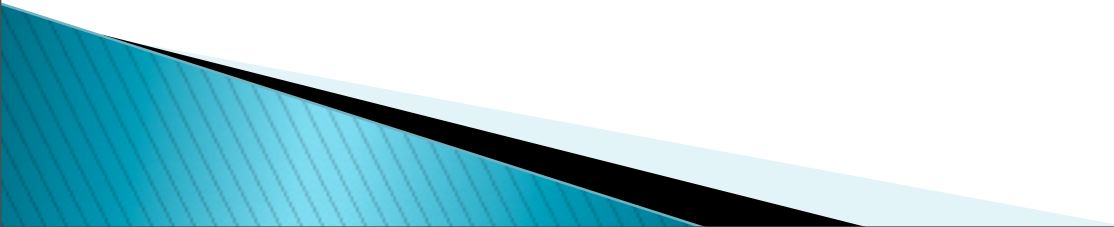


Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Eintreffwahrscheinlichkeit:



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Das Anfangs- und Endsteigen:

- ▶ Unterschiedliche Steigwerte in verschiedenen Höhen

Das mittlere Steigen = $\Delta h / \Delta t$ (während dem Kurbeln)

Bsp 1.:

Aufwind mit zunehmender Höhe von 3 über 2 auf 1m/s abnehmend

Nächster Aufwind hat gleichmäßig 2m/s

Wann verlassen wir den 1. Aufwind?

→ Wir verlassen den 1. Aufwind bei genau 2m/s.



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Das Anfangs- und Endsteigen:

- ▶ Unterschiedliche Steigwerte in verschiedenen Höhen

Das mittlere Steigen = $\Delta h / \Delta t$ (während dem Kurbeln)

Bsp 2.:

Aufwind hat gleichmäßig 2m/s Steigen

Nächster Aufwind: Steigwerte zunehmend von 1 über 2 auf 3m/s



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Das Anfangs- und Endsteigen:

- ▶ Unterschiedliche Steigwerte in verschiedenen Höhen

Das mittlere Steigen = $\Delta h / \Delta t$ (während dem Kurbeln)

Bsp 2.:

Aufwind hat gleichmäßig 2m/s Steigen

Nächster Aufwind: Steigwerte zunehmend von 1 über 2 auf 3m/s

→ Wir müssen beim nächsten Aufwind genau bei 2m/s einsteigen.



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Das Anfangs- und Endsteigen:

- ▶ Unterschiedliche Steigwerte in verschiedenen Höhen

Das mittlere Steigen = $\Delta h / \Delta t$ (während dem Kurbeln)

Bsp 2.:

Aufwind hat gleichmäßig 2m/s Steigen

Nächster Aufwind: Steigwerte zunehmend von 1 über 2 auf 3m/s

→ Wir müssen beim nächsten Aufwind genau bei 2m/s einsteigen.

→ Optimale Ausnutzung und Zeiteinsparung



Sollfahrtregel

Endsteigen
=
Ringeinstellung
=
Anfangssteigen

Die Endkurbelhöhe
ergibt sich aus der Regel automatisch!!

Sollfahrtregel

- ▶ Optimaler Streckenflug nach Sollfahrtregel ist unmöglich
- ▶ Sollfahrtregel ist anzustrebendes **Idealziel**
- ▶ *Versuch:*
Höhe in bestmöglichem Aufwind zu gewinnen
- ▶ *Frage:*
Könnte ich im nächsten Bart besser steigen?



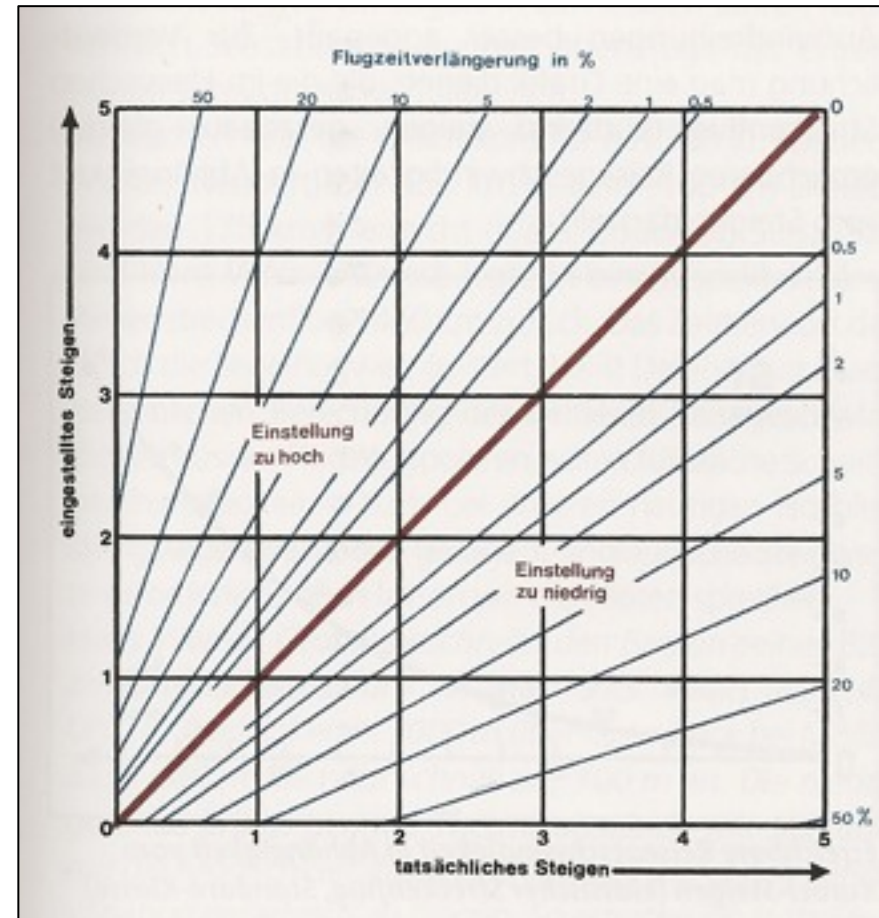
Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Reisegeschwindigkeitsverlust bei ungenauer Ringeinstellung:

- ▶ Schätzfehler von 25%
→ weniger als 1% Zeitverlust
- ▶ Einstellung statt 4m/s auf 2m/s
→ nur 5% Zeitverlust



0-Stellung kann bei höher werdenden tatsächlichen Steigwerten **zu großen Verlusten** führen



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Beispiel: Ein Cumulus Congestus baut sich vor dir auf.

Zu Erwarten ist:

- ▶ 4m/s Steigen
- ▶ Oder aber Regen und Fallen



Auf welchen Wert stellen wird den Sollfahrtring?

Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Beispiel: Ein Cumulus Congestus baut sich vor dir auf.

Zu Erwarten ist:

- ▶ 4m/s Steigen
- ▶ Oder aber Regen und Fallen



Auf welchen Wert stellen wird den Sollfahrtring?

→ auf vorsichtige 1m/s

Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Beispiel: Ein Cumulus Congestus baut sich vor dir auf.

Zu Erwarten ist:

- ▶ 4m/s Steigen
- ▶ Oder aber Regen und Fallen



Auf welchen Wert stellen wird den Sollfahrtring?

→ auf vorsichtige 1m/s

Die schnellere Variante würde **nur 14% Zeit** bringen,

Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Beispiel: Ein Cumulus Congestus baut sich vor dir auf.

Zu Erwarten ist:

- ▶ 4m/s Steigen
- ▶ Oder aber Regen und Fallen



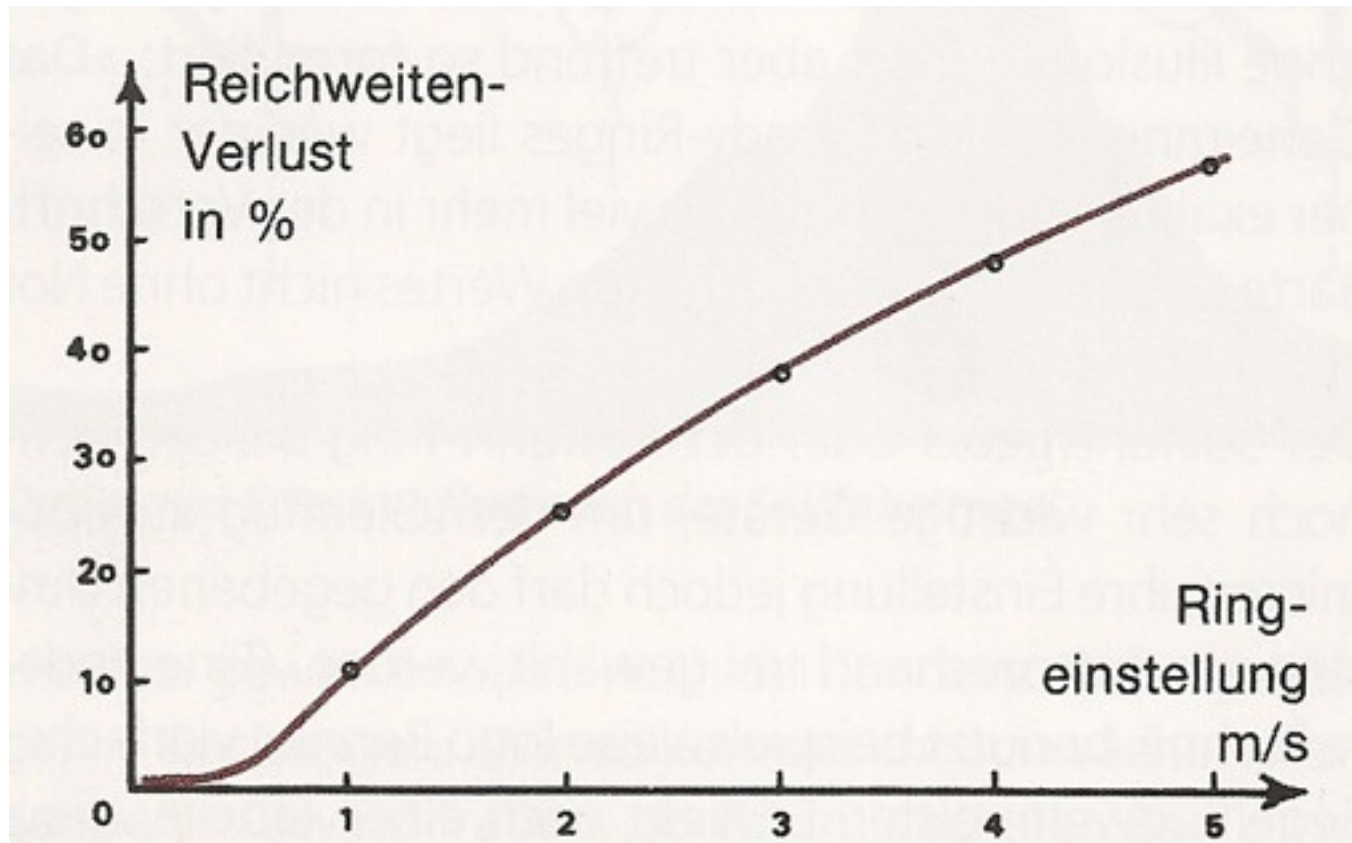
Auf welchen Wert stellen wird den Sollfahrtring?

→ auf vorsichtige 1m/s

Die schnellere Variante würde **nur 14% Zeit** bringen,
und keine Chance für einen alternativen Aufwind!!

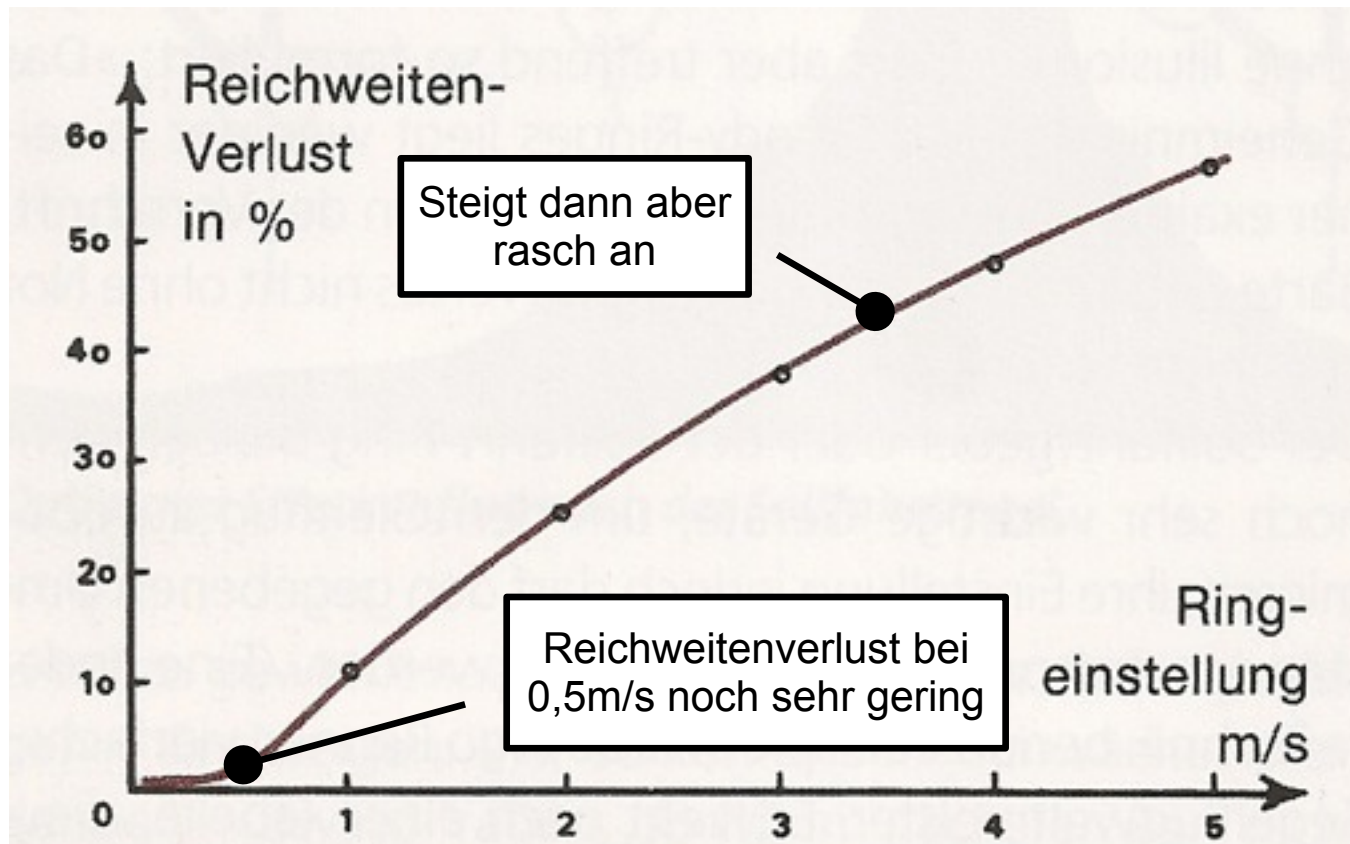
Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Reichweitenverlust in Abhängigkeit der Ringeinstellung:



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

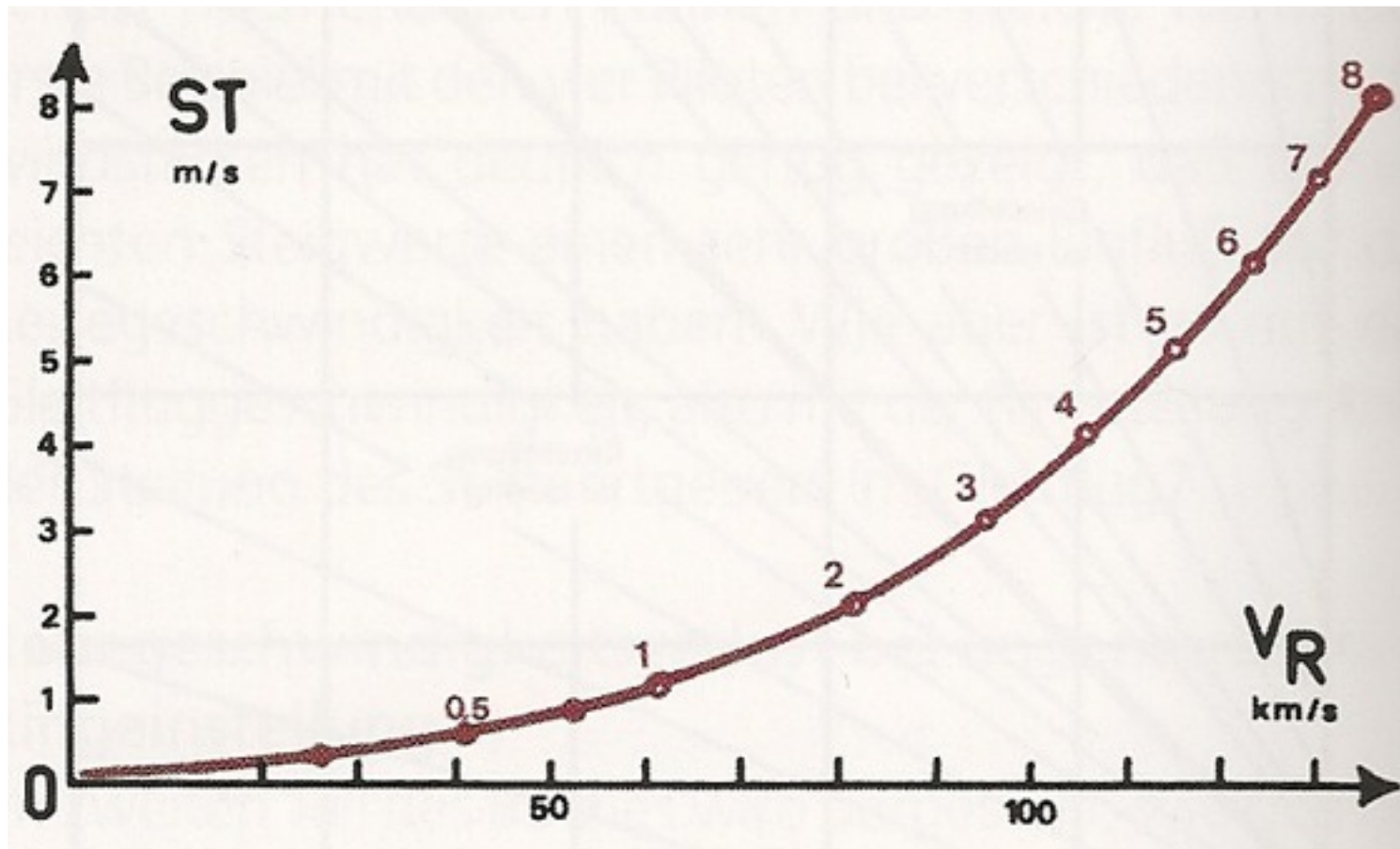
Reichweitenverlust in Abhängigkeit der Ringeinstellung:



Bei 0,5m/s ist aber die Reisegeschwindigkeit schon höher!!

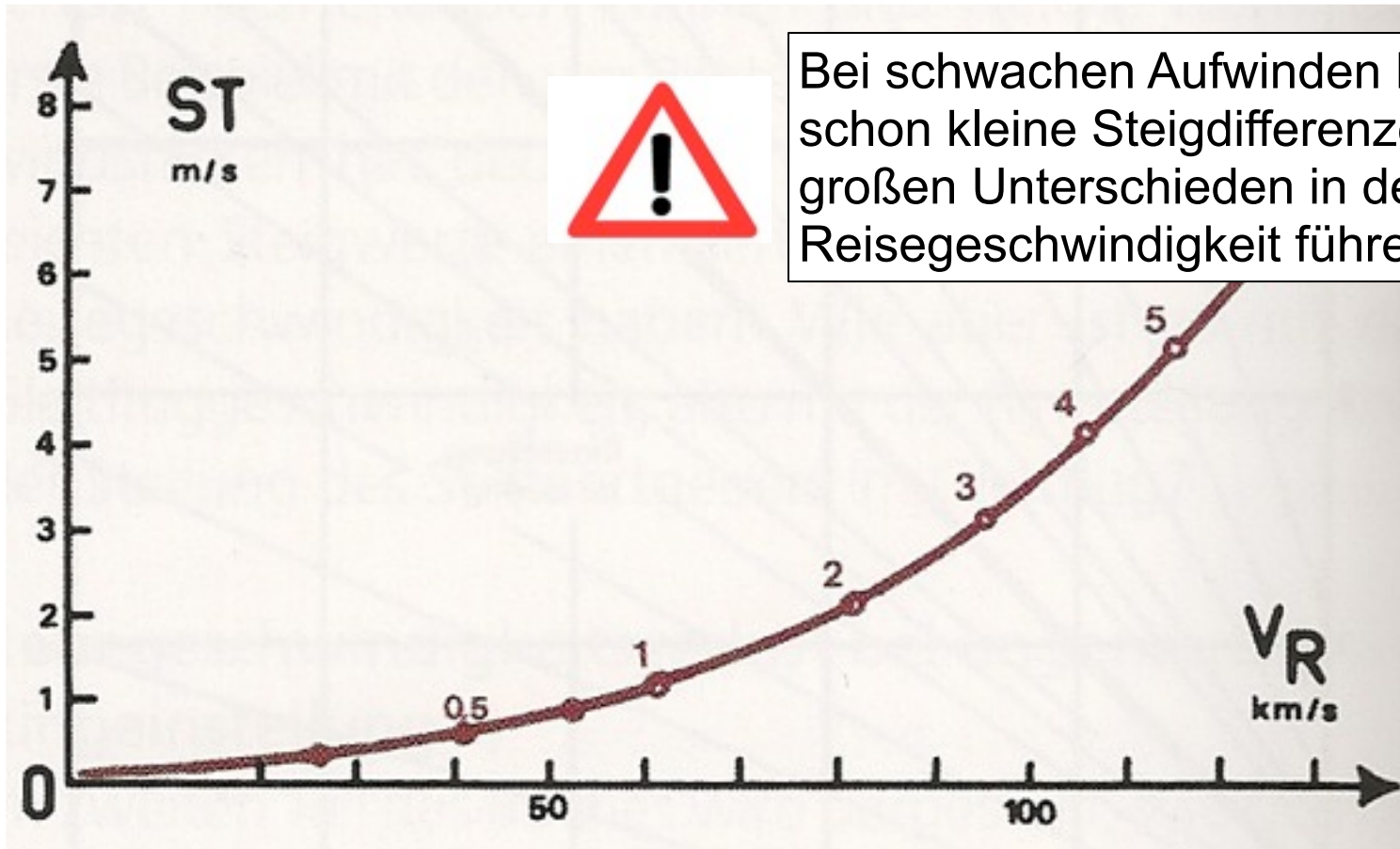
Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

*Erreichbare Reisegeschwindigkeit
abhängig vom Kurbel-Steigen:*



Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

*Erreichbare Reisegeschwindigkeit
abhängig vom Kurbel-Steigen:*



Bei schwachen Aufwinden können schon kleine Steigdifferenzen zu großen Unterschieden in der Reisegeschwindigkeit führen.

Wie erreicht man hohe Reisegeschwindigkeit?

Was ist nun wichtig:

- ▶ **Nicht** auf der Mathematik herumreiten
- ▶ Bärte unterhalb des eingestellten Wertes **nur in NOT** annehmen
- ▶ Keine kleinen Höhenstufen kurbeln
Zentrieren kostet viel Zeit
(z.B. knappes Fliegen unter der Wolkenbasis ist schlecht)
- ▶ Die Sparstellung (0m/s) sollte vermieden werden

Der Delphinflug

Geradeausflug nach Sollfahrttheorie (MacCready)



Man fliegt die vom Sollfahrtvariometer befohlenen Geschwindigkeiten.

→ Delphinflug

Geschickte Wahl des Flugweges: (Wolkenstraßen, etc.)

→ Höhe kann vl. sogar gewonnen werden

→ Reisegeschwindigkeit erhöht sich enorm
(auch bei schlechten Wetterlagen)

Der Delphinflug

Delphinflugregeln:

- 1) Ringeinstellung = durchschnittliches Gesamtsteigen beim Kreisen im Bart (= das mittlere Steigen vom Zeitpunkt des Einkreisens bis zum Ausleiten - also inklusive Zentrierzeit)
- 2) Trotz Delphinflug Höhenverlust → in möglichst gutem Steigen kreisen
- 3) Evtl. Überschreitung der Max.Höhe (Wolkenbasis)
Ring genau soviel höher stellen, dass Höhe gehalten wird
- 4) Man kann auch steigen;
Maß für 2) & 3) ist nun der Steigpfad anstatt der Horizontalen
- 5) Delphinflug nicht durch Zurückdrehen des Sollfahrtrings erzwingen
Entsteht automatisch bei guten Wetterlagen und günstigen Flugwegen
- 6) Bei Delphinflug-günstigen Wetterlagen eher mit hoher Flächenbelastung fliegen

Der Delphinflug

Wann soll ich trotzdem kurbeln?

- ▶ Wenn man noch weit unter der Basis ist.
- ▶ Die Wolkenstraße bald zu Ende sein wird.
Die Maximalhöhe sollte allerdings schon deutlich vor dem Ende der Wolkenstraße erkurbelt werden, da wir uns nicht auf die letzte Wolke verlassen dürfen !!
- ▶ Das Steigen deutlich größer ist als im Allgemeinen.
- ▶ Oder wenn das Steigzentrum sehr eng ist.

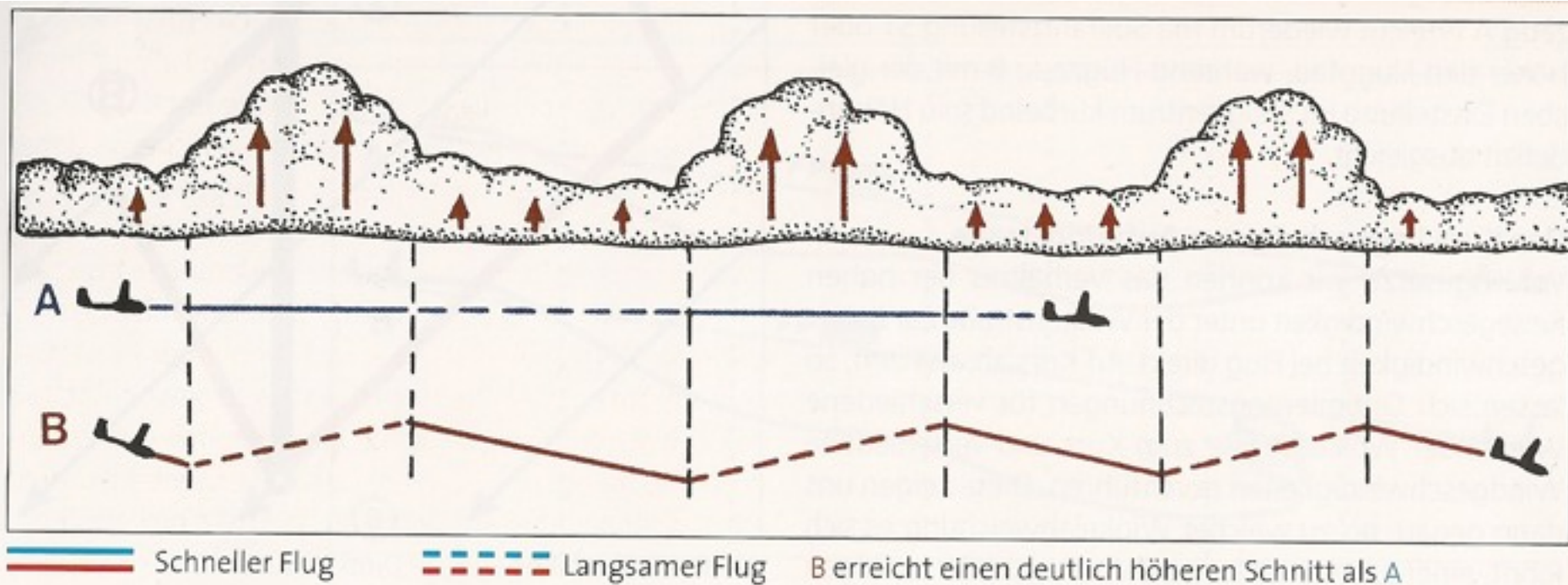


Aufwindstraßen enden oft in
Gebieten ohne Termikentwicklung
→ Wir verlassen diese also **immer mit Maximalhöhe**

Der Delphinflug

Spezieller: **Wolkenstraßen**

- ▶ Nicht an der Basis kleben und das Steigen wegdrücken !!



Gleitleistung **Flieger A**

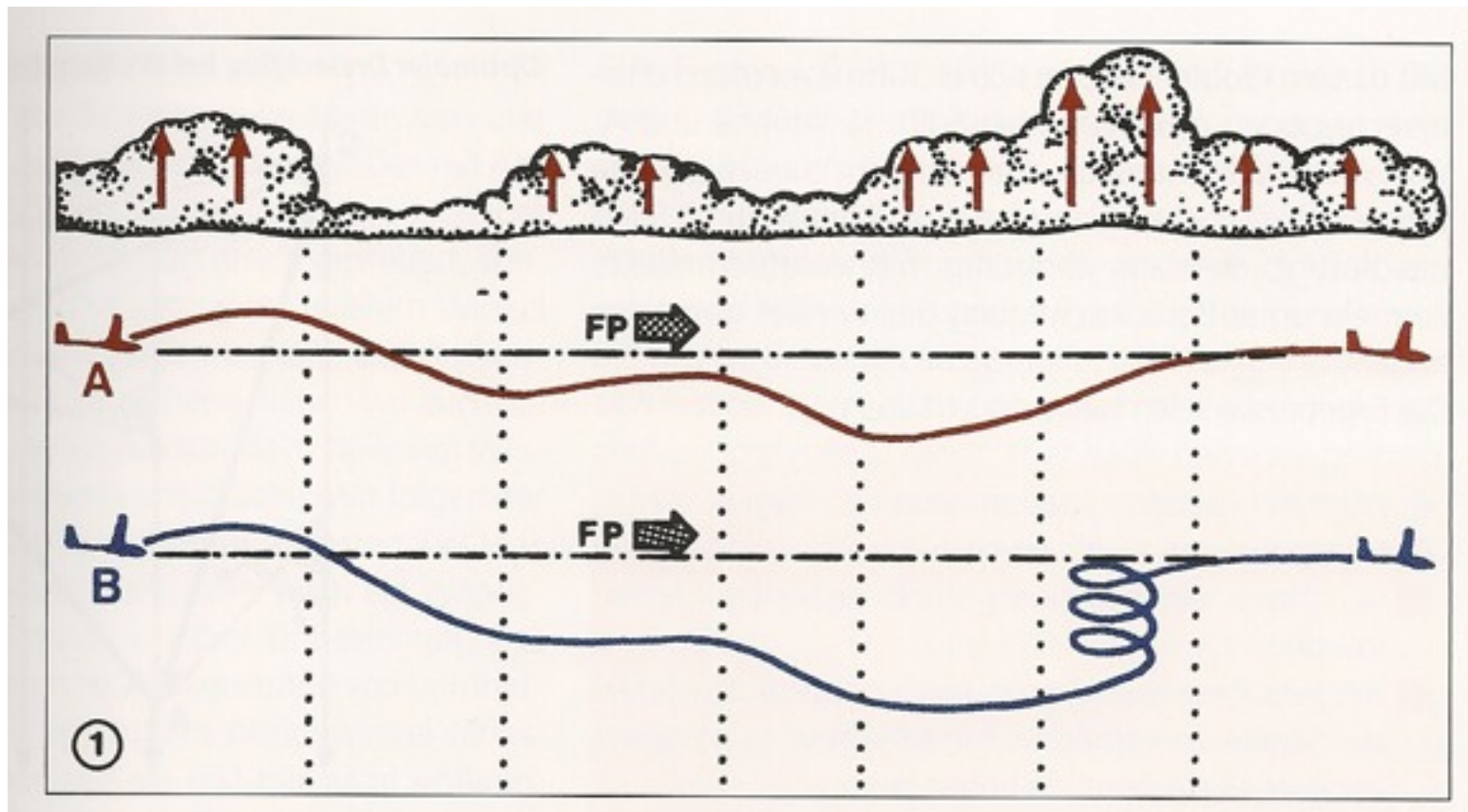
>

Gleitleistung **Flieger B**

Der Delphinflug

Optimaler Flug entlang Aufwindstraßen:

Fall 1: Flugpfad FP liegt horizontal



Gleitleistung **Flieger A**

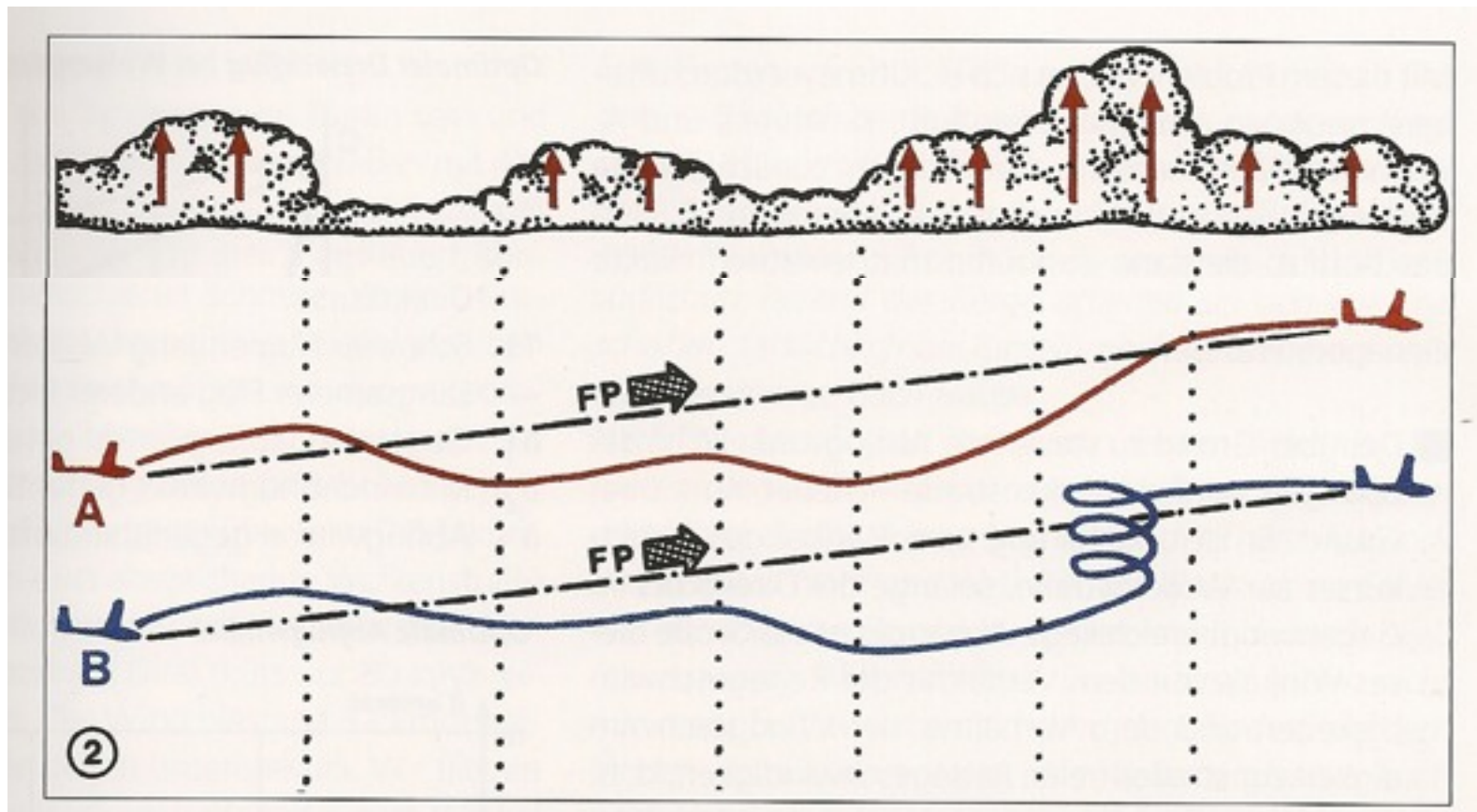
>

Gleitleistung **Flieger B**

Der Delphinflug

Optimaler Flug entlang Aufwindstraßen:

Fall 2: Flugpfad FP steigt an



Gleitleistung **Flieger A**

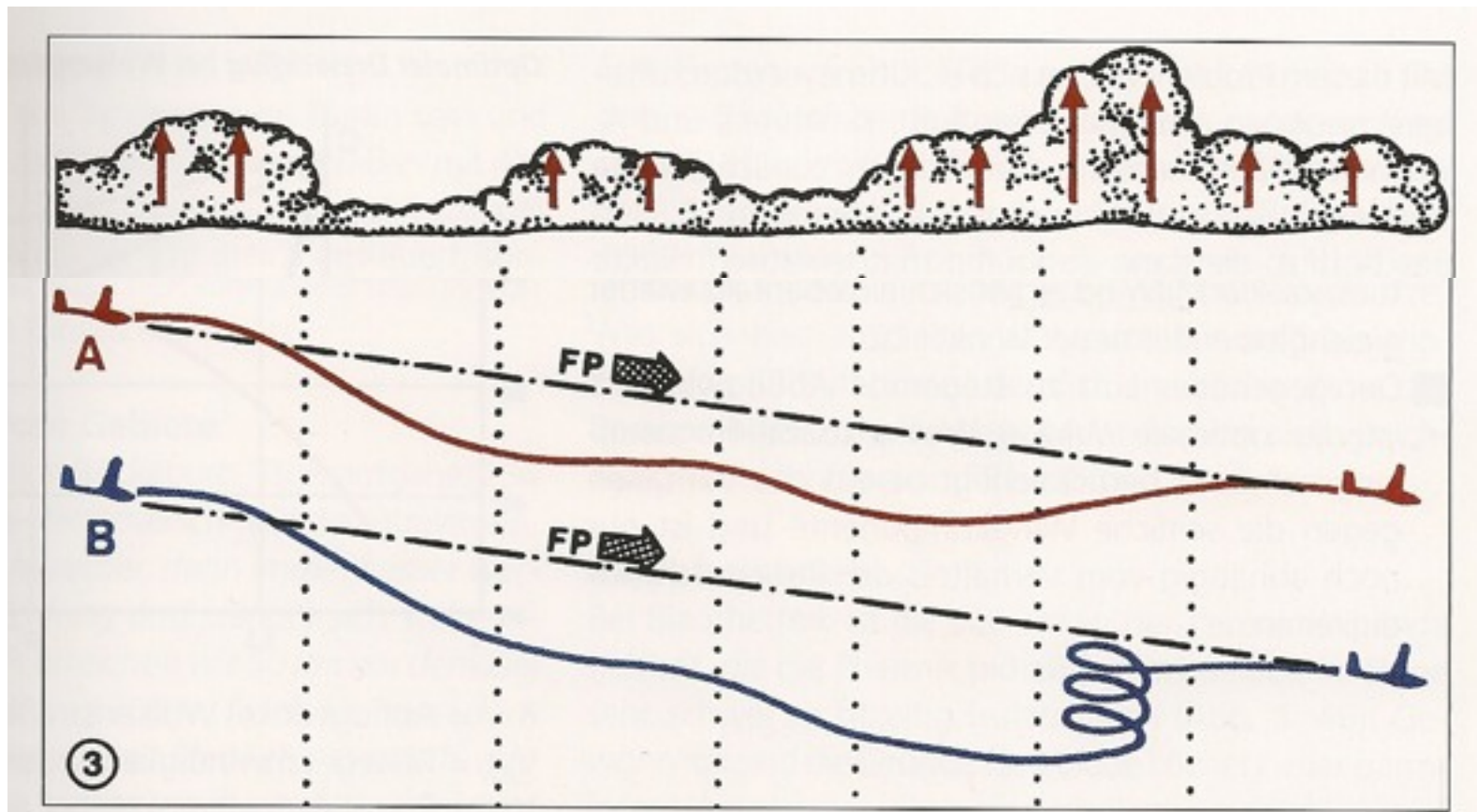
>

Gleitleistung **Flieger B**

Der Delphinflug

Optimaler Flug entlang Aufwindstraßen:

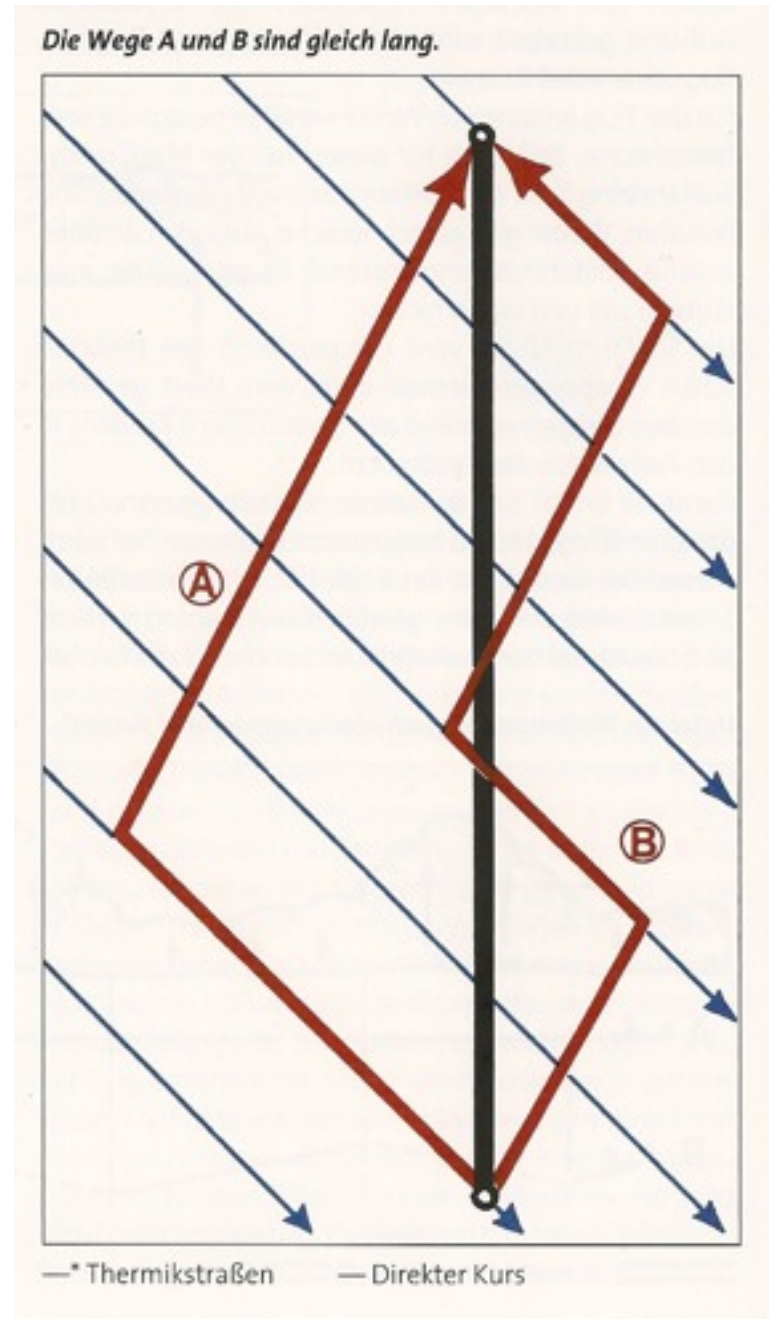
Fall 3: Flugpfad FP geht abwärts



Der Delphinflug

*Kurs liegt nun schräg
zur Aufwindstraße:*

- ▶ Aufwindstraßen sind ∞ lang
- ▶ A & B sind gleich lang



Der Delphinflug

Wann lohnt es sich, Wolkenstraßen länger zu folgen?

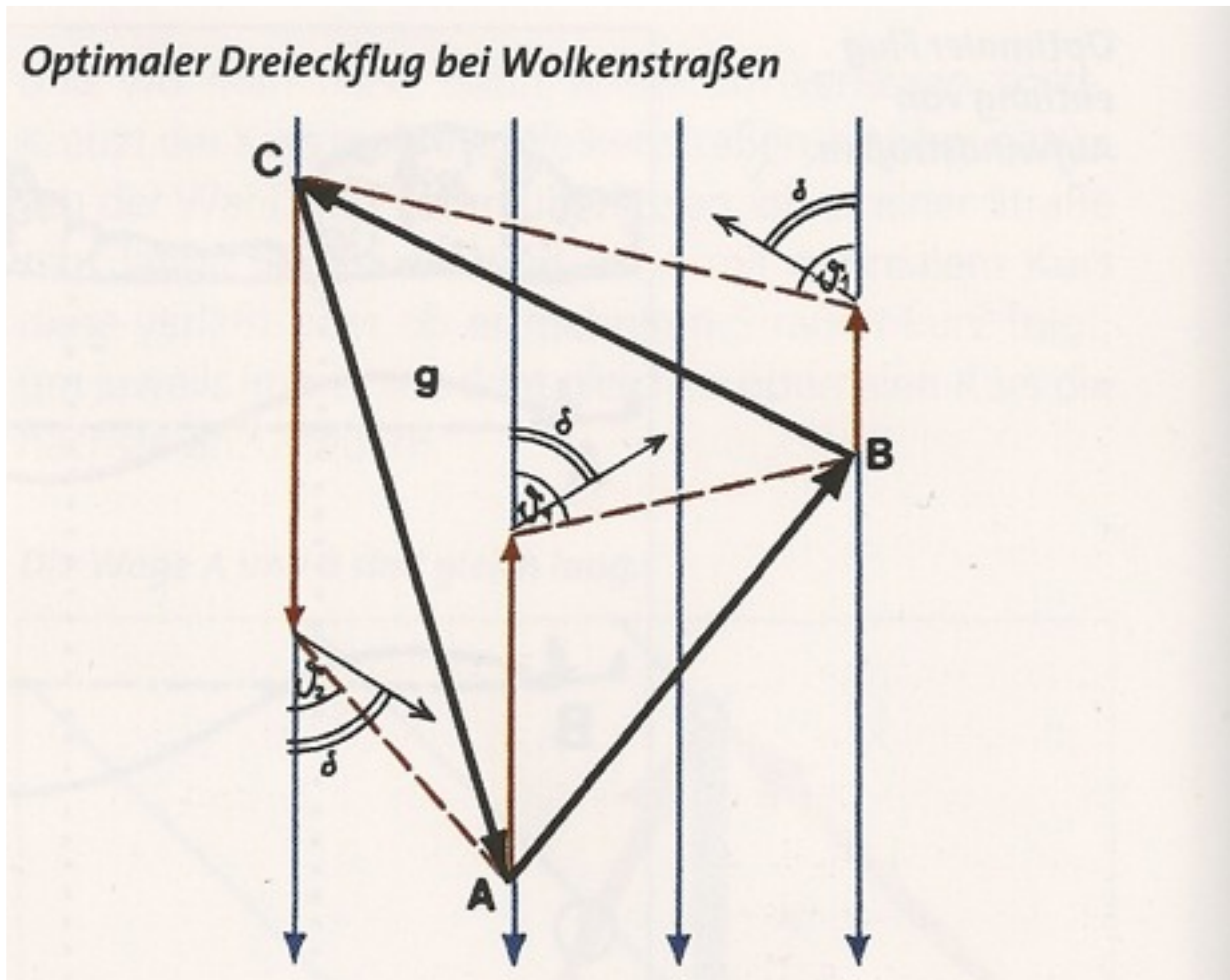
Wenn

- ▶ Sie wenig vom Kurs abweichen
- ▶ Sie gegen einen starken Wind entlang geflogen werden
- ▶ Die Reisegeschwindigkeit unter der Straße (gegenüber Luft)
>>
als die Reisegeschwindigkeit anderer Kurse ist.

Der Delphinflug

Theoretische Anwendung

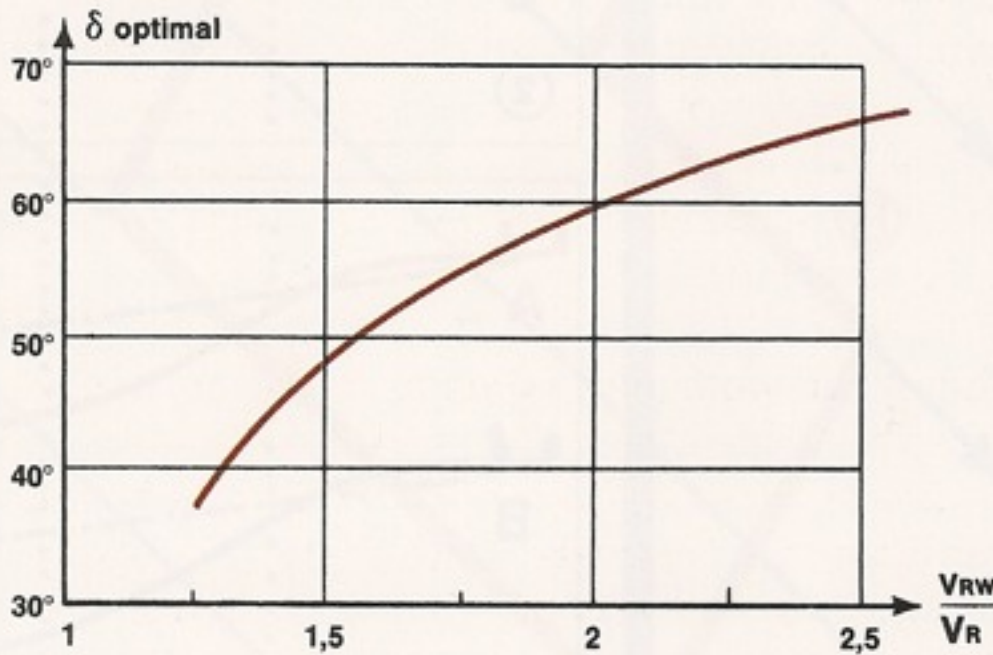
Optimaler Dreieckflug bei Wolkenstraßen



Der Delphinflug

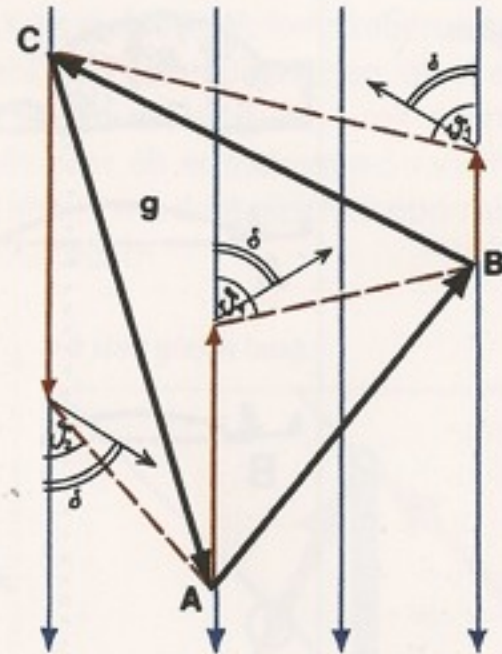
Theoretische Anwendung

Optimale Abflugwinkel



δ = Abflugwinkel Wolkenstraße – Rumpflängsachse
 V_{RW} = Reisegeschwindigkeit unter der Wolkenstraße
 V_R = Reisegeschwindigkeit bei anderer Flugrichtung

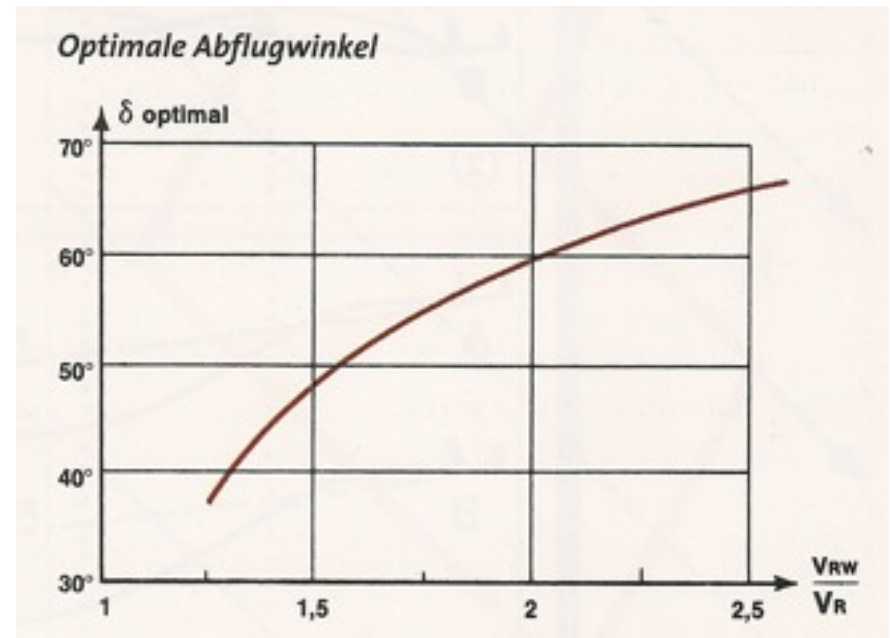
Optimaler Dreieckflug bei Wolkenstraßen



Der Delphinflug

Beispiel:

- ▶ **30°** vom Kurs
abweichende Wolkenstraße
- ▶ $V_{RW} = 140\text{km/h}$
- ▶ $V_R = 80\text{km/h}$
- ▶ Wind entlang der Wolkenstraße
gegen unseren Kurs mit **32km/h**



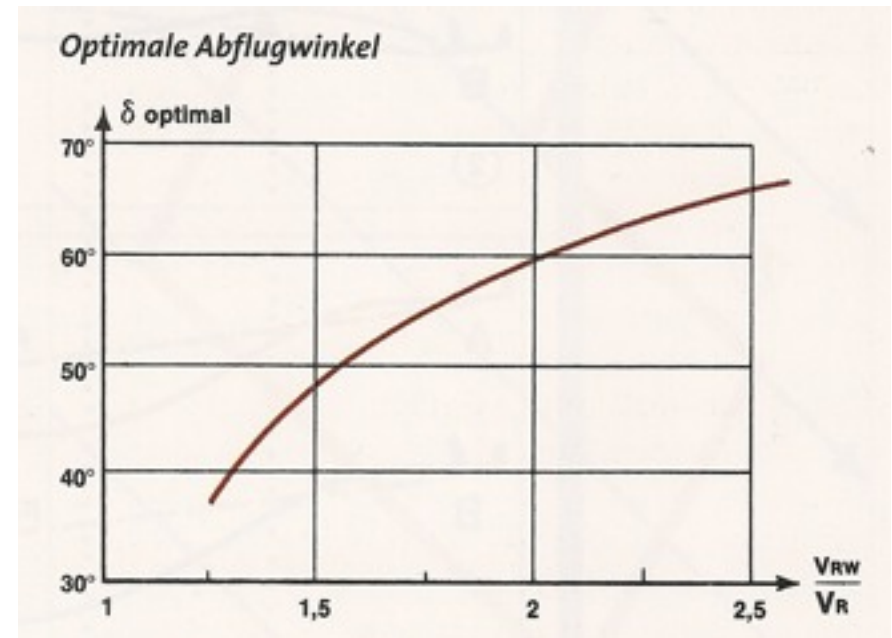
Der Delphinflug

Beispiel:

- ▶ **30°** vom Kurs abweichende Wolkenstraße
- ▶ $V_{RW} = 140\text{km/h}$
- ▶ $V_R = 80\text{km/h}$
- ▶ Wind entlang der Wolkenstraße gegen unseren Kurs mit **32km/h**

▶ *Lösung*

$$V_{RW} / V_R = 1,75 \rightarrow \text{optimaler Abflugwinkel } \delta = 55^\circ$$



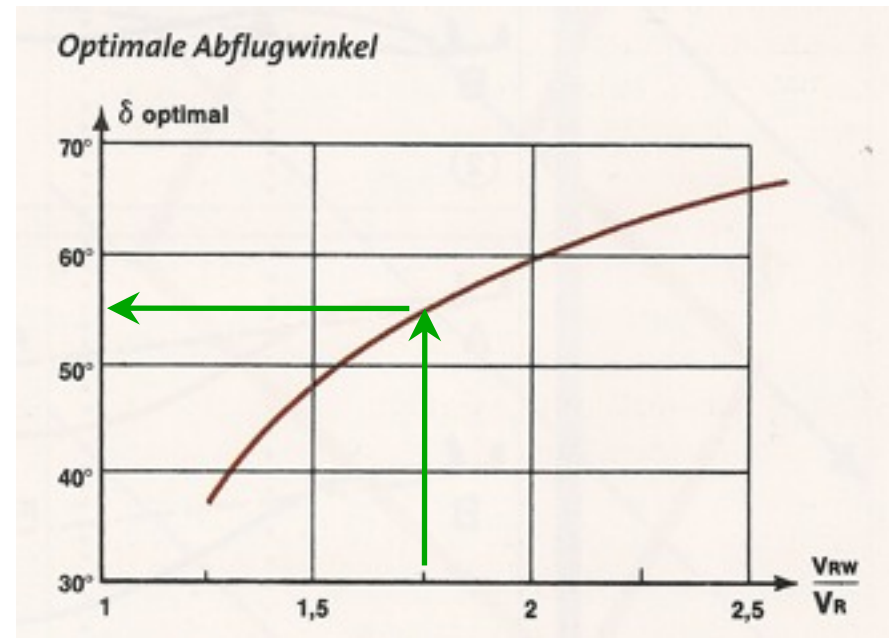
Der Delphinflug

Beispiel:

- ▶ **30°** vom Kurs abweichende Wolkenstraße
- ▶ $V_{RW} = 140\text{km/h}$
- ▶ $V_R = 80\text{km/h}$
- ▶ Wind entlang der Wolkenstraße gegen unseren Kurs mit **32km/h**

▶ *Lösung*

$V_{RW} / V_R = 1,75 \rightarrow \text{optimaler Abflugwinkel } \delta = 55^\circ$
 $\rightarrow \text{Zeitersparnis von } \mathbf{26\%}$



Der Delphinflug

Die Steuerbewegungen

- ▶ sind bei weiten Gebieten des Steigens/Sinkens egal,
- ▶ aber bei kleinräumigen Vertikalbewegungen sehr wichtig.
 - In aufsteigender Luft: Lastvielfaches soll > 1
 - Im Abwind: Lastvielfaches soll < 1



Der Delphinflug

Die Steuerbewegungen - Tendenzaussagen

- ▶ In den Übergangsphasen kein Sollfahrtfliegen
- ▶ Unbewegt gehaltenes Höhenruder
 - Fahrt und Lastvielfache stellen sich auch automatisch ein (unbewegt gehaltenes Höhenruder bedeutet nicht konstante Fahrt)
- ▶ Im Aufwind leicht ziehen
 - Im Abwind leicht nachdrücken
 - Gefühlsmäßig: Böenverstärkend steuern
- ▶ Verzögerungen sollten nicht zu groß sein

Der Delphinflug

Die Steuerbewegungen

Probleme zur Diskussion:

- ▶ Nachhinken der Variometeranzeige

- Geldausgabe für teure Variometer lohnt sich nicht
- schnell reagierende Varios müssen oft stark gedämpft werden



Vario reagiert erst, wenn das Flugzeug bereits beschleunigt wurde
→ Fliegen nach Sitzdruck?!

- ▶ Die Reaktionszeit des Piloten

- ▶ Flugzeugbedingte Verzögerung

- Bei hohen Geschwindigkeiten ist hohe g-Belastung (2-2,5g) egal
- Bei kleinen Geschwindigkeiten verbraucht diese viel Energie
- Keine negativen Belastungen erfliegen!!

Der Wasserballast

Beim klassischen Streckenflug

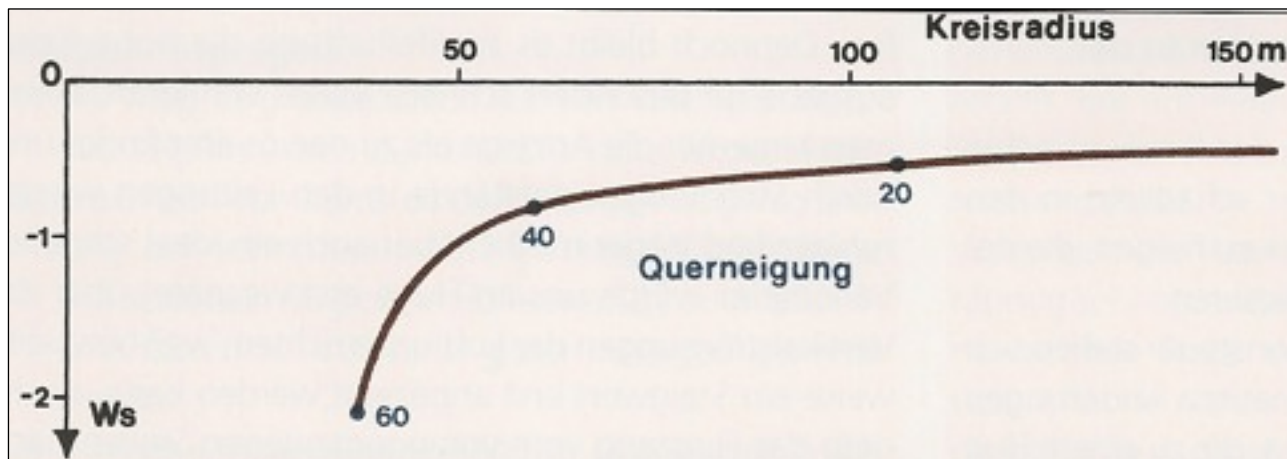
- ▶ Kreisflugleistung verschlechtert sich bei höherer Flächenbelastung
- ▶ Bestimmter Kreis \emptyset
 - mit langsamer Fahrt & geringer Querneigung
 - mit hoher Fahrt & großer Querneigung
- ▶ Ziel:
**Fahrt und Querneigung so wählen,
dass bei dem jeweiligen Kreis \emptyset das geringstmögliche
Eigensinken eintritt**

Der Wasserballast

Beim klassischen Streckenflug

⚠ Fahrt & Querneigung sind hier schon optimal auf den Kreistradius abgestimmt.

- ▶ Erhöhung der Flächenbelastung auf 36kp/qm
→ bei Kreistradius 150m; Eigensinken ↑ um **nur 10cm/sec**
→ bei Kreistradius 50m; Eigensinken ↑ um **50cm/sec**



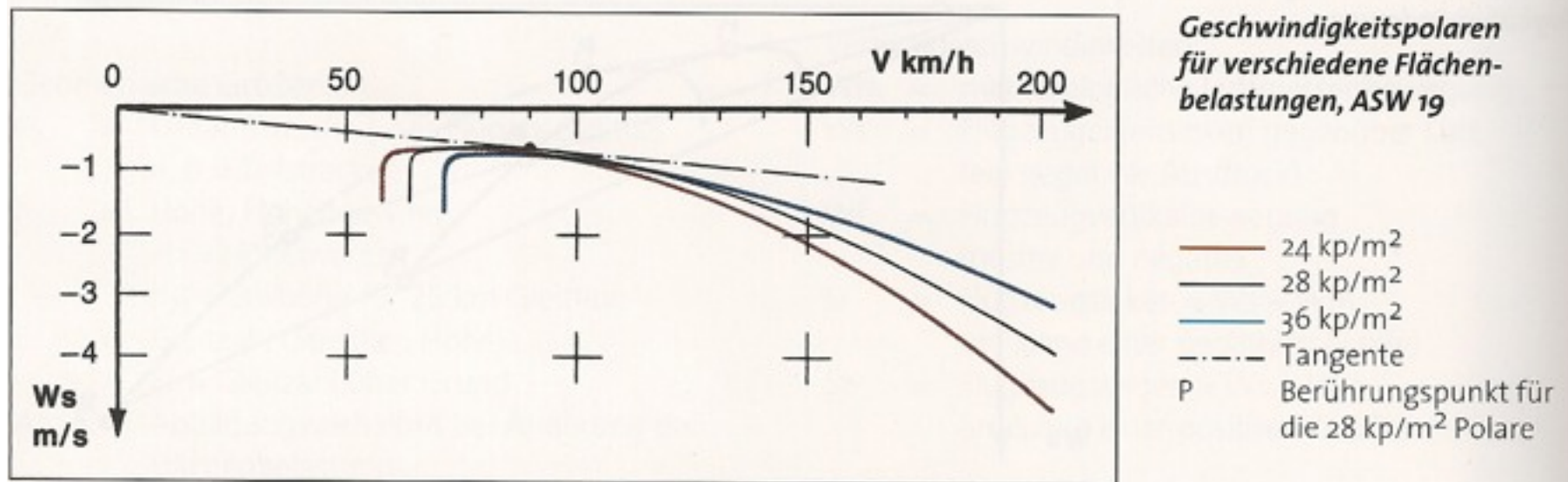
Kreisflugpolare ASW19 mit 28kp/qm

Der Wasserballast

Beim klassischen Streckenflug

Im Geradeausflug bei höherer Flächenbelastung

- ▶ bei Geschwindigkeiten unterhalb des besten Gleitens
→ Flugleistungen werden schlechter
- ▶ bei Geschwindigkeiten oberhalb des besten Gleitens
→ Flugleistungen werden besser



Der Wasserballast

Beim klassischen Streckenflug

Fazit:

▶ Wasser ablassen:

- Bei sehr engen Aufwindfeldern, obwohl Nachteil beim Gleiten
- Oder bei sehr schwachem Steigen, weil wir schlechter steigen & sowieso keine hohen Geschwindigkeiten fliegen dürfen

▶ Wasser mitnehmen:

- Bei gutem Steigen
→ Steigeinbußen sind nur gering, und hohe Reisegeschwindigkeit
- Beim Fliegen im Pulk kann ein geringer Steigvorteil sowieso nicht ausgenutzt werden



Der Wasserballast

Beim Delphinflug

Immer hohe Flächenbelastung

- ▶ Sinkgeschwindigkeitserhöhung
ist im Geradeausflug << als im Kurvenflug



Der Wasserballast

Regeln für den Wasserballast:

- ▶ Hohe Flächenbelastung gut
 - beim Schnellflug
 - bei großflächigen, starken Aufwinden
 - bei Aufwindreihungen bzw. beim Delphinflug
- ▶ Wasser ablassen bei
 - enger und/oder schwacher Thermik
- ▶ Besprühe niemals andere Flugzeuge



Der Endanflug



Der Endanflug

Ablauf:

- ▶ Überlegung: Ab wo könnte der Endanflug geflogen werden?
- ▶ Beim letzten Aufwind angelangt
→ Berechnung des Endanfluges (Zander?)
- ▶ Letzter Gleitflug mit der Ringeinstellung des Endsteigens im letzten Aufwind

Überflüge sind:

- ▶ nach einem langen Streckenflug sehr gefährlich.
- ▶ vergeudete Zeit. Höhe musste hart erkurbelt werden !!



Landechek nicht vergessen !!



Grundlagen des Streckensegelfluges

Danke fürs Zuhören !!