

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Technische Ursachen</b>	<b>3</b>
2.1.	Strukturversagen des Flugzeuges	3-4
2.2.	Schäden oder Fehler am Flugzeug	5
2.3.	Ausfall von Instrumenten	6
<b>3.</b>	<b>Menschliche Ursachen</b>	<b>7</b>
3.1.	Handwerkliche Fehler	7-10
3.2.	Psychische Überlastung des Piloten	11-14
3.3.	Physische Überlastung des Piloten	15-19
<b>4.</b>	<b>Statistik und Auswertung</b>	<b>20</b>
4.1.	Welches sind die meisten Unfallursachen?	20-22
4.2.	Welchen Einfluss hat das Alter?	23-24
4.3.	Wie kann ich mein Risiko verringern?	24-26
<b>5.</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>28-29</b>



## 1. Einleitung

Als ich den Auftrag erhalten habe, eine Vertiefungsarbeit zu schreiben, war mir klar, dass sie einen Bezug zum Segelfliegen haben muss, meiner grossen Leidenschaft. Auf Grund der Unfallserie im Jahr 2008, bei der insgesamt acht Piloten ums Leben gekommen sind und darunter auch einer meiner Fliegerkollegen, hatte ich das Bedürfnis, zu erfahren, warum es immer wieder zu solchen Unfällen kommen kann. Daraus hat sich dann mein Thema für diese Arbeit ergeben. Ich möchte herausfinden, welche technischen wie auch menschlichen Ursachen ein Segelflugunfall haben kann und wie ich dann schlussendlich mein eigenes Unfallrisiko als Pilot senken kann.

Diese Arbeit basiert hauptsächlich auf den Flugunfallberichten der letzten 15 Jahre und meiner eigenen Flugerfahrung. Ich habe alle Unfälle, die in der Zeitspanne von 1993-2008 passiert sind, analysiert und somit herausgefunden, welche Ursachen es in der Zeit gegeben hat. Mit den Unfallberichten habe ich auch eine Statistik erstellt, über die häufigsten Unfallursachen und den Einfluss des Pilotenalters auf das Unfallrisiko. Am Schluss habe ich dann herausgefunden, wie ich mein eigenes Risiko senken kann.

Als Hilfsmittel habe ich das Internet benutzt, um alle Flugunfallberichte, einzelne Bilder und auch Detailinformationen herunterzuladen. Für die Erklärungen der Ursachen habe ich hauptsächlich Bücher und meine eigenen Kenntnisse und Erfahrungen verwendet.



## 2. Technische Ursachen

### 2.1. Strukturversagen des Flugzeuges

Gegenüber den früheren Holzsegelflugzeugen bestehen die heutigen Segelflugzeuge hauptsächlich aus Kunststoffen, welche mit Kohle- und Glasfasern verstärkt sind. Dadurch ist ein modernes Segelflugzeug recht leicht und dessen Flügel sehr biegsam.<sup>1</sup> Dennoch haben Segelflugzeuge ihre Leistungsgrenzen. Die Struktur kann trotz ihrer hohen Festigkeit versagen, indem man sie überlastet. Die Leistungsgrenzen sind von Flugzeug zu Flugzeug verschieden und können hauptsächlich durch Geschwindigkeitsüberschreitung und zu hohe g-Belastung erreicht werden.

#### 2.1.1. Geschwindigkeitsüberschreitung

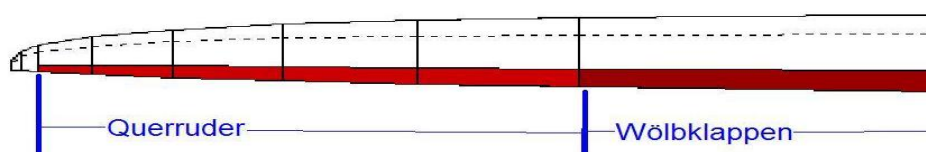
Ein Kunststoffsegelflugzeug hat eine maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit von etwa 280km/h. Eine Überschreitung der 180 km/h Grenze kann beim Nichtbeachten verschiedener Sicherheitsvorschriften jedoch schon problematisch werden. Wenn der Pilot schneller als 180 km/h fliegt, sollte er darauf achten, dass die Luft nicht turbulent ist, zudem darf er den Steuerknüppel nicht mehr voll ausschlagen, ansonsten kann die Struktur der Flügel versagen, durch die zu starken Kräfte, welche auf die Ruder wirken. Die Folge davon könnte ein Ruderverlust während dem Flug sein.<sup>2</sup>

Ein ähnliches Problem kann bei Wölbklappen auftreten. Die Wölbklappen sind an den Innerseiten der Flügel eines Segelflugzeuges angebracht. (Siehe Abb.1) Sie dienen zur Profiländerung der Flügel, dadurch wird die Flugleistung verbessert. Mit Wölbklappen kann für jeden Geschwindigkeitsbereich eine passende Flügelgeometrie erstellt werden, somit wird der

Schnell- und  
Langsamflug  
optimiert. Aus

aerodynamischen  
Gründen kann bei  
zu hoher Ge-

schwindigkeit mit ausgefahrenen Wölbklappen eine Verspannung der Flügel entstehen, was zu einem Flügelbruch während dem Flug führen kann.



**Abb. 1** Der linke Flügel eines modernen Segelflugzeuges zeigt die Positionen von Querruder und Wölbklappen. Die Querruder dienen zum steuern des Flugzeuges um die Längsachse und die Wölbklappen verändern dessen Flügelgeometrie.\*

<sup>1</sup> Segelflugzeugführer, S.190

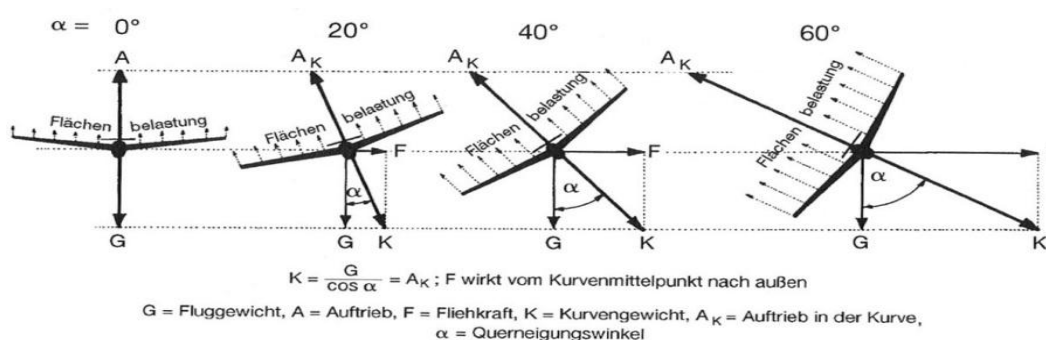
<sup>2</sup> Flughandbuch LS4, S.11

\* Abb. 1: <http://www.paul-schneider-modellbau.de/Lukas%20Hermann%20und%20Jonathan%20Trenk/Bilder/Ruder.JPG>



### 2.1.2. G-Belastung

Das Gravitationsfeld der Erde hat eine mittlere Erdbeschleunigung von  $9.81 \text{ m/s}^2$ , das entspricht einem  $g$ . Bei einem Looping mit dem Segelflugzeug z.B. entstehen ca.  $3\text{-}4g$ , mit anderen Worten müssen der Pilot und auch das Flugzeug das  $3\text{-}4$  fache ihres eigenen Gewichtes aushalten. Bei einem Gleichgewicht von Gewichtskraft und Auftrieb herrscht ebenfalls  $1g$ , das Segelflugzeug befindet sich somit im Geradeausflug. Im Kurvenflug muss dieses Gleichgewicht auch bestehen, dazu braucht das Segelflugzeug, um nicht zu sinken, mehr Auftrieb als im Geradeausflug. Das bedeutet, es entsteht ein Kurvengewicht, welches grösser ist als  $1g$ , je steiler die Kurve wird, desto grösser wird auch das Kurvengewicht. Wenn der Flügel mit zu viel  $g$  belastet wird, kann er zerbrechen. Im Kurvenflug jedoch wird ein Segelflugzeug selten überlastet, mit dem Beispiel des Kurvenfluges möchte ich nur zeigen, wie sich Gewichtskraft und Auftrieb bei Neigungsänderungen verhalten. (siehe Abb.2) Vielmehr geschieht eine Überlastung durch eine Drehung um die Querachse, d.h. bei Höhenänderungen, vor allem wenn die Luft zusätzlich turbulent ist.<sup>3</sup>



**Abb. 2** Bei  $60^\circ$  Querlage ist der Vektor  $K$  doppelt so lang wie der Vektor  $G$ , das Flugzeug wird somit mit  $2g$  belastet.\*

<sup>3</sup> Segelflugzeugführer, Seite 170-173

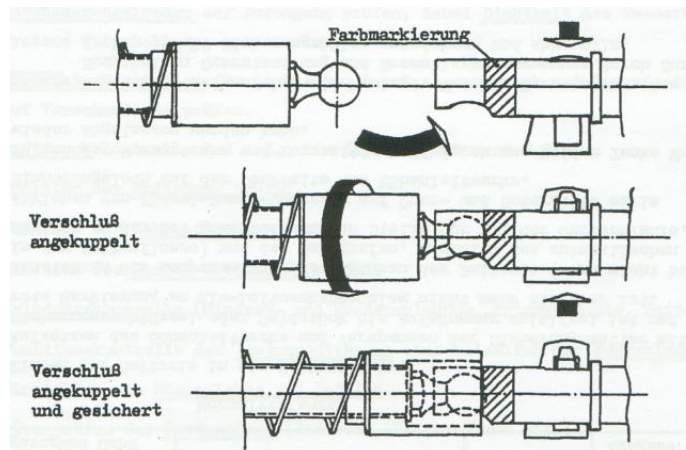
\* Abb. 2: Segelflugzeugführer, Seite 171



## 2.2. Schäden oder Fehler am Flugzeug

### 2.2.1. Ungesicherte Ruderanschlüsse

Ein Fehler, welcher nicht direkt vom Auge aus sichtbar ist, ist ein falsch angeschlossenes Ruder. Bei älteren Segelflugzeugen muss man die Ruder, welche die Steuerorgane eines Flugzeuges sind, manuell mit den Steuerhebeln im Cockpit verkuppeln. Dass dieser Vorgang korrekt durchgeführt und kontrolliert wird, ist von höchster Wichtigkeit. Ansonsten könnten die Ruder während dem Flug von den Steuerstangen gelöst werden, was bedeuten würde, dass das Segelflugzeug nicht mehr steuerbar wäre. Um ein solches Ereignis zu verhindern, muss man beim Montieren des Segelflugzeuges darauf achten, dass die Ruderanschlüsse gesichert sind. Als zusätzliche Kontrolle sollte der Pilot vor dem Start einen Rudercheck machen, indem er die Ruder bewegt und eine zweite Person diese leicht belastet.



**Abb. 3** Die Ruderstangen in den Flügeln müssen beim Montieren des Segelflugzeuges mit den Ruderstangen im Rumpf verkuppelt werden. Als Sicherung muss die Schraube, welche mit einer Feder unterstützt wird, über die Anschlusskugel gedreht werden. Somit wird gewährleistet, dass sich die Anschlüsse während einem Flug nicht lösen können.\*

### 2.2.2. Strukturschäden

Strukturschäden am Segelflugzeug entstehen meistens am Boden, hauptsächlich beim Montieren und Demontieren oder beim Schieben des Flugzeuges. Dabei können Risse oder gar Brüche entstehen, welche vom Auge aus erkennbar sind. Auch zu hohe g-Lastungen können zu Strukturschäden führen. Wichtig ist, dass das Flugzeug vor dem Start durch den Piloten auf Schäden kontrolliert wird. Falls ein gravierender Schaden entdeckt wird, darf auf keinen Fall geflogen werden!

\*Abb. 3: Flugzeughandbuch, S. 23



## 2.3. Ausfall von Instrumenten

### 2.3.1. Endanflugrechner

Der Endanflugrechner ist in der Wettbewerbssegelfliegerei von grosser Bedeutung. Er berechnet aus der aktuellen Höhe und Position des Flugzeuges die Abflughöhe, welche notwendig ist, um den gewünschten Zielort zu erreichen.<sup>4</sup> Wenn ein Endanflugrechner falsche Daten anzeigt, wie z.B. eine zu tiefe Höhe, dann kann der Pilot zu einer unerwarteten und evtl. gefährlichen Aussenlandung gezwungen werden, weil er ja auf den Endanflugrechner gezählt hat. Das kann zum Problem werden, wenn keine Aussenlandemöglichkeit besteht.

### 2.3.2. Ausfall durch verstopfte Druckabnahme

Die mechanischen Instrumente wie Geschwindigkeitsmesser, Höhenmesser und Variometer (*zeigt Steig- und Sinkrate pro Sekunde an*) des Segelflugzeuges funktionieren mit Luft- oder Staudruckmessung. An mehreren Öffnungen am Flugzeug werden Druckabnahmen gemacht. Aus verschiedenen Gründen kann eine Drucköffnung verstopft sein, nicht zu letzt durch Fahrlässigkeit. Wenn der Höhenmesser oder das Variometer nicht richtig funktionieren, sollte das nicht lebensbedrohlich sein, weil ein Pilot in der Lage sein muss, die Höhe von Auge aus abzuschätzen. Obwohl ein Segelflugpilot auch die Geschwindigkeit anhand des Luftgeräusches abschätzen kann, könnte eine falsche Geschwindigkeitsanzeige während der Landephase zu einem Absturz führen. (*Siehe 3.1.1. Unterschreiten der Mindestfluggeschwindigkeit*) Aus dem Grund ist es wichtig, dass die Drucköffnungen vor dem Start, durch den Piloten kontrolliert werden.

---

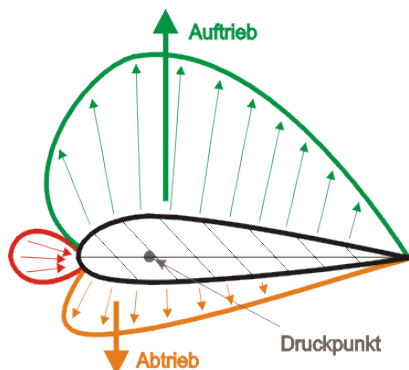
<sup>4</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Endanflug>



### 3. Menschliche Ursachen

#### 3.1. Handwerkliche Fehler

##### 3.1.1. Unterschreiten der Mindestfluggeschwindigkeit



**Abb. 4** An der Oberseite ist der Flügel stärker gewölbt als an der Unterseite, deshalb überwiegt der Sog an der Oberseite und führt zum Auftrieb.\*

Ein Segelflugzeug hat eine vorgegebene Mindestfluggeschwindigkeit ( $V_{min}$ ), welche benötigt wird, um einen stabilen Flug halten zu können. Wenn  $V_{min}$  unterschritten wird, kommt es zu einem Strömungsabriss (*Stall*). In grosser Flughöhe ist dieses Ereignis nicht dramatisch, der Pilot muss den Steuerknüppel des Segelfliegers nur nach vorne drücken, dann nimmt er wieder Fahrt auf. Wenn ein Strömungsabriss jedoch in Bodennähe auftritt, wird es gefährlich, denn auch in Bodennähe muss der Flieger Fahrt aufnehmen, jedoch bleibt meistens keine grosse Höhenreserve

dafür übrig. Dazu kommt noch, dass sich der Pilot meistens während der Landephase in Bodennähe befindet. Während dieser Phase muss er sich auf viele andere Sachen konzentrieren, sodass eine  $V_{min}$ -Unterschreitung oftmals zu spät bemerkt wird.

Die sogenannte Vrille, auch Trudeln genannt, ist eine Extremvariante des Stalls. Wenn sich der Flieger nebst der Geschwindigkeitsunterschreitung in einer Seitenlage befindet, kippt er über den Flügel ab und dreht spiralförmig zu Boden. Während einer Trudelumdrehung verliert das Segelflugzeug etwa 100m an Höhe. Um diese Drehung frühzeitig zu stoppen, muss der Pilot sofort richtig reagieren. Eine Vrille kann nur in ausreichender Höhe über Grund ausgeleitet werden, in Bodennähe ist dies wegen dem rasanten Höhenverlust fast unmöglich. Ins Trudeln geraten kann ein Segelflugpilot z.B. wenn er in einem Thermikschlauch zu langsam und zu steil kreist und die Geschwindigkeitsunterschreitung nicht bemerkt. Jedoch am gefährlichsten und mit grosser Wahrscheinlichkeit tödlich ist eine Vrille dann, wenn sie in der letzten Kurve zum Endanflug entsteht. In dieser Kurve befindet sich ein Segelflugzeug höchstens 100m über dem Grund und der Pilot könnte abgelenkt oder beeinträchtigt sein, z.B. durch Luftraumüberwachung oder Konzentrationsmangel infolge eines längeren Fluges. Während der Landephase ist jede Art von Strömungsabriss höchst lebensgefährlich!<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Grundlagen des Fluges, 3-10/ Seite 15

\* Abb. 4: <http://www.heligotthard.ch/schulung/images/prof01.gif>



### 3.1.2. Schlechte Luftraumüberwachung

Wenn sich zwei Piloten nicht sehen, kann es zu einem Zusammenstoss in der Luft kommen. In fast allen Segelflugzeugen, die in der Schweiz in Betrieb sind, ist ein Kollisionswarngerät (*FLARM*) eingebaut. Dieses Instrument hilft dem Piloten, andere Segelflugzeuge zu erkennen, welche sich in der Nähe befinden. Mit LED-Leuchten werden die Richtung und die relative Höhe des anderen Flugzeuges angezeigt, die Entfernung zwischen den Flugzeugen wird mit einem Piepston indiziert. Dieses System gibt es erst seit 2004 und hat sich bis heute bestens bewährt. Es funktioniert jedoch nur zwischen zwei Segelflugzeugen, welche beide mit FLARM ausgerüstet sind.<sup>6</sup> Die FLARM-Geräte können dazu neigen, dass sich Segelfluggpiloten zu sehr auf diese verlassen und die eigene Luftraumüberwachung vernachlässigen. FLARM kann als sehr gute Pilotenhilfe betrachtet werden, der Pilot darf sich aber nicht 100% darauf verlassen, sondern muss ständig wachsam sein und den Luftraum beobachten. Sonst kann es auch zur Kollision mit anderen Fluggeräten kommen wie z.B. mit Gleitschirmen, Deltaseglern und Motorflugzeugen, welche in der Regel nicht mit FLARM ausgerüstet sind.

### 3.1.3. Manipulationsfehler

Manipulationsfehler sind Fehlhandgriffe des Piloten während dem Flug. Ein klassisches Beispiel dafür ist das Einfahren des Fahrwerks, anstatt es auszufahren, weil es der Pilot nach dem Schlepp nicht eingefahren hat. Auch das Verwechseln der Luftbremse mit den Wölbklappen oder den Haubennotabwurf mit dem Klinkhebel können als Manipulationsfehler bezeichnet werden. Manipulationsfehler können fast nur in Bodennähe gefährlich sein und sind sehr leicht vermeidbar: Hauptsächlich durch eine saubere Landevorbereitung und Vertrautheit mit dem Flugzeug.

### 3.1.4. Fehlende Systemkenntnisse

Flugzeug-Navigationsgeräte sind in der Segelfliegerei nicht mehr weg zu denken, man kann z.B. Flugrouten vorprogrammieren und diese dann abfliegen. Der Pilot erspart sich dadurch den Blick auf die Karte und den Griff zum Lineal, um sich einen Gleitwinkel auszurechnen. Dafür kann man sich vollständig auf das Wetter, den Luftraum und die Landschaft konzentrieren, vorausgesetzt der Pilot kennt sich mit dem Gerät aus. Beim Nichtbeherrschen der Instrumente kann es genau das Gegenteil bewirken. Anstatt sich mit den flugtechnisch wichtigen Aspekten zu befassen, konzentriert sich der Pilot zu sehr auf den Navigationscomputer, ohne dabei einen Blick auf den Luftraum und die Geschwindigkeit zu werfen. Auf diese Weise kann es zu Kollisionen oder Strömungsabrissen kommen, welche zum Absturz führen.

---

<sup>6</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/FLARM>



### 3.1.5. Falsche Flugtaktik

Als falsche Flugtaktik wird eine unzuweckmässige Flugwegwahl bezeichnet, die zu einer gefährlichen Situation führen kann. Besonders wichtig ist eine sinnvolle Flugtaktik in den Bergen, weil dort die Windverhältnisse sehr anspruchsvoll sind. Die Form der Berge ist ausschlaggebend für die Art und Intensität der Turbulenzen. Die Bergseite, welche dem Wind zugewandt ist, nennt man Luv-Seite und die dem Wind abgewandte Seite wird als Lee-Seite bezeichnet. Flugtaktisch ist es wichtig, dass man immer im Luv fliegt, weil sich dort der Aufwind befindet, im Lee kann man je nach Windstärke sehr stark sinken. Im Lee können sich auch Rotoren bilden, das sind grosse Luftwirbel. (Siehe Abb. 5) Auf der einen Seite eines Rotors kann das Segelflugzeug sehr stark steigen und auf der anderen genauso stark sinken. Diese Erscheinung ist sehr gefährlich, da die Strömung innerhalb kürzester Zeit abreißen kann.<sup>7</sup>



**Abb. 5** Auf der Leeseite bildet sich ein Rotor, welcher für ein Segelflugzeug sehr gefährlich ist, weil die Auf- und Abwinde sehr stark sind.\*

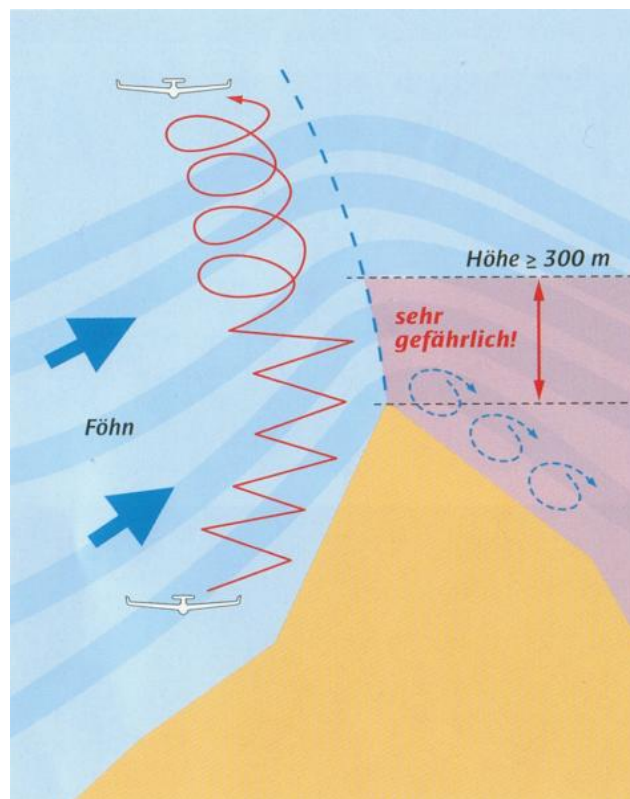
Eine weitere Gefahr stellt das Fliegen nahe an einem Hang dar. Weil man sich dabei oft recht nahe am Gelände befindet, muss der Pilot sekundenschnell auf mögliche Strömungsabbrisse reagieren. Auch in Hangnähe kann die Luft je nach Bodenbeschaffenheit oder Thermikböen turbulent sein. Beim Fliegen nahe an der Mindestfluggeschwindigkeit kann die Strömung schon bei einer einzelnen Böe abreißen. Um dies zu verhindern, muss man als Pilot beim Hangflug immer 10-20 km/h zu schnell fliegen und niemals mit Minimalfahrt! Eine wichtige Hangflugregel ist ebenfalls das Achterschleifen fliegen. Wenn der Pilot am Hang kreisen würde, bestehe die Gefahr, dass dieser im Falle eines Stalls keinen Fluchtort hätte, während er zum Hang dreht. Mit Achterschleifen dreht er immer vom Hang weg, somit besteht immer die Möglichkeit zu flüchten. Die zweite Gefahr beim Kreisen am Hang ist die Täuschung der

<sup>7</sup> Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Seite 2

\* Abb. 5: Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Seite 2



menschlichen Sinne. Beim Eindrehen zum Hang wird das Flugzeug langsamer, der Grund dafür ist der Horizont, welcher aus Sicht des Piloten nach oben wandert. Der Pilot hat dann das Gefühl, schneller zu werden und möchte dies korrigieren, indem er die Geschwindigkeit zurück nimmt. In Wahrheit jedoch verändert sich der Horizont nicht, der Segelflugpilot müsste sich dessen nur bewusst sein und mit der gleichen Geschwindigkeit oder sogar noch schneller weiter kreisen. Das Fliegen nahe am Hang erfordert allerhöchste Konzentration und Aufmerksamkeit, darum sollte der Flugweg, wenn immer möglich, über der Bergkante verlaufen. Vor allem bei Ermüdung des Piloten, infolge eines längeren Fluges ist das sehr wichtig.<sup>8</sup> Die falsche Flugtaktik steht in engem Zusammenhang mit einer Fehleinschätzung der Situation. (Siehe 3.2.5. *Falsche Einschätzung der Situation*)



**Abb. 6** Im Hangaufwind muss achterschleifig geflogen werden, erst über dem Berg darf gekreist werden. Der Pilot sollte auch nie in den gefährlichen Leebereich geraten, die Abwinde sind dort zu stark, zudem hat es Rotoren.\*

<sup>8</sup> Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Seiten 5, 7, 9

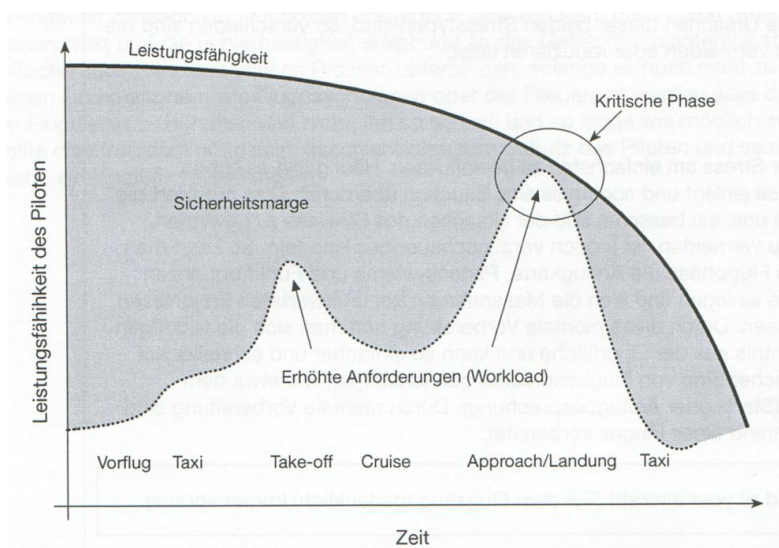
\* Abb. 6: Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Seite 7



## 3.2. Psychische Überlastung des Piloten

### 3.2.1. Stress

„Stress entsteht dann, wenn die Anforderungen eines Menschen dessen Fähigkeiten übersteigen und er deswegen unter psychischen Druck gerät.“ (Menschliches Leistungsvermögen 4-4/S.1) In der Fliegerei kommt diese Situation recht häufig vor. Man unterscheidet zwischen zwei Stressarten: Akuter Stress und chronischer Stress. „Akuter Stress resultiert aus kurzfristig auftretenden Anforderungen und Belastungen“ (Menschliches Leistungsvermögen 4-4/S.1) wie z.B. ein tiefer Seilriss, Absaufen ohne Landeoptionen oder auch Zeitdruck. Chronischer Stress hingegen entsteht aus längerfristigen Lebensumständen wie Ehestreit, Probleme am Arbeitsplatz oder ein Tod in der Familie. Ein chronischer Stress kann den akuten in gewissen Situationen beeinflussen oder verstärken, deshalb sollte man ausschliesslich stressfrei auf den Flugplatz fahren, damit man den akuten Stress auf ein Minimum reduzieren oder gar vermeiden kann. Schlussendlich ist der akute Stress derjenige, der im Extremfall zu einem Absturz führt. Jeder Pilot hat eine bestimmte individuelle Leistungsfähigkeit, die während einem Flug durch Ermüdung abnimmt. Es gibt verschiedene Situationen, die dem Piloten verschieden hohe Anforderungen stellen, während dem Start z.B. wird der Pilot höher gefordert als vor dem Flug. Die grösste Herausforderung während dem Flug ist jedoch die Landung, bei längeren Segelflügen ist dies sehr unpraktisch, weil dann gleichzeitig die Leistungsfähigkeit abgenommen hat. (Siehe Abb. 7) Wenn die Kurve der Anforderung diejenige der Leistungsfähigkeit übersteigt, kann es zum Unfall kommen, weil der Stress zu gross wird und beim Piloten im schlimmsten Fall ein Black Out auftreten kann.<sup>9</sup>



**Abb. 7** Beim Start und bei der Landung sind die Anforderungen an den Pilot am höchsten. Die Leistungsfähigkeit sinkt jedoch mit der Zeit, so dass bei der Landung nach einem längeren Flug eine kritische Phase entsteht. Je näher sich die Kurve der Anforderung und die Kurve der Leistungsfähigkeit kommen, desto höher ist die Gefahr einer Überforderung.\*

<sup>9</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 4-4/ Seiten 1-5

\* Abb. 7: Menschliches Leistungsvermögen, 4-4/ Seite 5



### 3.2.2. Tiefer Seilriss

Unter Seilriss versteht man einen Riss des Seils zwischen Segel- und Schleppflugzeug im Flugzeug- oder Windenschlepp (*Aufzug des Segelflugzeuges mit einer Seilwinde*). Wenn ein Seilriss in tiefer Höhe eintritt, muss der Segelflugpilot sehr schnell reagieren und einen geeigneten Landeplatz suchen. Solch eine Situation kann bei einem Piloten viel Stress auslösen, falls dieser nicht darauf vorbereitet ist. Zum Unfall führt ein tiefer Seilriss meistens, wenn der Pilot die nähere Umgebung des Flugplatzes nicht kennt. Bei manchen Flugplätzen gibt es Stellen, an denen es keinen Seilriss geben darf, weil es keine Landemöglichkeit gibt. Dazu nenne ich ein Beispiel:

*In Les Eplatures im Jura führt die Schleppvolte beim Start in Richtung Ost genau über das süd-westliche Stadtende von La Chaux-de-Fonds. Wenn man kurz nach dem Start, in der Phase wo noch keine Umkehrkurve zurück zum Platz möglich ist, einen Seilriss hat, ist eine Kollision mit Bäumen, Leitungen oder Gebäuden nicht auszuschließen.<sup>10</sup>*

Es ist von Vorteil, wenn man eine solche Gefahr schon vor dem Start kennt und weiss, wo sie sich befindet. Eine gute Vorbereitung vor dem Start kann das Risiko erheblich senken. Ich denke, dass es in les Eplatures eine Landemöglichkeit gäbe, jedoch nur, wenn sich der Pilot vor dem Schlepp damit auseinandergesetzt hat. Wichtig ist es auch, dass der Segelflugpilot während dem Schlepp ständig mit einem Seilriss rechnet und sich nach Landeplätzen umsieht, nur so kann er nicht überrascht werden und im Falle eines Risses richtig reagieren.



**Abb. 8** Schleppzug mit Segel- und Schleppflugzeug\*

<sup>10</sup> Kurt Uebersax

\* Abb. 8: [http://www.tangomike.de/FGBLB/impressionen/Images/1006\\_18.jpg](http://www.tangomike.de/FGBLB/impressionen/Images/1006_18.jpg)



### 3.2.3. Absaufen ohne Aussenlandeooptionen

Absaufen bedeutet in der Segelfliegerei, keine Thermik mehr finden. Aussenlandungen sind beim Segelfliegen normal. Es kann immer passieren, dass es dem Piloten aus irgendwelchen meteorologischen Gründen nicht möglich ist, einen Thermikschlauch zu finden. Es gehört zur Pilotenaufgabe, sich auf eine solche Situation vorzubereiten, d.h. während dem Flug immer Ausschau auf ein Aussenlandefeld oder einen Flugplatz zu halten. Falls der Segelflugpilot zu tief ist und sich dessen erst spät bewusst wird, kann er in eine grosse Stresssituation geraten, vor allem, wenn kein Landefeld in Sicht ist. Jeder Pilot kann solch eine gefährliche Situation vermeiden, indem er sich ständig nach möglichen Landeooptionen umschaute, auch wenn er noch genügend Höhenreserve hat. Ein Segelflugpilot ist am besten geschützt vor riskanten Aussenlandungen auf einem unbekanntem Feld, wenn er sich immer im Gleitkegel eines Flugplatzes befindet, d.h. die aktuelle Flughöhe reicht aus, um auf einem Flugplatz landen zu können. Falls man als Pilot einmal in die kritische Lage kommt, keine Landeooption zu haben, gilt es: Alles dafür tun, um zu überleben! Am besten hält man Ausschau auf einen See, oder probiert den Segelflieger in einen Wald zu setzen, jedoch **nur** wenn wirklich kein Feld mehr in Sicht ist! Auf dem Wasser zu landen, ist grundsätzlich möglich, das beste Beispiel dafür ist die Notlandung eines Airbus A320 am 16.01.2009 auf dem Hudson River in New York, bei der niemand gravierend verletzt wurde.<sup>11</sup> Auch eine Notlandung in einem Wald kann überlebbar sein, da die Äste eine auffangende Wirkung haben können.

### 3.2.4. Wettbewerbsdruck

Im Segelflug gibt es Wettkämpfe, genau gleich wie in anderen Sportarten auch. Dabei werden Flugrouten ausgeschrieben, welche der Pilot abfliegen muss. Derjenige Pilot, der die Aufgabe vollständig und am schnellsten abgeflogen hat, ist der Sieger. Es kann je nach Wetter sehr schwierig sein, eine Aufgabe vollständig abzufliegen. Je nach Ehrgeiz des Segelflugpiloten, das Rennen zu gewinnen, geht dieser beim Wettkampf ein grösseres Risiko ein als bei einem normalen Segelflug. Dabei wird oftmals recht tief über dem Gelände geflogen, weil man im Wettbewerb generell nicht mit der Kegeltaktik fliegt, d.h. immer auf einem Flugplatz landen zu können. Im Wettbewerb wird meistens in der „Hoffnung“ geflogen, einen Thermikschlauch zu finden. Je nach Erfahrung und Trainingsstand des Piloten kann dies sehr gut gelingen, vielmals gelingt es aber nicht. Das ist der Grund, warum es an Wettbewerben die meisten Aussenlandungen gibt. Wer einmal einen Wettbewerb gewonnen hat, möchte dies auch wieder tun und dann noch einmal und noch einmal. Gute Piloten, welche schon viele

<sup>11</sup> <http://www.spiegel.de/panorama/0,1518,601567,00.html>



Wettkämpfe gewonnen haben und in der Szene bekannt sind dafür, möchten auch beim nächsten Rennen nicht enttäuschen. „Diese Piloten überschätzen sich selbst und müssen sich und anderen deshalb stets von neuem beweisen, wie gut und leistungsfähig sie sind. Sie fallen auf durch Prahlerei und gehen unnötige Risiken ein, um andere zu beeindrucken.“ (Menschliches Leistungsvermögen, 4-3/ S.2) Man nennt dies Macho-Haltung. Dazu kommt noch die „Unverletzlichkeits-Phantasie, bei welcher der Pilot überzeugt ist, dass Unfälle nur anderen zustossen und ihnen selber nichts passieren kann.“ (Menschliches Leistungsvermögen, 4-3/ S.1) Diese Haltung kann einige Zeit gut gehen, vielleicht auch während der ganzen Fliegerkarriere, wenn sie aber schief geht, kann dies tödliche Folgen haben. Wenn ein Wettkampfpilot während eines Rennens keine Thermik mehr findet, ist die Schnittstelle zwischen Ehrgeiz und Vernunft gefragt. Wer sich früh genug für eine Aussenlandung entscheidet, ist auf der sicheren Seite. Wer jedoch bis ans bittere Ende um einen Aufwind kämpft, könnte mit dem Leben bezahlen, weil alle bisher genannten menschlichen Unfallursachen eintreten könnten. Diese Haltungen sind jedoch reine Theorie, ich persönlich kenne viele sehr gute Piloten, bei denen weder die Macho-Haltung noch die Unverletzlichkeits-Phantasie zu trifft, deshalb möchte ich keinen Piloten beleidigen.



Abb. 9 Startstellung an einem Segelflugwettbewerb\*

### 3.2.5. Falsche Einschätzung der Situation

Es kann sein, dass ein Segelflugpilot eine Situation falsch einschätzt und dadurch einen Unfall verursacht. Beim Umstieg auf ein anderes Segelflugzeug mit anderen Flugleistungen z.B. könnte der Pilot die Flugleistung falsch einschätzen. Das Wetter oder das Gelände können einem Segelflugpiloten ebenfalls einen Strich durch die Rechnung machen, indem er z.B. in unerwartete Turbulenzen oder starke Abwinde kommt oder Distanzen falsch einschätzt. Ein Pilot kann aber auch seine eigene Leistungsfähigkeit falsch einschätzen und dadurch in eine brenzlige Situation geraten. Eine unerwartete Situationen zu vermeiden, ist nicht immer ganz einfach, vier wichtige Faktoren spielen jedoch eine grosse Rolle: Gute Gesundheit, Flugerfahrung, Training auf dem aktuellen Flugzeugtyp und Wetterstudium vor dem Flug.

\* Abb. 9: [http://www.kaider.info/edql/images/stories/Nachrichten/BronzeGPLauer/dsm\\_flugplatz\\_web.jpg](http://www.kaider.info/edql/images/stories/Nachrichten/BronzeGPLauer/dsm_flugplatz_web.jpg)



### 3.3. Physische Überlastung des Piloten

#### 3.3.1. Schlechte Fitness

Einer der wichtigsten Faktoren für die Flugsicherheit ist die Gesundheit des Piloten. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen körperlicher Fitness und psycho-mentaler Leistungsfähigkeit. Ein trainierter Körper hat mehr Ausdauer als ein Untrainierter, er ermüdet deshalb später, was der geistigen Aufmerksamkeit zugute kommt. Zudem ist der Schlaf sehr wichtig, bei Schlafdefizit verschlechtern sich die Arbeitsleistung und auch die Eigeninitiative, welche beim Fliegen sehr wichtig sind. Der Schlaf hängt ebenfalls von der körperlichen Fitness ab, ein Mensch der sich oft bewegt und trainiert, schläft wesentlich besser als einer der untätig ist. Rein fliegerisch gesehen ist eine gute Fitness so wichtig, weil die Aufgabe eines Segelflugpiloten psychisch belastend ist und ständige Aufmerksamkeit erfordert und das während bis zu 10 Stunden am Stück! Müdigkeit kann der Auslöser oder Verstärker für alle handwerklichen Fehler sein.<sup>12</sup>

#### 3.3.2. Gesundheitliche Risikofaktoren

Eine schlechte Fitness kann verschiedene gesundheitliche Risiken bewirken, hauptsächlich Bluthochdruck und Übergewicht. Auch das Rauchen und der Alkoholkonsum wirken sich negativ auf die Flugtüchtigkeit eines Piloten aus.

##### *Übergewicht*

Ein gefährliches Risiko bei Übergewicht ist der Herzinfarkt, welcher bei einer Verengung eines Herzkranzgefässes im Zusammenhang mit Stress eintreten kann. Ein Herzinfarkt kann zum Tod führen, wenn er nicht sofort ärztlich behandelt wird.<sup>13</sup> Zudem steht Übergewicht ebenfalls im Zusammenhang mit der geistigen Leistungsfähigkeit, ein übergewichtiger Körper kann nicht die gleiche Leistung und Ausdauer erbringen wie ein Trainierter, was fliegerisch gesehen von grosser Bedeutung ist, wie oben bereits erwähnt. Ein weiteres Risiko bei Übergewicht ist der erhöhte Blutdruck (*siehe Blutdruck*). Übergewicht ist eine „Krankheit“, die mit Sport recht gut in den Griff bekommen werden kann, dabei ist auf eine ausgewogene Ernährung zu achten.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 3-5/ Seite 1

<sup>13</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Herzinfarkt>

<sup>14</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 3-4/ Seite 1



**Blutdruck**

Der normale Blutdruck in Ruhe hat einen Wert zwischen 110/80 mmHg und 145/95 mmHg. Wenn die Werte darunter sind, spricht man von Hypotonie (*zu tiefer Blutdruck*) und wenn sie darüber sind, heisst es Hypertonie (*zu hoher Blutdruck*). Hypotonie ist grundsätzlich gut für die Gesundheit, sie kann die Lebenserwartungen sogar steigern. Für die Fliegerei hingegen ist Hypotonie sehr gefährlich, es kann kurzzeitig zu Schwindel und „schwarz werden vor Augen“ kommen, vor allem bei höherer g-Belastung können sich diese Symptome bemerkbar machen. Aber auch ein zu hoher Blutdruck ist gefährlich, er kann zu Bewusstseinsverlust oder langfristig ohne Behandlung gar zu einer Hirnblutung führen. Die Hypertonie ist ein Symptom für Bewegungsmangel und Übergewicht. Das grosse Problem dabei ist, dass man die Hypertonie nicht bemerkt, da sie nicht schmerzt.<sup>15</sup> Bluthochdruck kann man mit körperlichem Training senken, bei sehr starken Fällen können auch Medikamenten eingenommen werden. Um als Pilot mit Hypertonie flugtauglich sein zu können, muss man sogar blutdrucksenkende Medikamente einnehmen.<sup>16</sup>

**Rauchen**

Rauchen ist bekanntlich sehr ungesund, vor allem weil es krebserregend ist und das Herzinfarkttrisiko erhöht. Wenn man das Rauchen als flugmedizinischen Risikofaktor betrachtet, steht jedoch ein anderer Aspekt im Vordergrund: Der Giftstoff Kohlenmonoxid (*CO*). Dieser entsteht bei einer unvollständigen Verbrennung und ist geruchlos. Die gefährliche Eigenschaft von CO ist, dass es sich 200-mal schneller und intensiver an das Hämoglobin (*rote Blutkörperchen*) binden kann als Sauerstoff. Mit anderen Worten kann man sagen, dass jeder Raucher an einer Kohlenmonoxidvergiftung leidet. Diese Tatsache macht sich bei einem Höhenflug bemerkbar: Unmittelbar nachdem ein Raucher eine Zigarette geraucht hat, befindet er sich auf einer physiologischen Druckhöhe von 10'000 Fuss bzw. 3280 Meter über Meer. Aus dem Grund sollten Raucher bei jedem Flug eine Sauerstoffflasche benutzen, ansonsten könnten frühzeitig Sauerstoffmangelscheinungen eintreten, welche ab einer gewissen Höhe zum Tod führen.<sup>17</sup> (*Siehe 3.3.3. Sauerstoffmangel*)

<sup>15</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Arterielle\\_Hypertonie](http://de.wikipedia.org/wiki/Arterielle_Hypertonie)

<sup>16</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 3-4/ Seite 1

<sup>17</sup> Segelflugzeugführer, Seite 241/ Menschliches Leistungsvermögen, 3-4/ Seite 2-3



### **Alkohol**

Die Wirkung von Alkohol ist den meisten Leuten sicher aus eigener Erfahrung bekannt: Aktivitätsdrang, Kritischschwäche, leichter bis schwerer Schwindel, Euphorie und das Gefühl von erhöhter Leistungsfähigkeit. Was man leider nicht wahrnimmt, ist der eigentliche Leistungsabbau, es werden dadurch mehr Risiken eingegangen. Alkohol wird sehr schnell im Blut aufgenommen, die maximale Blutalkoholkonzentration wird bereits 30 Minuten nach Einnahme erreicht, der Abbau hingegen dauert mit 0.1‰ pro Stunde bedeutend länger. Deshalb darf vor einem Flug auf keinen Fall Alkohol eingenommen werden, es gilt in der Fliegerei allgemein 0.0‰. Ein Pilot muss sich auch am Abend vor einem Flug überlegen, wieviel er trinken darf. Grundsätzlich sollte man 12 Stunden vor einem Flug keinen Alkohol zu sich nehmen, zudem muss der Pilot bedenken, dass alle Nebenwirkungen wie Kopfschmerzen, Müdigkeit und Schwindel überstanden sein müssen.<sup>18</sup>

### **3.3.3. Sauerstoffmangel (Hypoxie)**

Das menschliche Gehirn benötigt sehr viel Sauerstoff ( $O_2$ ) um richtig funktionieren zu können. In 5'500 m.ü.M. gibt es nur noch halb so viel Sauerstoff wie auf Meereshöhe und auf 11'000 m.ü.M. nur noch ein Viertel. Die Flughöhe, ab welcher bei einem Piloten Symptome für Sauerstoffmangel auftreten, ist individuell verschieden. Sie ist abhängig vom Alter, der Gesundheit und dem Trainingsstand des Piloten und ob dieser raucht oder nicht. Man kann aber davon ausgehen, dass bei einem nichtrauchenden Piloten bis auf 2'200 m.ü.M. keine Symptome auftreten, danach kommt das Gebiet der vollständigen Kompensation, welches bis auf 4'000 m.ü.M. reicht. In diesem Bereich ist der menschliche Körper nur noch bedingt leistungsfähig, es können Müdigkeit, Kribbeln in den Fingern und Zehen, leichte Sehstörungen, Konzentrationsschwächen und leichter Schwindel eintreten. Ab 4'000 m.ü.M. braucht der Körper dann unbedingt zusätzlichen Sauerstoff, weil er nur noch vermindert leistungsfähig ist. Sonst treten weitere Symptome ein wie: Muskelzittern, Euphorie und Übelkeit - die vorherigen Symptome verstärken sich, zudem lässt auch das Urteilsvermögen, die Entscheidungs- und Kritikfähigkeit sowie das Reaktionsvermögen nach. Mit weiter zunehmender Höhe verstärken sich all diese Symptome, bis dann der Kreislauf und die Atmung versagen. Auf etwa 7'000 m.ü.M. ohne Sauerstoff wird der Pilot bewusstlos und stirbt anschliessend.<sup>19</sup> Diese Höhenangaben sind keine Fix-, sondern ungefähre Richtwerte und sind von Mensch zu Mensch verschieden. Die grosse Gefahr der Hypoxie besteht darin, dass man sie nicht als Schmerz empfindet, es tritt keine Luftnot ein und sie erfolgt schleichend. Wegen der eintretenden Eu-

<sup>18</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 3-4/ Seite 2

<sup>19</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 1-1/ Seite 10



phorie und des verminderten Urteilsvermögens wird sie oft gar nicht bemerkt, besonders gefährlich ist dies, wenn ein Pilot alleine im Flugzeug ist. Dadurch dass die Dichte des O<sub>2</sub> mit der Höhe abnimmt, kann sich der Sauerstoff nicht mehr mit dem Blut vermischen, d.h. der Sauerstoffmangel kann nicht durch erhöhte Atmung ausgeglichen werden.<sup>20</sup> Die Folgerung daraus ist, dass bei jedem Flug über 3'000 m.ü.M. eine Sauerstoffflasche mitgeführt werden muss, ein Raucher sollte sogar bei jedem Flug zusätzlichen Sauerstoff mitnehmen.

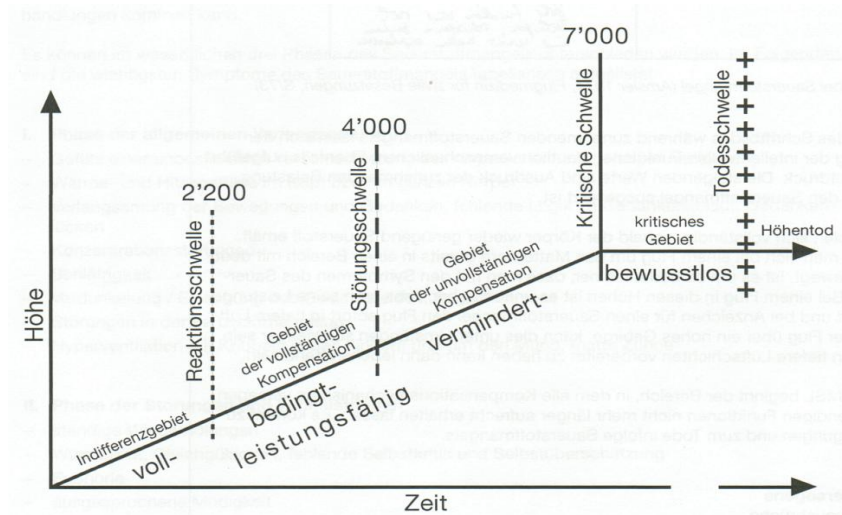


Abb. 10 Diese Grafik zeigt die zu erwartende Leistungsfähigkeit eines Menschen in verschiedenen Höhenbereichen ohne Sauerstoff.\*

### 3.3.4. Schlechte Ernährung

Neben der Fitness spielt die Ernährung eine wichtige Rolle für ein optimales Funktionieren des menschlichen Körpers. Für Segelflugs Piloten ist ein ausgiebiges Morgenessen gut geeignet, um dem Magen einen Grundstock an Kalorien zu zuführen. Der Körper braucht jedoch den ganzen Tag über Kalorien, diese sollten regelmässig eingenommen werden. Besonders relevant für die Fliegerei ist, dass ein Pilot niemals auf einen nüchternen Magen Kohlenhydrate zu sich nimmt. Dies hätte einen schnellen Anstieg des Blutzuckers mit anschliessender Ausschüttung von zu viel Insulin (*senkt den Blutzucker*) zur Folge, was wiederum zu einer Unterzuckerung führen würde, welche mit einer Bewusstlosigkeit enden kann. Ich denke, was dies fliegerisch bedeuten würde, brauche ich nicht zu erklären. Deshalb ist dieser Grundstock am Morgen nötig, aber auch die regelmässige Zufuhr mit neuen Kalorien ist für den Blutzuckerspiegel wichtig, sonst schwankt dieser und der Segelflugs Pilot erleidet Leistungs- und Konzentrationsschwächen. Während eines Segelfluges eignen sich Getreideriegel und Sandwichs gut als Verpflegung.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Segelflugzeugführer, Seite 238

<sup>21</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 3-1/ Seiten 1-3

\* Abb. 10: Menschliches Leistungsvermögen, 1-1/Seite 10



Sehr wichtig ist auch die Flüssigkeitsaufnahme, unser Körper besteht zu 50-65% aus Wasser, durch die Atmung, das Schwitzen und den Urin gehen pro Tag ca. 2.5 Liter verloren, welche ersetzt werden müssen, durch sportliche Aktivitäten oder hohe Temperaturen werden es noch mehr. Bei Flüssigkeitsmangel spricht man von einer Dehydratation, sie führt dazu, dass das Blut langsamer fließt. Die Folgen davon sind eine verminderte Sauerstoff- und Nährstoffaufnahme<sup>22</sup> – dies wiederum führt zu einer allgemeinen Leistungsminderung und Blutdrucksenkung.<sup>23</sup> All diese Symptome sind während einem Flug lebensgefährlich, die handwerklichen Fehler könnten dadurch verursacht und die psychische Überlastung verstärkt werden. Für einen Piloten ist es deshalb wichtig, dass er trinkt bevor er Durst hat, sonst leidet er bereits an einem Flüssigkeitsmangel.<sup>24</sup> Während dem Flug empfehlen sich besonders isotonische Getränke als Flüssigkeitsaufnahme, diese liefern zusätzlich Energie und Mineralien, welche durch den Schweiß aus dem Körper gelangen.<sup>25</sup> Nun besteht leider noch das Problem des Wasserlösens, es darf nicht sein, dass ein Segelflugpilot während einem Flug so wenig wie möglich trinkt, nur damit er nicht Wasser lösen muss. Für männliche Piloten ist dieses Problem recht einfach zu lösen, er nimmt einfach einen Plastik- oder Urinbeutel mit, welcher er dann aus dem Cockpitfenster werfen kann. Frauen haben es dagegen schwerer, sie müssen landen gehen oder Windeln benutzen. Es gehört zur Flugvorbereitung eines Piloten, sich mit diesem Problem zu befassen und sich dementsprechend auszurüsten.

---

<sup>22</sup> [http://www.isodisnatura.de/nutrition\\_-\\_article.htm?ID=21](http://www.isodisnatura.de/nutrition_-_article.htm?ID=21)

<sup>23</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 3-1/ Seite 3

<sup>24</sup> [http://www.isodisnatura.de/nutrition\\_-\\_article.htm?ID=21](http://www.isodisnatura.de/nutrition_-_article.htm?ID=21)

<sup>25</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Sportgetr%C3%A4nk>



## 4. Statistik und Auswertung

Die Fragen der Kapitel 4.1. und 4.2. habe ich hauptsächlich mit den Unfallberichten des BFU von 1993-2008 beantwortet und das Kapitel 4.3. ist eine Auswertung der Unfalluntersuchung.

### 4.1. Welches sind die meisten Unfallursachen im Segelflug?

Durch das Studium der Unfallberichte habe ich gemerkt, dass man einen Segelflugunfall nicht durch einen einzelnen Fehler erklären kann. Segelflugunfälle sind auf Redundanz aufgebaut, d.h. es muss eine Kette von mehreren Fehlern bestehen, damit ein Flugzeug abstürzen kann. Zum erleichterten Verständnis nenne ich ein frei erfundenes Beispiel:

*Ein Pilot fliegt mit seinem modernen Hochleistungssegler in den Alpen, er hat seit längerer Zeit keine Thermik gefunden, deshalb fliegt er am Hang. Seine Flughöhe beträgt etwa 3500 m.ü.M., jedoch hat er keine Sauerstoffflasche dabei. Er verspürt einen grossen Durst und ein wenig Kopfschmerzen, die Trinkflasche ist aber leer. Auf einmal zeigt das Variometer einen Aufwind an, jedoch ist dieser flächenmässig recht eng und befindet sich nahe am Hang. Der Pilot entscheidet sich trotzdem, in diesem Aufwind zu kreisen, um wieder an Höhe zu gewinnen. Um den Thermikschlauch optimal ausnutzen zu können, muss der Segelflugpilot langsam und eng kreisen, damit er ins Zentrum des Aufwindes kommt, wo es am besten steigt. Plötzlich gerät der Hochleistungssegler in eine Böe, die Strömung reisst in der Querlage ab und das Flugzeug gerät in eine Vrille, welche nicht mehr ausleitbar ist. Der Pilot stürzt spiralförmig in das Gelände - der Absturz ist nicht überlebbar.*

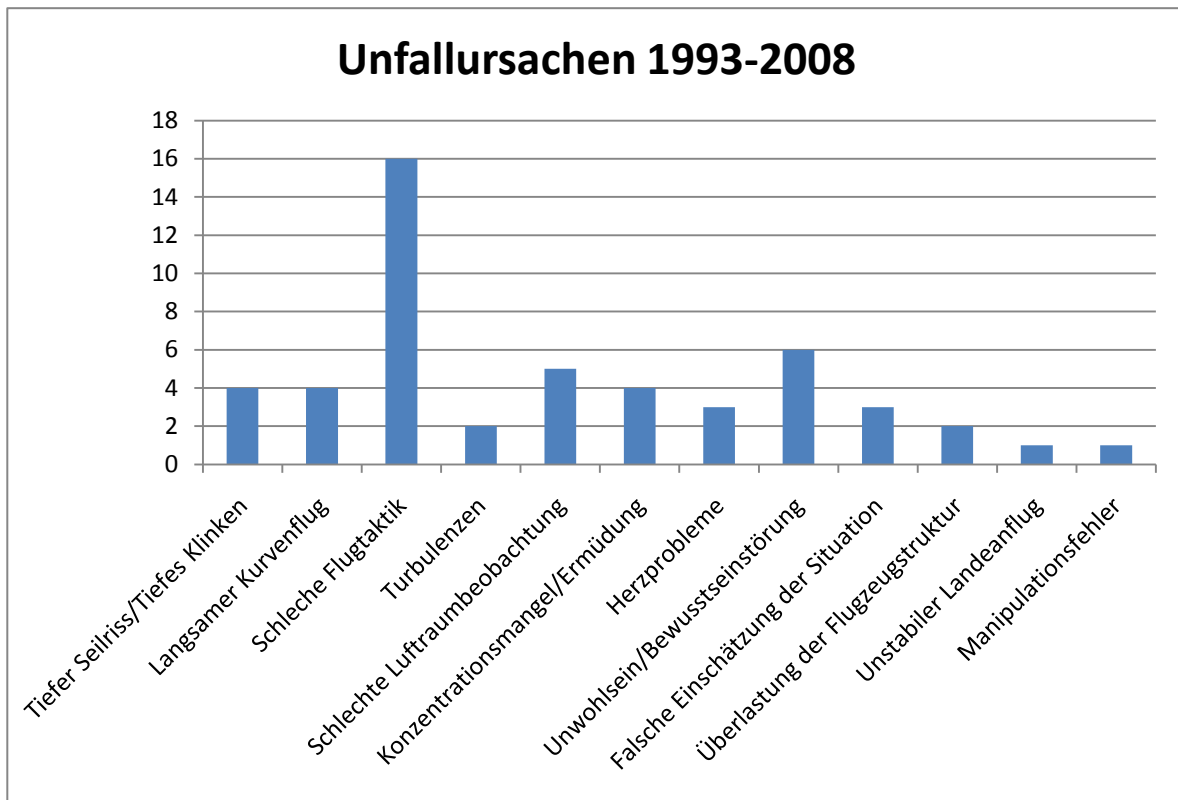
Wollen wir die Situation einmal analysieren: Ein Augenzeuge, welcher diesen Absturz beobachtet hat, wird mit grosser Sicherheit sagen können, dass die Unfallursache eine Vrille sei – stimmt eigentlich auch, diese ist schlussendlich ausschlaggebend für den Absturz. Die grosse Frage ist nur, wie es zu dieser Vrille gekommen ist!

Um diese Frage beantworten zu können, muss man auf den gesamten Flugverlauf zurückblicken. Der erste Fehler war das nicht vorhanden sein einer Sauerstoffflasche. Bevor die Flughöhe 3500 m.ü.M. betragen hat, war der Pilot noch höher, d.h. er hat an Sauerstoffmangel gelitten. Dadurch haben seine Leistungsfähigkeit und besonders das Konzentrationsvermögen abgenommen. Dies führte dazu, dass der Pilot Mühe hatte, einen Aufwind zu finden. Somit sind wir schon beim evtl. zweiten Fehler: Als Folge des Sauerstoffmangels könnten Fehlentscheidungen zum Höhenverlust geführt haben. Der dritte Fehler war, dass der Pilot zu wenig Flüssigkeit dabei hatte, seine Leistungsfähigkeit verschlechterte sich somit weiter und der Sauerstoffmangel vergrösserte sich. Das führte dazu, dass sich der Pilot entschied, nahe am



Hang zu kreisen, zudem mit wenig Geschwindigkeit. Das sind gleich zwei Fehler auf einmal, nämlich: Kreisen am Hang anstatt Achterschleifen zu fliegen und langsam anstatt mit leichter Übergeschwindigkeit zu kreisen. Nun haben die insgesamt fünf Fehler dazu geführt, dass sich der Segelflugschüler in eine kritische Lage gebracht hat und infolge Konzentrationsmangel nicht mehr in der Lage war, rechtzeitig auf die Böe zu reagieren.

Die erste der folgenden zwei Statistiken zeigt die Absturzursachen (*aus meiner Sicht*), welche in den letzten 15 Jahren zu Unfällen geführt haben. Die zweite Statistik zeigt, auf welche Art die Segelflugschüler durch diese Ursachen abgestürzt sind. Dabei ist zu erwähnen, dass bis zum 31.08.2009\* erst vier der insgesamt acht Unfälle im Jahr 2008, in einem Bericht erfasst wurden. Bei den übrigen vier sind die Unfallermittlungen noch am Laufen, aus dem Grund habe ich im Jahr 2008 nur die vier bestehenden Unfallberichte für die Statistik berücksichtigt.

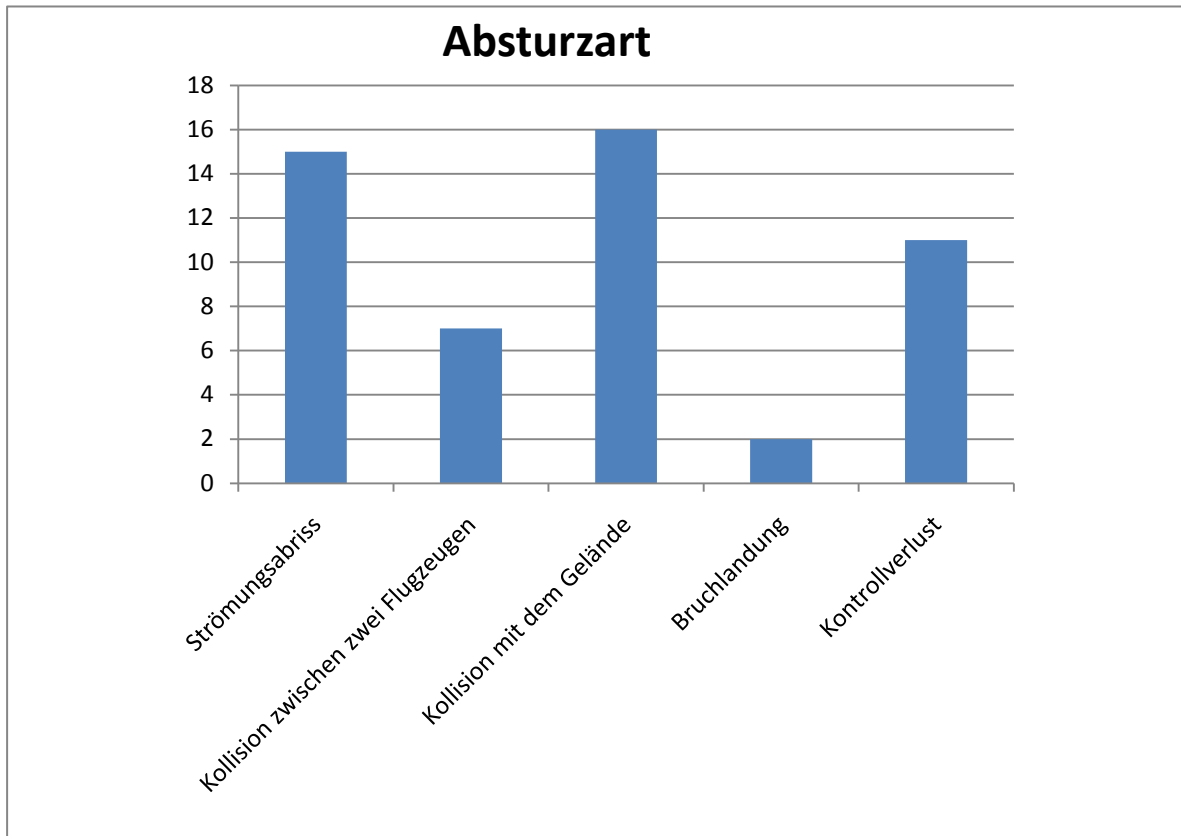


Diese Statistik zeigt als eindeutig häufigste Unfallursache, die schlechte Flugtaktik. 16 von insgesamt 51 untersuchten Unfällen sind auf eine unzureichende Flugtaktik zurück zu führen. Generell kann man sagen, dass die meisten Unfallursachen ausschliesslich menschlicher Natur sind.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Unfallberichte von 1993-2008

\*Abschlussdatum der Informationsaufnahme meiner Statistik





Die häufigste Absturzart mit insgesamt 16 Abstürzen ist die Kollision mit dem Gelände, welche hauptsächlich auf den Hangflug mit wenig Abstand zum Gelände zurück zu führen ist. Diese Information kann man aus der Statistik zwar nicht entnehmen, beim Studium der Unfallberichte wird sie jedoch bestätigt. Ebenfalls eine häufige Absturzart ist der Strömungsabriss in Bodennähe, dicht gefolgt von dem Kontrollverlust. Der Strömungsabriss ist bekanntlich die Folge einer Geschwindigkeitsunterschreitung, oftmals verursacht durch Konzentrationsmangel und Ermüdung. Die Kontrollverluste waren in den letzten 15 Jahren oftmals mit medizinischen Problemen des Piloten verbunden. Eine eher erfreuliche Tatsache, welche für das Antikollisionswarngerät FLARM sprechen könnte, ist die Abnahme der Zusammenstöße zwischen Segelflugzeugen seit 2004. Seit der Einführung von FLARM hat es in der Schweiz „nur“ einen Absturz auf diese Weise gegeben, von insgesamt 7 Zusammenstößen seit 1993.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Unfallberichte von 1993-2008



## 4.2. Welchen Einfluss hat das Alter?

Ein Pilot kann seine Fliegerkarriere schon mit 15 Jahren beginnen. Dieses Alter ist relativ jung, wenn man bedenkt, dass der Erwerb eines Autoführerscheines erst mit 18 möglich ist. Aus dem Grund liegt es auf der Hand, dass man denken könnte, junge Piloten seien unfallgefährdeter als ältere, das ist jedoch überhaupt nicht so! Das Durchschnittsalter aller in der Schweiz verunfallten Piloten zwischen 1993-2008, gemessen an meiner Statistik, liegt bei 54 Jahren und die durchschnittliche Gesamtflugerfahrung beträgt 1400 Flugstunden.<sup>28</sup> Wenn man ausschliesslich das Jahr 2008 betrachtet, liegt das Durchschnittsalter bei allen 8 tödlichen Unfällen sogar bei 62 Jahren.<sup>29</sup> Diese Zahlen sprechen eindeutig dafür, dass es sich bei den verunfallten Piloten meistens nicht um Anfänger handelt. Dazu kommt noch, dass die Unfälle oftmals bei längeren Flügen passieren, was auf verminderte Leistungsfähigkeit zurück zu führen ist.

Folgende Tatsachen bestätigen die Zahlen aus der Statistik: Die allgemeine Leistungsfähigkeit nimmt im Alter stetig ab, fliegerisch relevant sind hauptsächlich die verminderte Reaktionsfähigkeit und der früher eintretende Sauerstoffmangel. Eine entscheidende Rolle spielt auch die Routine, welche einem Piloten zum Verhängnis werden kann. Um ein Segelflugzeug führen zu können, müssen gewisse handwerkliche Fertigkeiten blind und mit Routine ablaufen, damit die mentalen Ressourcen nicht zu sehr beansprucht werden. Wenn es jedoch um die Flugtaktik geht, kann Routine gefährlich sein. Entscheidungen dürfen nicht aus reiner Gewohnheit gefällt werden, sondern müssen vom Piloten bewusst und überlegt gemacht werden. Im Leben ist es allgemein so, dass man mit zunehmender Übung Routine bekommt, so auch beim Fliegen, als Pilot muss man sich dessen nur bewusst sein und sich nicht zu einem gefährlichen Flugverhalten verleiten lassen, das gilt speziell für erfahrene Piloten.<sup>30</sup>

Es muss jedoch immer zwischen alt und erfahren unterschieden werden, alte Piloten sind meistens erfahren, aber erfahrene Piloten sind oftmals nicht alt. Je näher alt und erfahren zusammen kommen, desto grösser wird das Unfallrisiko, gemäss Statistik. Nun entsteht ein gewisser Teufelskreis: Je mehr Erfahrung man als Pilot hat, desto geschickter ist man als Streckensegelflieger, aber gleichzeitig steigt auch das Unfallrisiko. Das würde ja eigentlich bedeuten, dass man nicht zu viele Erfahrungen sammeln und deshalb weniger Fliegen gehen sollte. Das wiederum würde heissen, dass man zu wenig Training hätte und das Unfallrisiko ebenfalls wieder steigen würde - eine unmögliche Situation, wie man erkennen kann. Ich per-

<sup>28</sup> Unfallberichte 1993-2008

<sup>29</sup> Unfälle und Safety

<sup>30</sup> Menschliches Leistungsvermögen 4-5/Seite 2



sönlich denke aber, dass Erfahrung sehr wichtig ist, jedoch im Einklang mit dem nötigen Sicherheitsbewusstsein. Dazu gehören der regelmässigen Gesundheitscheck beim Arzt, das allgemeine Risikobewusstsein und der jährliche Checkflug mit einem Fluglehrer, egal in welchem Alter und mit welcher Flugerfahrung. Ein Segelflugpilot sollte sich mental auf einen Flug vorbereiten und sich während dem Flug immer wieder einen Überblick über die aktuelle Situation verschaffen, nur so ist er auf allfällige Überraschungen vorbereitet und kann dementsprechend richtig reagieren.<sup>31</sup>

Schlussfolgernd kann man sagen, das Alter spielt im Zusammenhang mit dem Flugunfallrisiko eine sehr grosse Rolle. Jeder ältere Pilot muss sich seines Alters bewusst sein und sich immer wieder Gedanken über seine Flugtauglichkeit und sein Flugverhalten machen, dementsprechend sollte er dann Massnahmen treffen, auch wenn es das Ende seiner Flugkarriere bedeuten würde.

### 4.3. Wie kann ich mein Risiko verringern?

Ein Segelflunfall kann, wie schon bekannt, nicht durch einen einzelnen Pilotenfehler geschehen. Es muss eine Kette von mehreren Fehlern infolge bestehen, damit ein Segelflugzeug abstürzen kann. Meine Aufgabe ist es nun, diese Fehlerkette zu durchbrechen, nur wie mache ich das?

Der allerwichtigste Punkt für einen sicheren Flug ist mein eigenes Wohlbefinden. Ich steige nur in das Flugzeug, wenn ich mich zu 100% fit fühle, nicht müde bin und ich vor dem Flug keinen Alkohol getrunken habe. Ich darf auch nicht mit chronischem Stress belastet sein, wenn ich Ärger in der Beziehung, am Arbeitsplatz oder sonst irgendwo habe, lasse ich meine Finger vom Fliegen. Während einem Flug ist man als Pilot vollständig ausgelastet und hat keinen Platz für andere Gedanken.

Der nächste wichtige Faktor ist ein einwandfrei funktionierendes Segelflugzeug. Im Segelflug ist es sehr einfach, alle technischen Fehler zu eliminieren, so auch für mich. Wichtig ist, dass ich mein Segelflugzeug vor dem Flug seriös und korrekt montiere und gemäss Checkliste checke. Eine saubere Flugzeugvorbereitung ist ein sehr wichtiger Sicherheitsaspekt. Wenn man den Flieger ordnungsgemäss nach Vorschrift montiert, können die rein fliegerisch wichtigen Funktionen fast nicht versagen. Somit bleiben nur die menschlichen Ursachen übrig, welche zu einem Unfall führen könnten.

<sup>31</sup> Menschliches Leistungsvermögen, 4-6/ Seiten 1-3



Wichtig, nicht nur für das Flugzeug sondern auch für den Piloten, ist die Flugvorbereitung. Eine gute Flugvorbereitung kann sowohl meine psychische, als auch meine physische Belastung senken. Dazu gehören das Meteorstudium vor dem Flug, die Mitnahme von Nahrung und genügend Flüssigkeit für den Flug, ein Urinbeutel und das nötige Kartenmaterial. Zudem muss ich mich vor dem Flug mit den Instrumenten befassen, hauptsächlich mit dem Navigationssystem, während dem Flug muss ich dessen Funktionen kennen und diese anwenden können. Sehr wichtig ist auch das Tragen einer Sonnenbrille, diese ermöglicht mir eine gute Sicht und ein Hut schützt mich vor Kopfschmerzen infolge Sonneneinstrahlung und den darauffolgenden Bewusstseinsstörungen.

Als nächstes kommt die eigentliche „gefährliche“ Phase, der Flug. Die elementarsten Wichtigkeiten des Segelfluges sind die Geschwindigkeit und die Flughöhe. Während einem Flug schaue ich ständig darauf, dass ich eine genügende Flughöhe über dem Grund habe und dabei immer schnell genug fliege. Falls ich einmal tief bin und kein Aufwind in Aussicht habe, suche ich früh genug ein geeignetes Aussenlandefeld und bereite mich auf eine Aussenlandung vor. Auf diese Weise kann ich einen bodennahen Strömungsabriss oder eine Kollision mit dem Gelände möglichst verhindern. Flugtaktisch gesehen ist es für mich auch wichtig, dass ich nie zu nahe an einem Hang fliege. Wenn ich aber am Hang fliege, erhöhe ich meine Geschwindigkeit und unterlasse es, gegen den Hang zu kreisen, das ist vor allem im Gebirge sehr wichtig. Viele Unfälle, welche ich in meiner Statistik ausgewertet habe, sind am Hang geschehen, das hat bekanntlich mit den dortigen Windverhältnissen zu tun. Das Fliegen nahe an einem Hang erfordert allerhöchste Aufmerksamkeit und Konzentration, kreisen ist dort sehr gefährlich! Folgendes Sprichwort hat mich persönlich sehr beeindruckt und beeinflusst seither meine Flugtaktik: „Wer sich in Gefahr begibt, kommt darin um!“ (Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, S.4) Seit ich diesen Satz kenne, habe ich Flugtaktisch schon mehrere Entschiede anders gefällt, als ich es davor getan hätte. Ich denke, dass auch dies ein wichtiger Punkt ist, jeder Pilot sollte sich immer genau bewusst sein, was er gerade macht und ob er so weiter machen darf, ohne dabei ein Sicherheitsrisiko einzugehen. Er muss seinem Flugzeug immer einen Schritt voraus sein und früh genug zu planen beginnen, hauptsächlich wenn es Aussenlandungen betrifft.

Um mein Wohlbefinden und meine Konzentrationsfähigkeit auch während dem Flug gewährleisten zu können, muss ich genügend trinken und mir regelmässig Kalorien zuführen. Dabei muss ich beachten, dass ich schon trinke bevor ich Durst habe, um kein Flüssigkeitsmangel zu erhalten.



Schlussendlich ist es für mich auch wichtig, meine flughandwerklichen Fertigkeiten jährlich kontrollieren zu lassen, indem ich am Saisonstart einen Checkflug mit einem Fluglehrer mache. Ein guter Pilot muss ebenfalls selbstkritisch und bereit sein, aus gemachten Fehlern zu lernen. Eine gute Möglichkeit dafür bietet das Lesen von Unfallberichten. Es kann auch hilfreich sein, auf andere Piloten zu hören. Wenn diese mein Flugverhalten kritisieren, sollte ich das als Verbesserungsratschlag auffassen und nicht als Beleidigung.

**Fazit:**

Ein einwandfrei funktionierendes Flugzeug, ein gutes Wohlbefinden vor und während dem Flug, eine genügend grosse Flughöhe, ausreichend Speed und ein allenfalls früher Aussenlandeentscheid können als Garant für einen sicheren Flug bezeichnet werden.

Ich denke, wenn ich alle in dem Kapitel aufgezählten Punkte gut berücksichtige und auch praktiziere, kann ich mein eigenes Unfallrisiko gering halten.....



**Abb. 11** Segelflugzeug im Monte Rosa Gebiet

.....und mein Leben lang sicher durch die Lüfte gleiten!<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Auswertung der Arbeit

\* Abb. 11: Eigenes Foto



## 5. Schlusswort

Wie sich herausgestellt hat, ist der Mensch hauptverantwortlich für die meisten Segelflugunfälle. Das heisst für mich, dass ich es selber in der Hand habe, ob ich mit dem Segelflugzeug verunfallen werde oder nicht. Natürlich werde ich alles dafür tun, während meiner ganzen Fliegerkarriere unfallfrei bleiben zu können.

Während dem Analysieren der Unfallberichte war ich oftmals erstaunt, in welchen scheinbar unkritischen Situationen es teilweise zu Unfällen gekommen ist. Ich habe mich dann geistig in die selbe Situation gesetzt und festgestellt, dass ich beim Fliegen auch schon in ähnlichen Situationen war, jedoch damals ohne das spezielle Bewusstsein, wie gefährlich eine solche Situation eigentlich sein kann. Daraus kann ich schliessen, dass das Verfassen dieser Arbeit sehr lehrreich für mich war, ich habe wichtige Erkenntnisse gewonnen, die mir während der zukünftigen Ausübung meines Hobbys hilfreich sein werden. Schlussendlich darf ich erfreut feststellen, dass ich das Ziel meiner VA, herauszufinden welche Ursachen ein Segelflugunfall haben kann und wie ich mein eigenes Risiko senken kann, erreicht habe.

Ich erhoffe mir mit dieser Arbeit auch, andere Piloten dazu bewegen zu können, ihren Flugstil zu überdenken und wenn nötig zu verbessern, denn jeder Unfall ist einer zu viel!

Ende





## 6. Quellenverzeichnis

### Literatur

Der Segelflugzeugführer, Aus- und Weiterbildung, 2006

ISBN-13: 978-3-935220-26-2

Grundlagen des Fluges, im Unterschallbereich, Bruno Guggiari 2004

ISBN: 3-905036-16-9

Menschliches Leistungsvermögen und Flugunfälle, Dr. med. Samuel Huber 2005

ISBN: 3-955036-12-6

Broschüre, Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Rudolf Stüssi 2004

Flughandbuch LS 4, HB-1882, Kopie des Original vom 13.03.2000

### Internet

<http://de.wikipedia.org/wiki/Endanflug>, 31.08.2009

<http://de.wikipedia.org/wiki/FLARM>, 31.08.2009

<http://www.spiegel.de/panorama/0,1518,601567,00.html>, 31.08.2009

<http://de.wikipedia.org/wiki/Herzinfarkt>, 31.08.2009

[http://de.wikipedia.org/wiki/Arterielle\\_Hypertonie](http://de.wikipedia.org/wiki/Arterielle_Hypertonie), 31.08.2009

[http://www.isodisnatura.de/nutrition\\_-\\_article.htm?ID=21](http://www.isodisnatura.de/nutrition_-_article.htm?ID=21), 31.08.2009

<http://de.wikipedia.org/wiki/Sportgetr%C3%A4nk>, 31.08.2009

[http://www.bfu.admin.ch/de/dokumentation\\_berichte\\_suchen.htm](http://www.bfu.admin.ch/de/dokumentation_berichte_suchen.htm), 31.08.2009

*Unfallberichte 1993-2008 des Büros für Flugunfalluntersuchungen BFU:*

*Kriterien: Zeitraum 01.01.1993-01.01.2009, Kategorie Segel- und Motorsegelflugzeuge ausgenommen TMG (Touring Motor Glider), Unfallort Schweiz*

### Bilder

<http://www.paul-schneider-modellbau.de/Lukas%20Hermann%20und%20Jonathan%20Trenk/Bilder/Ruder.JPG>, 31.08.2009

Segelflugzeugführer, Seite 171

Kopie Flugzeughandbuch, Seite 23

<http://www.heligotthard.ch/schulung/images/prof01.gif>, 31.08.2009

Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Seite 2

Merkblatt über sicheres Alpensegelfliegen, Seite 7

Menschliches Leistungsvermögen, 4-4/ Seite 5

[http://www.tangomike.de/FGBLB/impressionen/Images/1006\\_18.jpg](http://www.tangomike.de/FGBLB/impressionen/Images/1006_18.jpg), 31.08.2009

[http://www.kaider.info/edql/images/stories/Nachrichten/BronzeGPLauer/dsm\\_flugplatz\\_web.jpg](http://www.kaider.info/edql/images/stories/Nachrichten/BronzeGPLauer/dsm_flugplatz_web.jpg), 31.08.2009

Menschliches Leistungsvermögen, 1-1/ Seite 10

Eigenes Foto

### **Personen**

Kurt Uebersax, Coach des Swiss Gliding Team

Xaver Mäder, Unfälle und Safety – Massnahmen BAZL (*erhalten von Kurt Uebersax*)

Bert Willing, Wie überlebe ich im Segelflug?

<http://streckenflug.ch/WordPress/wp-content/uploads/2008/09/WieueberlebeichimSegelflug.pdf>, 31.08.2009

*Die Datumsangaben bei den Web-Links geben jeweils das Datum der letzten Aktualitätsprüfung der Adresse an.*

