

aerokurier 4/96

Sehen will gelernt sein / Teil 1 _____

Oft überschätzt: Die Leistung des Auges

von Gerhart Berwanger

"Sehen und gesehen werden" ist der simple Grundsatz zur Vermeidung von Zusammenstößen im Sichtflugverkehr. Daß dies nicht immer so einfach funktioniert, zeigt die erschreckende Unfallstatistik des vergangenen Jahres. Deshalb soll hier einmal aufgezeigt werden, was wir überhaupt sehen können, wo die Grenzen des Sehens liegen. In Teil 2 geht es dann ums richtige Verhalten.



Mußte Günter Grönhoff aus seinem Fafnir noch durch seitliche Löcher im Sperrholz spähen, so bieten die modernen Segelflugzeuge geradezu einen Panoramablick. Damit ist nicht nur eine Rundum - Luftraumbeobachtung möglich, auch das Seherlebnis der weiten Landschaft aus der Vogelperspektive erschließt sich dem Piloten in seiner ganzen Schönheit.

Aber sehen wir wirklich wie ein Vogel? Erkennen wir wirklich alle Gefahren richtig und rechtzeitig, die sich uns in diesem weiten Blickfeld nähern? Wie könnte es dann noch zu Zusammenstößen kommen?

Wohl jeder Vielflieger kann von Schrecksekunden berichten, in denen er plötzlich ein anderes Flugzeug sah, dessen Annäherung er nicht wahrgenommen hatte, obwohl es nicht aus dem vielzitierten "toten Winkel" kam. Es ist eben einfach nicht wahr, daß wir ständig ein vollkommenes, farbiges, räum-

liches, kontrast- und konturen-scharfes weitwinkliges Bild aufnehmen und verwerten. Wir haben allerdings den Eindruck, daß das so ist und das ist ein Irrtum, der gefährlich werden kann.

Sehen ist ein höchst komplexer Vorgang, der sich in erster Linie nicht im Auge, sondern im Gehirn abspielt. Wir sehen nicht mit den Augen, sondern durch die Augen. Diese Leistung unseres Gehirns muß erlernt und eingeübt werden. Das geschieht in frühester Kindheit. Aber für jede neue Lebenssituation muß nachgelernt werden, und das gilt ganz besonders dann, wenn sich so völlig neue Perspektiven eröffnen wie beim Fliegen.

Es lohnt sich deswegen für jeden Flieger, sich mit dem komplizierten Vorgang der visuellen Wahrnehmung näher zu beschäftigen und ihn verstehen zu lernen.

Die Augen entsprechen einer Stereokamera - **Bild 1** zeigt diese Analogie. Die durch Verdicken oder Verdünnen verstellbare Linse können wir bei kurzen Entfernungen genau einstellen und erhalten eine scharfe Abbildung auf der Netzhaut. Neben dem Ausrichten des

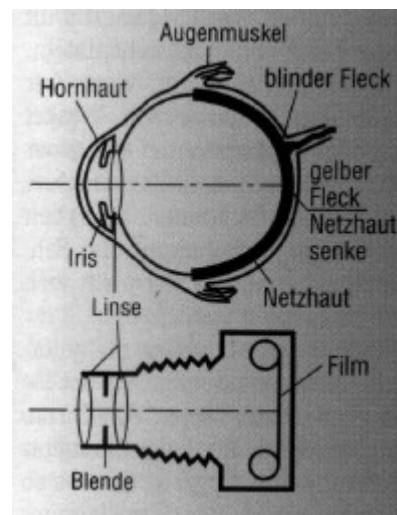


Bild 1: Auge und Kamera im Vergleich. Vieles haben sie gemeinsam, so "Zoomobjektiv" und lichtempfindliche Schicht.

ganzen "Kameraapparates" durch Kopfbewegung, vergleichbar dem Kameraschwenk des Fotografen, erlauben die Augenmuskeln zusätzlich schnelle kleine Bewegungen, sichtbar als Pupillenbewegung. Warum ist sie notwendig?

Nur innen scharf, außen dafür empfindlicher

Die Netzhaut ist nicht gleichmäßig aufgebaut, sondern hat die im **Bild 2** schematisch dargestellte Struktur. Es gibt zwei Arten von Rezeptoren: die farbempfindlichen Zäpfchen und die nur hell-dunkelempfindlichen Stäbchen. Im Zentrum sind überwiegend Zäpfchen angeordnet, die Stäbchen nehmen zum Rand hin zu. Zäpfchen brauchen starke Lichtreize, deswegen erkennen wir in der Dämmerung weniger Farben, in der Nacht sind nur Hell-Dunkel-Unterschiede sichtbar. Im Zentrum, dem sogenannten gelben Fleck, sind die Zäpfchen besonders dicht angeordnet, und es gibt keine Stäbchen.

Die Mitte unseres Blickfeldes ist nachtblind, und am Rande sind

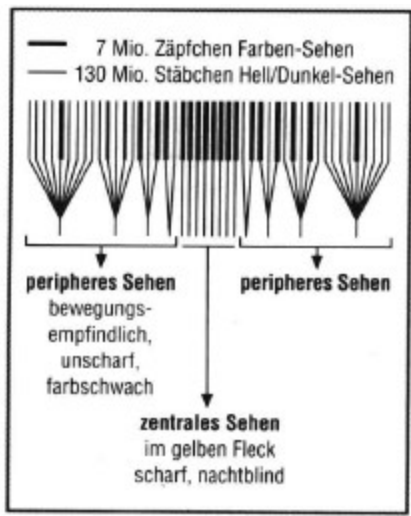


Bild 2: Aufbau der Netzhaut mit lichtempfindlichen Zellen.

wir farbschwach. Wo die Sehnerven gebündelt durch die Augenhinterwand geführt werden, gibt es keine Rezeptoren, wir haben einen blinden Fleck - wir sehen dort nichts.

Aber noch nicht genug der Unvollkommenheit. Nur im gelben Fleck meldet jede einzelne Sehzelle über eine Nervenfasern ihre Information an das Gehirn. Weiter außen sind immer mehr Sehzellen zu einer Nervenleitung zusammengeschaltet. Nur im Zentrum wird größte Sehschärfe erreicht. Am Rand nimmt die "Korngröße des Films" zu, das Bild wird unschärfer.

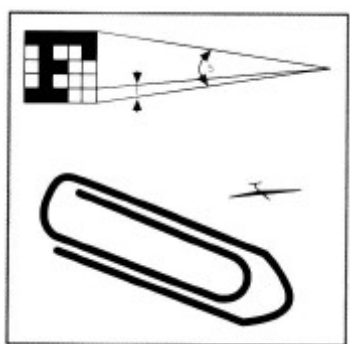


Bild 3: Dieses Bild aus 1 m Entfernung betrachtet, gibt die Größe eines 2 km entfernten Segelflugzeugs wieder.

Scharf sehen zu können, scheint uns die wichtigste Fähigkeit unseres Auges zu sein. Der Fliegerarzt prüft sie anhand von Buchstabentafeln. Die Sehschärfe ist gut, wenn wir Buchstaben unter einem Winkel von fünf Bogenmi-

nuten mit einer Strichstärke von einer Bogenminute sicher erkennen können. Krankheit oder Alter vermindern die Sehschärfe. Darauf soll hier nicht weiter eingegangen werden.

Bild 3 zeigt ungefähr die geforderte Mindestsehschärfe. Halten Sie das Bild einen Meter von Ihrem Auge entfernt. Ein zwei Kilometer entferntes Segelflugzeug ist etwa so klein zu sehen. Die Büroklammer gibt den Größenvergleich.

Unbewußt lassen wir die Pupillen rastlos wandern

Diese Sehschärfe gibt es aber nur im Zentrum des Blickfeldes, in einem Bereich, der etwa dem Strahl einer Taschenlampe entspricht, wir müssen schon hinsehen, wenn wir scharf sehen wollen. Rundherum ist alles unscharf, verschwommen, farblos.

Wie kommt es aber, daß wir das gar nicht als Mangel empfinden, sondern den Eindruck haben, unsere gesamte Umgebung als konturenscharfes Bild aufzunehmen?

Folgt man der Bewegung unserer Pupillen, so stellen wir fest, daß die Augen rastlos wandern, sich ständig unregelmäßig, völlig unsystematisch bewegen. Nur durch die Zusammensetzung einer Unzahl kleiner, scharfer Bilder wird in unserem Sehgehirn das kontrastscharfe Gesamtbild erzeugt. Auch die aufgenommenen Farbinformationen werden gespeichert und wieder beigemischt, so daß für uns auch die Farbschwäche im Randbereich nicht erkennbar ist.

Beim Sehen spielt also offenbar nicht nur die Qualität der "Kamera" eine Rolle, sondern auch die "Kameraführung" und die Verarbeitung der aufgenommenen Lichtinformationen im angeschlossenen "Computer", unserem Gehirn.

Das geschieht in zwei Verarbeitungsstufen im Zwischenhirn und Großhirn. Die Vorauswertung im Zwischenhirn sorgt dafür, daß nur die für uns wichtigen Bildinformationen zur Endverarbeitung ins

Großhirn weitergegeben werden. Diese Ausfilterung ist ein erlernter und trainierbarer Vorgang. Auch die Blicksteuerung erfolgt reflexartig unter Kontrolle des Zwischenhirns. Es führt den Blick stets zu den wichtigen Informationen. Die Augen irren also durchaus nicht unsystematisch umher, sondern werden sehr konsequent so geführt, daß sehr schnell ein Gesamtbild mit allen wichtigen Informationen entsteht. Diese "chaotische" Blickführung ist höchst effizient und jedem systematischen Abtasten, dem in der Technik üblichen "Scannen" haushoch überlegen. Wir müssen aber gelernt oder erfahren haben, was wichtig oder unwichtig ist.

Daß Blickführung erlernt oder eingeübt werden muß, ist in der Flugausbildung von größter Bedeutung. Untersuchungen im Straßenverkehr haben gezeigt, daß der Fahrschüler einen "Stotterblick" hat. Er steuert sein Auge noch nicht reflexartig zu allen wichtigen Informationen, sondern hält sich zu lange an einem einzelnen Punkt fest, um dann unsicher weiter zu springen und dort zu verharren.

Bild 4 zeigt die Blickführung eines unerfahrenen Flugschülers. Er beachtet zunächst den rechts liegenden Flugplatz, springt auf Mahnung seines Fluglehrers zum Horizont, verharrt dort, ohne den Luftraum weiter zu beobachten, springt dann zu dem rechts fliegenden Segelflugzeug, und auf den Hinweis "Fahrt!" lenkt er den Blick auf das Instrumentenbrett und bleibt nun am Fahrtenmesser kleben. Hier wird sein Sehgehirn noch kein wirklich gutes Gesamtbild mit allen für ihn wichtigen Informationen zusammensetzen können. Dieser Flugschüler sieht wie durch eine Röhre immer nur einen einzelnen Sachverhalt.

Das dem Fliegen angepaßte Sehen muß erlernt werden

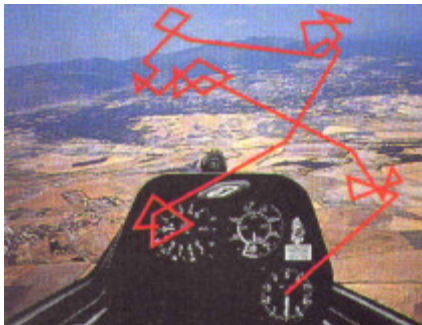


Bild 4: Der Stotterblick des unerfahrenen, sehunsicheren Flugschülers verharrt zu lange an einzelnen Checkpunkten.

Erst mit zunehmender Erfahrung bildet sich der dynamisch gleitende Blick des erfahrenen

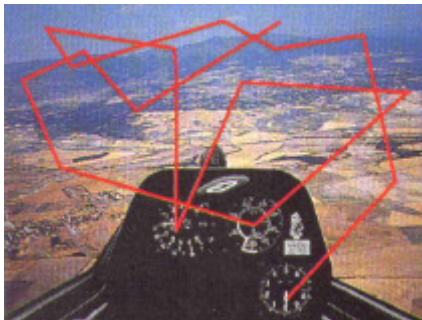


Bild 5: Der Blick des seherfahrenen Piloten erfäßt die Umgebung dynamisch gleitend. Die Blickführung geschieht dabei unbewußt.

Fliegers heraus, wie er im **Bild 5** dargestellt ist. Ohne die Blickführung bewußt zu steuern, gleitet das Auge über alle wichtigen Erscheinungen im Landschaftsbild, im Luftraum, im Wettergeschehen und bezieht auch das Instrumentenbrett mit ein, ohne ständig darauf zu verharren. Entspannt nimmt der Pilot ein umfassendes Bild seiner Umwelt auf.

Die ständige Blickwanderung bedeutet nicht nur Pupillen-, sondern auch Kopfbewegung. Man kann aus dem hinteren Sitz beobachten, wie der erfahrene Pilot den Kopf in kurzen Abständen systemlos, ruckartig leicht bewegt. Beim Anfänger fehlt das, er muß es noch lernen.

Ermüdung, Krankheit und Alter können diese Fähigkeit stark beeinträchtigen, kritische Selbstbeobachtung ist angezeigt. Die größte

Leistung unseres Sehens vollzieht sich aber weder im Auge, noch im Zwischenhirn, sondern in der Großhirnrinde. Ein Quadratmillimeter Netzhaut wird etwa von 10'000 Quadratmillimetern Großhirnrinde "bedient". Die Leistung dieses "Videocomputers" kann hier nur an einigen für den Flieger wichtigen Beispielen verdeutlicht werden.

Um die aufgenommenen Informationen richtig zu interpretieren, das Gesehene zu erkennen, ist es notwendig, die Wahrnehmung mit Bekanntem zu vergleichen, mit früheren Wahrnehmungen, die wir uns gemerkt haben. Nun wird aber praktisch nie exakt das gleiche Bild in Größe, Farbe und Lage nochmals vor uns erscheinen. Deswegen haben wir die Fähigkeit entwickelt, Grundstrukturen der wahrgenommenen Gegenstände zu er-

schriften noch problemlos lesen kann. Diese Fähigkeit der "Gestalterkennung" ist noch von keinem Computer erreicht. Probleme gibt es, wenn die aufgenommene Information nicht ausreicht und deswegen falsch interpretiert wird.

Decken Sie in **Bild 6** zunächst die beiden unteren Flugzeuge ab, und betrachten Sie nur den oberen Schattenriß. Wir erkennen unschwer ein Segelflugzeug. Fliegt es auf Sie zu oder von Ihnen weg? Die richtige Beurteilung kann lebensentscheidend sein. Dazu brauchen wir mehr Informationen. Im unteren Teil sind beide Varianten dargestellt, sie unterscheiden sich durch die Schattenverteilung. Für die richtige Interpretation sind also oft kleinste zusätzliche Informationen wichtig. Das aber ist nur durch ausreichend scharfes Sehen möglich. Die Fähigkeit der Gestal-

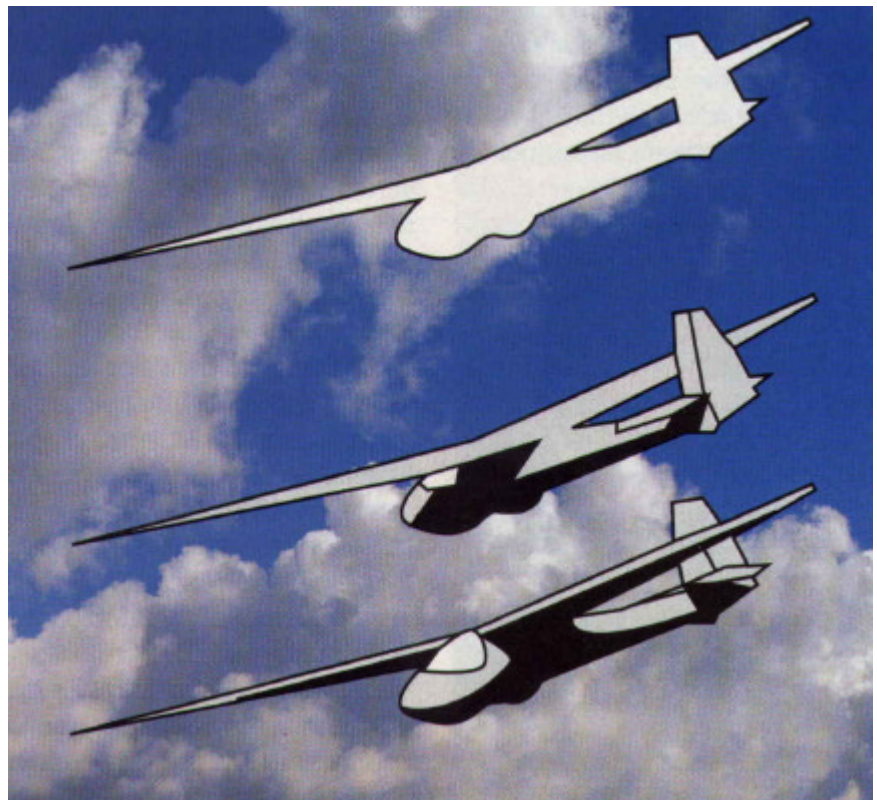


Bild 6: Decken Sie die beiden unteren Flugzeuge ab. Wohin fliegt das obere? Die Übung zeigt, wie schnell falsche Schliisse gezogen werden können.

kennen und wiederzuerkennen. Am deutlichsten wird das am Beispiel des Schriftlesens. Der Abc-Schütze kann mit Mühe den Druckbuchstaben U vom V unterscheiden, der Erwachsene hat sich die Grundstrukturen so eingepägt, daß er selbst unterschiedlichste Hand-

terkennung wird durch Seherfahrung entwickelt und kann durch bewußtes Sehen ständig verbessert werden.

Beim Erkennen anderer Luftfahrzeuge vor "tarnendem Hintergrund" ist diese Fähigkeit besonders gefragt. Weiße Segelflug

zeuge vor der Fels- und Schneelandschaft des Hochgebirges sind dafür ein Beispiel. Der erfahrene Gebirgsflieger wird sie eher sehen als der Alpenneuling.

Ein Superweitwinkel, aber zum Erkennen ist hinzusehen

Das Sehfeld des menschlichen Auges umfaßt einen Winkel von etwa 210 Grad, jedoch nur der mittlere Teil, etwa 60 Grad, wird von beiden Augen gesehen. Nur hier findet das durch die Augenbewegung, die Blickführung gelenkte, zentrierte Scharfsehen statt.

Außen im peripheren Sehfeld sehen wir nur mit je einem Auge. Die Netzhaut liefert hier kein scharfes Bild, sondern verschwommene optische Informationen. Aber dieser Bereich ist dem Zentrum in einer Beziehung wesentlich überlegen. Wir können Bewegungen im peripheren Blickfeld besser und sicherer erkennen. Wie kommt das? Die Nervenfasern mehrerer Sehzellen werden zusammengeführt (Bild 2). Ein sehr schwacher Lichtreiz oder eine leichte Reizveränderung, ausgelöst durch eine Bewegung, reicht vielleicht nicht aus, um einen so starken Impuls in den Nervenstrang zu geben, daß dieser weitergeleitet wird. So gehen schwache Impulsänderungen im zentralen Bereich verloren. Im peripheren Bereich addieren sie sich beim Zusammenlaufen in einem Nervenstrang zu einem stärkeren Impuls, der

weitergeleitet wird. Die Bündelung der Sehnerven im peripheren Bereich führt also zwar zu einer Unschärfe des Bildes, aber zu der Fähigkeit, auch schwächste Änderungen wahrzunehmen.

Dies ist ein wichtiger natürlicher Schutzmechanismus, entwickelt in grauer Vorzeit, als es noch notwendig war, das sich anschleichende Raubtier rechtzeitig zu sehen. Das periphere Auge meldet eine Bewegung, das Zwischenhirn erkennt sie als wichtig, die Blickführung wird reflexartig auf die Bewegung gelenkt, mit scharfem Blick wird die Gefahr erkannt. Dieser Ablauf sitzt so in uns, daß wir uns kaum dagegen wehren können, wir sollten es auch nicht.

Im Gegenteil, gerade als Flieger müssen wir diese Fähigkeit des peripheren Sehens, der Gefahrenerkennung aus dem gesamten Blickfeld hoch schätzen und wenn möglich entwickeln und unterstützen.

Beide Augen geben uns zusammen das weite Blickfeld, das für die rechtzeitige Erkennung von Gefahren so wichtig ist. Benötigen wir aber nicht auch beide Augen, um räumlich zu sehen, um unsere Bewegung im dreidimensionalen Raum richtig aufzunehmen? Das ist keineswegs so.

Nur auf kurze Entfernungen, maximal einhundert Meter, sehen wir räumlich nach dem stereoskopischen Prinzip, durch die Unterschiede der von beiden Augen aufgenommenen Bilder. Das spielt

in der Fliegerei allenfalls eine Rolle innerhalb des Cockpits.

Die Raumwahrnehmung des Piloten funktioniert in erster Linie nach dem perspektivischen Prinzip. Nahe Gegenstände sind groß, entfernte klein, Beispiel: Telegraphenmasten. Linien laufen in der Ferne aufeinander zu, Beispiel: Bahngleise. Entfernte Gegenstände werden von den näheren verdeckt, Beispiel: Wolkenhimmel. Das perspektivisch räumliche Sehen ist wie die Gestalterkennung also in erster Linie ein Ergebnis der Seherfahrung, des lebenslangen Lernens. Räumliche Lage der Anflugbahn, Bahnneigung und seitliche Ablage zur Grundlinie erkennt der erfahrene Pilot sicher, der Anfänger hat damit seine Schwierigkeiten. Er muß noch Seherfahrung sammeln und speichern. Das ist mit dem weiten Blickfeld zweier Augen sehr viel einfacher. Die Umsetzung der Erfahrung kann dann auch mit einem Auge erfolgen, denn wir müssen ja nicht stereoskopisch sehen. Verständlich also, daß der Einäugige nicht zur Flugausbildung zugelassen wird, während der erfahrene Pilot, der ein Auge verliert, flugtauglich bleibt.

Sehen, die wichtigste Wahrnehmung des Piloten, ist ein vielschichtiger, ein faszinierender Vorgang. In der zweiten Folge soll auf die Analyse konkreter Situationen und auf praktische Nutzenwendungen eingegangen werden.

Ende Teil 1

aerokurier 5/96

Sehen will gelernt sein / Teil 2

"Augen auf" reicht meist nicht

von Gerhart Berwanger

"Beide Piloten gaben an, bis zum Zusammenstoß das andere Flugzeug nicht gesehen zu haben." Solche oder ähnliche Formulierungen sind in den meisten Unfallberichten über Zusammenstöße zwischen Luftfahrzeugen zulesen, wenn sie glimpflich verlaufen sind und die Piloten nach dem Ereignis noch befragt werden konnten.

War der andere Flieger vor dem Zusammenstoß wirklich nicht zu sehen, oder wurde er nur nicht wahrgenommen, obwohl er sich

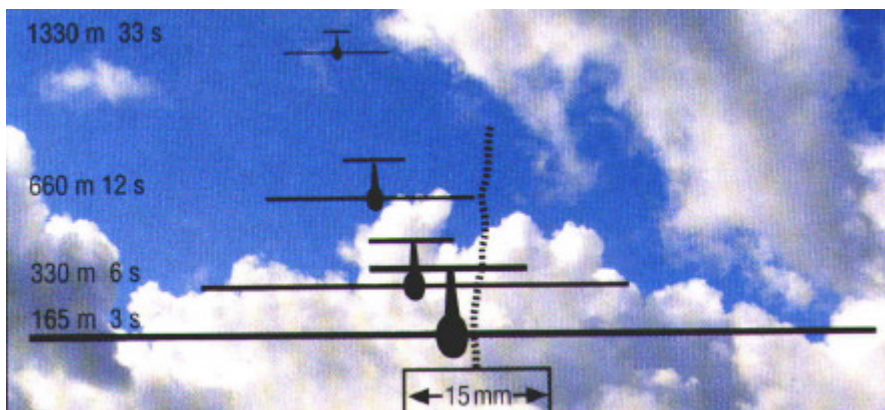


Bild 1: Annäherung eines 15m-Segelfluggzeuges mit 100 km/h, Eigengeschwindigkeit 100 km/h. Die Distanz schrumpft pro Sekunde um 55,5 m.

deutlich sichtbar im Blickfeld befand? Das ist kaum vorzustellen, denn wir sind ja daran gewöhnt, mit unseren wachen Fliegeraugen alles wahrzunehmen, was da fleucht und kreucht. In manchen Situationen ist es allerdings leicht, sich zu übersehen. Im ersten Teil dieses Artikels wurde denn auch das Vertrauen in die enorme Zuverlässigkeit unseres Sehens schon relativiert, nun soll versucht werden, aus der Beschreibung konkreter Situationen Nutzenanwendung daraus zu ziehen.

Wie wichtig es zur Vermeidung von Zusammenstößen ist, andere Flugzeuge richtig und rechtzeitig zu sehen, soll anhand

einiger typischer Bewegungsabläufe und deren optischer Auswirkung dargestellt werden. Bild 1 zeigt in natürlicher Größe den Ablauf einer Frontalannäherung mit jeweils 100 km/h. Um optisch den richtigen Eindruck zu erhalten, müssen Sie dieses Bild aus einem Meter Entfernung betrachten. 23 Sekunden vor dem Zusammenstoß ist das andere Flugzeug noch so klein, daß es hinter dem Fadenaufkleber verschwinden könnte. Noch sechs Sekunden vor dem Zusammenprall könnte der Rumpf komplett durch den Fadenaufkleber

verdeckt sein. Nur die Tragflächen würden als schmale, weiße Striche ein wenig heraus schauen. Bei diesem Bild ist schon erkennbar, daß das sich frontal nähernde Segelflugzeug seine Lage relativ zu unserem geradeausfliegenden Flugzeug nicht verändert. Es steht quasi wie angenagelt an immer derselben Stelle der Kabinenhaube und wird zunächst langsam, dann immer schneller größer. Das gilt jedoch für jede geradlinige Annäherung, die ohne Ausweichbewegung zum Zusammenstoß führen würde. Der Frontalzusammenstoß ist freilich ein seltener Sonderfall.

In Bild 2 sind für Eigengeschwindigkeiten von 100 km/h verschiedene Kollisionskurse aufgezeichnet. Dabei sind jeweils die relative Annäherungsgeschwindigkeit zwischen den beiden Flugzeugen und die Entfernung der beiden Maschinen zehn Sekunden vor der

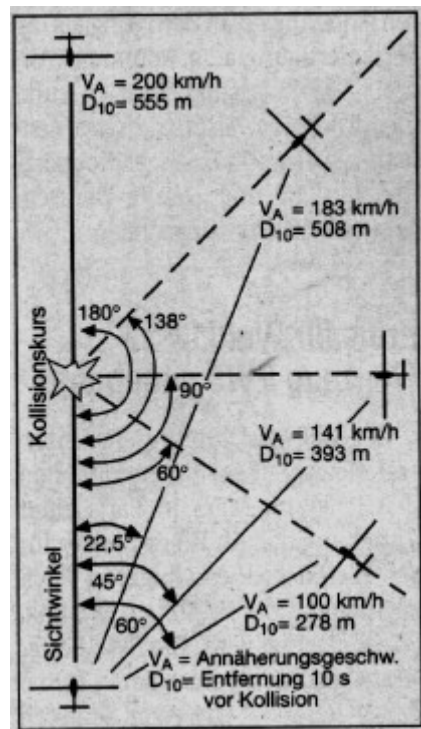


Bild 2: Beispiele für geradlinige Kollisionsbewegungen von zwei Segelfluggzeugen mit einer Geschwindigkeit von jeweils 100 km/h.

Kollision angegeben. Sehr wichtig ist, daß der Sichtwinkel, unter dem das herannahende Flugzeug aus dem Cockpit des eigenen Flugzeugs gesehen wird, während des gesamten Verlaufs der Annäherung genau gleich bleibt. Das herannahende Flugzeug ist immer unter dem gleichen Winkel, an derselben Stelle der Kabinenhaube zu sehen.

Der Kollisionsgegner "blüht" in der Kanzel auf

In Bild 3 ist das unmaßstäblich dargestellt. Dies gilt auch bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Jet und Segelflugzeug, genau dann, wenn Entfernung und Kurs so sind, daß die Maschinen sich in einem Punkt treffen. Das andere Flugzeug "blüht auf" wie eine Eisblume am Kabinenfenster, ohne seine Lage zu verändern.

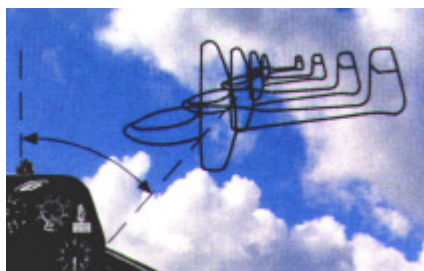


Bild 3: Ein auf Kollisionskurs sich näherndes Flugzeug verändert seine relative Lage zur Kabinenhaube nicht. Es "bliiht auf".

Andere Flugzeuge, die wir unter stehender Peilung beobachten, sind grundsätzlich auf Kollisionskurs zu uns. Das trifft nur dann nicht zu, wenn sich das andere Flugzeug im genauen Parallelfzug mit gleicher Geschwindigkeit oder im exakt konzentrisch gleichsinnigen Kreisflug mit gleicher Winkelgeschwindigkeit befindet.

Betrachten wir in Bild 2 einmal die verschiedenen Annäherungsgeschwindigkeiten. Obwohl es mathematisch sofort einleuchtet, ist doch überraschend, daß ein sich mit 60 Grad Kursunterschied von rechts näherndes Flugzeug eine Annäherungsgeschwindigkeit von 100 km/h hat. Das heißt, wir fliegen auf die Kollision mit diesem Flugzeug genauso schnell zu, als ob wir gegen ein festes Hindernis fliegen würden.

Das Flugzeug erscheint im äußeren Bereich unseres Sehfeldes, wenn wir überwiegend geradeaus oder auf das Instrumentenbrett schauen. In diesem Bereich unseres Sehfeldes ist die Sehschärfe gering, und wir werden einen relativ unbewegten, langsam "aufblühenden" Gegenstand nicht unbedingt rechtzeitig wahrnehmen. Nur ausreichende Luftraumbeobachtung, nur der dynamisch gleitende Blick kann uns vor dem Zusammenstoß schützen. Hier erkennen wir bereits, wie wichtig das periphere Gesichtsfeld ist und wie nützlich es ist, daß wir im äußeren Sehfeld Bewegungen leichter erkennen als im Zentrum.

**Gefährlich wird's,
wenn man sich alleine wähnt**

Segelflieger stoßen häufiger beim Kreisflug als im Geradeausflug zusammen. Wie das Licht die Motten, so zieht den Segelflieger die Thermik an. Gerade beim Entdecken eines Aufwinds ist die Aufmerksamkeit abgelenkt, und der andere, der zur gleichen Zeit denselben Bart entdeckt hat, wird nicht gesehen.

Betrachten wir aus der Unzahl möglicher Kollisionsannäherungen im Kreisflug die in den Bildern 4 und 5 herausgegriffenen Beispiele. Im **Bild 4** fliegen zwei Segelflugzeuge aus einem etwa parallelen Flug mit zirka 300 m Horizontalabstand auseinander und erhalten kurz nach dieser Trennung

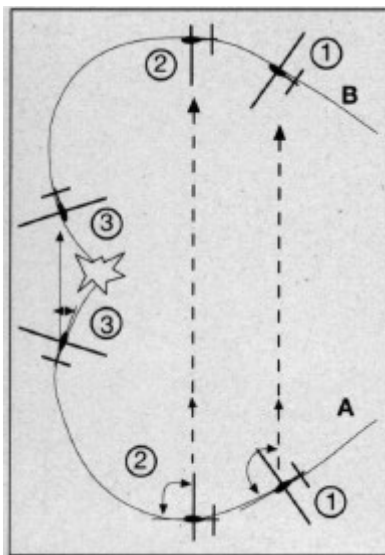


Bild 4: Kollisionskurs zwei gegensinnig einkurvender Segelflugzeuge.

Kontakt zum selben Aufwind. Beide kreisen gegensinnig ein. Vom Moment des Einkreisens (Position 1) haben sie noch 15 Sekunden bis zum Zusammenstoß, wenn sie sich nicht sehen.

**Nach dem Erkennen ist
sofortiges Handeln erforderlich**

Pilot A sieht Pilot B nur, wenn er ihn sucht, wenn er 130 Grad nach schräg hinten schaut. Bei halbwegs aufmerksamer Luftraumbeobachtung erkennt er die Gefahr frühestens in Position 2, B ist dann 90 Grad querab. Beiden verbleiben jetzt noch 11,5 Sekunden. Bis zum Verlust jeglicher

Ausweichmöglichkeit in Position 3 vergehen nur noch acht Sekunden.

Kritischer ist die Situation in **Bild 5**. Zwei Segelflugzeuge begegnen sich ungefähr auf Gegenkurs, jedoch mit rund 400 Meter seitlichem Abstand. Sie erhalten gleichzeitig Aufwindkontakt in Position 1 und kurven gleichsinnig rechts ein. In 15 Sekunden stoßen die Flugzeuge zusammen. Pilot A sieht das andere Segelflugzeug unter 130 Grad schräg hinter sich, wenn er den Kopf dreht und danach sucht. Erst in Position 2 erscheint für ihn das Flugzeug B unter 90 Grad rechts querab, allerdings in Frontalsicht schlecht erkennbar. Sieht er es nicht, so sind es nur noch 7,5 Sekunden bis zum Zusammenstoß. Nach nur vier weiteren Sekunden ist dieser unvermeidbar. Auch in dieser ausgewogenen Lage ist Flugzeug B für Pilot A nur im rechten äußeren Blickfeld unter 60 Grad zu sehen. Pilot B hat in diesem Fall deutlich bessere Sichtverhältnisse, aber dürfen wir uns darauf verlassen?

Beide Beispiele zeigen, daß sich die Zusammenstoßgefahr von außen in das Blickfeld schiebt, daß es also keinesfalls genügt, den Luftraum voraus gründlich zu beobachten, sondern daß besonders im äußeren Bereich des Sehfeldes die Gefahren auftauchen.

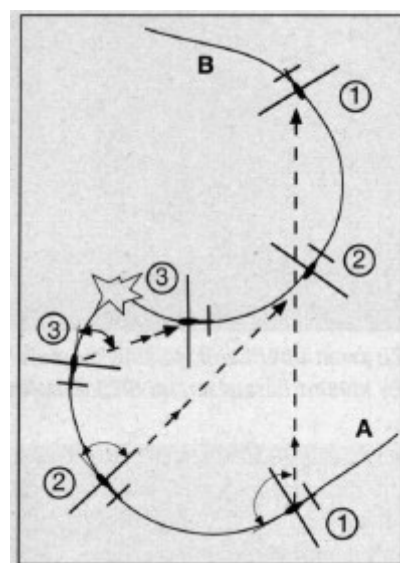


Bild 5: Kollisionskurs von zwei gleichsinnig, aber versetzt einkurvenden Segelflugzeugen. Hier ist nach dem Erkennen die augenblickliche Reaktion gefordert.

Man kann das mit vielen weiteren Situationen durchspielen, immer wieder mit gleichem Ergebnis. Die von vorn auftauchende Kollisionsgefahr ist so selten, daß als Grundregel gelten kann: Ein Segelflugzeug, mit dem ich kollidieren kann, erscheint zunächst klein, mit langsamer Bewegung am äußersten Rand meines Blickfeldes.

Dagegen sind wir durch die Besonderheiten des peripheren Sehens aber gut gewappnet. Gefahren, kleine Bewegungen, erkennen wir am Rande des Blickwinkels schnell und sicher.

Plötzliches Auftauchen bewegter Gegenstände im peripheren Blickfeld führt zu einer Hinlenkung Blicks. Wir wenden den Kopf, erfassen und erkennen das sich nähernde Flugzeug und können rechtzeitig reagieren. Das wird erst dann zu einem sicheren gut funktionierenden Reflex, wenn wir entsprechende Blickfilter unsere spezielle fliegerische Situation ausgebildet haben. Während des Fluges bewegt sich ja die gesamte Landschaft unter uns und darin zahlreiche Einzelgegenstände, Flugzeuge, Menschen, Wolkenschatten.

Das sichere, unbewußt ablaufende Sehen ist zu erlernen

Das Zwischenhirn muß gelernt haben, nur die für uns wichtigen Bewegungen im Luftraum auszufiltern und die Blickführung darauf auszurichten. Durch ständige, bewußte Übung können diese unbewußten Mechanismen ausgeprägt, verbessert und erhalten werden.

Welche Möglichkeiten hat Fluglehrer, seine Schüler bei Entwicklung des richtigen fliegerischen Sehens zu unterstützen? Er muß seine Fähigkeit zur Gestalterkennung speziell für fliegerische Zwecke weiterentwickeln, er muß ihn unterstützen bei der Entwicklung der beim fliegen notwendigen Blick- und Bewegungsfilter und ihm zu einer ruhigen, dynamischen Blickführung verhelfen. Als zusätzliche Schwierigkeit im Segelflug erweist sich, daß der Fluglehrer nicht sieht, wohin sein Schüler schaut. Die

Tandem-Sitzanordnung erlaubt ja nur die Verbindung über das gesprochene Wort, und so muß auch auf diesem Weg die Blickschulung erfolgen, indem der Lehrer sich bemüht, seinen fliegerisch geschulten Blick dem Schüler zu vermitteln. Das kann letztlich nur durch ständiges unermüdliches Hinweisen geschehen. Der Lehrer sagt, was er sieht, wo er hinschaut, und der Schüler bestätigt, daß er das Gleiche sieht und auch dort hinschaut. Er muß auch dazu angehalten werden, seine Beobachtungen mitzuteilen, zu melden.

Da es nicht ganz einfach ist, seine Wahrnehmung schnell und in wenigen Worten so zu beschreiben, daß der andere sie nachvollziehen kann, sollte ein bestimmtes Schema eingehalten werden.

In der Anfängerphase bezeichnet der Lehrer das Ziel mit den Angaben: Bezeichnung, Richtung, Höhe, gegebenenfalls Bewegung. Ein Beispiel: "Ein Hubschrauber, in vier Uhr, unter dem Horizont, von links nach rechts." Sobald der Schüler das Ziel ausgemacht hat, bestätigt er "in Sicht". Wenn er etwas zuerst sieht, meldet er seine Beobachtung. Das starre Schema wird dabei nicht immer eingehalten werden, ist aber eine gute Richtschnur.

Im Doppelsitzer die Richtung nach der Uhr angeben

Bei der Richtungsbezeichnung gibt es erfahrungsgemäß oft Mißverständnisse, wenn mit den Begriffen rechts oder links gearbeitet wird, das sollte möglichst vermieden werden. Auch ist es schwierig, mit Himmelsrichtungen oder Kursangaben die Richtung zu bezeichnen. Das sicherste und bewährteste Verfahren ist immer noch die Richtungsangabe nach dem Zifferblatt der Uhr. Bei der Höhenbezeichnung sollte möglichst vom Horizont ausgegangen werden. Er ist als Bezugslinie deswegen wichtig, weil die größte Gefahr immer von Flugzeugen ausgeht, die sich in Höhe des Horizonts, also etwa auf gleicher Höhe mit uns, befinden.

Höhenflieger können diese Regel übrigens nicht anwenden. Wegen der Erdkrümmung sieht man in großer Höhe das gleich hohe Flugzeug über dem Horizont.

Das Wechselspiel des gegenseitigen Hinweisens auf das Gesehene muß zwischen Lehrer und Schüler zu einer selbstverständlichen Gewohnheit werden, die auch unter noch so erfahrenen Piloten kein Fehler ist. Vier Augen sehen immer mehr als zwei, und das Sehenlernen hört nie auf. Für manchen Lehrer mag das einige Überwindung kosten.

Die in den USA propagierte Methode des "scanning", im Vorläufer dieses Artikels 1984 im aerokurier dargestellt, hat sich als nicht sehr praktikabel erwiesen. Dabei wird Luftraumbeobachtung durch systematisches Absuchen eingeübt. Das widerspricht aber gerade der effizienten natürlichen Methode der "chaotischen Blickführung". Es gibt für deren Erlernen kein besseres System als das ständige Wechselgespräch Lehrer-Schüler.

Wenn der Schüler immer wieder etwas vor seinem Lehrer sieht, kann dieser zufrieden sein. Der Schüler hat den Stotterblick überwunden und beherrscht die entspannte dynamische Blickführung, er sieht alles, was wichtig ist. Der erfahrene, aufmerksame Lehrer kann das bisweilen gut aus dem hinteren Sitz erkennen: Der Kopf des Schülers folgt in kleinen, ständigen Bewegungen dem Blick, scheinbar unsystematisch, aber immer dorthin, wo es etwas Wichtiges wahrzunehmen gilt.

Luftraumbeobachtung kann nur gelingen, wenn wir unser Blickfeld nicht unnötig verengen und an die Wichtigkeit des großen Blickwinkels denken. Brillen mit dicken Rändern oder Bügeln, gar Gletscherbrillen mit seitlichen Scheuklappen, breitkrepelige Hüte, gesichtsbedeckende Frisuren haben an einem Segelfliegerkopf nichts verloren.

Eine verschmutzte Kanzel beeinträchtigt mit zunehmender Ermüdung des Piloten die Luftraumbeobachtung. Das geschieht weniger durch die eigentliche

Sichtbehinderung als durch die Neigung des müden Auges, sich an nahen Fixpunkten festzuhalten, sich auf kurze Sicht zu adaptieren. Das ferne Segelflugzeug im Luftraum wird nur noch verschwommen gesehen. Der am Kabinenglas befestigte Kompaß und der zu große rote Faden haben die gleiche Wirkung!

Sehr kritisch sind die unbemerkbaren Verengungen des Blickwinkels. Das Auge ist ein empfindliches Organ, das durch geringfügige Störungen beeinträchtigt wird. Übermüdung und eine Reihe von Krankheiten verengen das Sehfeld, ohne daß das dem Piloten direkt bewußt wird. Äußerst selbstkritische Beobachtung ist notwendig, wenn solche Einflüsse zu befürchten sind. Wer übermüdet

oder krank ist, wer Medikamente genommen hat oder unter starkem Streß steht, der gehört auch aus diesem Grunde nicht an den Knüppel.

Besonders sei vor dem Nervengift Nikotin gewarnt. Der Raucher hat einen deutlich verengten Blick, die Lebendigkeit seiner Pupillen läßt nach. Er lebt auch deswegen gefährlicher.

Sauerstoffmangel engt den Blick ein

Schon ab einer Höhe von nur 1500 m NN wirkt sich der Sauerstoffmangel aus, der Blickwinkel wird meßbar kleiner. Über der Sauerstoffgrenze engt sich das Blickfeld ohne Sauerstoffatmung dra-

matisch ein. Die Zusammenstoßgefahr nimmt zu.

Sehen ist die wichtigste Wahrnehmung des Fliegers und nimmt eine unersetzbare technische Funktion bei der Führung des Flugzeuges ein. Es gibt ja auch keinen Blindflug! Gerade der Instrumentenflieger muß und darf sich nur auf die Augen verlassen.

Flugerlebnis ist ein Augenerlebnis, das sollten wir bei alledem nicht vergessen. Wache Augen und eine lebendige Wahrnehmung machen unseren Sport nicht nur sicherer, sondern auch viel schöner.

* * *

Kollisionen fast immer tödlich

Zusammenstöße in der Luft haben meist einen tragischen Ausgang.

Beim ersten Hinsehen erscheint es unwahrscheinlich, daß bei dem vielen Platz, den es am Himmel gibt, sich zwei Flugzeuge zur gleichen Zeit am gleichen Ort treffen und zufällig gerade diese beiden Piloten nicht hinausschauen. Die hohe Zahl der Kollisionen und Beinahe-Zusammenstöße beweist jedoch das Gegenteil.

Daher ist es (lebens-)wichtig, den Luftraum intensiv zu beobachten. Besonders in der Platzrunde ist aufgrund des höheren Flugaufkommens Vorsicht geboten. Absprachen über Funk mit anderen Luftfahrzeugen können hilfreich sein, bevor es zu Annäherungen kommt. Zumindest sollte in Platznähe Hörbereitschaft auf der Platzfrequenz aufrecht erhalten werden. Beim Thermikfliegen ist es unerlässlich, daß sich jeder an die Kreisflugregeln hält. Unaufmerksamkeit kann tödlich sein.