

## Eine kleine Crash-Physik

von Helmut Hintner

Alle sprechen über **Protektoren**, viele wissen aber nicht, worum es eigentlich geht. Dieser Essay soll physikalische Gesetze erklären und beginnt dort, wo der kontrollierte Flug zum Absturz geworden ist - aus welchen Gründen immer - der Pilot fällt runter!

Er fällt nicht wie ein Stein, weil auch ein total deformierter Schirm noch bremst. Experten sagen, daß der Aufprall im Schnitt nur mit 5 - 7 m/s, das sind 18 - 25 km/h, erfolgt. Das entspricht einer Fallhöhe von 1,50 - 2.50 m. Der DHV testet mit 1.50, die Franzosen mit 1.85 m (?). Dazu kommt aber noch eine allfällige Horizontalgeschwindigkeit.

Die **Masse** des Piloten hat eine **Wucht**, die sich wie folgt verändert:

Doppelte Masse = doppelte Wucht, aber: doppelte Geschwindigkeit = **vierfache** Wucht! "Wucht" heißt physikalisch **kinetische Energie** - Energie der Bewegung. Energie - das ist die Fähigkeit, **Arbeit** zu leisten.

"Arbeit" = **Kraft** mal **Weg**: 100 kg / 10 cm = 10 kg/100 cm hoch heben.

Kinetische Energie bricht die Knochen - Deshalb muß sie "weg" - sonst leistet sie **Verformungs-Arbeit**. Die heißt beim Auto Knautschen und soll beim Piloten um jeden Preis verhindert werden - er hat ja keine Knautsch-Zone und Knutsch-Zonen zählen hier nicht. Wenn nicht Fliegerknochen, dann muß etwas anderes "geknautscht", d. h. deformiert werden - der "Protektor"!

Energie aufnehmen kann der aber nur, wenn er einen (Brems-) "Weg" hat, also dick genug ist.

Zur Erinnerung : Energie = Arbeit = Kraft x Weg.

"Halber Weg" bedeutet daher "Doppelte Kraft" oder 10 cm "Protektor" bedeuten doppelt so viele "g" wie 20 cm. Die vom DHV gesetzte "20 g - Grenze" entspricht Erfahrungswerten aus der Flugmedizin (Öffnungs-Stoß beim Fallschirm, Schleuder-sitz, Helicopter-Crash's). "g" ist die Erdbeschleunigung, bei "20 g" "wiegt" ein 50-kg Pilotenrumpf 1.000 kg!

Beim **Aufprall** sind viele Körperstellungen möglich:

- im Idealfall voll aufgerichtet, die Haxen als "Federbeine" ausgefahren,
- unvorbereitet sitzend, Oberkörper senkrecht, Beine im rechten Winkel waagrecht - **worst case**,
- alle Zwischenlagen.

Die schlimmsten Verletzungen verursacht jedenfalls ein **axialer Stoß** auf die Wirbelsäule, also muß am Po das dickste Kissen sein!

Welche Möglichkeiten gibt es, heimtückische Aufprall-Energie so zu absorbieren, daß der Crash-Pilot heim"gehen" kann:

1.0. **Airbags**: Kissen, mit Luft gefüllt, die beim Aufprall herausgepreßt wird.

Vorteil: viel Know-How aus der Autobranche verfügbar, Temperatur - unabhängig, kein Jolt (d. h. ruckartiger Einsatz der Verzögerung), geht mit Bewegungen des Gurtzeuges mit, leicht, kann zum Transport komprimiert werden.

Nachteil: größere Bauhöhe als bei Nicht-Gas-Dämpfern systembedingt. Durchdringungsschutz ist empfehlenswert.

### 1.1. **Luft-Füllung durch Staudruck: "Cygnus"** (Oliver Meyer).

Vorteil: besonders kleines Packmaß, leicht zu verstauen.

Nachteil: ungenügende Füllung in der Startphase, größere Bauhöhe systembedingt - nur eine Druck-kammer, die vom Po bis zu den Schultern reicht.

### 1.2. **Luft-Füllung durch Schaumstoff: "Schaumstoff-Airbag"** (Helmut Hintner).

Vorteil: Getrennte Druckkammern verhindern, daß die Luft dorthin entweicht, wo gerade kein Aufprall statt findet und erlauben eine geringere Bauhöhe als beim Cygnus.

Nachteil: mir ist keiner bekannt, aber da bin ich befangen !

### 2.0. **Nicht-Gas - Lösungen** (Hartschaumstoff, Honey- comb, EPS etc.)

Vorteil: Volle Bremswirkung vom ersten Eintauchen an, das bedeutet eine geringe Bauhöhe als bei den Airbags. Prallplatte u. U. verzichtbar (?)

Nachteil: "Jolt" - Gefahr, evtl. Temperatur-abhängigkeit. Versteift das Gurtzeug. Volumen für den Transport nicht reduzierbar.

### 2.1. **Dauerhaft verformbarer Dämpfungs-Körper - "Eincrash" - Protector**.

Die Methode wird z. B. bei Fahrrad-Helmen aus EPS seit Jahren erfolgreich angewandt: Sturz - Delle im Helm - Kopf ganz, Helm entsorgen. herstellbar.

Vorteil: leicht, billig, in jeder beliebigen Form herstellbar.

Nachteil: "schleichende" Verformung, mechanisch, aber auch durch Benzin- Dämpfe (Kofferraum), möglich.

### 2.2. **Elastischer Dämpfungs - Körper**.

Das sind Schaumstoffe, wie man sie z. B. von der Armaturen Brett - Polsterung im Auto oder Motorrad-Schutzanzügen kennt.

Nach dem Crash "erholt" sich das Material wieder.

Vorteil: in jeder beliebigen Form herstellbar, unempfindlich.

Nachteil: schwer, steif, teuer (?)

**Outlook:**

Ein neues Problem scheint der Seiten-Aufprall zu werden, bedingt durch die neuen, schnell wegdrehenden Schirme, daher könnten die schon am Markt angebotenen Seiten-Protektoren im Becken-Bereich künftig mehr Bedeutung erlangen. Dafür erscheint mir 2.1 oder 2.2 am besten geeignet.

**Sicherheits - Philosophie:**

**Aktive Sicherheit** kann nur bedeuten, so zu fliegen, daß es gar nicht zum Crash kommt.

**Passive Sicherheit** soll Crash - Folgen mildern. Denn der Teufel schläft nie.

Von beiden kann es nie genug geben. Darum zum Schluß eine ...

**Provokante Frage:**

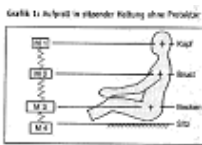
Die **Protektorenpflicht** würde mit Sicherheit jährlich einige Dutzend Rolli-Fahrer weniger bedeuten, das zeigen bereits jetzt die Erfahrungen in Österreich - wäre da nicht vielleicht die Aufgabe von **einem Zipfel Freiheit** einer Erwägung wert?

Quelle: <http://www.supair.fr>

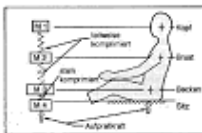
Helmut Hintner gilt als Erfinder des Schaumstoff-Airbags und kooperiert mit Pierre Bouilloux/Sup´Air:

Fallhöhe in Metern	Geschwindigkeit bei Aufprall		Negative Beschleunigung (Verzögerung) bei verschiedenen langen Bremswegen (Die hier angenommene "ideale" Verzögerung ist in der Praxis nicht ganz erreichbar)							
			5 cm		10 cm		15 cm		20 cm	
	m/s	km/h	m/s	G	m/s	G	m/s	G	m/s	G
1,50	5,4	19,5	294	30	147	15	98	10	74	7,5
2,50	7	25	400	50	245	25	163	16,6	123	12,5
5,19	10	36	1000	102	500	51	333	34	250	25,5

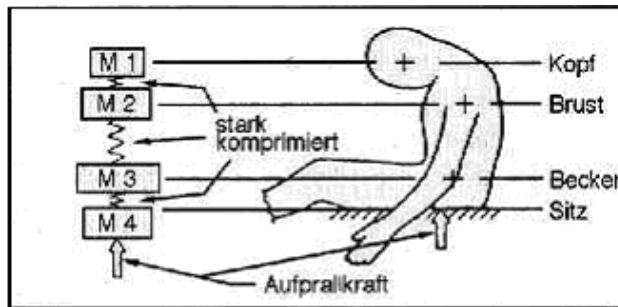
Tabelle1: Verhältnis von Fallhöhe und Aufprallgeschwindigkeit zu Bremsweg und G-Werten. Die graue Fläche kennzeichnet die Werte "DHV-Test-Fallhöhe" (1,5m). (Zusammengestellt vom Verfasser)



Ausgangslage vor Beginn der Verformung: Die relevanten Körperteile (Kopf, Brust, Becken) und der Sitz werden durch tragfähige Membranen (M1 - M4) dargestellt, die durch Federn verbunden sind.



Bei Beginn der Verformung: Die Beckenregion reagiert bereits (Überhöhung der G-Werte). Feder zwischen M3 und M4 wird zusammengepresst, nicht aber Becken und Kopf.



**Voll wirkende Verzögerung:**  
Auch die Bereiche zwischen Kopf, Brust und Becken werden stark komprimiert, in dieser Phase kann es zu Beschädigungen der Wirbelsäule kommen.

Grafik aus Martin Baker Helicopter-Crashworthy-Seat

**Was wollen Sie tun?**

- Seite drucken (PDF)
- Seitenanfang
- Seite zurück
- Seite vor
- Seite weiterempfehlen