

Segelfluggruppe Zürich

# Arbeiten am Segelflugzeug

Was darf ich ? Alles, aber richtig!

*Doch muss deine Arbeit meistens von  
einem für diese Arbeit Lizenzierten  
abgenommen werden!*

# Ziel dieser Präsentation

- Nicht wie,  
sondern «wo erfahre ich wie».
- Sensibilisierung Mängel rechtzeitig zu erkennen.
- Ein wenig Elementares,  
das Neulinge oft noch nicht kennen.

# Grundsätzlich gilt:

- Sich über bevorstehende Arbeit informieren.
- Vor Arbeitsbeginn mit M-Lizenzträger absprechen.
- Nur mit gutem und richtigem Werkzeug arbeiten.
- Arbeit dokumentieren  
(Arbeitsbericht schreiben).
- Arbeit abnehmen lassen, damit das Flugzeug für den Flugbetrieb freigegeben werden kann.

# Informieren OK, aber wo?

- Flughandbuch (AFM)
- Wartungshandbuch (WHB) zum Flugzeug
- Service-Anleitungen von Komponenten Hersteller
  - z.B Tost-Räder, Cleveland Bremsen
- **FAA Advisory Circular AC-43** bzw. FAA-H-8083-30/31  
Referenz für alle Standard-Arbeiten.
- TM (technische Mitteilung), AD (Airworthines Directive)
- Für min. Ausrüstung EASA Type Certificate Sheet
- Bei Einbau neuer Instrumente EASA CS-STAN

# Sperren und Frei geben

- Grundsätzlich bleibt nach jeder Arbeit das Flugzeug gesperrt!

Bis es für den Flugbetrieb durch eine dafür berechnigte Person frei gegeben wurde.

*Stichwort: Release to Service*

- Nach besonderen Vorkommnissen im Flugbetrieb ist das Flugzeug zu sperren.

# Sperren und Frei geben

## Zum Beispiel:

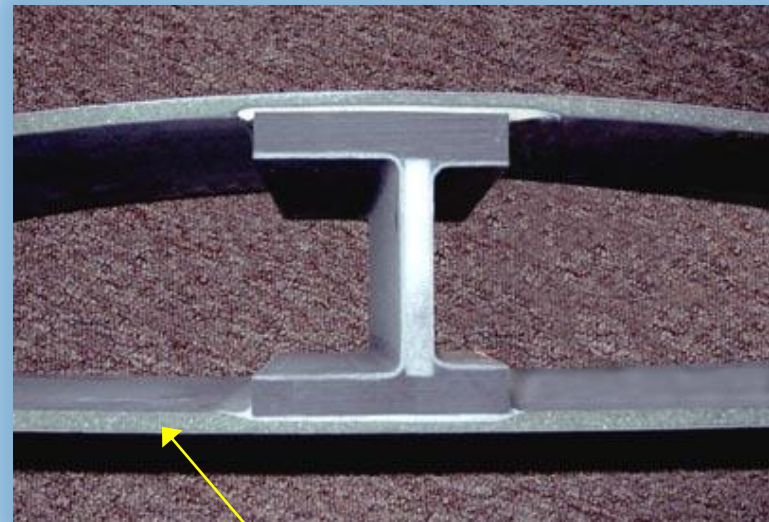
- Nach harten Landungen, seitlichem Aufsetzen, oder überdrehen beim Ausrollen.
- Landung mit eingefahrenem Rad.

In diesen Fällen ist das Flugzeug zu sperren und durch einen M-Lizenzträger prüfen zu lassen!

- Empfehlung: Nach Aussenlandung im Acker Flugzeug nachsehen lassen.

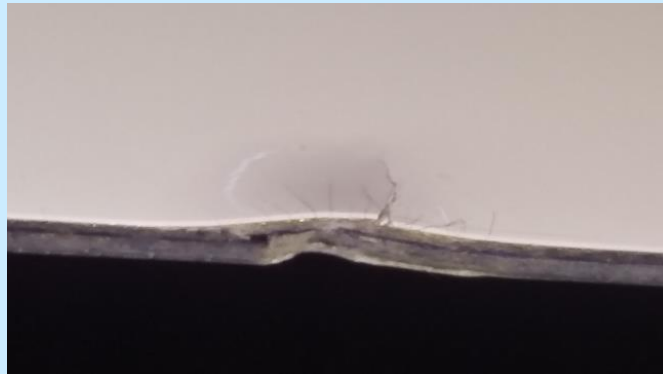
# Schäden auf die zu Achten ist.

- Weissbruch an Verklebungen  
z.B. von Spanten und Rumpf
- Risse,  
besonders an Flügel  
und Ruder
- Dellen  
deuten auf Beschädigung  
der Sandwich Struktur
- Spiel in Steuerung



Die Flügelschale besteht vorwiegend aus weichem Schaumstoff

# Typischer Lackschaden



und doch etwas mehr



=Reparatur

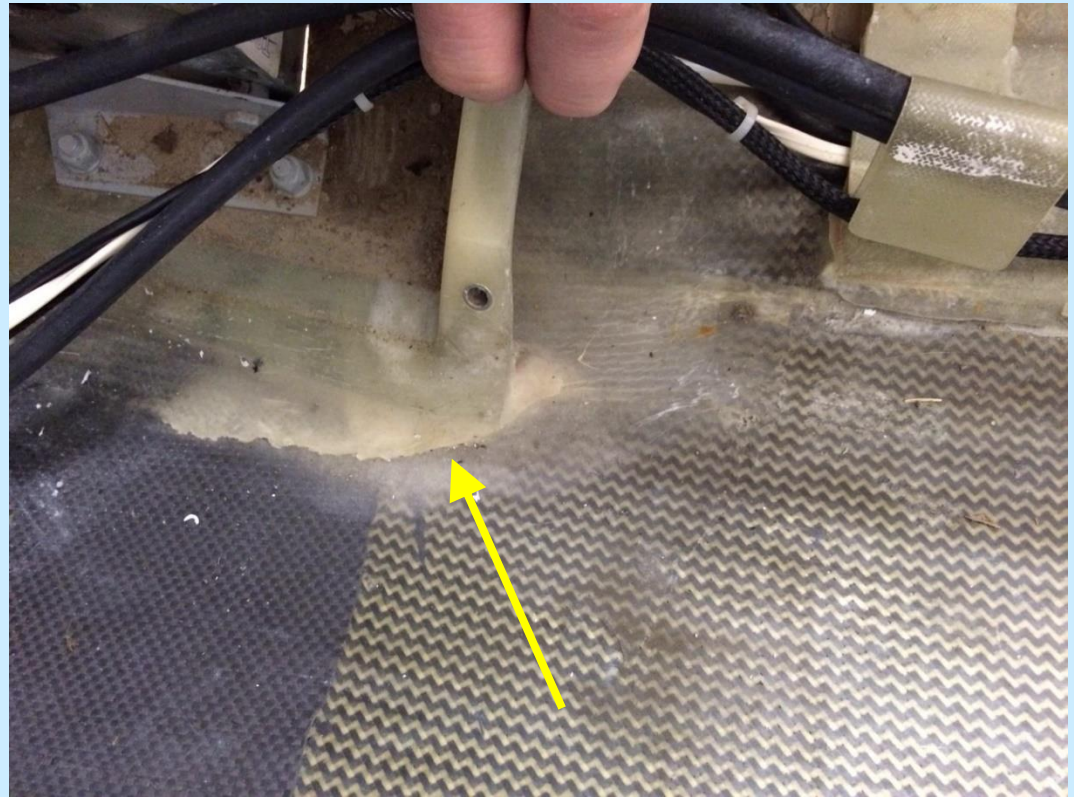
# Folgen einer Landung ohne Rad auf Gras



Ist bloss ein Lackschaden, etwas für die Winterarbeiten

# Folgen einer Landung ohne Rad auf Gras

Doch bei genauem hinsehen



# Folgen einer Landung ohne Rad auf Gras



Würdest du diese Schäden erkennen?

# Folgen einer Landung ohne Rad auf Gras



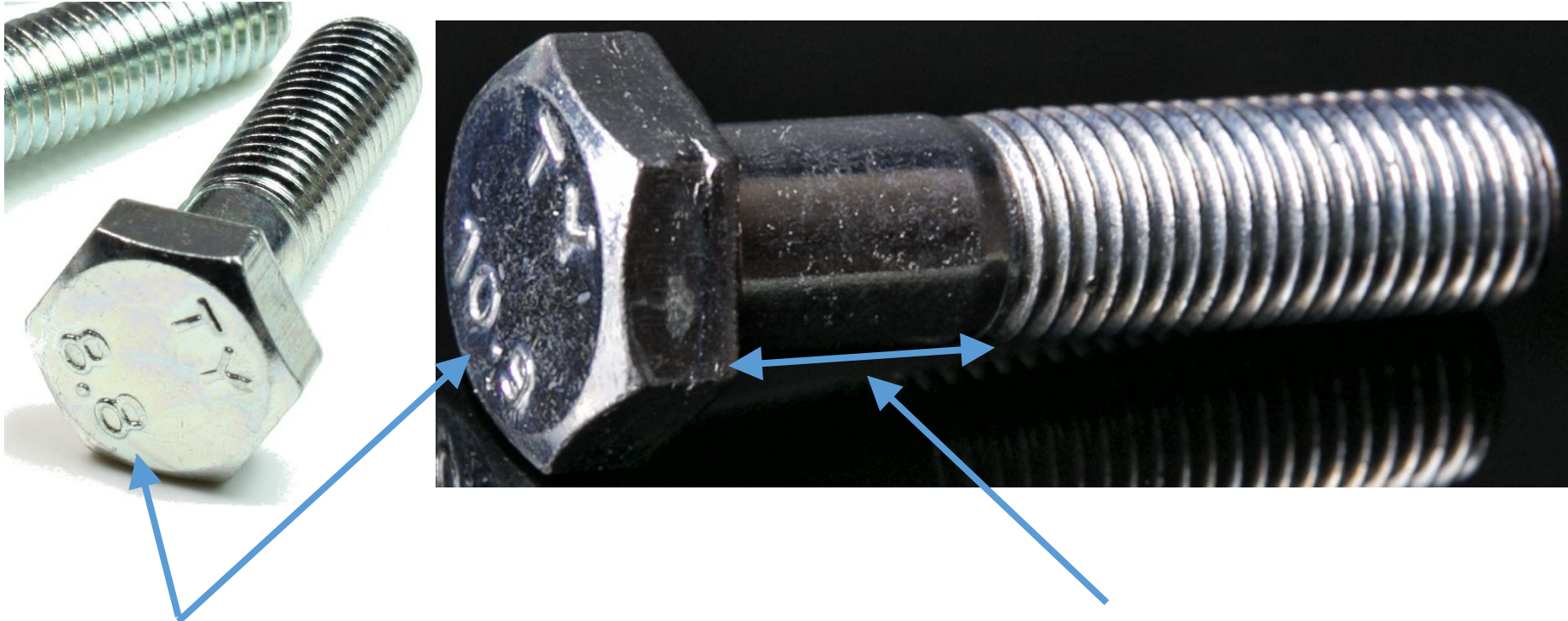
Rumpfunterseite  
nach beheben der Schäden  
vor Lackierung

# Riss



- Auch dahinter verbirgt sich ein GFK Schaden.
- Leider werden solche Schäden oft erst nach einiger Zeit sichtbar. Also immer wieder mal hinsehen!

# Werden wir praktisch



**Festigkeits-Kennzeichnung**

**Schaftlänge**

**Bei Schraubenwechsel Festigkeit, Schaftlänge,  
Material und Oberflächen-Behandlung beachten !**

# Zulässige Anzugsmoment von Schrauben und Werkzeuggrößen

## Standardwerte für metrisches ISO-Regelgewinde DIN 13

| Gewinde<br>(metrisch) | Außen-<br>Sechskant | Innen-<br>Sechskant | Innen-<br>Torx | Außen-<br>Torx | Steigung<br>in [mm] | Durchgangs-<br>durchm. in<br>[mm] |        | Kern-<br>loch-<br>durchm.<br>in [mm] | Anzugsmomente<br>(Richtwerte) in [Nm] |      |      |      |      |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|
|                       |                     |                     |                |                |                     |                                   |        |                                      | Festigkeitsklasse                     |      |      |      |      |
|                       |                     |                     |                |                |                     | fein                              | mittel |                                      | 5.6                                   | 6.9  | 8.8  | 10.9 | 12.9 |
| mm                    | HEX                 | INHEX               | FM-TX          | M-TX           |                     |                                   |        |                                      |                                       |      |      |      |      |
| M 1,6                 | 3,2                 | SW 1,5              |                |                | 0,35                | 1,7                               | 1,8    | 1,25                                 |                                       |      |      |      |      |
| M 2                   | 4                   | SW 2                | TX 6           |                | 0,4                 | 2,2                               | 2,4    | 1,6                                  |                                       | 0,31 | 0,38 | 0,56 | 0,65 |
| M 2,5                 | 5                   | SW 2                | TX 8           |                | 0,45                | 2,7                               | 2,9    | 2,05                                 |                                       |      |      |      |      |
| M 3                   | 5,5                 | SW 2,5              | TX 10          | E 4            | 0,5                 | 3,2                               | 3,4    | 2,5                                  | 0,62                                  | 0,99 | 1,3  | 1,9  | 2,2  |
| M 4                   | 7                   | SW 3                | TX 20          | E 5            | 0,7                 | 4,3                               | 4,5    | 3,3                                  | 1,4                                   | 2,3  | 2,9  | 4,1  | 4,9  |
| M 5                   | 8                   | SW 4                | TX 25          | E 6            | 0,8                 | 5,3                               | 5,5    | 4,2                                  | 2,8                                   | 4,5  | 6    | 8,5  | 10   |
| M 6                   | 10                  | SW 5                | TX 30          | E 8            | 1                   | 6,4                               | 6,6    | 5                                    | 4,8                                   | 7,7  | 10   | 14   | 17   |
| M 8                   | 13                  | SW 6                | TX 40          | E 10           | 1,25                | 8,4                               | 9      | 6,8                                  | 12                                    | 19   | 25   | 35   | 41   |
| M 10                  | 17 (16)             | SW 8                | TX 50          | E 12           | 1,5                 | 10,5                              | 11     | 8,5                                  | 23                                    | 37   | 49   | 69   | 83   |
| M 12                  | 19 (18)             | SW 10               | TX 55          | E 14           | 1,75                | 13                                | 13,5   | 10,2                                 | 40                                    | 65   | 86   | 120  | 145  |
| M 14                  | 22 (21)             | SW 12               | TX 60          | E 18           | 2                   | 15                                | 15,5   | 12                                   | 64                                    | 105  | 135  | 190  | 230  |
| M 16                  | 24                  | SW 14               | TX 70          | E 20           | 2                   | 17                                | 17,5   | 14                                   | 98                                    | 155  | 210  | 295  | 355  |
| M 18                  | 27                  | SW 14               | TX 80          | E 24           | 2,5                 | 19                                | 20     | 15,5                                 | 135                                   | 215  | 290  | 405  | 485  |
| M 20                  | 30                  | SW 17               | TX 90          | E 24           | 2,5                 | 21                                | 22     | 17,5                                 | 190                                   | 305  | 410  | 580  | 690  |
| M 22                  | 32 (34)             |                     |                |                | 2,5                 | 23                                | 24     | 19,5                                 | 260                                   | 415  | 550  | 780  | 930  |
| M 24                  | 36                  | SW 19               |                |                | 3                   | 25                                | 26     | 21                                   | 330                                   | 530  | 710  | 1000 | 1200 |

Für Schrauben an Bremsen und Rad-Felgen  
unbedingt **Drehmoment nach Herstellerangabe anwenden!**



Taille ist ja schön, aber nicht an einer Schraube.  
Resultat, wenn zu fest angezogen.

# Amerikanische Flz. Schrauben

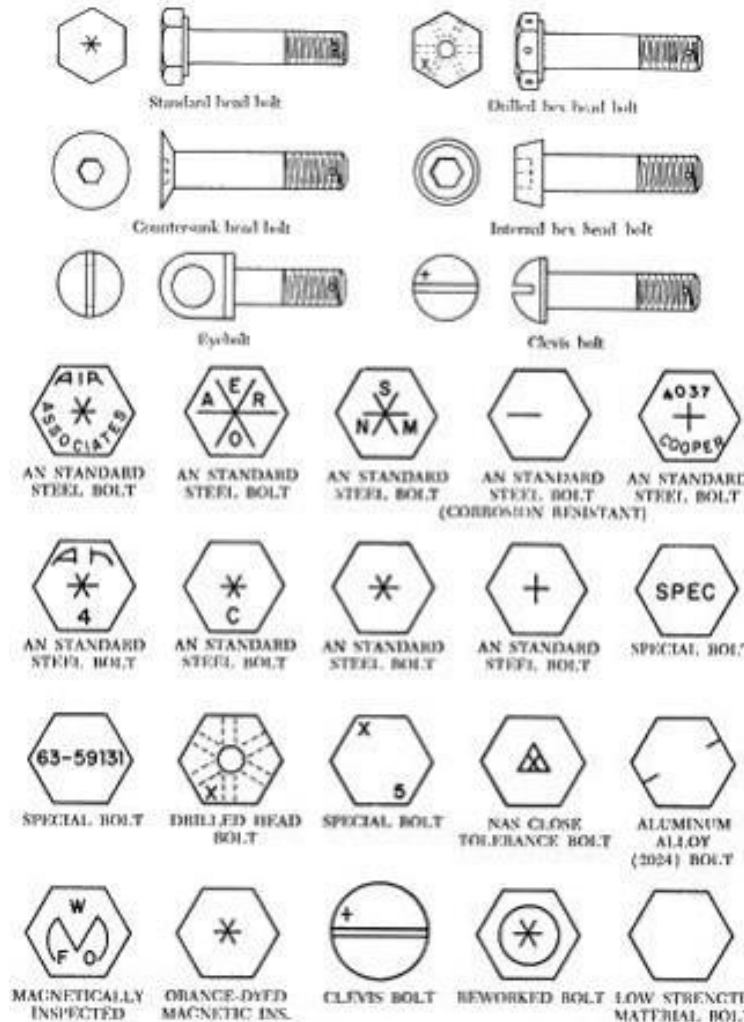


FIGURE 6-1. Aircraft bolt identification.

# Schrauben Sicherung



= Einweg Mutter !

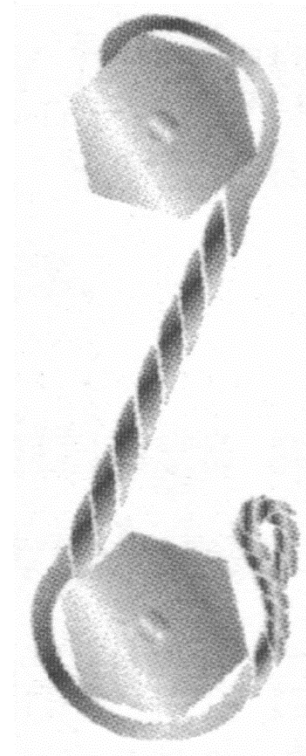


Optional



Preferred

Drahtsicherung



Richtig



Falsch

# Konkrete Situationen

- Anhänger vorführen
- Jährliche Wartung  
(muss nicht im Winter sein)
- Bremsen
- Änderung der Instrumentierung

# Anhänger vorführen

## ➤ Variante 1:

Anhänger zur Anhänger-Garage bringen  
und Rechnung selber bezahlen!

*Auch für Flugzeugreparaturen  
anwendbar!*

# Anhänger vorführen

## ➤ Variante 2:

Selber checken und Defekte notfalls beheben.

- Beleuchtung prüfen.
  - Bremsleuchte darf nicht gelb durchschimmern.
  - Seitenleuchten und Katzenaugen-Reflektion prüfen.
- Pneus aussen und innen, auf Risse und Beulen prüfen.
- Auflaufbremse:
  - Visuell:** Gebremsten Anhänger zurückstossen. Danach muss der Bremshebel weniger als 90° Ausschlag haben.
  - Beim Fahren:** Bei Vollbremsung aus langsamen Schritt-Tempo darf kein Schlag auf die Anhängerkupplung spürbar sein.

# Anhänger



Diese Bremse muss nachgestellt werden

Einstellen der Auflaufbremse  
oder andre Defekte an Anhänger  
beheben.

**Super Anleitungen von Spindelberger Webseite  
befolgen!**

# Jährliche Wartung

- "*Streicheln mit Politur*" klar, doch schreibt das Wartungshandbuch eine Reihe weiterer Arbeiten und Kontrollen vor, die jährlich durchzuführen sind!
- Was genau zu tun ist hängt vom Flugzeugtyp ab und steht im Wartungshandbuch.
- SGZ-Checkliste befolgen.

# Scheibenbremsen

## Achtung:

**Falsche Bremsflüssigkeit macht Bremsen unwirksam!**

- Ist ein "Ø" auf der Bremszange, darf nur DOT 4 verwendet werden (vorwiegend bei Schempp-Hirt Flz).

Dieses ist jährlich zu ersetzen, wegen seiner Wasseraufnahme.

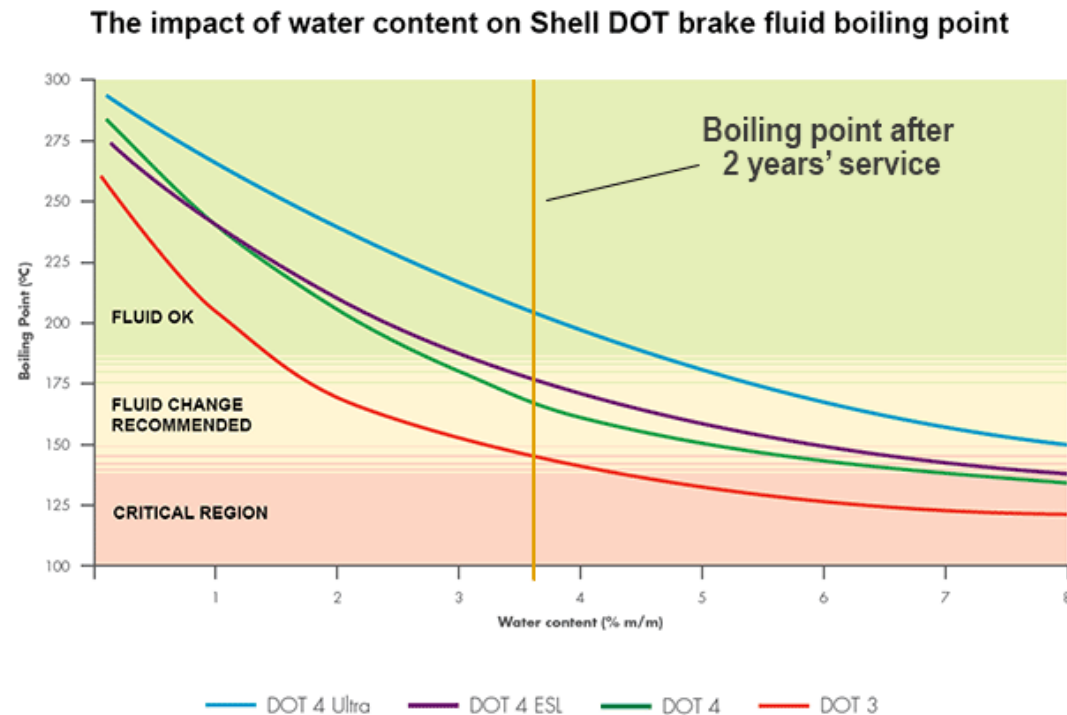
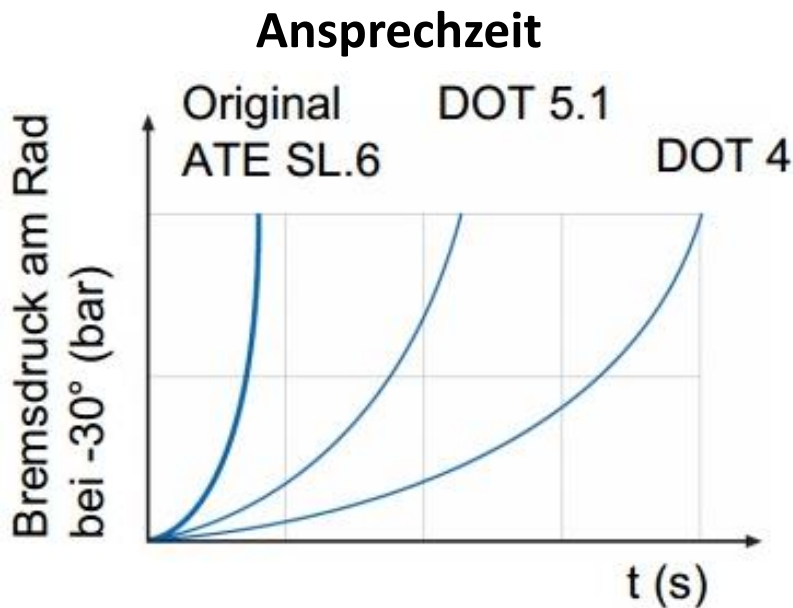
- Sonst kommt "immer" Aeroshell 4 oder ein Äquivalent zum Einsatz.

Diese Bremsflüssigkeit ist niedriger viskoser als DOT 4 und nicht hygroskopisch.

- Bei Bestellung von Ersatz-Dichtungen unbedingt Typ der Bremsflüssigkeit angeben!

# Doch auch DOT4 ist nicht gleich DOT4!

Unterschiedliche Eigenschaften von DOT4 Bremsflüssigkeiten



ATE SL6 ist ein besonders nieder viskose DOT 4 Bremsflüssigkeit

# Scheibenbremsen

Was ist noch zu beachten?

- Dicke der Bremsbeläge  
(bei Cleveland Bremsen 2.54 mm)
- Auch die Bremsscheibe hat Verschleiss und darf eine mindest Dicke nicht unterschreiten.
- Beim Wechsel der Bremsbeläge denkt an Anziehmoment der Schrauben und Draht-Sicherung!

# Einbau neuer Instrumente

- Unbedingt CS-STAN befolgen!
- Das Instrumentenbrett hat ein grosser Hebelarm und entsprechend hat sein Gewicht Einfluss auf den Schwerpunkt.

Daher ist der Schwerpunkt nach zu rechnen und im AFM fest zu halten.

Notfalls eine Neuwägung durchführen.

# Instrumentierung

- Sensoren für Grundinstrumente (pneumatisch)
- Falsch-Anzeigen und mögliche Ursachen.
- Ring um Vario, für was ist der gut?

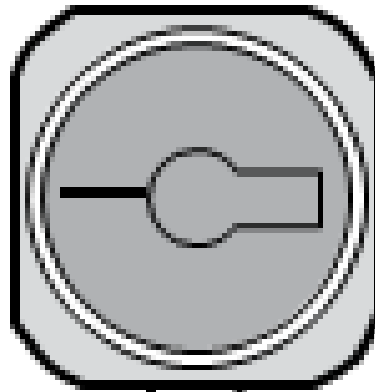
# Grundinstrumente (pneumatisch)

Höhenmesser



Stat.-Druck

Variometer

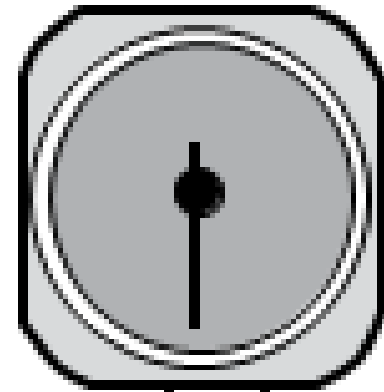


0,45 Ltr.

TEK-Düse

(TEK = Total Energie Kompensation)

Fahrtmesser



Mess-, Total-, Stau- Druck

# Grundinstrumente (pneumatisch)

## Position von Druckabnahmen

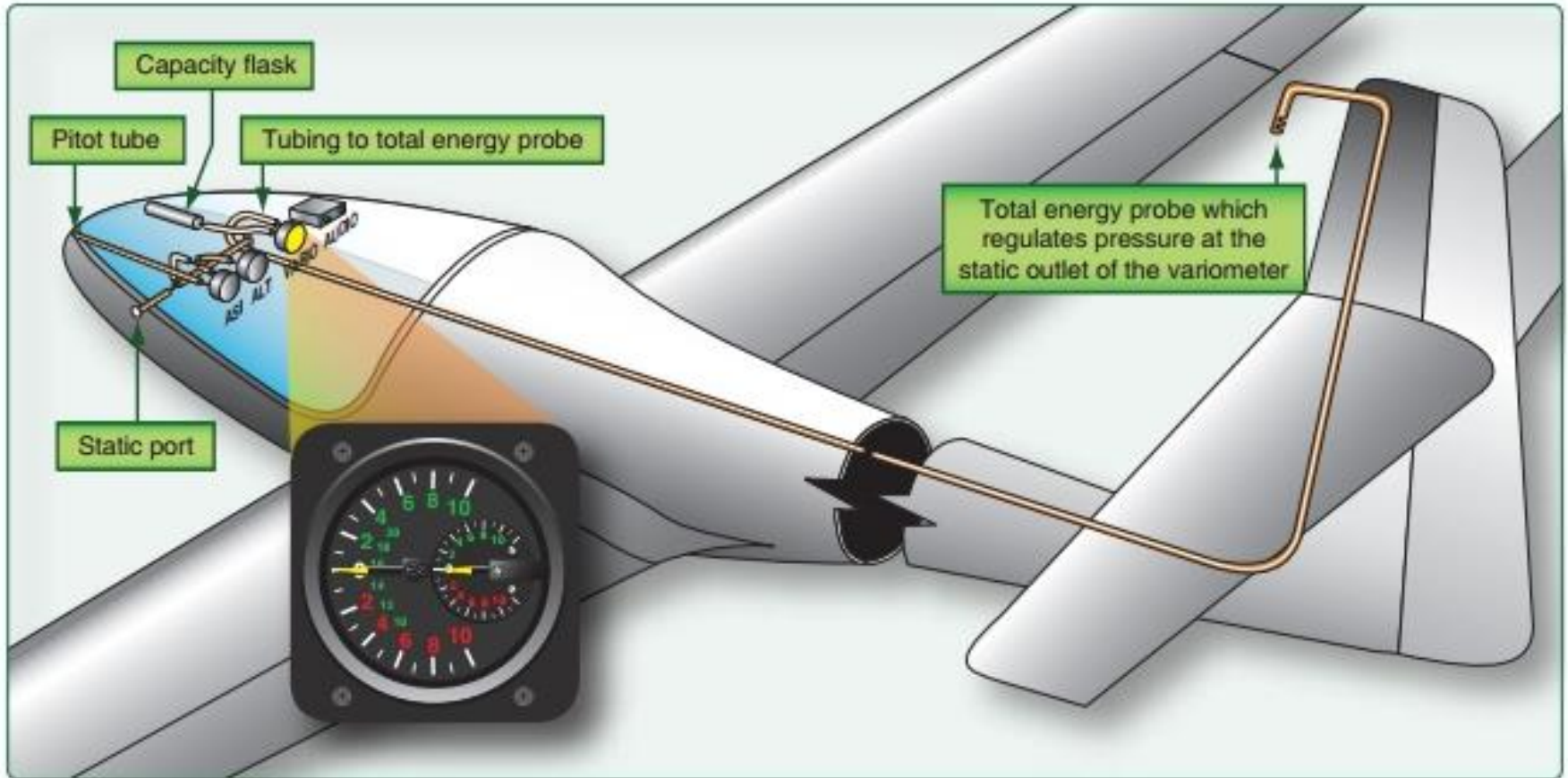


Figure 4-27. A total energy variometer system.

Tot.Druck (Pitot Rohr) befindet sich oft am Seitenleitwerk  
TEK-Düse bei einigen Flugzeugen auf dem Rumpf

# Falsch-Anzeigen und mögliche Ursachen.

- **Geschwindigkeit zu tief.**
  - Zuleitung Total-Druck undicht.
  - Verstopfte Druckabnahmen am Rumpf.
- **Höhenmesser zeigt im Flug zu tief an,  
am Boden dann aber wieder richtig.**
  - Ist an Total-Druck anstelle von Statischem Druck angeschlossen.
- **Variometer zeigt fantastisches Steigen und  
dramatisches Sinken.**
  - Undichte Leitung Vario - Ausgleichsgefäß

# Ring um Variometer

## MacCready Ring genannt.

Betrachtung bei Stellung Null

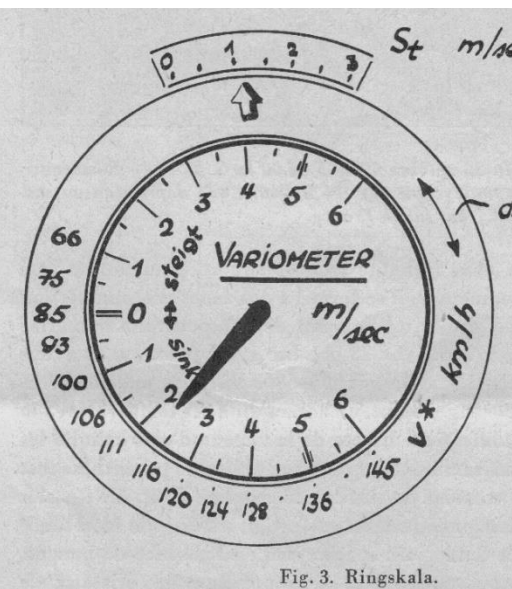
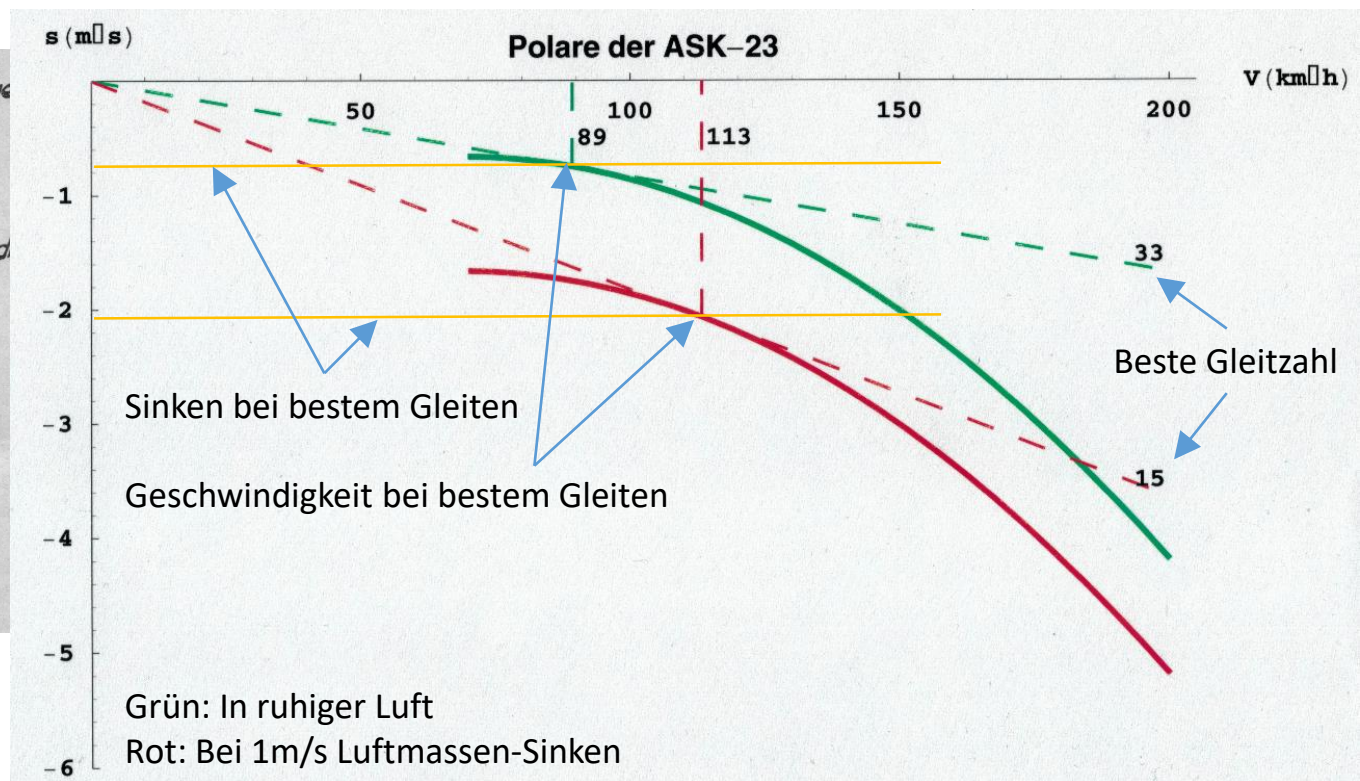


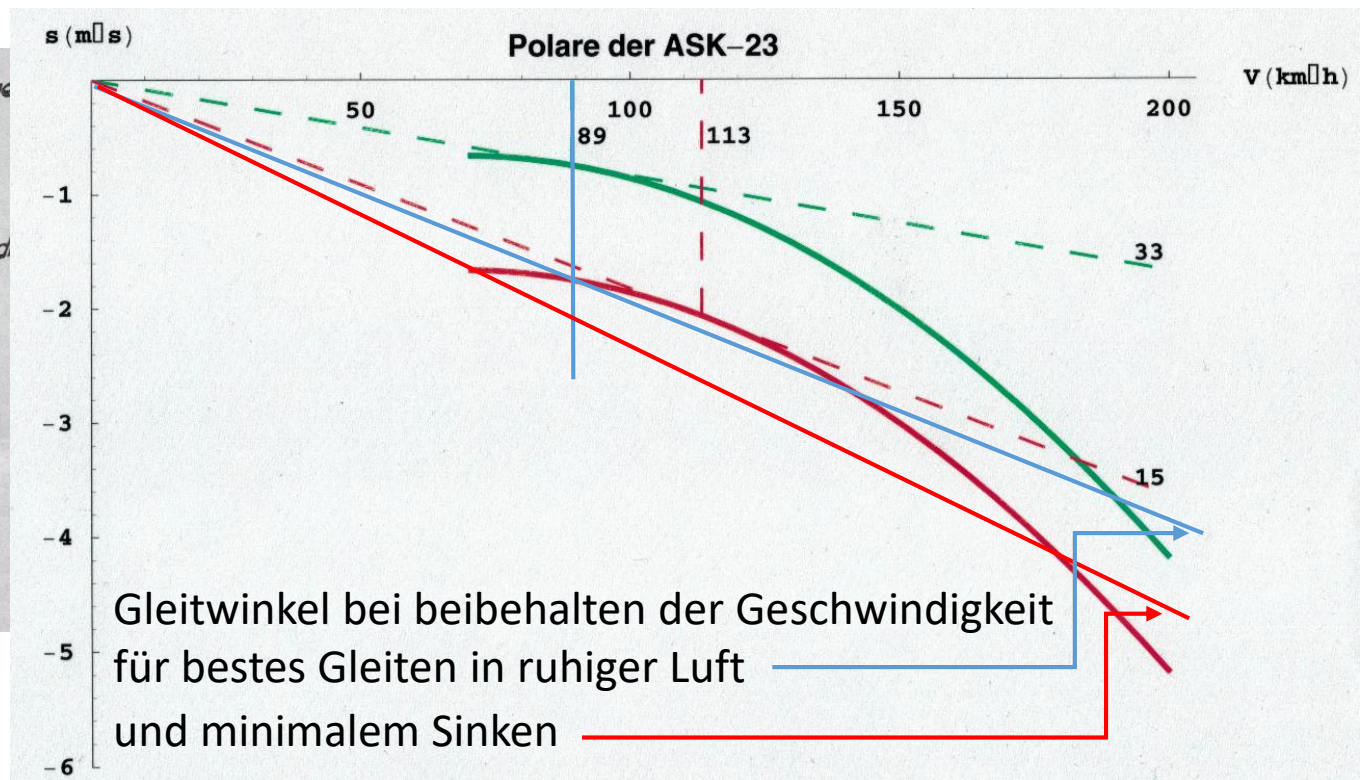
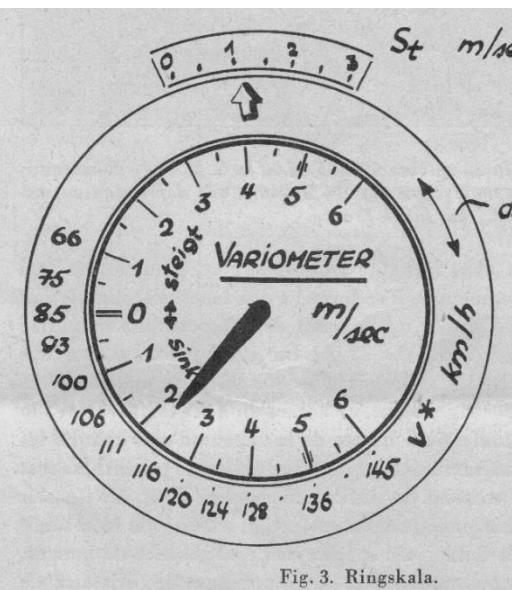
Abbildung aus Artikel  
von Pau MacCready  
AeroRevue November 1949



Der Ring zeigt dir folglich die Geschwindigkeit  
für das beste Gleiten als Funktion des Sinken.

# MacCready Ring zum Zweiten

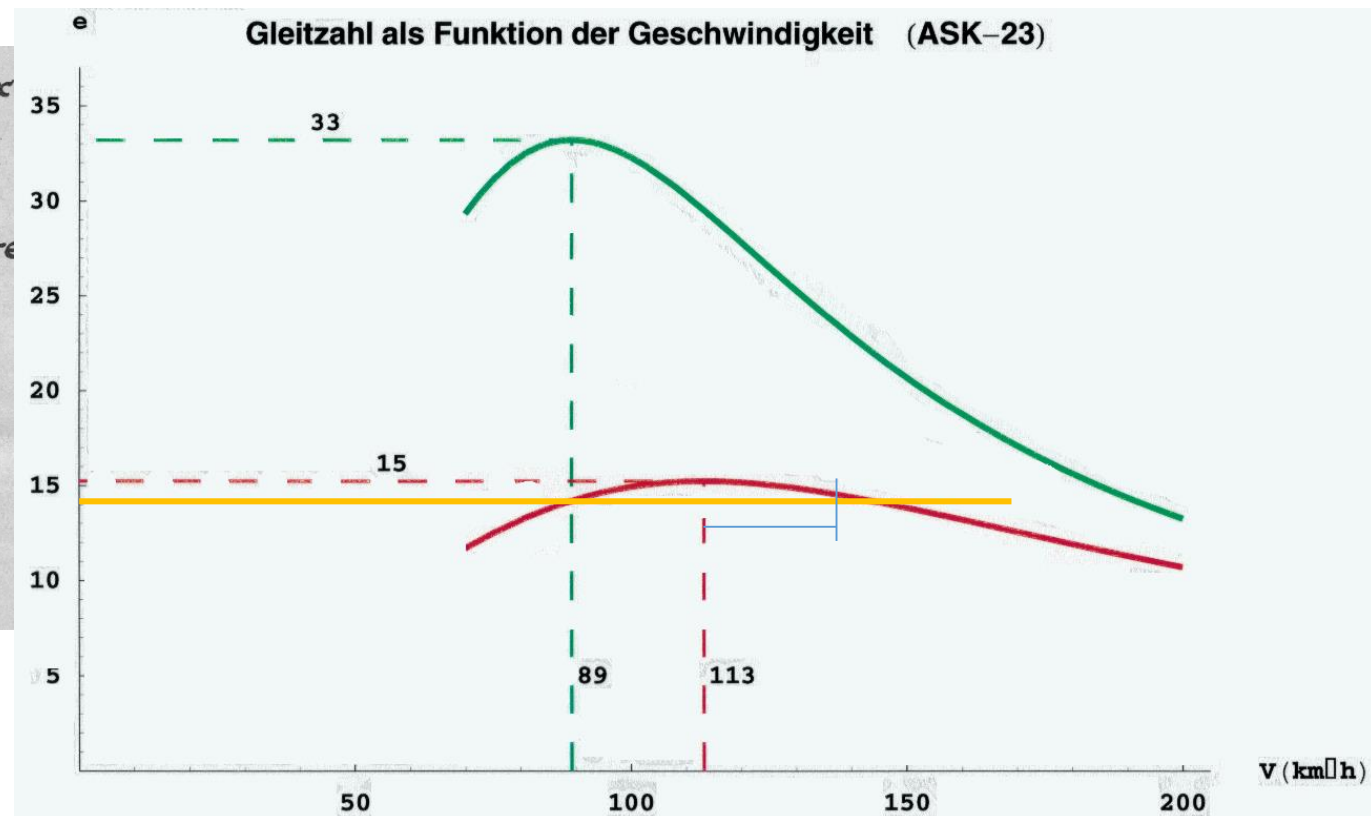
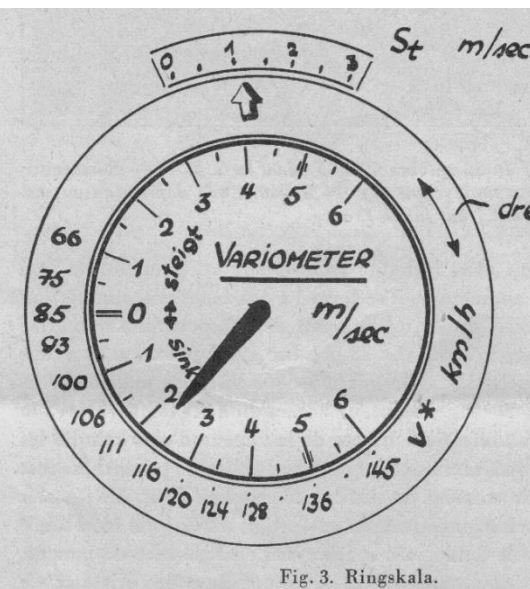
Einfluss, wenn wir uns nicht daran halten



Merke: Langsames fliegen in sinkender Luft bedeutet schlechterer Gleitwinkel und vor allem längerer Aufenthalt im Abwind!

# MacCready Ring zum Dritten

## Betrachtung der Gleitzahl wiederum auf Stellung Null



Merke: Verlust bei 10 kmh schneller als Optimum ist geringer als bei 10 kmh langsamer!

# Elektrik

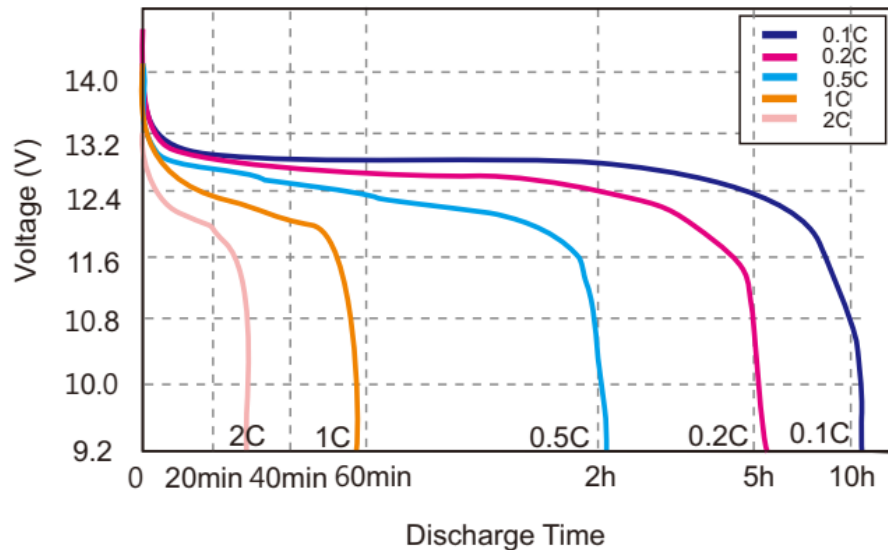
Werfen wir ein Blick auf:

- Batterie- (Akku-) Typen
- Sicherungen
- Kabel
- Antennen

# Entlade Charakteristik von LiFePo4 Akkus

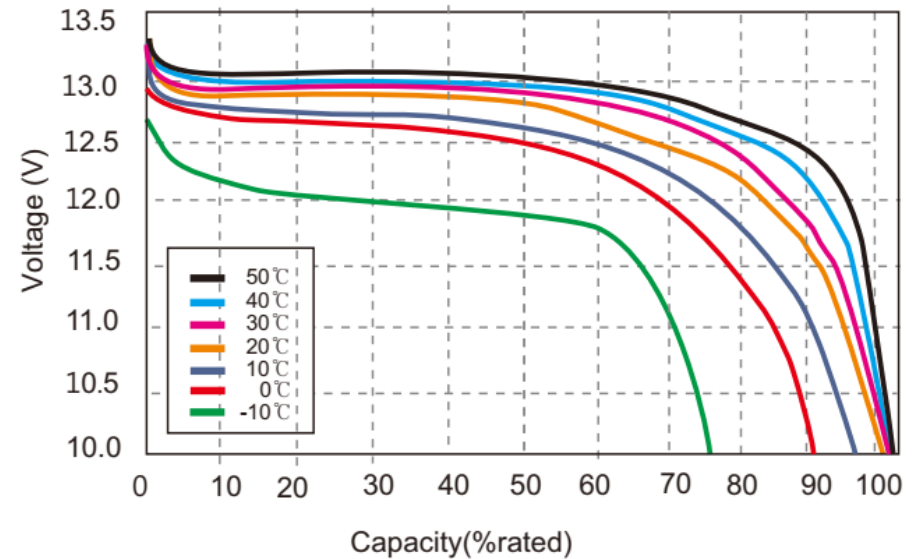
## Different Rate Discharge Curve

Different Rate Discharge Curve @25°C



## Different Temperature Discharge Curve

Different Temperature Discharge Curve @0.5C

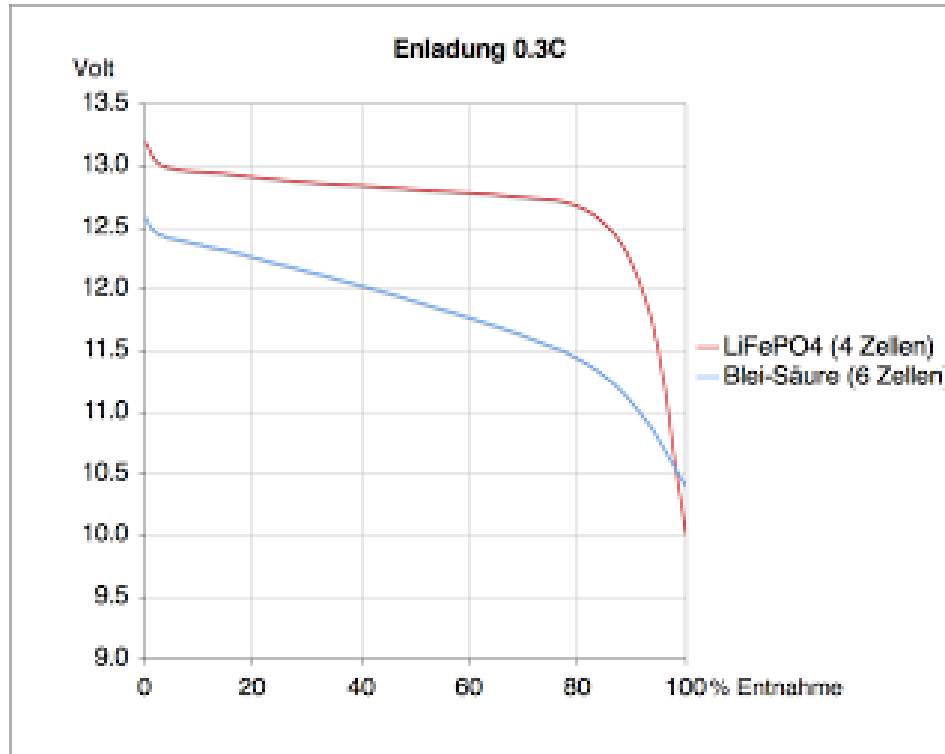


C ist der Entladestrom (A) als Faktor der Kapazität (Ah)

Beachte die Spannungsreduktion und Kapazitätsverlust bei Temperaturen unter Null

Welchem C Wert entspricht der Strom für die Avionic in deinem Flugzeug bei einem 7Ah Akku?

# Vergleich LiFePO4 zu BleiGel Akku



Blei Akkus haben einen grösseren Innenwiderstand, was sich beim Stromverbrauch heutiger Avionic negativ auswirkt.

# Typischer Strom Bedarf unserer Avionic

| Grät                           | Strom (A)   | Strom (A)   |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Funk Empfang                   | 0.2         |             |
| Funk Senden                    |             | 2           |
| Transponder stand by           | 0.2         |             |
| Transponder Abfrage (1200/sec) |             | 0.5         |
| Flarm                          | 0.17        | 0.17        |
| Rechner (LX 9000)              | 0.5         | 0.5         |
| <b>Total</b>                   | <b>1.07</b> | <b>3.17</b> |

# Sicherungen: Spannungsabfall und Ansprechzeit



**SPT 5x20**

[www.schurter.ch/PG01\\_2](http://www.schurter.ch/PG01_2)

Nicht Rückstellende Sicherungen

## Schurter 5x30mm Sicherung Träge

### Schmelzzeiten

| Nennstrom I <sub>n</sub> | 1.5 x I <sub>n</sub> min. | 2.1 x I <sub>n</sub> max. | 2.75 x I <sub>n</sub> min. | 2.75 x I <sub>n</sub> max. | 4.0 x I <sub>n</sub> min. | 4.0 x I <sub>n</sub> max. | 10.0 x I <sub>n</sub> min. | 10.0 x I <sub>n</sub> max. |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0.5 A - 0.8 A            | 60 min                    | 30 min                    | 250 ms                     | 80 s                       | 50 ms                     | 5 s                       | 5 ms                       | 150 ms                     |
| 1 A - 3.15 A             | 60 min                    | 30 min                    | 750 ms                     | 80 s                       | 95 ms                     | 5 s                       | 10 ms                      | 150 ms                     |
| 4 A - 6.3 A              | 60 min                    | 30 min                    | 750 ms                     | 80 s                       | 150 ms                    | 5 s                       | 10 ms                      | 150 ms                     |
| 8 A - 10 A               | 30 min                    | 30 min                    | 750 ms                     | 80 s                       | 150 ms                    | 5 s                       | 10 ms                      | 150 ms                     |
| 12.5 A - 16 A            | 15 min                    | 30 min                    | 750 ms                     | 80 s                       | 150 ms                    | 5 s                       | 20 ms                      | 150 ms                     |

### Varianten

| Nennstrom [A] | Nennspannung [VAC] | Nennspannung [VDC] | Aus-schalt-ver-mögen | Spannungs-abfall 1.0 I <sub>n</sub> max. [mV] | Spannungs-abfall 1.0 I <sub>n</sub> typ. [mV] | Verlustlei-stung 1.5 I <sub>n</sub> max. [mW] | Verlustlei-stung 1.5 I <sub>n</sub> typ. [mW] | Schmelz-in-tegral 10.0 I <sub>n</sub> typ. [A²s] |   |   |   |   |   |   | Bestell-Nummer |
|---------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 0.5           | 250                | 300                | 1)                   | 850                                           | 360                                           | 1600                                          | 500                                           | 0.5                                              | • | • |   |   |   |   | 0001.2501      |
| 0.63          | 250                | 300                | 1)                   | 650                                           | 330                                           | 1600                                          | 500                                           | 1.55                                             | • | • |   |   |   |   | 0001.2502      |
| 0.8           | 250                | 300                | 1)                   | 500                                           | 260                                           | 1600                                          | 500                                           | 2.3                                              | • | • |   |   |   |   | 0001.2503      |
| 1             | 250                | 300                | 1)                   | 350                                           | 180                                           | 2500                                          | 500                                           | 1.1                                              | • | • | • | • | • |   | 0001.2504      |
| 1.25          | 250                | 300                | 1)                   | 300                                           | 150                                           | 2500                                          | 500                                           | 1.86                                             | • | • | • | • | • |   | 0001.2505      |
| 1.6           | 250                | 300                | 1)                   | 200                                           | 130                                           | 2500                                          | 500                                           | 4.35                                             | • | • | • | • | • |   | 0001.2506      |
| 2             | 250                | 300                | 1)                   | 190                                           | 120                                           | 2500                                          | 600                                           | 9.2                                              | • | • | • | • | • |   | 0001.2507      |
| 2.5           | 250                | 300                | 1)                   | 180                                           | 100                                           | 2500                                          | 600                                           | 11.7                                             | • | • | • | • | • |   | 0001.2508      |
| 3.15          | 250                | 300                | 1)                   | 140                                           | 100                                           | 4000                                          | 800                                           | 33.7                                             | • | • | • | • | • |   | 0001.2509      |
| 4             | 250                | 150                | 2)                   | 100                                           | 90                                            | 4000                                          | 900                                           | 62.4                                             | • | • | • | • | • |   | 0001.2510      |
| 5             | 250                | 150                | 2)                   | 100                                           | 90                                            | 4000                                          | 1200                                          | 97.5                                             | • | • | • | • | • |   | 0001.2511      |
| 6.3           | 250                | 150                | 2)                   | 100                                           | 70                                            | 4000                                          | 1200                                          | 171                                              | • | • | • | • | • |   | 0001.2512      |
| 8             | 250                | 150                | 3)                   | 100                                           | 70                                            | 4000                                          | 1300                                          | 268                                              |   | • | • | • |   | • | 0001.2513      |
| 10            | 250                | 150                | 3)                   | 100                                           | 70                                            | 4000                                          | 2100                                          | 400                                              |   | • | • | • |   |   | 0001.2514      |
| 12.5          | 250                | 125                | 4)                   | -                                             | 70                                            | -                                             | 3100                                          | 563                                              |   | • | • | • |   |   | 0001.2515      |
| 16            | 250                | 125                | 4)                   | -                                             | 70                                            | -                                             | 4000                                          | 1500                                             |   | • | • |   |   |   | 0001.2516      |

### Sensata Number

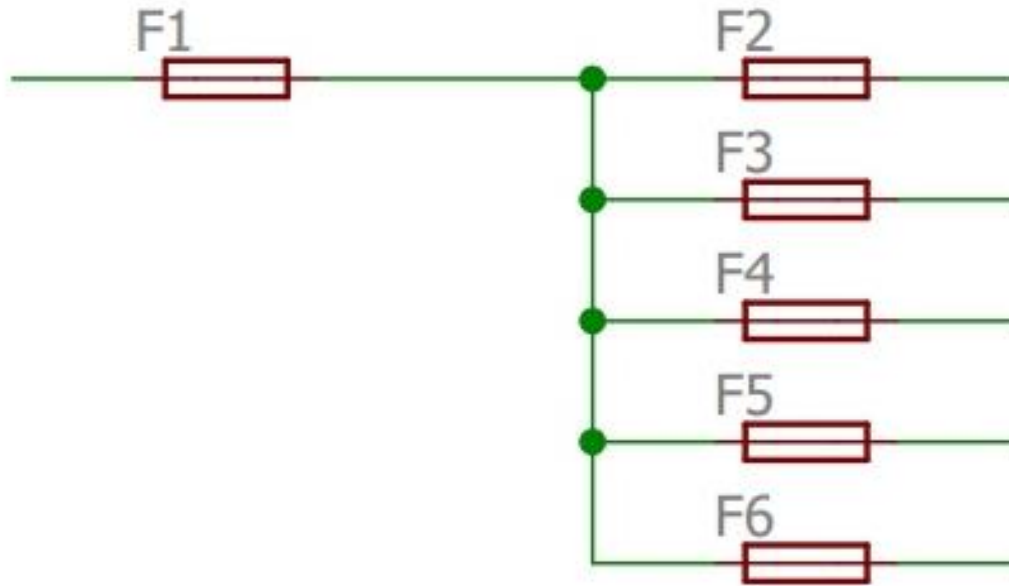
### Voltage Drop (Max.)\*\*

|            |      |
|------------|------|
| 7274-XX-⅓  | 2.00 |
| 7274-XX-⅔  | 1.45 |
| 7274-XX-1  | 1.10 |
| 7274-XX-1½ | 0.75 |
| 7274-XX-2  | 0.75 |
| 7274-XX-2½ | 0.70 |
| 7274-XX-3  | 0.55 |
| 7274-XX-4  | 0.45 |
| 7274-XX-5  | 0.35 |
| 7274-XX-7½ | 0.30 |
| 7274-XX-10 | 0.28 |
| 7274-XX-15 | 0.25 |
| 7274-XX-20 | 0.25 |

\*\*Max voltage drop at nominal rated current.

# Nicht vergessen !

Hauptsicherung (auf Batterie)  $\geq$  Summe aller Einzelsicherungen



Sonst kann es vorkommen, dass es beim Senden zum Black Out kommt.

# Kabel für Stromversorgung

- Isolation: Kriterien?

Spannungsfestigkeit, Druckfestigkeit, Brennbarkeit.

Zulässig: Spec 44 und 55 von Tyco (Raychem), Tefzel

- Querschnitt: wieviel für wieviel Ampère?

Hängt von Länge, Anzahl paralleler Leiter usw. ab.

Details AC-43

Empfehlung, sofern nicht anders vorgegeben

Innerhalb Instrumentenbrett:

- für Speisung AWG20

- Signalkabel nicht Abgeschirmt AWG22

- Signalkabel Abgeschirmt AWG22 oder AWG24

Batterie zu Inst.Panel  $\leq$  AWG18

# Antennenkabel

- Niemals solche für TV- Radio-Empfang verwenden!  
(haben 60 oder 75 Ohm Impedanz, wir brauchen 50 Ohm)
- Für Funk Standardkabel Typ RG-58
- Für Transponder RG-400 oder Aircel 7
- Flarm Verlängerung RG-400
- Stecker immer 50 Ohm Version  
(muss auf Kabel abgestimmt sein)!
- Vorzugsweise Stecker in Crimp-Version mit Knickschutz einsetzen.  
(verlangt vorhanden sein korrekter Werkzeuge)
- Kabel nach Stecker-Montageanleitung abisolieren!

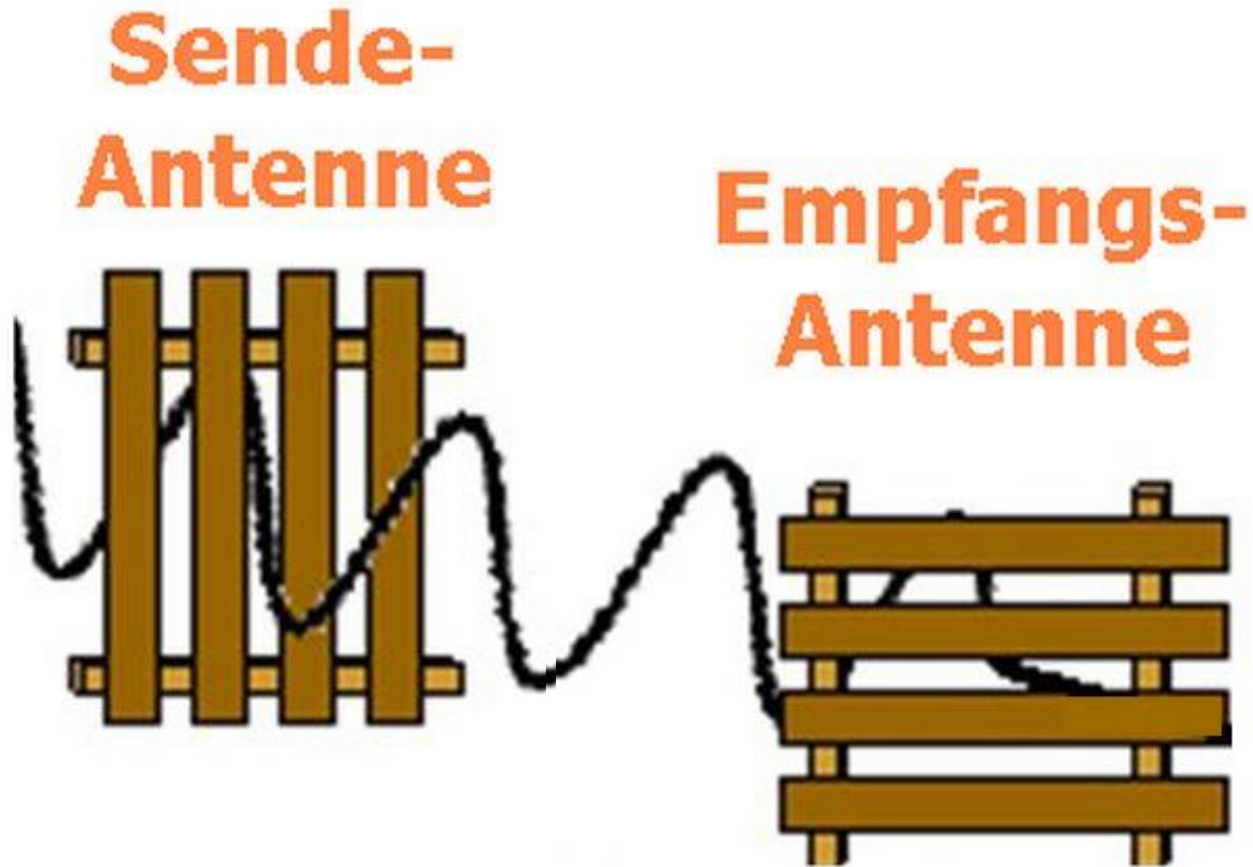
**Achtung:**

**Transponder niemals ohne  
angeschlossene Antenne  
einschalten !**

Auch Funk, ELT und Flarm lieben es  
nicht ohne Antenne betrieben zu  
werden.

# Antennen

## Einfluss der Ausrichtung



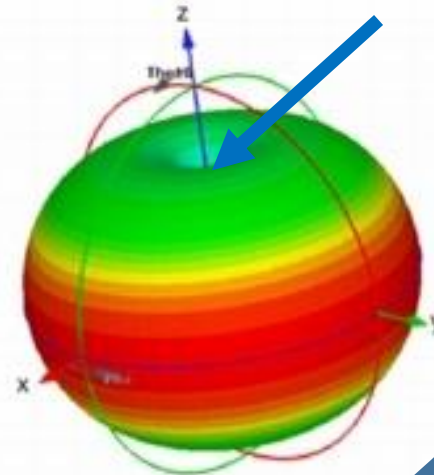
Schlechter Empfang !

# Antennen

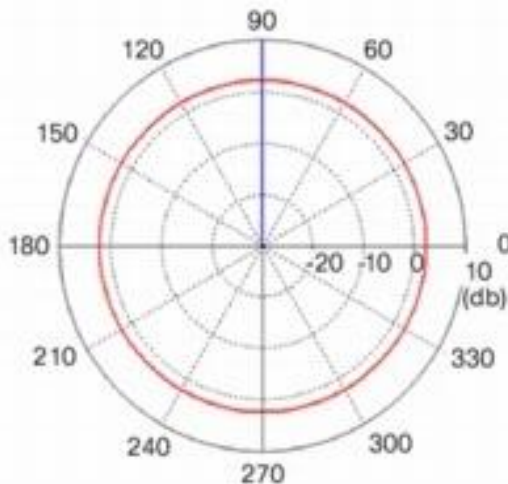
## Reichweite



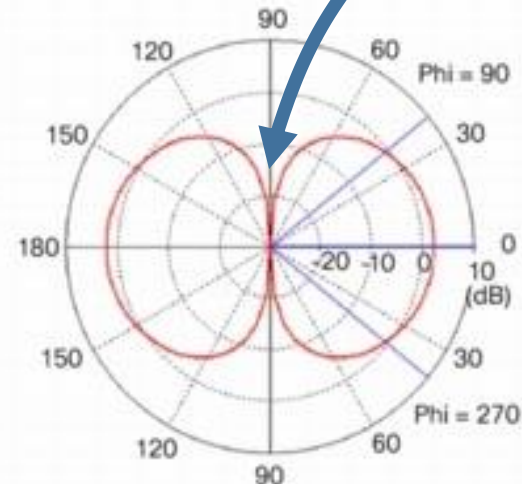
(a) Dipole Antenna Model



(b) Dipole 3D Radiation Pattern



(c) Dipole Azimuth Plane Pattern



(d) Dipole Elevation Plane Pattern

Daher **FLARM-Antennen** immer senkrecht einbauen, niemals waagrecht!

# Zum Schluss

Schlecht gewartete Flugzeuge verursachen grossen Arbeitsaufwand!

Gut gewartete dagegen kleinen!

## **An schulende Vereine**

Ist ja nur eine Schulmaschine gilt nicht!

Sie ist die Referenz für den Umgang mit allen später geflogenen Flugzeuge.

Folglich müssen Schulflugzeuge die best gepflegten Flieger im Verein sein.

Ihr entlastet damit eure Materialverantwortlichen.

# So das war's!

## Alle Klarheiten beseitigt?

Peter Nyffeler  
SG-Zürich