
**METALLSONDEN-
VARIOMETER
DER
VOGELSERIE**

**MODELLREIHE
VW 800**

**MODELLREIHE
VW 700**

INHALT:

1. Wirkungsweise

1.1 Metallsonden

1.2 Sollfahrgeber nach Brückner

1.3 Bösefilter

2. Aufbau

2.1 Äußere Form

2.2 Baukastensystem

2.3 Qualitätsmerkmale

3. Einbau und Anschlüsse

3.1 Montage der Einzelteile

3.2 Elektrische Verbindungen

3.3 Batterieversorgung

3.4 Pneumatische Anschlüsse

4. Bedienung

5. Funktionskontrollen

6. Wartung

1. Wirkungsweise

1.1 Metallsonden

Beim Steigflug mit z. B. $+1\text{ m/s}$ fließt ein Luftstrom von ca. $0,06\text{ cm}^3/\text{s}$ aus einem $0,45\text{ l}$ - Ausgleichsgefäß zum statischen Druck bzw. zur TEX-Düse; bei $+2\text{ m/s}$ Steiggeschwindigkeit der doppelte Luftstrom, also $0,12\text{ cm}^3/\text{s}$ und so fort. Die gleiche Luftmenge fließt beim Sinkflug in umgekehrter Richtung, also in das Ausgleichsgefäß hinein. Das Variometer hat die Aufgabe, diesen „Ausgleichs-Luftstrom“ anzuzeigen.

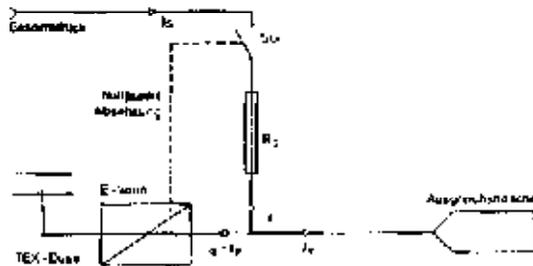
Bei den Metallsonden-Variometern wird der Ausgleichs-Luftstrom durch zwei hintereinander liegende, elektrisch aufgeheizte Miniaturspulen geleitet. Sie werden dadurch abgekühlt. Der Kühl-Effekt ist bei der zuerst angeblasenen Spule stets größer als bei der im Strömungsschatten liegenden Spule. Die darauf resultierende unterschiedliche Widerstandsänderung wird in einer sog. „Wheatstone-Brücke“ gemessen und schließlich durch das Anzeigement und den Tongenerator angezeigt.

Das von uns entwickelte metallene Meßelement (*) in der Sonde besteht aus einem Spulenpaar von wenigen Milligramm Masse und großer Oberfläche. Dadurch wird die gleiche Empfindlichkeit erreicht wie bei Halbleiter-Rugeln („Thermistoren“). Der Stromverbrauch der Sonde fällt sich mit ca. 40 mA in erträglichen Grenzen. Der wesentliche

Vorteil gegenüber Thermistor-Sensoren liegt in der weitaus höheren Nullpunkt-Stabilität der Metallsonden gegenüber Schwankungen der Außentemperatur und Änderungen der Betriebsspannung.

1.2 Sollfahrgeber nach BRÖCKNER (**)

Beim Umliegen des Sollfahrgeber-Schalters SG wird der Weg für den Luftstrom j_s frei, der vom Gesamtdruck über die Sollfahrt-Kapillare R_s an den Verbindungspunkt zwischen E-Vario und Ausgleichflasche führt (siehe Abbildung).



(*) DBP 1523270

(**) DBP 2227600

Beim Einschalten der Sollfahrkapillare mit dem pneumatischen Schalter SG muß gleichzeitig der Nullpunkt des E-Varios um einen bestimmten, vom Flugzeugtyp abhängigen Wert (ca. 1 - 2,5 m/s) abgesenkt werden, damit der Sollfahrgeber korrekt arbeitet. Zur Begründung wird auf die eingehenden Veröffentlichungen (*) hingewiesen. Der dazu nötige elektrische Schalter ist in unserem Sollfahr-Variometer mechanisch mit dem SG-Schalter gekoppelt.

Da elektrische Variometer — im Gegensatz zu mechanischen — keinen nennenswerten Stromwiderstand besitzen, wird die Ausgleichsflasche stets auf dem Düsen-Druck gehalten, so daß an der Sollfahrt-Kapillare die Druckdifferenz Gesamtdruck minus Düsen-Druck, also der doppelte Staudruck $2 \times 1/2 \rho v^2$ liegt. Die Größe des Sollfahr-Luftstroms j_s wird demnach stets durch den Staudruck bestimmt.

Ohne Sollfahrt-Kapillare R_s würde bei jeder Flughöhen-Änderung der Ausgleichs-Luftstrom j_v durch das E-Vario zur Flasche (bzw. beim Steigen aus der Flasche heraus) fließen, um sie stets auf statischem Druck zu halten.

Bei eingeschalteter Sollfahrt-Kapillare wird der Sollfahr-Luftstrom j_s aufgeteilt: Ein Teilstrom von der Größe j_v sorgt laufend für den Druckausgleich in der Flasche; der Rest $j_s - j_v$ fließt dauernd durch das E-Vario zur Düse ab. Das ist in obiger Abbildung verdeutlicht.

Geht man vom Fall des Fluges durch ruhige Luft mit der Fahrt des besten Gleitwinkels aus, dann hebt der — vom E-Vario als „Steigen“ registrierte — Teilstrom $j_s - j_v$ die oben

erwähnte Nullpunkt-Absenkung gerade auf. Das zum Sollflughöhegeber umfunktionierte E-Vario zeigt genau Null an. Bei Überfahrt wird der vom Staudruck gesteuerte Luftstrom ja zu groß. Das E-Vario reagiert jetzt mit einer Anzeige über Null.

Umgekehrt bei einer Fluggeschwindigkeit unter Sollfahrt: der Teilstrom ja-iv reicht jetzt nicht mehr aus, um die Nullpunkt-Absenkung zu kompensieren; das E-Vario zeigt Fallen.

Fazit: Das „E-Vario“ ist zu einem einfach zu handhabenden Sollflughöhegeber geworden. Bei Anzeigen über Null muß gezogen, bei Anzeigen unter Null muß nachgedrückt werden, bis bei Anzeige Null die Sollfahrt einleitet.

Das System arbeitet auch beim Flug durch Sinkgebiete: der Teilstrom ja nimmt jetzt zu, so daß das E-Vario Sinken anzeigt. Folgerichtig muß jetzt weiter nachgedrückt werden, um den Staudruck und damit ja zu vergrößern, bis bei Vario-Anzeige Null wieder die – jetzt erhöhte – Sollfahrt einleitet.

-
- Helmut Reichmann: Das Sollflughöhe-Messgerät.
Deutscher Aero-Kurier 1974, Heft 5.
Egon Brückner: Vereinfachter Streckenflug mit Netto-Variometer und Sollflughöhegeber. Luftsport 1973, Heft 3.
Ingo Westerbeke: Elektrische Entwicklung für den Leistungspegel. OSTIM-Vortrag 1973, Abdruck in Schweizer Aero-Revue 1973, Heft 3, 4, 5.
Ingo Westerbeke: Das optimale Instrumentenbrett. Luftsport 1974 Heft 11 und 1977 Heft 2 und 4.

1.3 Bienenflar

Elektrische Variometer neigen auf Grund der ihnen eigenen Schnelligkeit zu einer übertrieben starken Anzeige plötzlicher Druckschwankungen. Das kann sowohl führen, daß beim Flug durch böige Turbulenzgebiete die Anzeige des E-Varios wertlos wird, da der Pilot daraus keine sinnvollen Steuerungsschläge mehr ablesen kann.

Die herkömmliche Methode der elektrischen Dämpfung beruht ebenso wenig wie der Einsatz eines Strömungswiderstandes in die Leitung zur TEK-Düse. Denn in beiden Fällen erkaufte man eine brauchbare Böen-Dämpfung mit einer für die Praxis zu tragenden Variometeranzeige.

Dem Problem der Böen-Dämpfung haben wir deshalb bei der Entwicklung der Serie 800 besonders Aufmerksamkeit gewidmet. Alle Geräte dieser Serie sind mit einem elektronischen System zur Böen-Dämpfung ausgestattet.

Die Wirkung dieses elektronischen Systems wird durch ein neu entwickeltes, pneumatisches Bienenflar unterstützt, das statt der herkömmlichen Strömungswiderstände eingesetzt werden kann.

2. Aufbau

2.1 Äußere Form

Die Modellserie 800 hat die genannten Frontplatteabmaße der 80 mm – Bordinstrumente: Lochkreisdurchmesser 69 mm (= 63 mm x 63 mm) für die Befestigung im Instrumenten-

tenbreit. Die Frontscheibe verlangt dabei einen kreisförmigen Durchbruch von 80,0 mm.

Das Gehäuse hat Achseckform mit 82mm Breite und 182mm Einbautiefe. Nach Abschrauben der oberen Gehäusenhälfte (13 Bleckschrauben) sind alle Baugruppen eichtbar und zugänglich.

2.2 Bestecksystem

Die Baugruppen der Serie 800 sind ausnahmslos durch Goldkontaktschleifer verbunden und zudem untereinander und mit der unteren Gehäusenhälfte verschraubt.

Dadurch wird ein schneller und preiswerter Service ermöglicht. Oberdies lassen sich dank dieser Bauweise die verschiedenen Modelle ohne viel Aufwand ineinander umrüsten.

2.3 Qualitätsmerkmale

Wie alle Metallionden-Vorlometer, hat auch Ihr Gerät einen Dauerteil und eine Reihe strenger Kontrollen durchlaufen.

Das gleiche gilt für die verwendeten Bauteile, angefangen von der Metallende bis zu den integrierten Verschlüssen und Logik-Bausteinen.

8

3. Einbau und Anschlüsse

3.1 Montage der Einzelteile

Das Steuergerät wird mit seiner Frontscheibe von hinten durch einen genutzten 80 mm \varnothing Ausschnitt des Instrumenten-Brettes geführt und von vorne mit den zugehörigen vier M 4-Schrauben fixiert.

Das bzw. die Anzeige-Instrumente werden in gleicher Weise montiert. Beachten Sie hierbei, daß unsere kleinen Kreisbogen-Instrumente einen Kreisausschnitt von 60mm \varnothing verlangen bei einem Lochkreisdurchmesser von 76,5 mm der vier Montageschrauben. Zur Vermeidung von Kompaßstörungen sind Abschirmkappen auf die Anzeige-Instrumente aufgeschoben. Trotzdem muß der Kompaß, wenn er im Instrumentenbrett eingebaut werden soll, mindestens 100 mm rechts oder links von den Kreisbogen-Instrumenten montiert werden.

Beachten Sie bitte weiter, daß der Lautsprecher Ihres Vorometers innen auf der Heckplatte des Steuergerätes sitzt. Sein Magnetfeld kann stören, wenn Sie Ihren Kompaß auf der Instrumentenbrett-Abdeckung oder an der Haube zu nahe an diesem Lautsprecher montieren.

3.2 Elektrische Verbindungen

Das Steuergerät trägt einen rückwärtigen Anschlußstecker mit allen notwendigen elektrischen Anschlußkabeln.

Batteriekabel: ca. 2 m lang, weiße Ader = Pluspol der 12 Volt-Batterie, Abschirmung auf Minuspol der Batterie. Der Minuspol ist gleichzeitig auf Gehäuse-Masse des Steuergerätes gelegt.

Kabel zum Anzeige-Instrument (entfällt bei VW 801 – Meise): ca. 80 cm; weiße Ader auf Pluspol des Instrumentes, braune Ader auf Minuspol des Instrumentes; die Kabel-Abschirmung liegt auf Minuspol der Batterie.

Kabel zum externen Sollfahrtschalter (nur bei VW 821 – Rotkehlchen): ca. 2m lang; weiße Ader auf „heißen“ Schalterpol, Abschirmung liegt auf Minuspol der Batterie.

Kabel zum Sollfahrt-Anzeigedisplay (nur bei VW 831 – Goldammer): ca. 80 cm, weiße Ader auf Pluspol des Instrumentes, grüne Ader auf Minuspol des Instrumentes; Abschirmung liegt auf Minuspol der Batterie.

Zusatzinstrumente für Doppelsteller:

Die Anschlußkabel für ein Zusatz-Integratorinstrument oder für einen zweiten Lautsprecher werden an einer Sonderbuchse unterhalb des rückwärtigen Anschlußsteckers herausgeführt.

Zusätzliche Kreisskalen-Instrumente liegen parallel zu den Hauptinstrumenten, werden also direkt am 1. Anzeigein-

strument angeschlossen. Die Kabelfarben bleiben unverändert.

3.3 Batterieversorgung

Alle Modelle der Serie 800 werden an der 12 Volt-Bordnetz betrieblen. Sie arbeiten zuverlässig im Spannungsbereich von 11,4 Volt bis 18 Volt. Die Variometer-Anzeige bleibt auch noch erhalten bei Unterschreiten der 11,4 Volt-Grenze bis herunter auf etwa 9 Volt. Sollfahrt und Tonsignal jedoch fallen dann schon aus.

Die Stromaufnahme ist abhängig von der eingestellten Lautstärke. Bei mittlerer Lautstärke nehmen die Modelle VW 801 - MEISE und VW 811 - LERCHE etwa 100 mA Strom auf, die Modelle VW 821 - ROTKEHLCHEN und VW 831 - GOLDAMMER etwa 150 mA. Bei eingeschalteter Sollfahrt kommen bei Modell VW 821 - ROTKEHLCHEN noch 20 mA für die Leuchtanzeige hinzu. Bei voller Lautstärke liegt der Stromverbrauch aller Modelle um ca. 40 mA höher und bei ganz zurückgestellter Lautstärke um ca. 15 mA niedriger als die oben angegebenen Werte bei mittlerer Lautstärke.

Zusammen mit dem Funkgerät (mittlere Stromaufnahme 200 mA) benötigen Sie eine Batteriekapazität von 4-6 Amperestunden für einen 15-Stunden-Betrieb.

3.4 Pneumatische Anschlüsse

Die Modelle VW 801 - MEISE und VW 811 - LERCHE enthalten jeweils eine Metallsonde. (Sie wird mit dem pneumatischen Kippschalter links auf der Frontscheibe auf Variometer oder auf Sollfahrt umgeschaltet.) Die Modelle VW 821 - ROTKEHLCHEN und VW 831 - GOLDAMMER enthalten jeweils zwei Metallsonden, von denen die eine im Variometer, die andere im Sollfahrtgeber arbeitet. Daher benötigen diese beiden Modelle zwei zusätzliche Schlauchtüllen, die unten auf der Heckplatte montiert sind.

Schließen Sie Ihr Variometer genau nach dem Schema auf dem Typenschild an.

Durch den Schlauchanschluß rechts oben wird das Variometer unter Zwischenschalten des mitgelieferten Strömungswiderstandes V an die TEK-Düse angeschlossen.

Durch den unteren rechten Schlauchanschluß der Modelle VW 821 - ROTKEHLCHEN und VW 831 - GOLDAMMER wird der Sollfahrtgeber unter Zwischenschalten des Strömungswiderstandes S an die TEK-Düse angeschlossen.

Der Widerstand S ist deutlich größer als der Widerstand V. Dadurch wird bei den Modellen VW 821 - ROTKEHLCHEN und VW 831 - GOLDAMMER eine betont ruhige Sollfahrtsanzeige erreicht.

Der Widerstand V kann durch unser pneumatisches Filter PF 800 ersetzt werden. Dadurch wird eine Optimierung

der Ansprechcharakteristik auch bei extrem turbulenter Thermik erreicht.

Achten Sie auf sicher sitzende, dichte und knick-freie Verbindungen. Das mitgelieferte Schlauchmaterial wird Ihnen diese Arbeit erleichtern. Der als Transportschutz auf die Ausgleichsgefäße aufgeschraubte Becher wird zum Betrieb des Gerätes nicht weiter benötigt.

4. Bedienung

NETZSCHALTER, MESSBEREICHSSCHALTER

Alle Geräte werden mit dem Lautstärke-Knopf rechts an der Frontscheibe durch Drehen im Uhrzeigersinn eingeschaltet. Bei Falsch-Polung der Batterie-Zuleitung brennt die rückwärtige Sicherung durch (0,8 bis 1 A, flink). Oberhalb des Lautstärkereglers wählen Sie den Meßbereich 5 bzw. 10 m/s für die Variometer-Anzeige.

NULLPUNKT-EINSTELLUNG

Unterhalb des Lautstärkereglers finden Sie ein oder zwei versenkte Schlitzpotentiometer. Mit dem Potentiometer V können Sie am Boden den Variometer-Nullpunkt justieren, mit dem Potentiometer S der Modelle VW 821 – ROT-KEHLCHEN und VW 831 – GOLDAMMER die Ihrem Flugzeugtyp entsprechende Nullpunkt-Absenkung des Sollfahrteubers korrigieren.

MITTELWERT-ANZEIGE (Integrator).

Bis auf das Modell VW 801 – MEISE sind alle Modelle mit einem Integrator ausgerüstet, der das erflogene mittlere Steigen anzeigt. Beim Umschalten von 5 auf 10 m/s wird auch der Meßbereich des Integrators von 3 auf 6 m/s erweitert.

Es handelt sich hierbei um ein extrem träges Variometer mit einer Zeitkonstanten von 33 Sekunden.

Nach Einflug in ein konstantes Steiggebiet von z. B. 2 m/s steigt der Mittelwert nach 33 Sekunden auf 1,3 m/s (= 63% des Endwertes), nach 66 Sekunden auf 1,7 m/s (= 86 % des Endwertes) und nach 99 Sekunden auf 1,9 m/s (= 95% des Endwertes).

Bei schwankender Aufwindstärke folgt der angezeigte Mittelwert laufend den aktuellen Steigwerten, wobei die letzten 33 Sekunden den wesentlichen Einfluß ausüben, während alle Steigwerte, die länger als 66 Sekunden zurückliegen, praktisch nicht mehr zur Anzeige kommen.

Durch Drücken des Tastknopfes „0-1“ oben links in der Frontscheibe läßt sich die Mittelwertanzeige des Flachbahninstrumentes auf Null setzen. Das ist beim Einkreisen nach Durchfliegen starker Sinkgebiete von Vorteil, um möglichst schnell den aktuellen Steig-Mittelwert ablesen zu können.

Sollfahrt- und Delphinflug

Modelle VW 821 - MEISE, VW 811 - LERCHE,
VW 821 - ROTKEHLCHEN

Beim Verlassen der Aufwindzone stellen Sie den passenden McCready-Wert ein und schalten auf Sollfahrt-Anzeige um. Während des nun folgenden Schnitfluges zum nächsten Aufwind halten Sie den Zeiger Ihres Sollfahrt-Instrumentes nahe Null. Bei Anzeigen unter Null muß nachgedrückt, bei Anzeigen über Null muß gezogen werden.

Das Tonsignal erleichtert Ihnen diese Aufgabe: versuchen Sie „auf Unterbrecher-Einsatz“ zu fliegen! Ohne großen Trainingsaufwand gelingt das mit einer ausreichenden Genauigkeit von ± 1 m/s.

Hüten Sie sich vor dem Fehler, das Umschalten auf Sollfahrt zu vergessen! Bis Sie Ihren Irrtum bemerkt haben, ist durch unnötigen Schnellflug viel Höhe verippen gegangen.

Beim Modell VW 811 - LERCHE gibt Ihnen der Integrator den Mittelwert der Sollfahrt-Anzeige an. Wenn Sie mit richtiger Sollfahrt geflogen sind, wird diese Anzeige also stets nahe Null liegen.

9

Beim Modell VW 821 - ROTKEHLCHEN dagegen liefert das Fluchthahneninstrument während des Sollfahrtfluges das Variometersignal.

Bitte achten Sie auch darauf, daß der Flächenbelastungsschalter stets in der richtigen Stellung steht. N bedeutet hier niedrige, H bedeutet hohe Flächenbelastung. Für Flugzeuge ohne variable Flächenbelastung wird mit dem gleichen Schalter auf verschmutzte bzw. nasse Tragflächen (Stellung N) oder auf Hochglanz-polierne Tragflächen (Stellung H) umgeschaltet.

Modell VW 831 - GOLDAMMER

Der Sollfahrtflug mit Modell VW 831 - GOLDAMMER verlangt kein Umschalten. Das Sollfahrtinstrument S ist zusätzlich zur Variometeranzeige V laufend in Betrieb. Statt die McCready-Werte einzugeben, halten Sie den Sollfahrtzeiger auf dem aktuellen McCready-Wert.

Beispielsweise steuern Sie beim Flug mit einem mittleren Steigen von 1,5 m/s den Sollfahrtzeiger auf + 1,5 m/s. Sie haben den jeweils gellogenen McCready-Wert demnach laufend vor Augen.

Das Tonsignal bleibt auf Variometer geschaltet. Ein deutlich abfallender Ton verlangt Nachdrücken, ein merklich

10

ansteigender Ton dagegen Ziehen.

Der Sollfahrtgeber im Modell VW 831 – GOLDAMMER ist auf eine mittlere Flächenbelastung einjustiert. Fliegen Sie ohne Wasserballast, so halten Sie den Sollfahrtanzeiger 0,3 – 0,5 m/s unter dem gewünschten McCready-Wert und beim Flug mit Wasserballast entsprechend darüber.

5. Funktionskontrollen

5.1 Bodentest

Bei falsch gepolten Batterieanschluß brennt beim Einschalten die auf der Heckplatte des Variometers unter dem Hauptstecker herausgeführte 1 Ampere-Sicherung durch.

Bei richtiger Batteriepolung läuft die Variometeranzeige nach dem Einschalten auf Null, der Sollfahrtgeber stellt sich auf einen vom Flugzeugtyp abhängigen Wert (-1 bis -2,5 m/s) unter Null ein. Dies gilt für den Meßbereich 5 m/s in Stellung N des Ballastswitchers und in Stellung 0 m/s des McCready-Schalters.

Beim Umschalten auf Stellung H geht der Sollfahrtzeiger um 0,5 bis 1,5 m/s weiter nach unten.

Beim Einschalten des McCready-Wertes 1 m/s geht der

Sollfahrtzeiger um 1 m/s weiter nach unten, beim Einschalten der übrigen McCready-Werte entsprechend.

Beim Anblasen des „Staurohres“ (Pitot-Rohr) schlagen der Fahrtmesser und der Sollfahrtzeiger nach oben aus.

Während des vorsichtig ausgeführten Saugens an der TEK-Düse schlagen alle angeschlossenen Variometer und auch der Sollfahrtzeiger positiv aus, nach dem Saugen umkehrt.

Wenn Sie den Variometer-Nullpunkt durch Drehen am Schützpotentiometer V in der Frontplatte auf z. B. + 1m/s verstellen, so folgt die Mittelwert-Anzeige auf dem Flachbahninstrument mit einer Zeitkonstante von 33 Sekunden nach dieser Zeit sind 63 % des Endwertes, also 0,63 m/s erreicht, nach 66 Sekunden 0,88 m/s, nach 99 Sekunden 0,95 m/s.

Durch kurzes Drücken des Tasters 0—1 springt der Mittelwertzeiger sofort auf Null und läuft von neuem nach dem gleichen Schema auf den Endwert zu.

5.2 Flugtest

Im Flug soll das Variometer eine betont ruhige, jedoch nicht zu träge Anzeige liefern.

Die TE-Kompensation arbeitet richtig, wenn Ihr Variometer nach einem stationären Flugabschnitt mit z. B. 160 km/h beim ruhigen, nicht abrupten Hochziehen jeweils das der vorliegenden Fahrt entsprechende polare Sinken anzeigt. Dieser Test muß in ruhiger Luft erfolgen.

Zur Kontrolle Ihres Sollfahrtebers fliegen Sie die Geschwindigkeit, die nach dem McCready-Ring am Stauscheibenvariometer in verschiedenen Ringstellungen gelandet wird. Ihr Sollfahrteber zeigt dann bei den gleichen McCready-Einstellungen jeweils Null.

Hierbei sind Abweichungen von 10 km/h, die infolge der Toleranzen des Sollfahrtebers, der Stauscheiben-Kalibrierung und der eingegebenen Polaren auftreten können, im praktischen Betrieb ohne Bedeutung.

6. Wartung

Die Kapillare des Sollfahrtebers sollten Sie grundsätzlich durch Vorschalten eines handelsüblichen Benzinfliters vor die Tülle Pges vor Staub aus dem „Staurohr“ schützen.

Bedenken Sie bitte weiter, daß alle TEK-Düsen im Flug einen von der Fluggeschwindigkeit abhängigen Unterdruck erzeugen. Beim Flug durch Regen wirken sie als Wasserpumpen. Daher ist das Zwischenschalten eines Wasserabscheiders in die Leitung zur TEK-Düse erforderlich. Der Einbauport sollte leicht zugänglich sein und muß vor der Verzweigung zu den verschiedenen Variometern liegen.

Wassereintrich in Ihr Variometer führt mit Sicherheit sofort zu einer Funktionsstörung und innerhalb weniger Tage zum Ausfall der Metallsonde(n). (In der Vergangenheit waren rund 80 % unserer Reparaturen auf fehlende Wasserabscheider zurückzuführen)!

Wenn Sie Ihr Variometer nach dieser Anleitung montiert und angeschlossen haben, bedarf es auf Jahre hinaus keinerlei Wartung.

Bei eventual auftretenden Störungen oder sonstigen Fragen im Zusammenhang mit Ihrer Instrumentierung scheuen Sie sich bitte nicht vor einer Anfrage bei uns. Wir stehen Ihnen gerne und hilfsbereit zur Verfügung.