

3D-Magnetfeldsonden - getrennte Achsensignale

AS-N3DM x+y+z syn-out AS-L3DM x+y+z syn-out AS-V3DM x+y+z syn-out



- getrennte Messung von X, Y und Z
- Gleichfeld- (DC) und Wechselfeldmessung (AC)
- Messbereich
 AS-N3DM x+y+z syn-out: ±2000 mT
 AS-L3DM x+y+z syn-out: ±200 mT
 AS-V3DM x+y+z syn-out: ±20 mT
- kompakte Sonde: 6 x 6 x 100 mm³

- hohe Bandbreite: DC 10 kHz
- 3 getrennte Analogausgänge
- Linearitätsfehler X, Y, Z
 AS-N3DM x+y+z syn-out: <0,5% ±0,2 mT
 AS-L3DM x+y+z syn-out: <0,5% ±0,1 mT
 AS-L3DM x+y+z syn-out: <0,5% ±10 μT
- Werkskalibrierschein mit Rückführbarkeit
- Made in Germany







Bei den Sonden AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out und AS-V3DM x+y+z syn-out handelt es sich um 3-achsige Messsysteme, mit denen sich die drei Raumrichtungen des Magnetfelds messen lassen. Die Messung der Achsen kann getrennt voneinander erfolgen.

Mit ihren maximalen Messbereichen von ± 2000 mT (AS-N3DM x+y+z syn-out), ± 200 mT (AS-L3DM x+y+z syn-out) bzw. ± 20 mT (AS-V3DM x+y+z syn-out) eignen sie sich sowohl zur Messung von starken als auch von schwächeren Magnetfeldern.

Die Sonden AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out und AS-V3DM x+y+z syn-out sind kompatibel mit den anderen Sonden aus unserem Programm der AS-Aktivsonden. Damit lassen sie sich auch mit allen Geräten verwenden, die für den Anschluss einer AS-Aktivsonde vorgesehen sind. Die Sonden können zusammen mit dem Teslameter FM 302 und dem AS-Adapter 3 verwendet werden.

Die AS-Aktivsonden sind aktive Messsonden zur Messung der magnetischen Induktion. Unsere AS-Sonden besitzen eine aktive Elektronik, so dass am Stecker ein kalibriertes Analogsignal zur Verfügung steht. Es handelt sich hier um hochwertige Messwandler zur Messung von Gleichfeldern und Wechselfeldern.

Die 3-achsige Sonden AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out und AS-V3DM x+y+z syn-out enthalten in ihrem Sondengehäuse 3 Sensoren zur Messung der drei Raumrichtungen der magnetischen Flussdichte. Mit Maßen von lediglich 6 mm x 6 mm x 100 mm ist das Gehäuse sehr kompakt und eignet sich damit auch zur Messung unter beengten Platzverhältnissen.

Für die gleichzeitige Ausgabe der Einzelachssignale teilt sich die Sondenleitung auf drei Sondenstecker auf. Jeder Sondenstecker beherbergt die aktive Elektronik für die jeweilige Einzelachse.



Durch die drei einachsigen Sondenstecker sind zur Verarbeitung der von den Sonden **AS-N3DM** x+y+z synout, **AS-L3DM** x+y+z synout und **AS-V3DM** x+y+z synout gelieferten Einzelachssignale auch drei einachsige Geräte oder ein 3-kanaliges Gerät notwendig. Es können dazu folgende Geräte aus unserem Programm verwendet werden:

- 3 Stück Teslameter FM 302
- 1 Stück AS-Adapter 3

Siehe dazu auch die Kapitel zum Einsatz der 3-achsigen AS-Aktivsonden ab Seite 14.

Jede Einzelachse der Sonde verhält sich wie eine normale einachsige Sonde. Es steht die volle Bandbreite der Sonde zur Verfügung. Mit dem Teslameter FM 302 kann sowohl der Gleichanteil des Feldes (FM 302 - Messart DC) als auch der Effektivwert des Wechselanteils (FM 302 - Messart AC) bestimmt werden.





3-achsige Messung

Die Sonden AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out und AS-V3DM x+y+z syn-out liefern nur die Einzelachssignale.

Bei den meisten Magnetfeldsonden handelt es sich um einachsige Sonden. Das bedeutet, dass sie Felder nur parallel zu ihrer jeweiligen Messrichtung detektieren können. Wird die AS-Sonde schräg zum Feld positioniert, so ist der angezeigte Wert geringer als das tatsächliche Feld. Der Anzeigewert ergibt sich nach der folgenden Formel:

$$B_{display} = B_{real} \cdot \cos \alpha$$

Um dieses Problem zu umgehen sind die AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out und AS-V3DM x+y+z syn-out als 3D-Sonde konzipiert. Im Sondengehäuse sind drei Sensoren untergebracht, die rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Diese drei Sensoren messen die drei Raumrichtungen der magnetischen Flussdichte.



Aus den Signalen der Einzelachsen lässt sich der Betrag des Gesamtsignals errechnen. Die Berechnung erfolgt nach der folgenden Formel:

$$B = \sqrt{{B_x}^2 + {B_y}^2 + {B_z}^2}$$

Dieses Prinzip funktioniert für alle Ausrichtungen der Sonde zum Magnetfeld. Voraussetzung ist die Rechtwinkligkeit der einzelnen Sensoren.

Durch die große Bandbreite der Sonden können problemlos auch schnelle Signale von DC bis 10 kHz (AS-V3DM x+y+z syn-out 1 kHz) verarbeitet werden.

Vorzeichen und Richtungsinformation

Die Formel liefert immer der Betrag des Feldes. Die Information über die Richtung des Magnetfeldes wird bei der Berechnung nicht erhalten. Sie kann aber über trigonometrische Formeln separat berechnet werden.

Siehe auch Messrichtung und Polarität auf Seite 4.

Gleichfeldmessung mit überlagerten Wechselfeldern

Das Quadrieren der Werte bewirkt einen Gleichrichtereffekt. Diese Gleichrichtung betrifft insbesondere die Messung bei Anwesenheit von Wechselfeldern. Deren gleichgerichtetes Signal erzeugt einen zusätzlichen Gleichanteil im Messsignal und damit einen Fehler in der Gleichfeldmessung.

Gegebenenfalls müssen die Einzelachssignale in der externen Signalverarbeitung mit Tiefpässen gefiltert werden, um eine ausreichende Unterdrückung der überlagerten Wechselfeldanteile zu erreichen.





Wechselfeldmessung

Soll nur das überlagerte Wechselfeld gemessen werden, so muss zunächst der Gleichfeldanteil jeder Sensorachse mit einem Hochpassfilter abgetrennt. Erst danach kann die Berechnung des Gesamtfeldes erfolgen.

Auch bei der Wechselfeldmessung muss der Gleichrichtereffekt der Gesamtfeldberechnung wieder berücksichtig werden. Um den Effektivwert des Signals zu gewinnen, muss eine Bewertung von DC ab erfolgen.

Messrichtung und Polarität

Die Einzelachsen von **AS-N3DM x+y+z syn-out**, **AS-L3DM x+y+z syn-out** und **AS-V3DM x+y+z syn-out** verhalten sich wie eine normale einachsige Sonde. Wird bei einachsiger Messung die AS-Sonde schräg zum Feld positioniert, so ist der angezeigte Wert geringer als das tatsächliche Feld. Das Gesamtfeld kann aus der Messung aller drei Einzelachsen berechnet werden (siehe Seite 3).

In der einachsigen Messung wird außerdem durch das Vorzeichen des Messwertes die Richtung des Feldes angezeigt. Die Richtung für einen positiven Anzeigewert wird durch die Pfeile der Achsen auf dem Sondengehäuse ausgewiesen.



Befestigung des Sondenkopfes

Der Körper des Sondenkopfes besteht aus einem quadratischen Messingprofil von 6 mm x 6 mm. Zur Befestigung kann der Sondenkopf z.B. in eine entsprechende Aufnahmeöffnung geklemmt werden.

Die Sensoren befinden sich am vorderen Ende des Sondenkopfes. Daher sollte hier kein Druck auf den Sondenkopf ausgeübt werden.

Der Sondenkopf darf auf den ersten 20 mm nicht geklemmt werden.





Übersteuerung

Die eingesetzten Sensoren haben einen begrenzten Messbereich. Signale mit mehr als ±2500 mT bei der AS-N3DM x+y+z syn-out, mehr als ±250 mT bei der AS-L3DM x+y+z syn-out bzw. mehr als ±25 mT bei der AS-V3DM x+y+z syn-out führen zu einer Übersteuerung der einzelnen Sensoren. Es ist immer das gesamte Feld aus Wechselfeld und Gleichfeld zu betrachten.

Gleichfeld und überlagertes Wechselfeld dürfen die Sensoren nicht übersteuern. Dies würde zu abweichenden Messwerten führen.

Eine Beschädigung der Sensoren tritt durch Übersteuerung nicht auf.

Im Zweifelsfall z.B. bei komplexen Wechselfeldern sollte das Signal mit einem Oszilloskop am Analogausgang des Teslameter FM 302 oder AS-Adapter 3 überprüft werden.

Minimal benötigtes Feld

Der nutzbare Bereich wird durch Linearitätsfehler, Nullpunktfehler, Nullpunktdrift und Rauschen nach unten beschränkt. Diese Daten sind in den technischen Daten der jeweiligen Sonde angegeben.

Mit der als Option erhältlichen Nullkammer (siehe Seite 12) kann eine Nullpunktkorrektur durchgeführt werden. Dies ist besonders vor der Messung kleiner Felder angeraten.

Erwärmung durch Wirbelströme

Der Einsatz der Messingsonde bei Messungen für B > 20 mT und f > 10 kHz sollte nicht länger als 1 Minute betrieben werden, um eine zu hohe Erwärmung des Messingprofils mit Hallelementen zu vermeiden!

Minimale Betriebsqualität (EMV)

Die Anwesenheit starker HF-Felder kann zu abweichenden Messergebnissen führen. 3 V/m sollten nicht überschritten werden.

Masseverbindung / Erdung

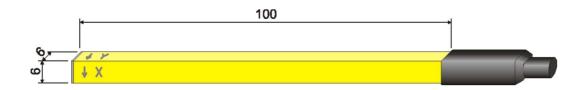
Die Massen der drei Sondenstecker sind miteinander verbundenen.

Zu beachten ist, dass im Sondenstecker eine Verbindung zwischen GND, Sondenprofil, Steckerschirm, Steckergehäuse und Kabelschirm besteht. Unter Umständen ist daher eine isolierte Montage der Sonde bzw. des Steckers notwendig um eine ungewollte Verbindung zwischen Mess-GND und Schutzleiter zu verhindern.





Technische Daten – 3-achsige Sonde 2000 mT (AS-N3DM x+y+z syn-out)



Übertragungsfaktor

mit FM 302 ±2 V / 20 mT; ±2 V / 200 mT; ±2 V / 2000 mT

mit AS-Adapter 3 $\pm 10 \text{ V} / 200 \text{ mT}; \pm 10 \text{ V} / 2000 \text{ mT}$

Sensorvolumen siehe Zeichnung Seite 7 wirksame Sensorflächen siehe Zeichnung Seite 7 <0,1 mm² je Achse

Rechtwinkligkeit der Sensoren ±3°

 $\begin{array}{ll} \text{Bandbreite (-3 dB)} & \text{DC} - 10 \text{ kHz} \\ \text{Anstiegszeit (X, Y, Z)} & \text{<30 } \mu\text{s} \end{array}$

Linearitätsfehler (X, Y, Z) < 0.5 % \pm 0.2 mT (bei 23 °C \pm 1 °C) Temperaturkoeffizient (X, Y, Z) max. -0.05 %/K, typisch -0.03 %/K (0 bis 50 °C) max. \pm 0.020 mT/K, typisch \pm 0.010 mT/K (DC) typ. 21 μ T_{RMS} (10 Hz - 10 kHz) typ. 18 μ T_{PP} (DC - 10 Hz, 50 s)

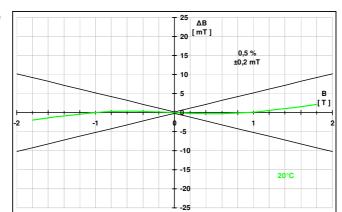
Sondenkörper Messing 6 mm x 6 mm x 100 mm ohne Kabelübergang und Kabel Kabellänge 1,5 m

Arbeitstemperaturbereich +5 °C bis +50 °C Lagertemperaturbereich -10 °C bis +60 °C max. relative Luftfeuchtigkeit 70 % bei +35 °C

Versorgung ±3 V durch FM 302, AS-Adapter 3 oder SPS Anschlussstecker 15 pol. SubD

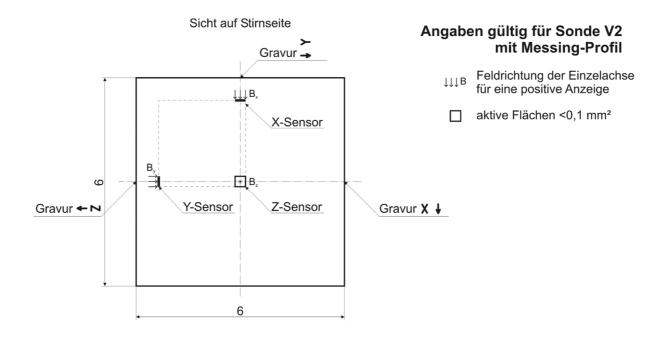
Innenwiderstand $<1 \Omega$

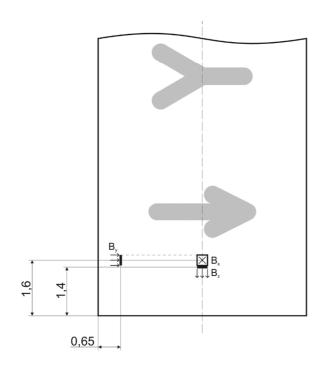
typ. Prüfkurve / Linearitätskurve der Einzelachse

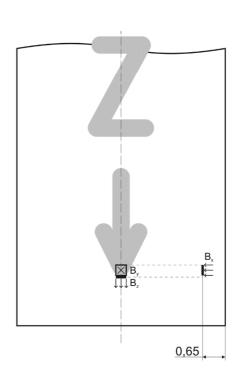




Lage der aktiven Flächen AS-N3DM x+y+z syn-out

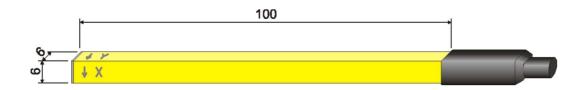








Technische Daten – 3-achsige Sonde 200 mT (AS-L3DM x+y+z syn-out)



Übertragungsfaktor

mit FM 302 ±2 V / 2 mT; ±2 V / 20 mT; ±2 V / 200 mT

mit AS-Adapter 3 $\pm 10 \text{ V} / 20 \text{ mT}$; $\pm 10 \text{ V} / 200 \text{ mT}$

Sensorvolumen siehe Zeichnung Seite 9 wirksame Sensorflächen <0,1 mm² je Achse Eechtwinkligkeit der Sensoren ±3°

Bandbreite (-3 dB) DC – 10 kHz Anstiegszeit (X, Y, Z) <30 μs

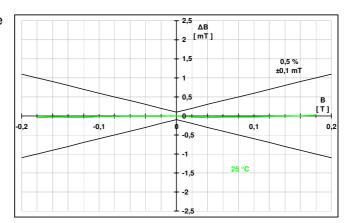
Linearitätsfehler (X, Y, Z) < 0.5 % \pm 0.1 mT (bei 23 °C \pm 1 °C) max. -0.05 %/K, typisch -0.03 %/K (0 bis 50 °C) Nullpunktdrift (X, Y, Z) max. \pm 0.010 mT/K, typisch \pm 0.005 mT/K (DC) typ. 14 μ T_{RMS} (10 Hz - 10 kHz) typ. 34 μ T_{PP} (DC - 10 Hz, 50 s)

Sondenkörper Messing 6 mm x 6 mm x 100 mm ohne Kabelübergang und Kabel Kabellänge 1,5 m

 $\begin{array}{lll} \mbox{Arbeitstemperaturbereich} & +5 \ ^{\circ}\mbox{C} \mbox{ bis } +50 \ ^{\circ}\mbox{C} \\ \mbox{Lagertemperaturbereich} & -10 \ ^{\circ}\mbox{C} \mbox{ bis } +60 \ ^{\circ}\mbox{C} \\ \mbox{max. relative Luftfeuchtigkeit} & 70 \ ^{\circ}\mbox{bei } +35 \ ^{\circ}\mbox{C} \\ \end{array}$

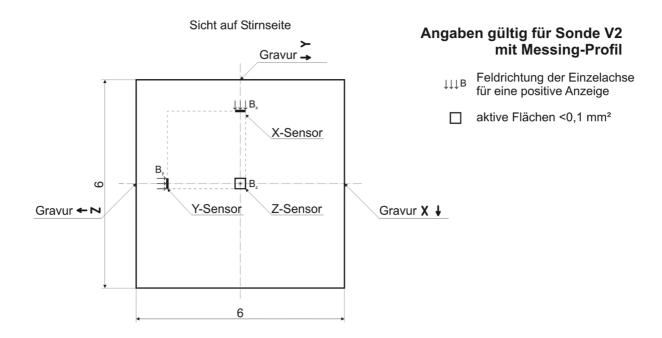
Versorgung ± 3 V durch FM 302, AS-Adapter 3 oder SPS Anschlussstecker 15 pol. SubD < 1 Ω

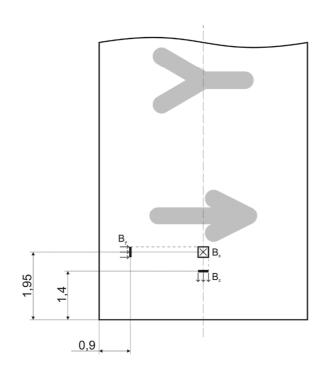
typ. Prüfkurve / Linearitätskurve der Einzelachse

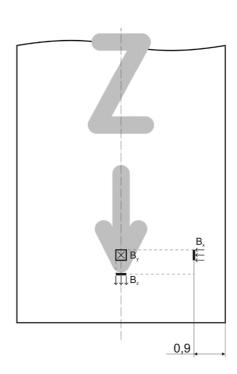




Lage der aktiven Flächen AS-L3DM x+y+z syn-out

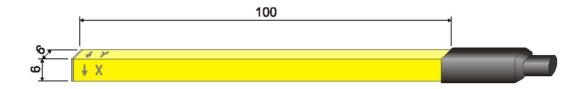








Technische Daten – 3-achsige Sonde 20 mT (AS-V3DM x+y+z syn-out)



Übertragungsfaktor

mit FM 302 $\pm 2 \text{ V} / 200 \mu\text{T}$; $\pm 2 \text{ V} / 2 \text{ mT}$; $\pm 2 \text{ V} / 20 \text{ mT}$

mit AS-Adapter 3 $\pm 10 \text{ V} / 2 \text{ mT}$; $\pm 10 \text{ V} / 20 \text{ mT}$

Sensorvolumen siehe Zeichnung Seite 11 wirksame Sensorflächen 0,02 mm² je Achse

Rechtwinkligkeit der Sensoren ±3°

Bandbreite (-3 dB) DC – 1 kHz Anstiegszeit (X, Y, Z) <300 μs

Anstiegszeit (X, Y, Z) <300 μs

Linearitätsfehler (X, Y, Z) <0,5 % ±10 μT (bei 23 °C ±1 °C)

Temperaturkoeffizient (X, Y, Z) Nullpunktdrift (X, Y, Z) Rauschen (X, Y, Z) max. ±0,09 %/K, typisch ±0,03 %/K (0 bis 50 °C)

max. $\pm 2 \mu T/K$, typisch $\pm 1 \mu T/K$ (DC) typ. $5 \mu T_{RMS}$ (10 Hz - 1 kHz) typ. $2 \mu T_{PP}$ (DC - 10 Hz, 50 s)

Sondenkörper Kabellänge Messing 6 mm x 6 mm x 100 mm ohne Kabelübergang und Kabel

1,5 m

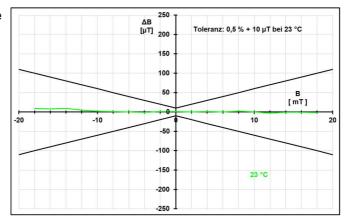
Arbeitstemperaturbereich +5 °C bis +50 °C Lagertemperaturbereich -10 °C bis +60 °C max. relative Luftfeuchtigkeit 70 % bei +35 °C

Versorgung ±3 V durch FM 302, AS-Adapter 3 oder SPS

Anschlussstecker 15 pol. SubD

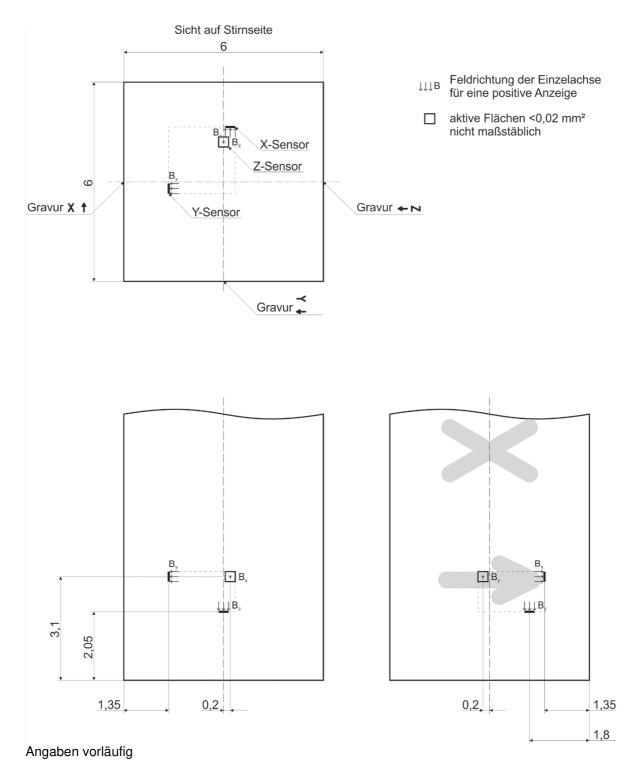
Innenwiderstand $<1 \Omega$

typ. Prüfkurve / Linearitätskurve der Einzelachse





Lage der aktiven Flächen AS-V3DM x+y+z syn-out



gedreht gegenüber AS-N3DM x+y+z syn-out und AS-L3DM x+y+z syn-out





Lieferumfang

- AS-Aktivsonde AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out oder AS-L3DM x+y+z syn-out
- Gebrauchseinweisung
- Werkskalibrierschein mit Rückführbarkeit auf nationale Standards (PTB)
- Koffer für AS-Aktivsonde AS-N3DM x+y+z syn-out, AS-L3DM x+y+z syn-out oder AS-L3DM x+y+z syn-out, Teslameter FM 302 und Zubehör

Optionen

Sondenverlängerungskabel
 2 m, 5 m oder 10 m
 ohne Beeinflussung des Messergebnisses

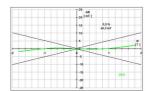
Nullkammer

zur Abschirmung äußerer Felder und genauen Nullpunkteinstellung siehe Application Note PE012 - Nullkammer – Nullpunkteinstellung



Prüfkurve / Linearitätskurve

Prüfkurve für jede der drei Achsen mit je 19 Prüfpunkten bei einer Temperatur siehe Application Note PE003 – Prüfkurven / Linearitätskurven für typische Kurven siehe die technischen Daten der Sonden





Geräte zur Verwendung mit 3-achsigen AS-Aktivsonden:

• Teslameter FM 302

Gerät zur Verwendung mit einer AS-Aktivsonde weitere Informationen siehe separates Datenblatt



AS-Adapter 3

für gleichzeitigen Betrieb und Versorgung aller 3 Kanäle der 3-achsigen Sonden weitere Informationen siehe separates Datenblatt







Einsatz der 3-achsigen AS-Aktivsonden mit Teslameter FM 302

Für jede der drei Einzelachsen ist ein separates Teslameter FM 302 notwendig.

Im Normalfall wird der Stecker der Sondenelektronik einfach auf das Teslameter gesteckt. Es kann sofort mit dem Messen begonnen werden.

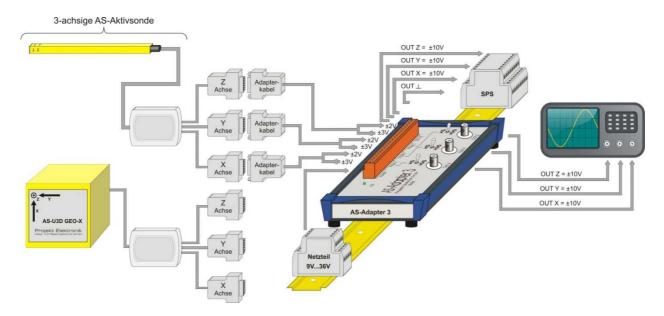
Es lassen sich so auch alle weiteren Möglichkeiten des Teslameter FM 302 wie der kalibrierte Analogausgang, die Steuerung über USB oder die Netzteilversorgung nutzen.

Für die Verbindung mit dem Rechner wird dann für jedes der drei Teslameter FM 302 ein USB-Kabel benötigt. Diese sind im Lieferumfang der Teslameter FM 302 enthalten. Auf dem Rechner erscheint für jedes der Geräte eine separate virtuelle serielle Schnittstelle.

Das Teslameter FM 302 besitzt die Möglichkeit die Empfindlichkeitsstufen x1, x10 und x100 zu schalten. Dadurch lässt sich mit jeder Sonde ein breiter Messbereich abdecken. Außerdem bietet das Teslameter FM 302 eine Umschaltung der Anzeigeeinheit.

Weitere Details dazu finden sich im Datenblatt des Teslameter FM 302.

Einsatz der 3-achsigen AS-Aktivsonden mit AS-Adapter 3



Der AS-Adapter 3 bietet drei Messkanäle in einem Gerät. Daher wird für die drei Sondenstecker der Einzelachsen nur ein AS-Adapter 3 benötigt.

Der AS-Adapter 3 verstärkt das analoge Ausgangssignal der Sonden auf ±10 V (Verstärkung x5), was dem typischen Bereich analoger SPS-Eingänge entspricht.

Über den Schalter am AS-Adapter 3 kann eine zusätzlich 10-fach höhere Verstärkung (x50) gewählt werden. Damit können in dieser Konfiguration auch kleine Felder gemessen werden.

Um universell einsetzbar zu sein, besitzt der AS-Sonden Adapter einen weiten Eingangsspannungsbereich von 9 V bis 36 V und stellt die zur Versorgung der AS-Aktivsonden benötigten ±3 V hochgenau zur Verfügung. Zusätzlich wird das Messsignal galvanisch von der Versorgungsspannung getrennt.





Die analogen Ausgangssignale aller drei Einzelachsen stehen zeitgleich, parallel bis zur maximalen Bandbreite der Sonde sowohl an den BNC-Anschlüssen als auch auf den entsprechenden Kontakten der Klemmleiste zur Verfügung.

Der AS-Adapter 3 kann als Tischgerät oder montiert auf einer Hutschiene verwendet werden.

Weitere Details hierzu finden sich im Datenblatt des AS-Adapter 3.

Kabel aufwickeln

Kabel sollten stets so aufgewickelt werden, dass dabei keine Knoten oder Verdrehungen entstehen. Um Ihnen das Aufwickeln der Kabel zu erleichtern, haben wir nachfolgend einige im Internet verfügbare Anleitungen zusammengestellt.

- https://www.youtube.com/watch?v=0yPcJD7RVuY
- https://www.youtube.com/watch?v=pEd7ru24Vx0
- https://www.youtube.com/watch?v=3j1Wdc-ymbl
- https://www.popularmechanics.com/technology/how-to/tips/a-solution-for-tangled-headphones-15413257

Anwendungshinweise

Auf unserer Internetseite finden sie unter den Punkten Downloads – Application Notes (https://www.projekt-elektronik.de/faq/) zahlreiche weitere Dokumente mit Informationen, Hinweisen und Beispielen zum Messen von Magnetfeldern.

Beratung und Anpassung

Für Fragen zu Messproblemen, Anfertigung von Sonden, Änderung des Messbereiches, der Bandbreite und u.ä. stehen wir Ihnen gerne per Telefon oder E-Mail zur Verfügung.

Ihr PE - Team

