

# Application Note PE002

## Messrichtung und Messgenauigkeit

Der Unterschied zwischen Transversal- und Axialsonden .....	1
Vorzeichen und Winkelfunktion .....	3
Transversalsonden .....	3
Axialsonden .....	4
Magnetische Exzentrizität (UAP-Sonden) .....	5
Winkelfehler bei 1-achsiger Messung .....	5

### Der Unterschied zwischen Transversal- und Axialsonden

Die Projekt Elektronik GmbH bietet zwei Typen von Messsonden für ihre Teslameter an, Transversalsonden und Axialsonden. Bei einigen Messgeräten kann zwischen verschiedenen Typen von Sonden gewählt werden.

Der gebräuchlichste Typ von Sonden ist die Transversalsonde. Bei der Transversalsonde wird die magnetische Flussdichte  $B$ , die senkrecht auf die Sondenoberfläche auftrifft, gemessen.

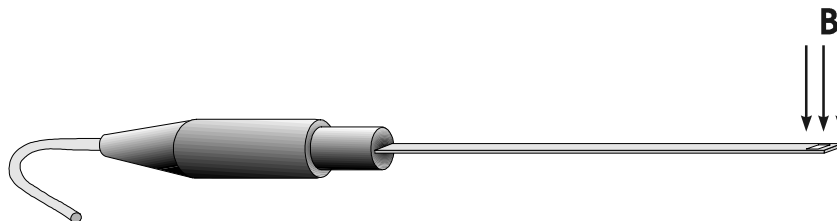


Abbildung 1: Transversalsonde

Transversalsonden eignen sich für fast alle Anwendungen, wie z.B. Messung der Austrittsflussdichte von Stabmagneten, Messung in Luftspalten von Magneten oder Motoren.

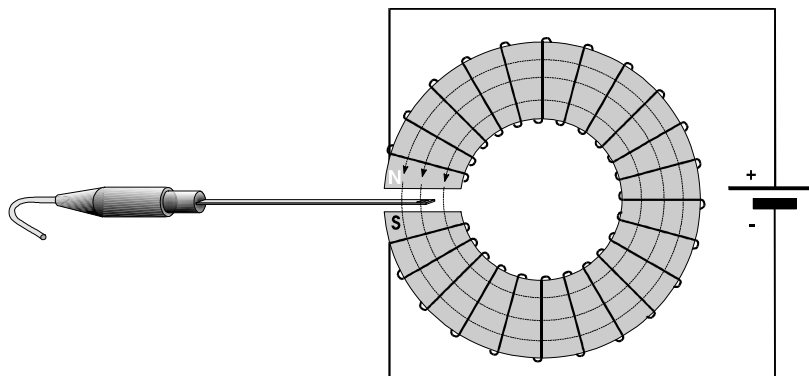


Abbildung 2: Messung im Luftspalt eines Elektromagneten

Die Magnetsensoren (Hallelemente) sind Keramikplättchen auf die eine dünne magnetfeldabhängige Schicht aufgebracht ist. Bedingt durch ihren Aufbau sind diese Elemente sehr empfindlich gegen mechanische Beanspruchung wie Biegen oder mechanischen Druck.

Aus diesem Grund gibt es die Transversalsonden beim FM 205 in zwei Varianten. Die erste Variante ist die nur 0,8 mm dünne Transversalsonde in Kunststoffausführung. Sie ist besonders geeignet um in schmalen Luftspalten wie z.B. an Lautsprechermagneten oder in Motoren zu messen. Für andere Anwendungen empfehlen wir die Transversalsonde mit Messingschutzrohr. Sie ist 1,3 mm stark und durch das Ms-Schutzrohr wesentlich robuster als die Transversalsonde aus Kunststoff.

Bei der Axialsonde wird im Gegensatz zur Transversalsonde die magnetische Flussdichte  $B$  in Richtung der Sonde gemessen.



Abbildung 3: Axialsonde

Axialsonden werden z.B. benutzt, um die magnetische Flussdichte im Inneren einer Luftspule zu messen. Auch bei versenkt angebrachten Magneten, wenn es nicht möglich ist, eine Transversalsonde flach auf die Austrittsfläche des Magneten aufzulegen, kann es vorteilhaft sein, eine Axialsonde zu verwenden.

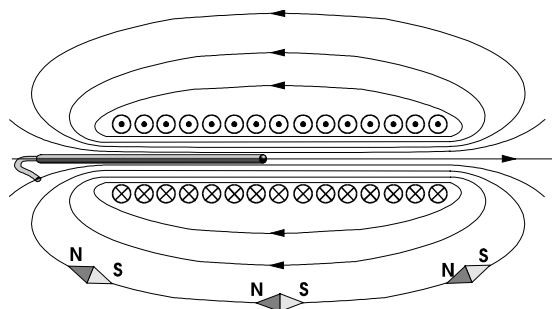


Abbildung 4: Messung in einer Luftspule

## Vorzeichen und Winkelfunktion

### Transversalsonden

Ein positiver Anzeigewert ergibt sich, wenn die magnetischen Kraftlinien in die weiße Keramikfläche der Transversalsonde, bzw. in das gravierte Kreuz der Transversalsonde mit Ms-Schutzrohr, eintreten.

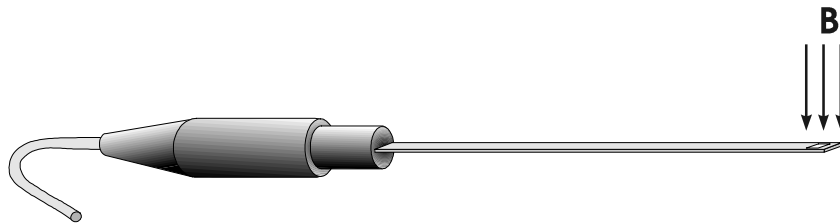


Abbildung 5: positive Feldrichtung Transversalsonde

Der maximale Feldwert wird gemessen, wenn die magnetischen Feldlinien senkrecht durch das Hallelement treten! Wenn die magnetischen Kraftlinien nicht senkrecht in das Hallelement eintreten, ergibt sich für den angezeigten Wert der magnetischen Flussdichte:

$$B = B_{\max} \cdot \cos \alpha$$

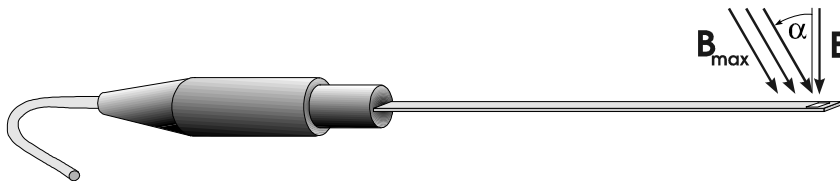


Abbildung 6: Winkelfunktion Transversalsonde

## Axialsonden

Ein positiver Anzeigewert ergibt sich, wenn die magnetischen Feldlinien senkrecht aus der schwarzen Stirnseite der Axialsonde austreten.



Abbildung 7: positive Feldrichtung Axialsonde

Der maximale Feldwert wird gemessen, wenn die magnetischen Feldlinien parallel zur Axialsonde verlaufen! Wenn die magnetischen Feldlinien nicht parallel zur Sonde verlaufen, wird nur der Flussdichteanteil parallel zur Sonde angezeigt. Der senkrechte Flussdichteanteil wird dagegen nicht angezeigt.

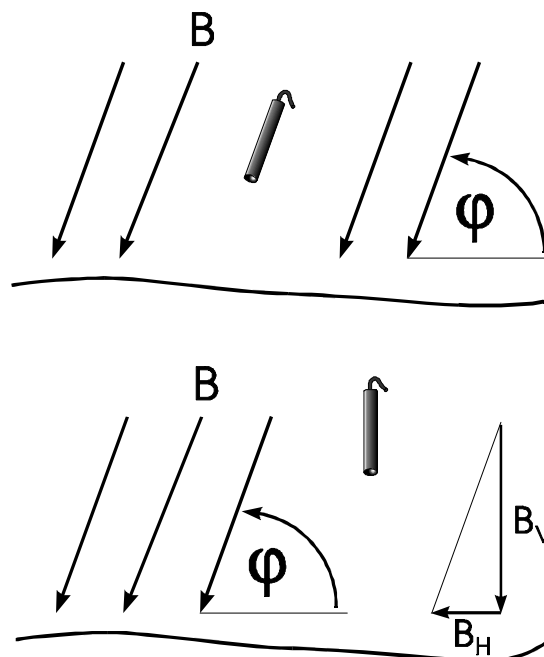


Abbildung 8 Winkelfunktion Axialsonde

## Magnetische Exzentrizität (UAP-Sonden)

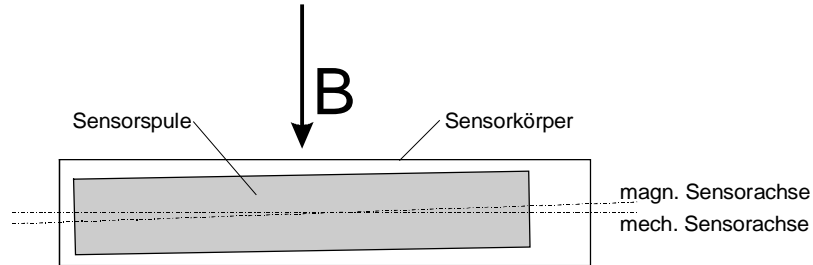


Abbildung 9 magnetische Exzentrizität

Fertigungsbedingt entsteht bei den UAP-Sonden eine Exzentrizität zwischen mechanischer und magnetischer Sensorachse von maximal  $2^\circ$ . Bei Messungen quer zur Feldlinie ist deshalb besonders auf die Ausrichtung der Sonde zu achten. Für die hohe Reproduzierbarkeit ist es wichtig, dass die längs der Sonde angebrachte Markierung immer unter dem gleichen Drehwinkel ausgerichtet ist. Für die Absolutgenauigkeit ist es wichtig, dass die Markierung in der durch Sensorachse und Feldlinie aufgespannten Ebene liegt. Bei Nichtausrichtung der Markierung kann ein zusätzlicher Fehler von 0 bis 3,5 % vom Querfeld entstehen.

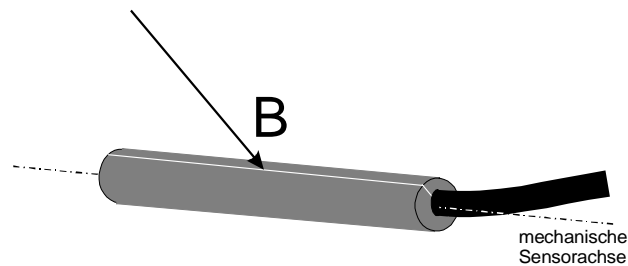


Abbildung 10 Ausrichtung der Sondenmarkierung

## Winkelfehler bei 1-achsiger Messung

Die Flussdichte ist ein Vektor. Um den genauen Betrag dieses Vektors zu messen, muss die Sonde exakt senkrecht zur Flussrichtung positioniert werden. Um beispielsweise eine Flussdichte von 1 T auf 1 mT genau zu messen, darf der Winkelfehler nicht größer als  $2,56^\circ$  sein. Zur Veranschaulichung: Bei einer Drehung mit dem Radius 100 mm entspricht dies nur einem Weg von 4,47 mm. Soll die Flussdichte von 1 T dagegen auf  $0,1 \mu\text{T}$  genau gemessen werden, darf der Winkelfehler nicht größer als  $0,0256^\circ$  sein. Dies entspricht einer Bogenminute und 32 Bogensekunden. Zur Veranschaulichung: Bei einer Drehung mit dem Radius 100 mm entspricht dies nur noch einem Weg von  $44,7 \mu\text{m}$ . Die Reproduzierbarkeit des Messergebnisses hängt extrem von der Güte der mechanischen Einspannung der Sonde ab.