Horizontal Scan – Theorie und Praxis Funkpeilung eines FM-Senders mittels Horizontal Scan und Triangulation

Die Hauptaufgaben des IDA-3106 von Narda sind die Detektion, Klassifizierung und Lokalisierung von HF-Signalen. Diese Aufgaben werden durch das Richtantennen-Set mit eingebautem elektronischem Kompass erleichtert.

Bild 1: Vorgehensweise beim Horizontal Scan. Mit der entsprechenden Richtantenne wird der Signalpegel über 360° aufgezeichnet.

Funktionen wie Horizontal Scan mit automatischer Azimutbestimmung und smartDF für die automatische Berechnung der Senderpositionen sind herausragende Eigenschaften. Horizontal Scan ermöglicht die genaue, automatische Bestimmung des Azimutwinkels eines gesuchten Senders. Hierzu wird der Scan mittels Druckknopf am Antennenhandgriff gestartet und gestoppt, wobei die Antenne während des Scans gleichmäßig horizontal gedreht wird. Die Messergebnisse eines horizontalen Scans stellt der IDA-3106 als Polardiagramm dar. Er errechnet aus dieser Information die wahrscheinlichste Richtung eines Senders.

Dank einer Max-Hold-Funktion lassen sich selbst zeitlich unterbrochene Signale lokalisieren. Sobald das Scanergebnis gespeichert wird, übernimmt smartDF die weitere Aufbereitung der Daten. Die Handpeilung wird durch diese Funktionen komfortabel gelöst.

Horizontal Scan: Was sagt das Diagramm?

Durch einen Horizontal Scan erhält man ein Polardiagramm, das die gemessenen Signalpegel über 360° anzeigt. Das Diagramm ist auf dem Gerätedisplay eingenordet. Im Idealfall – bei einem Sender mit konstanter Leistung und ohne Störeinflüsse der Umgebung – zeigt das Polardiagramm die Fernfeld-Richtcharakteristik der Peilantenne. In diesem Fall kann die Richtung anhand des Signalmaximums recht einfach bestimmt werden. Der Vergleich mit dem erwarteten Antennendiagramm kann hier als Anhaltspunkt dienen. Die verwendeten Antennen haben alle eine relativ monoton abfallende Hauptkeule und nahezu keine Nebenkeulen. Wenn das Diagramm stark verändert dargestellt wird, wurden vermutlich Reflexionen der Umgebung oder Gleichkanalsender mit aufgenommen.

Vorteile der grafischen Darstellung

Wie bereits beschrieben, zeigt der aufgenommene Scan im Idealfall das Richtdiagramm der Empfangsantenne. Die gemessenen Signale werden dabei während der Messung linear auf den Maximalwert normiert (1 = 100% Signalstärke). Die grafische Darstellung ermöglicht eine bessere Unterscheidung zwischen direkt empfangenem Signal und Reflexionen.

Basierend auf diesen horizontal gemessenen Werten schätzt der IDA-3106 selbstständig die Richtung der Signalquelle anhand mehrerer Parameter. Sollte die auf Basis der gemessenen Werte berechnete Richtung nicht sinnvoll erscheinen, kann dies im Diagramm erkannt und manuell korrigiert werden. Häufig treten in der Praxis Reflexionen auf, die das ideale Diagramm überlagern und damit eine Peilung erschweren. Das reflektierte Signal kann stärker sein als das direkt empfangene, wenn dieses an einem Standort durch Hindernisse abgeschattet wird. Durch fachmännische Beurteilung des Messdiagramms kann der Anwender die Reflexionen erkennen und eine fehlerhafte Peilung gegebenenfalls korrigieren. Dies soll als Beispiel im nächsten Abschnitt dargestellt werden.

Beispiel aus der Praxis

Um die Fähigkeit des Horizontal Scans in der Anwendung zu

Narda Interference and Direction Analyzer IDA-3106 Technical Note TN100

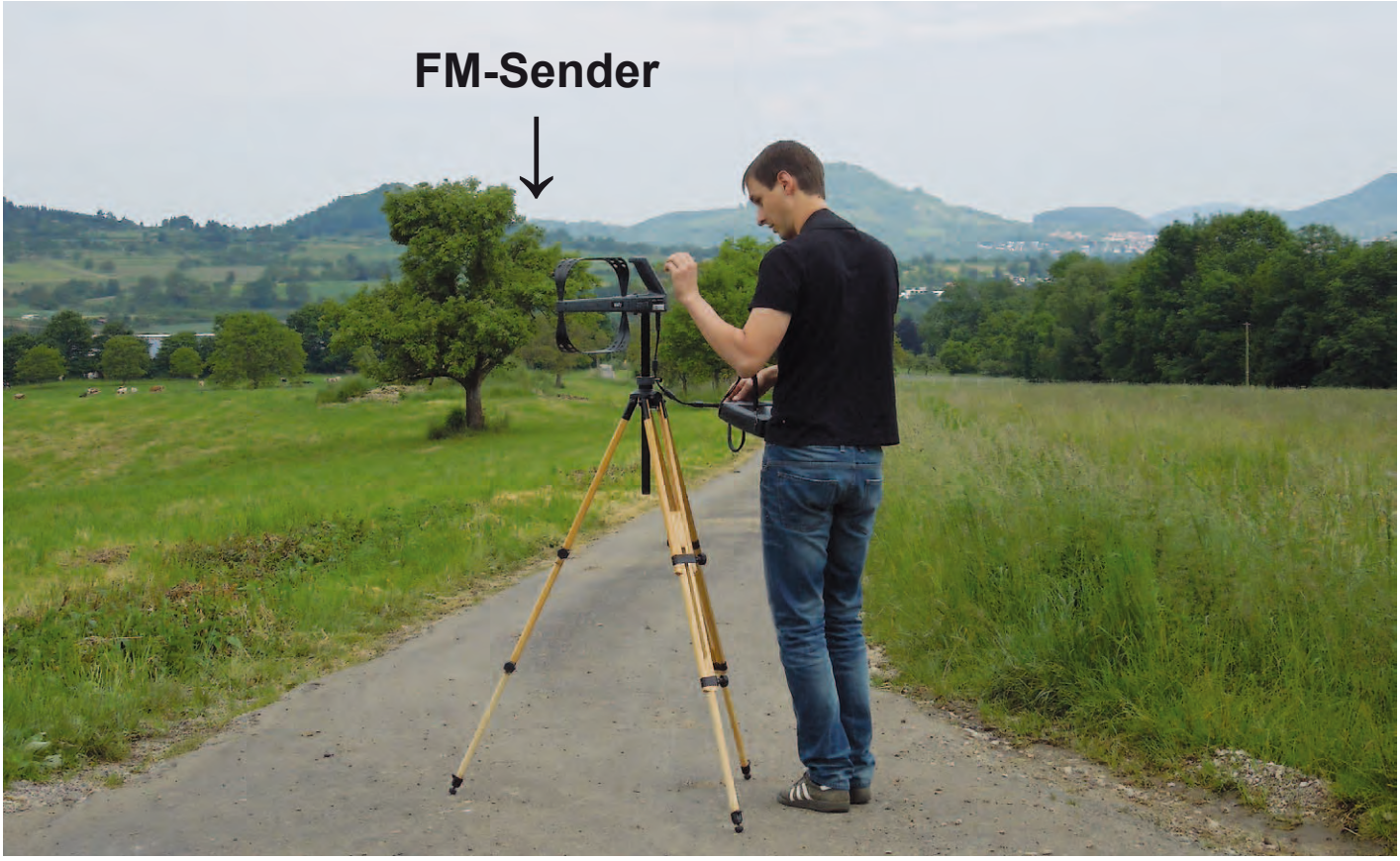

Bild 3: Aufnahme eines Horizontal Scans auf einer freien Fläche. Die Bedingungen zum Peilen des FM-Senders sind ideal. Versuchsweise wurde hier die vertikale Polarisationsrichtung gewählt. In der Regel sind DAB-Sender vertikal, analoge FM-Sender horizontal polarisiert.

zeigen, wurde die Peilung eines FM-Senders auf der Frequenz 97,7 MHz durchgeführt. Es wurden vier Horizontal Scans aufgezeichnet. Die erste Peilung ist unter idealen Bedingungen auf einer freien Fläche vorgenommen worden. Das Diagramm (Bild 2) zeigt wie erwartet die Richtcharakteristik der Peilantenne (Bild 9). Grundsätzlich sollte dem Anwender bewusst sein, dass die Antennencharakteristiken sich abhängig von der Frequenz und der Ausrichtung in Bezug auf die Polarisation des Feldes verändern. Das Peilergebnis wird per Softkey „Localization“ im Gerät gespeichert. Eine zweite Peilung wurde in einem Gewerbegebiet durchgeführt. Hier zeigen sich deutliche Abschattungen und Reflexionen (Bild 5). Durch die Abschattung von Gebäuden ist das Diagramm verformt, und die ermittelte Richtung ist nicht korrekt. Reflexionen von Gebäuden, Autos und einem Laternenpfahl verfälschen die Charakteristik zusätzlich. Hier ist der Experte gefragt, der anhand des Diagramms die

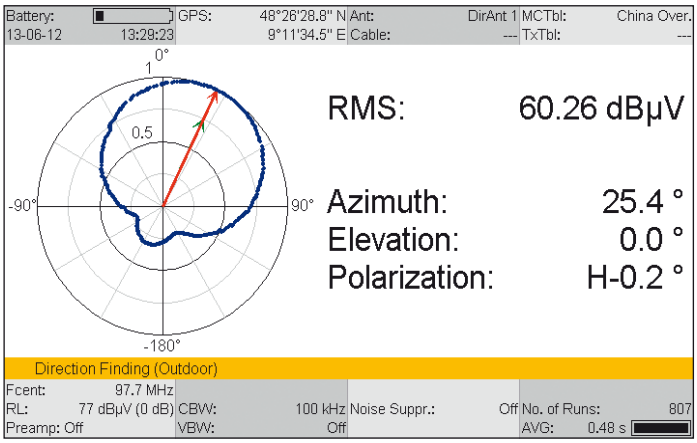

Bild 2 – Peilung 1: Idealfall eines Horizontal Scan. Das Polardiagramm zeigt die Richtcharakteristik der Peilantenne, weil das Feld ungestört ist (vgl. Bild 9). Die Interpretation ist einfach, die Richtung der Signalquelle lässt sich problemlos finden.

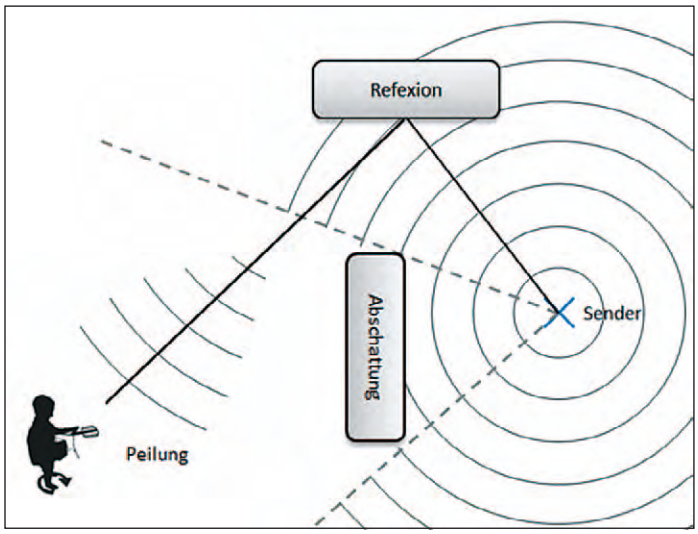

Bild 4: Abschattung und Reflexion beim Peilen.

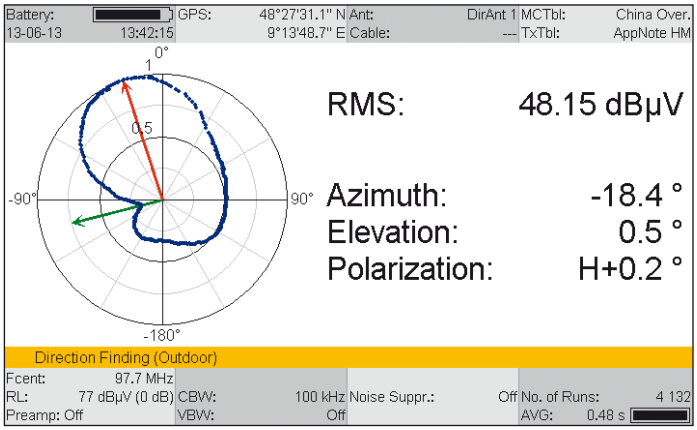

Bild 5 – Peilung 2: Einfluss von Reflexionen. Der rote Pfeil zeigt die berechnete Richtung. Der grüne Pfeil zeigt die Richtung, in die die Antenne momentan gehalten wird. Aus dieser Richtung führen die Reflexionen fast zur Auslöschung des Signals

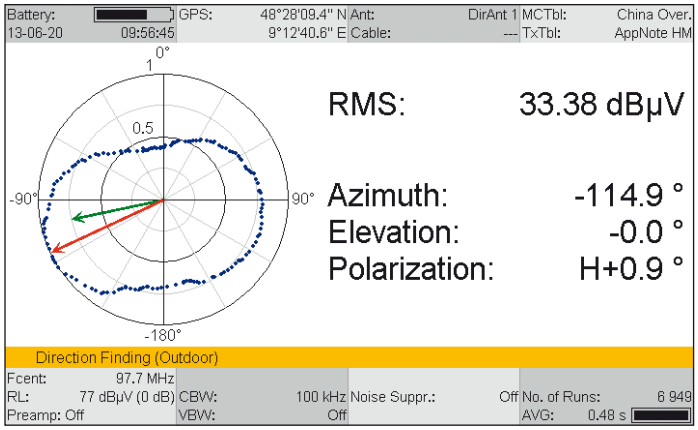

Bild 6 – Peilung 3: Horizontal Scan am ungünstigen Standort hinter einem Berg. Durch Abschattung und Reflexionen wird die Richtung falsch ermittelt. Der Fachmann kann an der Form der gemessenen Charakteristik die Fehlmessung erkennen.

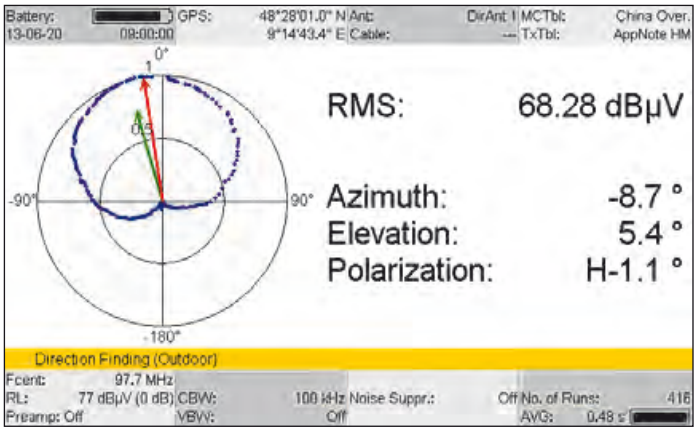

Bild 7 – Peilung 4: Ideale Bedingungen wie bei Peilung 1 (Bild 2).

Fehlpeilung erkennt. Der Scan wurde verworfen.

Als weiterer Messort wurde eine freie Fläche hinter einem Berg gewählt. Bei Peilung 3 liegt der Berg direkt zwischen dem Messort und dem Sender. Dadurch ist der Sender vom Berg stark abgeschattet. Im Diagramm (Bild 6) ist die Abschattung gut zu erkennen. Durch Reflexionen wird der größte Signalpegel in der falschen Richtung gemessen.

Eine letzte Peilung 4 (Bild 7) ist unter weitgehend idealen Bedingungen auf freier Fläche und mit freier Sicht auf den FM-Sender vorgenommen worden.

Alle Horizontal Scans werden im Gerät gespeichert und auf der Karte dargestellt. Spätestens hier wären die Fehlpeilungen zu erkennen. Durch die grafische Darstellung als Polardiagramm ist die Erkennung jedoch sofort möglich. Zur Auswertung werden nur die Peilungen 1 und 4 herangezogen.

Für die Peilung mit dem IDA-3106 stehen vier Richtantennen für unterschiedliche Frequenzbereiche zur Verfügung. Im vorliegenden Beispiel wurde die Richtantenne 1, eine Rahmenantenne, verwendet, die den Bereich von 20 MHz bis 250 MHz abdeckt.

■ *Narda Safety Test Solutions GmbH www.narda-sts.de*

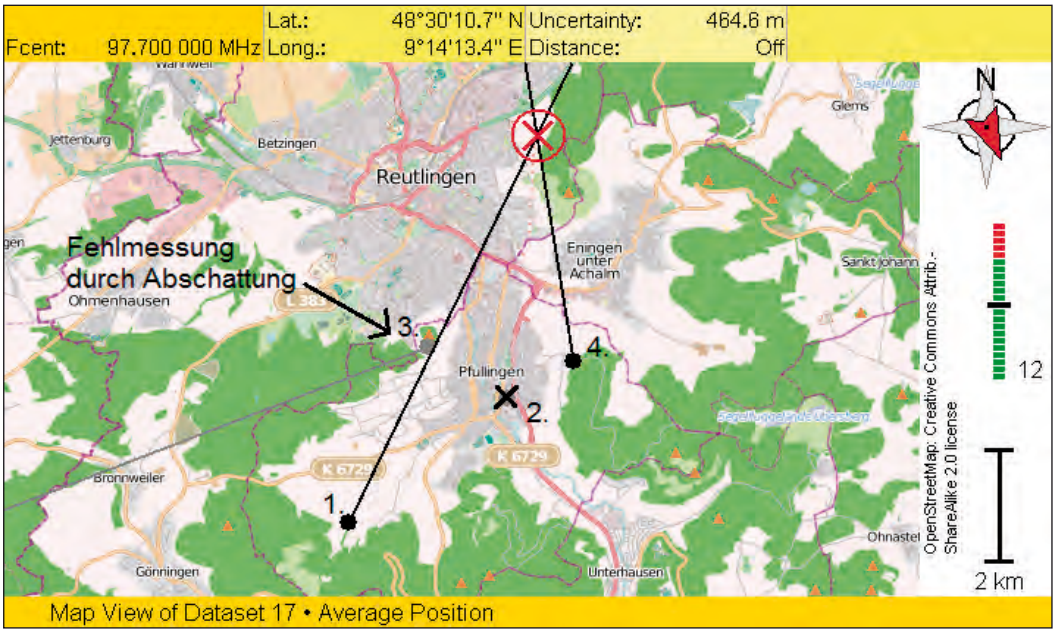

Bild 8: Das Gerät stellt das Peilergebnis der gespeicherten Horizontal Scans auf der Karte direkt vor Ort dar. Fehlpeilung 2 wurde verworfen; die Fehlpeilung 3 durch die Abschattung vom Berg zeigt in die falsche Richtung. Die erfolgreichen Peilungen 1 und 4 reichen aus, um den Sender zu lokalisieren.

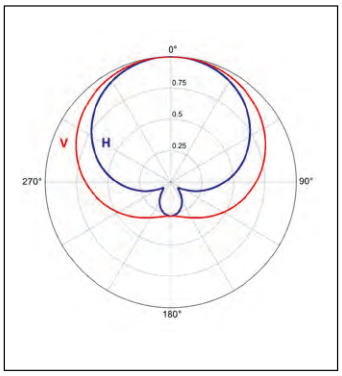

Bild 9: Die typischen Richtcharakteristiken der Richtantenne 1 bei 150 MHz für vertikale (V) und horizontale Polarisation (H).