

## Gibt es einen FAI-Scatterer über Budapest?

von Dipl. Phys. Volker Grassmann, DF5AI, Hannoversche Str. 103, D-3400 Göttingen-Weende

Im Zusammenhang mit den in Europa gemachten FAI-Beobachtungen wird bisweilen vermutet, daß sich über bestimmten Regionen Feldlinienorientierte Irregularitäten (FAI) bevorzugt ausbilden, siehe z.B. [1] bis [3]. Hierbei werden die Großfelder JH (Budapest), DG (Genf) und CK/CL (Brüssel) am häufigsten benannt. Zweifellos ist die Ionosphäre einem jahres- und tageszeitlichem Gang unterworfen, so daß bestimmte Abhängigkeiten nicht verwunderlich wären. Die gemachten Vermutungen sind aber in ihrer Aussage viel weitergehend: bestimmte, lokalisierbare Bereiche in der Ionosphäre sollen demnach eine besondere FAI-Aktivität hervorbringen, sozusagen zu "heißen Punkten" werden. Um die in der Überschrift aufgeworfene Frage sogleich zu beantworten: ja, selbstverständlich gab es über den genannten Großfeldern Irregularitäten in der Elektronendichte-Verteilung - der "FAIreport 1986" ([3]) belegt eindeutig, daß eine Vielzahl von Funkverbindungen nur über wenige ausgezeichnete "Scatterer" getätigt wurden. Haben die Funkamateure also ein bemerkenswertes geophysikalisches Phänomen entdeckt? An der Richtigkeit der Beobachtungen kann nicht gezweifelt werden. Es ist auch nicht anzunehmen, daß die Resultate zufällig zustande gekommen sind, immerhin wurden die Beobachtungen eines größeren Zeitraums zusammengefaßt.

Zum Zustandekommen einer FAI-Funkverbindung sind bestimmte Voraussetzungen notwendig, siehe z.B. [4]. Es müssen geeignete geophysikalische Bedingungen in der Ionosphäre herrschen und es ist eine geeignete Streugeometrie zwischen Sender, Empfänger und rückstreuendem Volumen einzuhalten. Dazu gehört insbesondere, daß die Sende- und Empfangsantennen ein gemeinsames Volumen in der Ionosphäre beleuchten. Für die vorliegenden Beobachtungen waren diese Voraussetzungen selbstverständlich erfüllt, sonst wären die FAI-QSOs nicht zustande gekommen. Aus den jeweiligen Antennen-

richtungen der beteiligten Stationen läßt sich nun auf die Position des Streuvolumens rückschließen. Wir haben dabei allerdings zu beachten, daß die vergleichsweise großen Öffnungswinkel unserer Antennen nur ein begrenztes Auflösungsvermögen ermöglichen. Nehmen wir z.B. einen Öffnungswinkel von 30 Grad an. In ca. 700km Entfernung hat sich der Sendefächer dann bereits auf 375 km Breite geweitet (senkrecht zur Antennenachse gemessen). Für die Lösung unserer Peilaufgabe haben wir daher einen nicht zu unterschätzenden Fehler einzuräumen. Betrachten wir dazu die Abbildung 1 im FAI-report ([3], Seite 155). Dort sind die Konturlinien für die Funkverbindung vom ZH-Großfeld nach II eingetragen. Beide Stationen liegen dabei auf den 3° -Konturen. Verschieben wir in Gedanken die Schar der Konturlinien um ca. 1.5cm nach rechts, so kommen die beiden Standorte mit der 0° -Kontour zur Deckung. Der Scatter-Punkt würde sich gleichzeitig vom BL-Feld zum DL-Feld bewegen. Die Funkverbindung hätte auch so zustande kommen können! Es wäre sogar denkbar, daß das gesamte Gebiet von BL nach DL zur Rückstreuung beigetragen hat. Leider können wir das mit unseren Antennen nicht sicher auflösen. Für eine FAI-Funkverbindung gibt es daher stets mehrere Scatter-Punkte über die das QSO abgewickelt werden kann, ja es wäre sogar zutreffender, von einer Scatter-Linie zu sprechen.

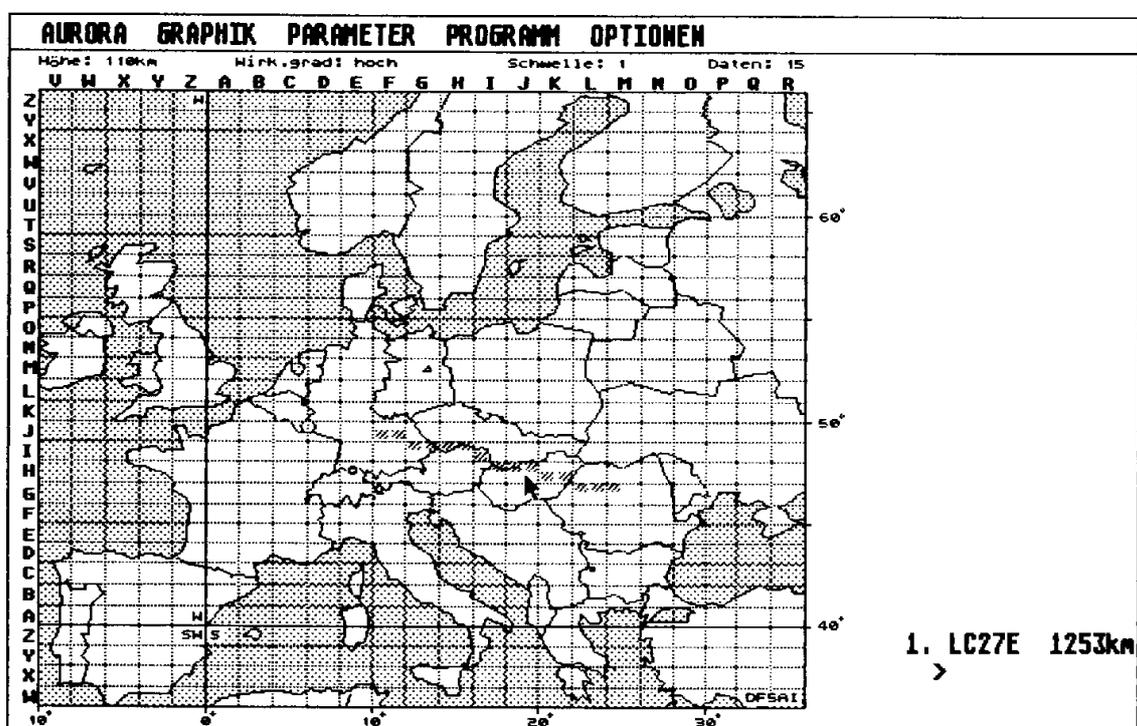


Abb. Rückstreckurve für FAI-Funkverbindungen zwischen den Großfeldern EH und LC. Der mittlere Bereich der Streukurve (Pfeil) erscheint im Vergleich zu den Randbereichen (FJ- und MG-Feld) günstigere Voraussetzungen zu bieten. Die Entfernung zur Streuregion (hier 110 km Höhe) beträgt für beide Stationen ca. 700 km. FAI-Verbindungen über die Randbereiche sind weniger wahrscheinlich, denn für jeweils eine der beteiligten Stationen vergrößert sich die Entfernung zum Streuort auf ca. 1100-1200 km.

Wir Funkamateure besitzen ein relativ dichtes Netz an Beobachtungsstationen, dessen Wert nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Dennoch ist die geographische Verteilung der Amateurfunkstationen nicht gleichmäßig. In meinen früheren SWL-Zeiten habe ich z.B. alle 2m-Beobachtungen auf einer großflächigen QTH-Kenner-Karte eingetragen. Im Laufe der Jahre traten die Ballungszentren in DL, F und G deutlich hervor, sogar bestimmte Gebirgszüge konnten ausgemacht werden. Die vorliegenden FAI-Beobachtungen sind ebenfalls auf eine solche Weise gewichtet. Ein Schwerpunkt der europäischen FAI-Beobachtungen liegt z.B. in HB9 und Süd-DL. Hier wurden besonders intensive Versuche mit QSO-Partnern in LZ unternommen (das dortige Ballungszentrum liegt um Sofia im LC-Feld). Das bereits in [4] vorgestellte Computer-Programm kann die möglichen Rückstreu-Regionen für den Ausbreitungsweg zwischen dem EH- und LC-Großfeld deutlich machen, siehe Abbildung. Es ist zu

erkennen, daß die möglichen Rückstreu-Gebiete für FAI-QSOs von FJ bis zum MG-Feld reichen können. Etwa in der Mitte der Scatter-Linie liegt das JH-Großfeld. Nun erahnt man schon, weshalb dies Großfeld bevorrechtigt sein könnte. Denkt man sich den Scatterer zunächst über FJ, so ergeben sich für den QSO-Partner in Sofia relativ ungünstige Bedingungen. Der Ausbreitungsweg von Sofia zum rückstreuenden Volumen ist maximal, im EH-Feld müßte die Antenne zugleich auf ca. 20° Elevation gestellt werden. Umgekehrt bei einer Rückstreuung über MG. Nun muß die Station in HB9 bzw. Süd-DL einen sehr langen Weg (ca. 1100 km) zum Streuvolumen bewältigen. Einigt man sich nicht auf die Randbereiche der ScatterLinie sondern auf deren Mitte, so ergeben sich gleichmäßige Bedingungen für beide QSO-Partner. Die Entfernung zum Rückstrevolumen reduziert sich auf ca. 750km bei einer bequemen Elevation von ca. 5°. Diese Region liegt gerade über dem JH-Großfeld! Ähnliche Überlegungen kann man sogleich im Zusammenhang mit FAI-Verbindungen zwischen ZH und II anstellen.

Es muß also vermutet werden, daß bestimmte ausgezeichnete ScatterPunkte nicht durch besondere physikalische Bedingungen hervorgebracht werden, sondern günstige Mittelwerte im Zusammenhang mit der geographischen Verteilung der beteiligten Stationen darstellen. Günstige Scatterer gelten stets nur für bestimmte Ausbreitungsstrecken, allgemein gültige "heiße Punkte" sollten nicht erwartet werden. Jeder an FAI interessierte Funkamateurliebt kann zu einem bestimmten Test-Partner eine idealste Rückstreu-Zone auffinden, die nicht mit den veröffentlichten Scatterern übereinstimmen muß.

Dennoch verbleibt den Funkamateuren eine wissenschaftliche Aufgabe. Es wäre sehr wünschenswert, die Breitenabhängigkeit des FAI-Phänomens aufzuhellen. Um im Beispiel der obigen Abbildung zu bleiben: die Amateure in Süd-DL und HB9 sollten bei den Versuchen nach LZ nicht nur den Mittelpunkt der Strecke aufsuchen, sondern auch gezielte Tests über die Randbereiche vornehmen. In längeren Testreihen könnte die gesamte Scatter-Linie abgetastet werden, um auf diese Weise eine Häufigkeitsverteilung der FAI Ereignisse entlang der Scatter-Linie zu erhalten. Die Abstandsabhängigkeit könnte nachträglich korrigiert werden, so daß eine Breitenabhängigkeit im Bereich von 50° bis 45° nördlicher Breite vielleicht sichtbar werden könnte. Mit ähnlichen Versuchen in anderen europäischen Bereichen ließe sich vielleicht ein vollständigeres Bild ermitteln, welches für die Ionosphärenphysik von großem Interesse wäre.

#### Literaturhinweise:

- [1] FAI-Informationen, DUBUS 4/1986, S. 358-360
- [2] FAI-Information, DUBUS 1/1987, S. 64-66
- [3] FAI-reports 1986, DUBUS 2/1987, S. 151-158
- [4] Rückstreuungen ultrakurzer Wellen an Feldlinien-orientierten Irregularitäten, DUBUS 3/1987, S. 182-189