

U. Schmucker

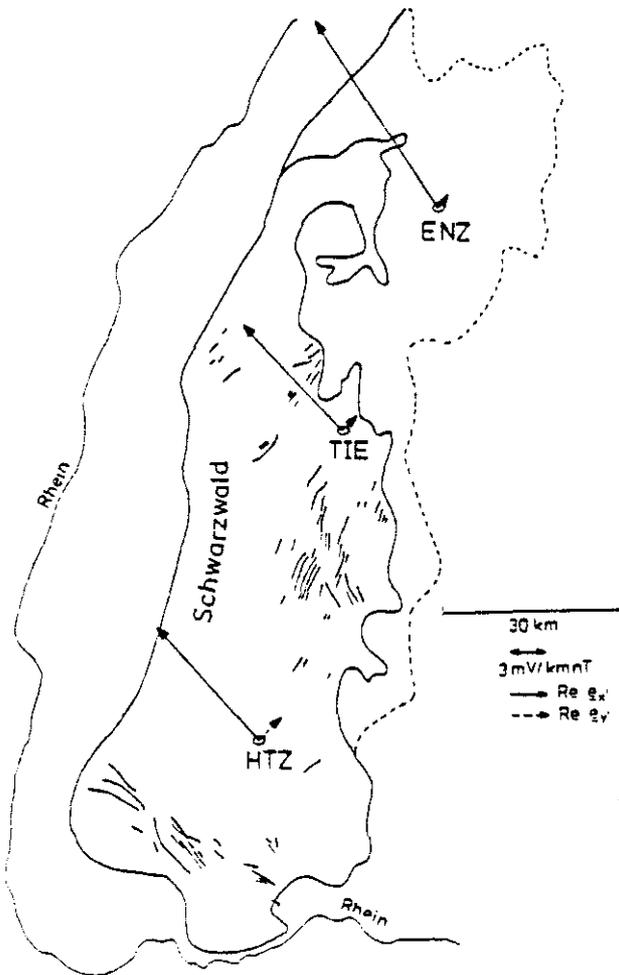
Tellurische Vektoren im Schwarzwald

Über erste magnetotellurische Sondierungen im Schwarzwald durch das Göttinger Institut ist von Richards et al. 1981 berichtet worden. Damals sah es so aus, als ob das tellurische Feld ganz durch örtliche Gegebenheiten bestimmt wäre - wie man es für ein hochohmiges Kristallin erwartet. Eine Neubearbeitung der Daten hat ergeben, daß sich das tellurische Feld an allen Schwarzwaldstationen überraschend einheitlich darstellt.

Abb.1 zeigt die tellurischen Vektoren für eine Periode von 100 Sekunden, und zwar für die Realteile der jeweiligen Impedanzen:

$$\underline{e}_x = z_{xx} \hat{x} + z_{yx} \hat{y} \quad , \quad \underline{e}_y = z_{xy} \hat{x} + z_{yy} \hat{y} ;$$

\hat{x} und \hat{y} sind Einheitsvektoren in gedrehten (x,y) Koordinaten mit der x-Achse in 43° Nord über Ost. Die tellurischen Vektoren



geben die Richtung und Stärke des tellurischen Feldes an, hier für den phasengleichen Anteil, wenn das Magnetfeld in x und y-Richtung linear polarisiert ist. Der Drehwinkel ist wie üblich so gewählt worden, daß die tellurischen Vektoren möglichst senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes stehen.

Man entnimmt der Abb.1 unmittelbar eine große, aber einheitliche Richtungsabhängigkeit. Durchfließen die weiträumig induzierten Ströme den Schwarzwald in nordwestlicher Richtung, ist das

Abb.1

zugehörige tellurische Feld fünf- bis zehnfach stärker als wenn die Ströme senkrecht dazu in nordöstlicher Richtung fließen. Die Stromrichtung erweist sich für die genannte Polarisation als stabil und periodenunabhängig, scheint also keineswegs irgendwelche örtlichen Strukturen widerszuspiegeln. Zumindest gilt dies für die gezeigten Stationen Enzklösterle im Nord-schwarzwald, Tiefenbach im mittleren Schwarzwald und Hinterzarten im südlichen Hochschwarzwald. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang mit den gleichfalls gezeigten Strukturlinien im Kristallin. Offensichtlich wird aber diese einheitliche Richtungsabhängigkeit des tellurischen Feldes weder durch Form des Schwarzwaldkristallins im Ganzen noch durch den Verlauf des Rheingrabens bestimmt.

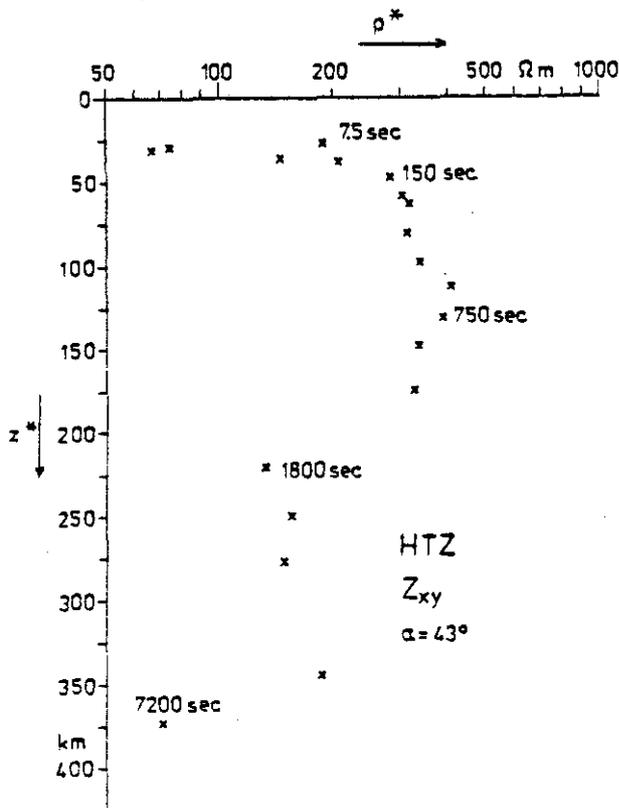


Abb. 2

Abb. 2 zeigt für Hinterzarten eine Transformation des Z_{xy} -Tensorelements in ein $\rho^*_{xy}(z^*)$ -Diagramm. Die Darstellung betrifft also den kurzen tellurischen Vektor \underline{e}_y . Da sich für die längeren Perioden akzeptable Eindringtiefen ergeben, kann die gewählte Polarisationsrichtung als diejenige der E-Polarisation angesehen werden. Es würde bedeuten, daß die extrem hohe Anisotropie der Impedanz durch einen extrem hochohmigen Streifen bewirkt wird, der von Südwest nach Nordost den Schwarzwald durchzieht.

Bei einer solch starken Richtungsabhängigkeit des tellurischen Feldes stellt sich die Frage, wie man den Elementen des Impedanztensors Informationen über die Phase des Normalanteils der Impedanz entnehmen kann. Mit diesem Normalanteil ist eine skalare Impedanz gemeint, die dem von allen lateralen Inhomogeni-

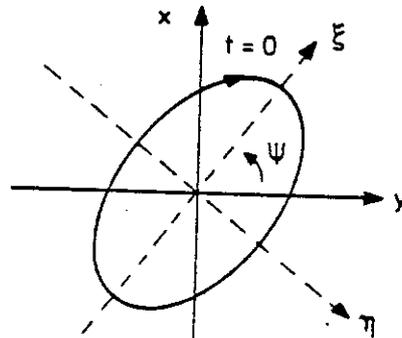
täten befreiten Untergrund zugehört. Da lokale Anomalien bei genügend langen Perioden die Phase der weiträumig induzierten Ströme kaum verändert, ist also irgendwie die Phase des Normalanteils in denjenigen der vier Tensorelemente enthalten. Kennt man die Phase als Funktion der Periode, so ist sie einer scheinbaren Widerstandskurve völlig gleichwertig, wenn man von einer Skalierung des Widerstandes absieht.

Eine repräsentative Phase läßt sich auf verschiedenen Wegen gewinnen: (1) aus den Phasen der Tensorelemente Z_{xy} , Z_{yx} oder $Z_{xy} - Z_{yx}$; (2) aus dem Längenverhältnis der tellurischen Vektoren für den phasengleichen und phasenverschobenen Anteil, so daß auch die Phasen von Z_{xx} und Z_{yy} einbezogen werden. Hier wird ein drittes Verfahren vorgeschlagen, das auf der Konstruktion der tellurischen Ellipsen für die beiden Polarisationsrichtungen beruht. Es wird am Beispiel der Polarisation des Magnetfeldes in x-Richtung beschrieben:

Die zugehörigen Tensorelemente Z_{xx} und Z_{yx} lassen sich deuten als linear-polarisierte tellurische Variationen in x und y-Richtung:

$$E_x = a_x \cos(\omega t + \delta_x) , \quad E_y = a_y \cos(\omega t + \delta_y) .$$

Ihre Überlagerung ergibt eine elliptisch polarisierte Schwingung



Real- und Imaginärteile von Z_{xx} und Z_{yx} werden so übertragen in die vier Bestimmungsstücke der tellurischen Ellipse: die beiden Hauptachsen a_ξ und a_η , den Richtungswinkel ψ der Hauptachse und den Zeitpunkt $t=0$ beim Durchlauf des tellurischen Vektors auf der Ellipse. Die Hauptachsenrichtung ergibt sich aus

$$\text{tg } 2\psi = \text{tg } 2\alpha \cdot \cos(\delta_y - \delta_x) \text{ mit } \text{tg } \alpha = a_x/a_y \text{ und}$$

mit $-45^\circ < \psi \leq 45^\circ$.

Man transformiert nun E_x und E_y auf die Hauptachsen-Koordinaten und erhält wiederum zwei linear-polarisierte Schwingungen

$$E_\xi = \cos\psi E_x + \sin\psi E_y, \quad E_\eta = \cos\psi E_y - \sin\psi E_x,$$

deren Phasendifferenz aber nun 90 Grad beträgt:

$$E_\xi = a_\xi \cos(\omega t + \delta), \quad E_\eta = a_\eta \sin(\omega t \pm \delta)$$

Die tellurische Ellipse für die Polarisation des Magnetfeldes in y-Richtung ergibt einen zweiten Phasenwinkel für die Schwingungen in Hauptachsenrichtung. Damit ist die Phaseninformation der vier Tensorelemente in zwei Phasen $\pm 90^\circ$ übertragen, was möglicherweise die Suche nach der Phase des Normalanteils erleichtert.

Literatur

Richards, M.L., U. Schmucker, E. Steveling und J. Watermann:

Erdmagnetische und magnetotellurische Sondierungen im Gebiet des mitteleuropäischen Riftsystems. Forschungsbericht T 81 - III. Institut für Geophysik Göttingen, 1981