

cand. phys. U. HUNSCHE, Braunschweig

"Bestimmung von Übertragungsfunktionen zwischen elektrischen und magnetischen Variationen"

Dienstag, den 4. 3. 1969

Die Arbeit befaßt sich mit der Auswertung magnetotellurischer Messungen. Das Ziel war, den Übertragungstensor (Impedanztensor) $A(\omega)$ zu bestimmen, der das Verhalten des Untergrundes beschreibt. Er wird durch die komplexe Gleichung definiert:

$$\begin{pmatrix} E_x(\omega) \\ -E_y(\omega) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{xx} & a_{xy} \\ a_{yx} & a_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_x(\omega) \\ H_y(\omega) \end{pmatrix} .$$

Die einzelnen Übertragungskoeffizienten haben folgende Form:

$$a_{xx} = a_{wxx} + ia_{uxx}$$

$$a_{xy} = a_{wxy} + ia_{uxy}$$

$$a_{yx} = a_{wyx} + ia_{uyx}$$

$$a_{yy} = a_{wyy} + ia_{uyy} \quad ; \quad a_{wxx}, a_{uxx} \text{ usw. reell.}$$

$E_x(\omega)$, $E_y(\omega)$, $H_x(\omega)$, $H_y(\omega)$ sind die Fouriertransformierten der betrachteten Zeitreihen. $A(\omega)$ ist nur eindeutig bestimmbar bei ebenem anregendem Magnetfeld. Enthalten die Zeitreihen nur eine gemeinsame Frequenz - wie man es durch Filtern angenähert erreichen kann -, dann kann man in der Definitionsgleichung die Fouriertransformation durch ihre Zeitreihen ersetzen. Im CAGNIARDschen Fall gilt:

$$a_{xx} = a_{yy} = 0, \quad a_{xy} = a_{yx} = \frac{E_x}{H_y} = \frac{-E_y}{H_x} .$$

Nehme ich den Realteil der Definitionsgleichung, dann habe ich den physikalischen Gehalt und die beiden Ausgangsgleichungen meiner Rechnung:

$$WE_x(t) = a_{wxx} WH_x(t) + a_{uxx} UH_x(t) + a_{wxy} WH_y(t) + a_{uxy} UH_y(t) ,$$

$$-WE_y(t) = a_{wyx} WH_x(t) + a_{uyx} UH_x(t) + a_{wyy} WH_y(t) + a_{uyy} UH_y(t) .$$

W sei ein phasentreues Filter; U sei ein 90 Grad nacheilendes Filter.

Das Ausgangsmaterial wurde äquidistant in etwa 4 sec Abstand digitalisiert und dann mit den bei NAGEL beschriebenen Filtern gefiltert. Dabei ist:

$$W = W_1(n) \cdot W_1(n)$$

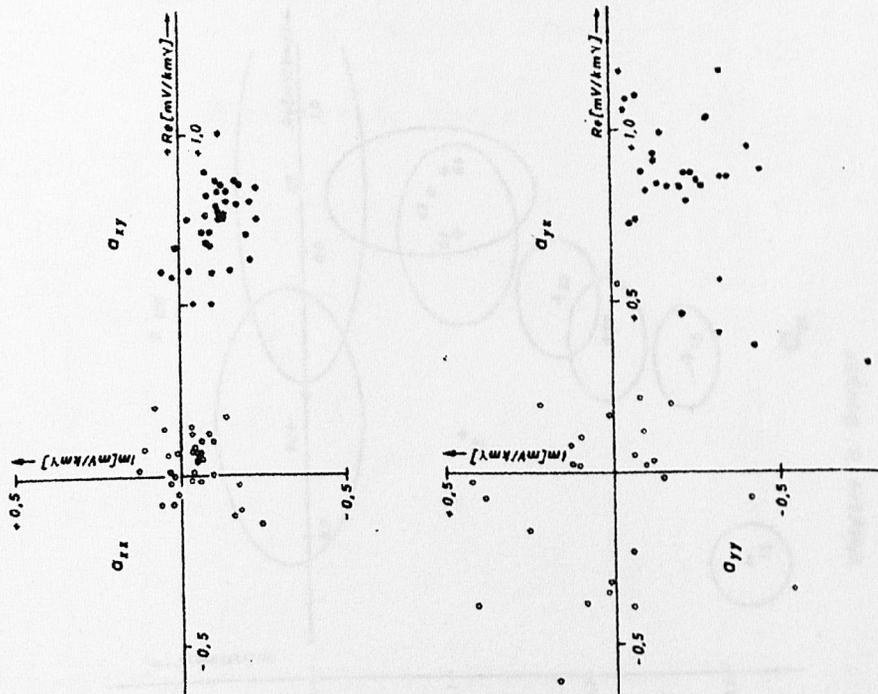
$$U = U_1(n) \cdot U_1(n)$$

Es wurden jeweils etwa 10 verschiedene Frequenzen herausgefiltert.

Im zweiten Teil der Rechnung wurden über Abschnitte von je 72 Meßpunkten der gefilterten Zeitreihen mit Hilfe des Verfahrens der kleinsten Fehlerquadrate die acht reellen Koeffizienten bestimmt. Für jede Frequenz standen 10-50 solcher Abschnitte zur Verfügung. Es ergaben sich daher ebensoviele Koeffizientensätze aus je vier komplexen Zahlen. Trägt man für eine Frequenz bzw. Periode die Lage aller dieser komplexen Koeffizienten in die komplexe Ebene ein, so ergibt sich beispielsweise Bild 1.

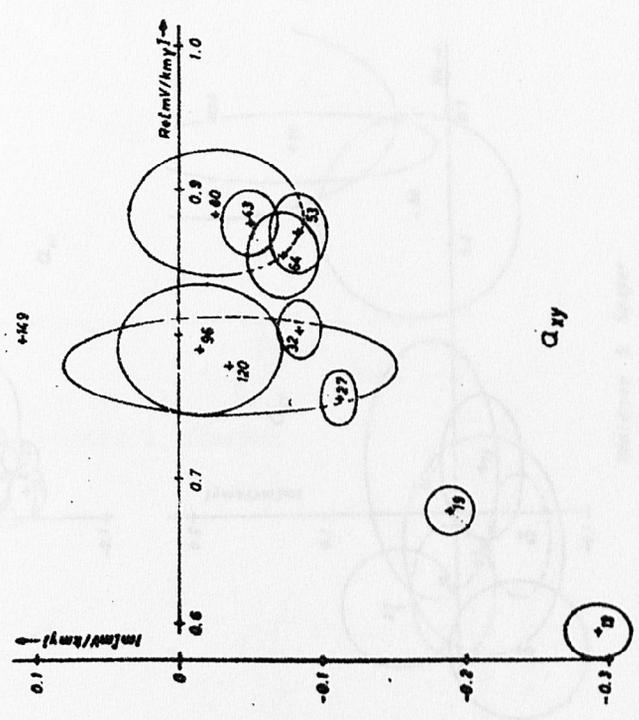
Die entstehenden Punktwolken habe ich für jede Frequenz gemittelt und die Streuellipsen der Mittelwerte berechnet. Trage ich das Ergebnis für alle Perioden wieder in die komplexe Ebene ein, so entstehen die Bilder 2, 3, 4. (Die Zahlen neben den Mittelwerten bezeichnen die Periode in sec). Da a_{xx} und a_{yy} relativ klein sind, habe ich mir erlaubt, mit der CAGNIARDschen Methode weiter auszuwerten. Aus den Bildern 2, 3 habe ich Kurven für a_{xy} , a_{yx} und die Phasen ϕ_{xx} , ϕ_{yy} mit ihren Streuungen, die relativ klein sind, gewonnen (z.B. Bild 5). Aus diesen wiederum ergeben sich die endgültigen ρ_s - und Phasenkurven, die mit den CAGNIARDschen Modellkurven verglichen werden können (Bilder 6, 7, 8, 9).

Die hier berechneten ρ_s -Kurven für Waldsee bei Speyer im Rheingraben zeigen einen übersteilen Anstieg (gestrichelte Linie entspricht 45 Grad Anstieg), der aber auf den Einfluß des Rheingrabens zurückzuführen ist. Modellrechnungen wurden nicht durchgeführt (s.a. bei LOSECKE). Trage ich ρ^* und z^* nach SCHMUCKER auf, so ergibt sich Bild 10. Das Ansteigen der Kurven am rechten Ende ist dadurch zu erklären, daß z^* bei kleinem Phasenwinkel sehr empfindlich auf Fehler in ϕ reagiert.



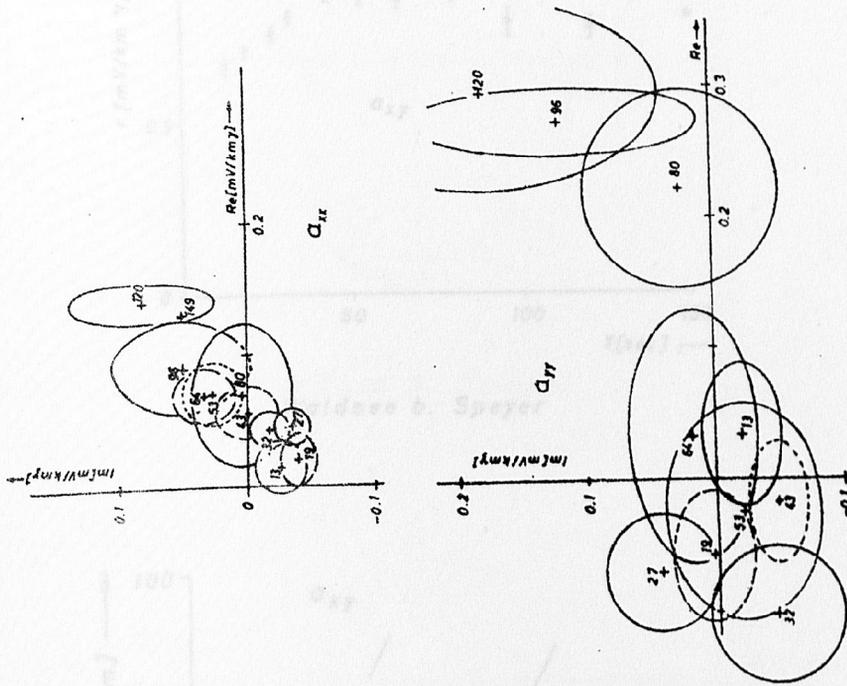
Waldece b. Speyer T = 27 sec

Abb. 1



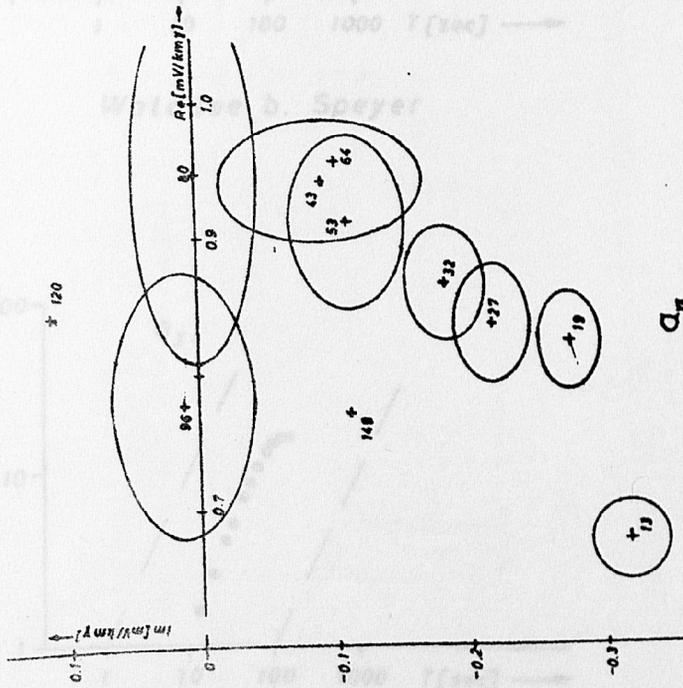
Waldece b. Speyer

Abb. 2



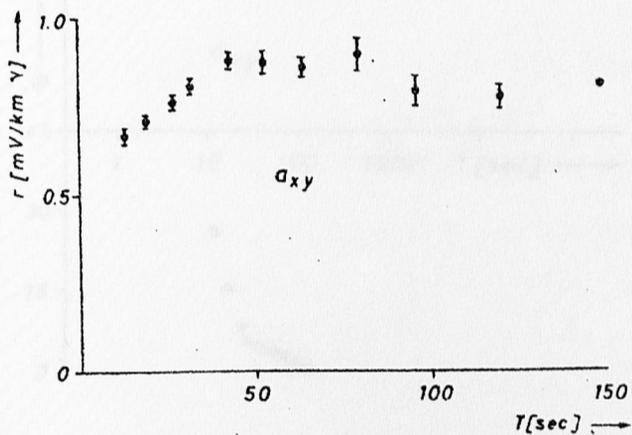
Waldsee b. Speyer

Abb. 4



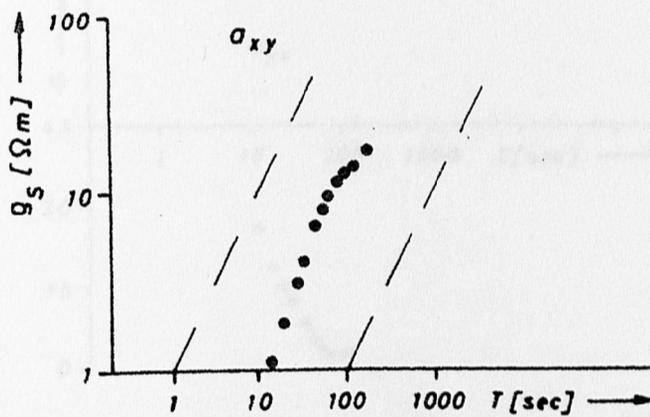
Waldsee b. Speyer

Abb. 3



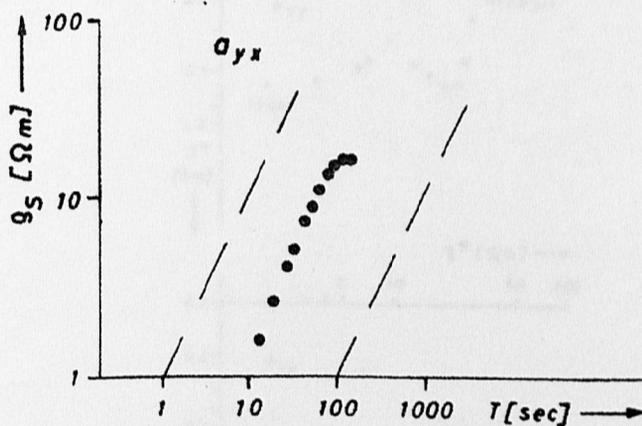
Waldsee b. Speyer

Abb. 5



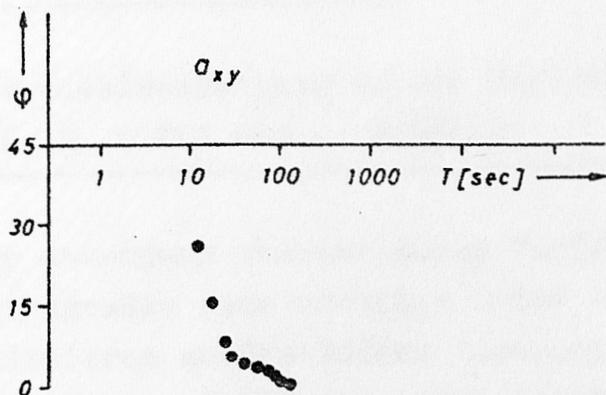
Waldsee b. Speyer

Abb. 6



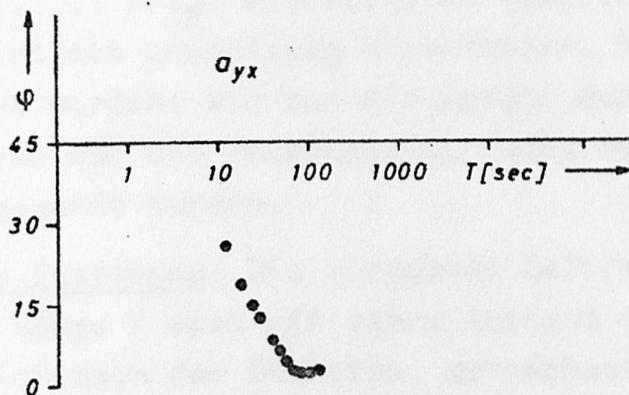
Waldsee b. Speyer

Abb. 7



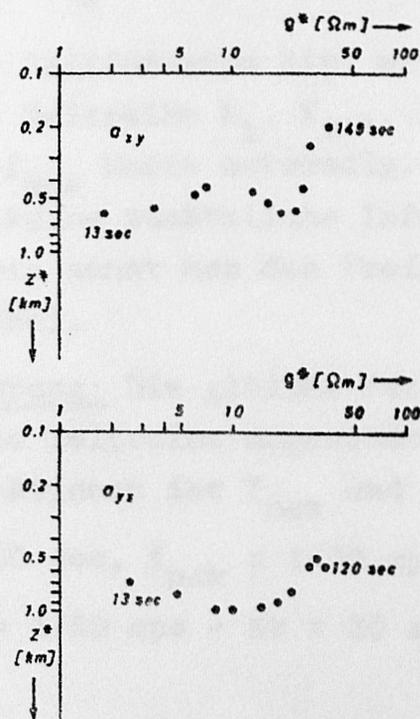
Waldsee b. Speyer

Abb. 8



Waldsee b. Speyer

Abb. 9



Waldsee b. Speyer

Abb. 10