

A. BERKTOLD, München

"Bericht über Magnetotellurik-Messungen in Äthiopien, durchgeführt
von der Gruppe Geoelektrik des Instituts für angewandte Geophysik,
München"

Donnerstag, den 16.9.1971

Anfang des Jahres 1971 waren 4 Herren vom Institut für angewandte Geophysik 4 Monate lang in Äthiopien, um dort Magnetotellurik-Messungen durchzuführen. Diese Messungen sind Teil eines Programmes, das 3 Jahre dauern soll; dabei sollen mit verschiedenen Methoden der Geophysik und der Geologie Aussagen über die Struktur der Afarsenke und ihrer Umrandung erhalten werden. Vor dem Magnetotellurik-Einsatz wurde bereits Gravimetrie gemacht. Für Anfang des Jahres 1972 ist ein umfangreiches Seismik-Programm geplant.

Das Afargebiet ist geophysikalisch und geologisch deshalb besonders interessant, weil sich dort 3 aktive - teils ozeanische, teils kontinentale - Grabenstrukturen treffen, nämlich das Rote Meer, der Golf von Aden und die nördliche Fortsetzung des West- und Ostafrikanischen Grabens. U.a. interessiert, wie die Kruste unter dem Afargebiet beschaffen ist (ob überwiegend ozeanisch oder kontinental), wie tief sich die 3 Gräben in das Afargebiet fortsetzen und wie sie sich dort auflösen.

Die Afarsenke wird eingerahmt vom äthiopischen Plateau, dem Somaliplateau und dem Roten Meer. Die Afarsenke ist eine geneigte Ebene, die von etwa 1000 m über NN (am Übergang zum Escarpment) nach N und nach E auf Meereshöhe abnimmt. Ein Teil der nördlichen Afarsenke liegt unter dem Meeresspiegel, z.T. bis zu 250 m. In der Senke gibt es eine große Anzahl von heißen Quellen. Im nördlichen Afargebiet sind einige noch heute tätige Vulkane.

Für die Afarsenke sind zum einen ausgedehnte Sandflächen typisch (oft mehr als 10 km im Quadrat). Die Sande werden von Flüssen abgelagert, die vom Plateau in die Afar-Tiefebene fließen. Zum anderen sieht man in der Afarsenke eine große Anzahl von Vulkanen und Spaltenergüssen von meist basischer Zusammensetzung. Sie sind im Tertiär und Quartär entstanden. Das Übergangsgebiet von der Senke zum Plateau ist oft bis zu 30 km breit. Die Plateaus sind zum großen Teil mit tertiären Trappbasalten bedeckt. Zwischen den Trappbasalten und dem Grundgebirge liegen z.T. mesozoische Sandsteine und Kalke unbekannter Mächtigkeit. Die Plateaus sind im Mittel über 2000 m hoch.

Wir haben im Afargebiet 3 Profile vermessen (Fig. 1). Profil I verlief etwa in EW-Richtung. Die Stationen waren entlang der Straße Dessie-Kembolcha-Mille-Assab aufgebaut. Das Profil begann im äthiopischen Plateau, etwa 80 km westl. des ersten Abbruchs und endete etwa 30 km östl. von Sardo. Profil II und III hatten NS-Richtung. Profil II querte den südl. Teil der Afarsenke zwischen der Straße Kembolcha-Assab und dem Somali-Escarpment. Profil III verlief längs der Eisenbahn-Linie Djibouti-Dire Dawa von Adigalla nach Dire Dawa und längs der Straße von Dire Dawa nach Harrar.

Insgesamt wurden an 36 Orten die Variationen des elektrischen Feldes und an 2 Orten, den Basisstationen Kembolcha und Dire Dawa die Variationen des erdmagnetischen Feldes gemessen. Die Gesamtlänge der Profile war etwa 900 km. Die Profile wurden jeweils etwa so angelegt, daß sie auf dem Plateau - möglichst weit weg vom Escarpment - begannen und durch das Escarpment in die Afarsenke führten. Die Stationen mußten längs Strassen und Pisten aufgebaut werden, da das Gebiet abseits davon unwegsam und nicht ungefährlich war. Die Stationen längs Profil I und die nördlichen Stationen von Profil II wurden auf die Basisstation Kembolcha bezogen; die anderen Stationen wurden auf die Basisstation Dire Dawa bezogen. An einer Station im nördlichen Teil von Profil II wurde das elektrische Feld mit den magnetischen Variationen an beiden Basisstationen registriert, um die Profile aneinander anschließen zu können. Es wurden Variationen mit Perioden von ca. 10 bis 10 000 sec registriert.

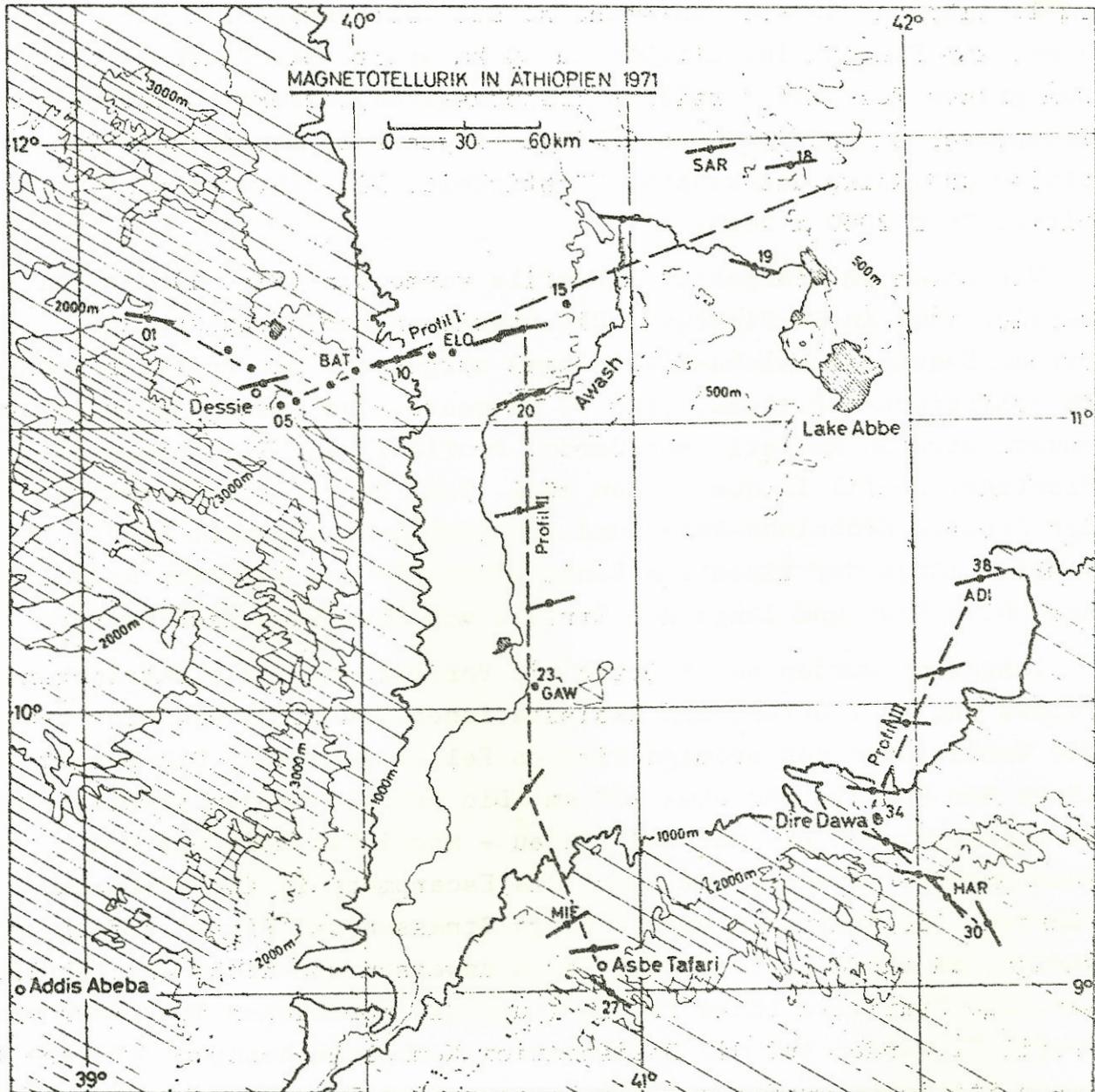


Fig. 1: In Fig. 1 sind die 3 Profile, die Meßorte und die Vorzugsrichtungen des elektrischen Feldes an einigen Stationen eingezeichnet.

Als Registriergeräte wurden 7 Film-Elektrographen, 3 Magnetband-Elektrographen und 2 Oerstedmeter zur Registrierung der erdmagnetischen Variationen an den Basisstationen benutzt. Die Elektronik in den Elektrographen, wie auch die Filme und die Magnetbänder wurden durch die Hitze nicht in Mitleidenschaft gezogen.

Die Übergangswiderstände Elektrode - Boden waren an der Erdoberfläche hoch ($> 500 \cdot 10^6$ Ohm). Aber schon in etwa 50 cm Tiefe, wo die Kontaktstelle Elektrode - Boden nach dem Eingraben der Elektroden war, ging der Übergangswiderstand auf etwa 5-10 k-Ohm zurück.

Einige Übersichtsauswertungen haben bisher folgendes ergeben:

1. Werden Vorzugsrichtungen und Amplitudenverhältnisse nur aus Nachteffekten bestimmt, so ergeben sich geringere Abweichungen vom Mittelwert als unter Einbeziehung der Tageeffekte. Ursache dafür dürfte die stärkere Inhomogenität der Anregung am Tage sein.
2. Bei den bisher ausgewerteten Nachteffekten mit Perioden von etwa 50 - 100 sec ist die Vorzugsrichtung an den meisten Stationen ähnlich, und zwar etwa EW gerichtet. Daran dürfte hauptsächlich die Polarisierung des induzierenden Feldes in NS-Richtung schuld sein. Bei den südlichen Stationen von Profil II und III erkennt man eine Drehung der Vorzugsrichtung nach NS. Die Vorzugsrichtungen sind als kurze Striche beim größten Teil der Stationen in Fig. 1 eingezeichnet.
3. In Fig. 2 wurden Registrierungen von einigen Stationen des Profils III eingezeichnet. Man erkennt, daß sich bei Nachteffekten die EW-Komponenten des elektrischen Feldes über große Entfernungen recht ähnlich sehen. Die Amplitude des E-Feldes ändert sich bei der EW-Komponente nur wenig, bei der zum Escarpment senkrechten NS-Komponente dagegen stark.
4. Nach den bisherigen Auswertungen ändert sich die Amplitude des elektrischen Feldes mit dem Ort weniger, als wir vermutet hatten. Während bei den Messungen im Rheingraben und im Molassetrog oft eine Änderung der Amplitude mit dem Ort von mehr als dem 100-fachen registriert wurde, kommen im Afargebiet keine Amplitudenänderungen von mehr als dem 10 - 15-fachen vor.

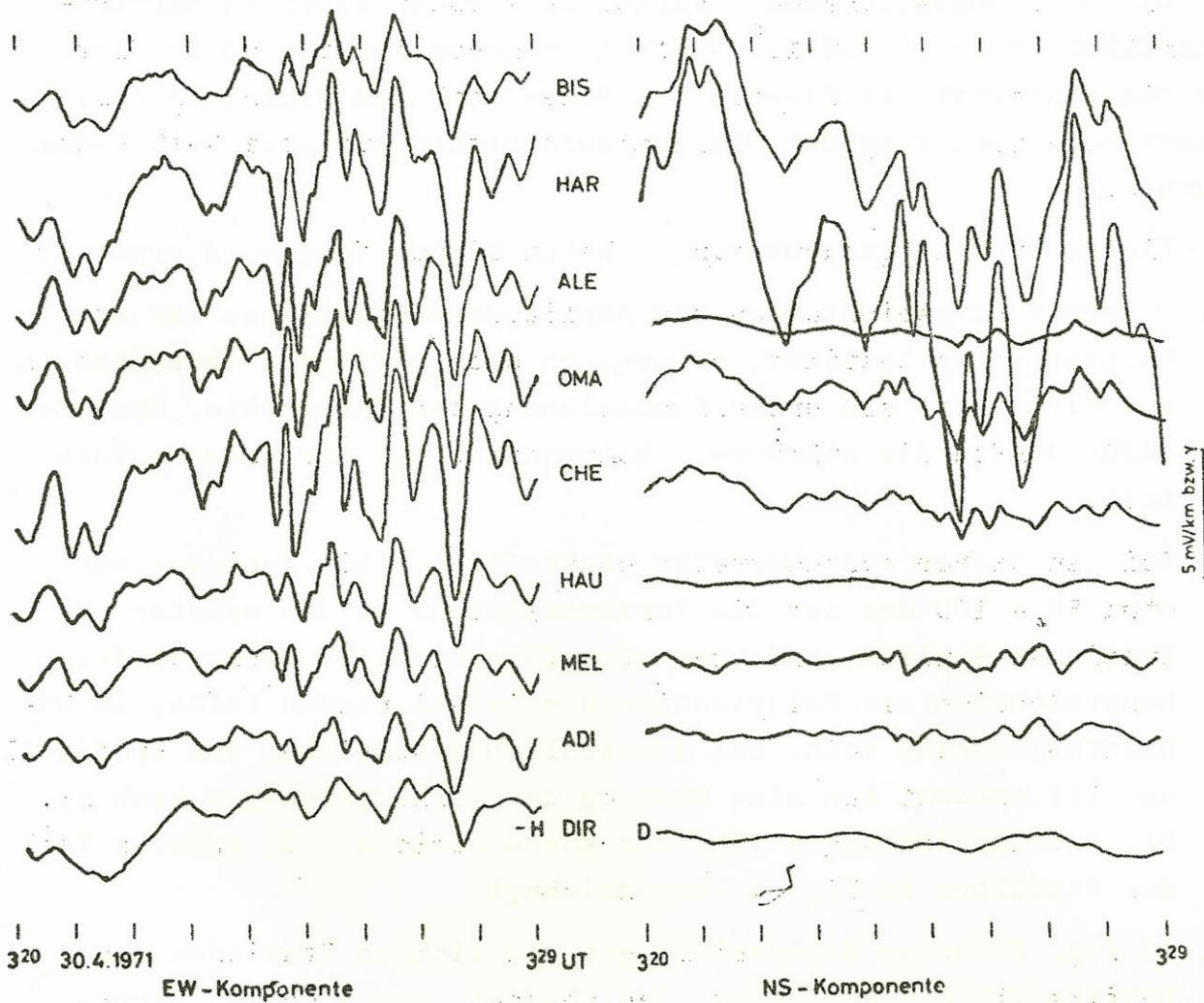


Fig. 2: Beispiele von Registrierungen an Stationen längs Profil III.

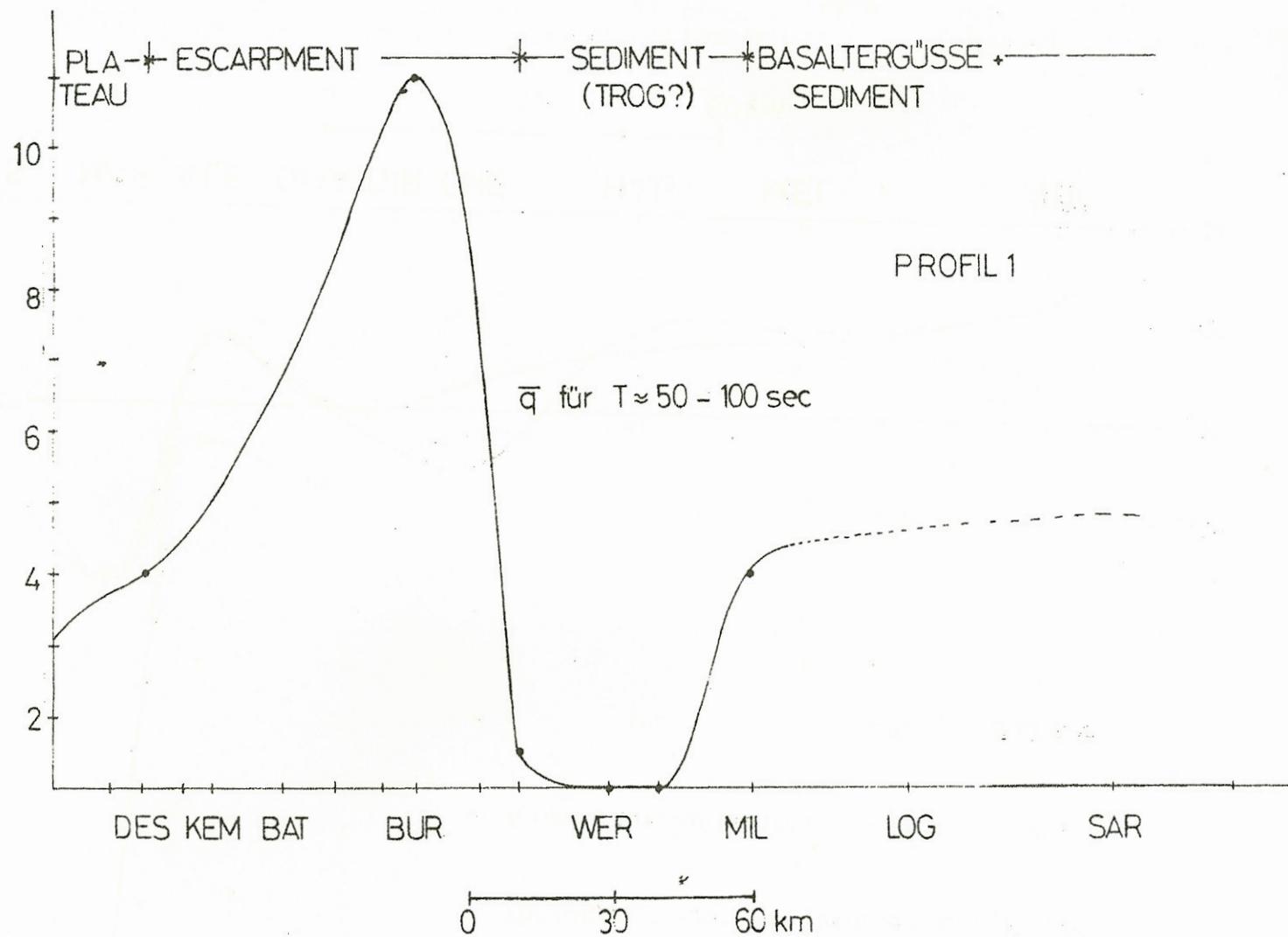


Fig. 3: Für Nachteffekte mit Perioden von etwa 50-100 sec ist die auf eine Basisstation normierte Gesamtamplitude des elektrischen Feldes für einige Stationen längs Profil I eingezeichnet.

ÄTHIOPIEN 1971 Profil III

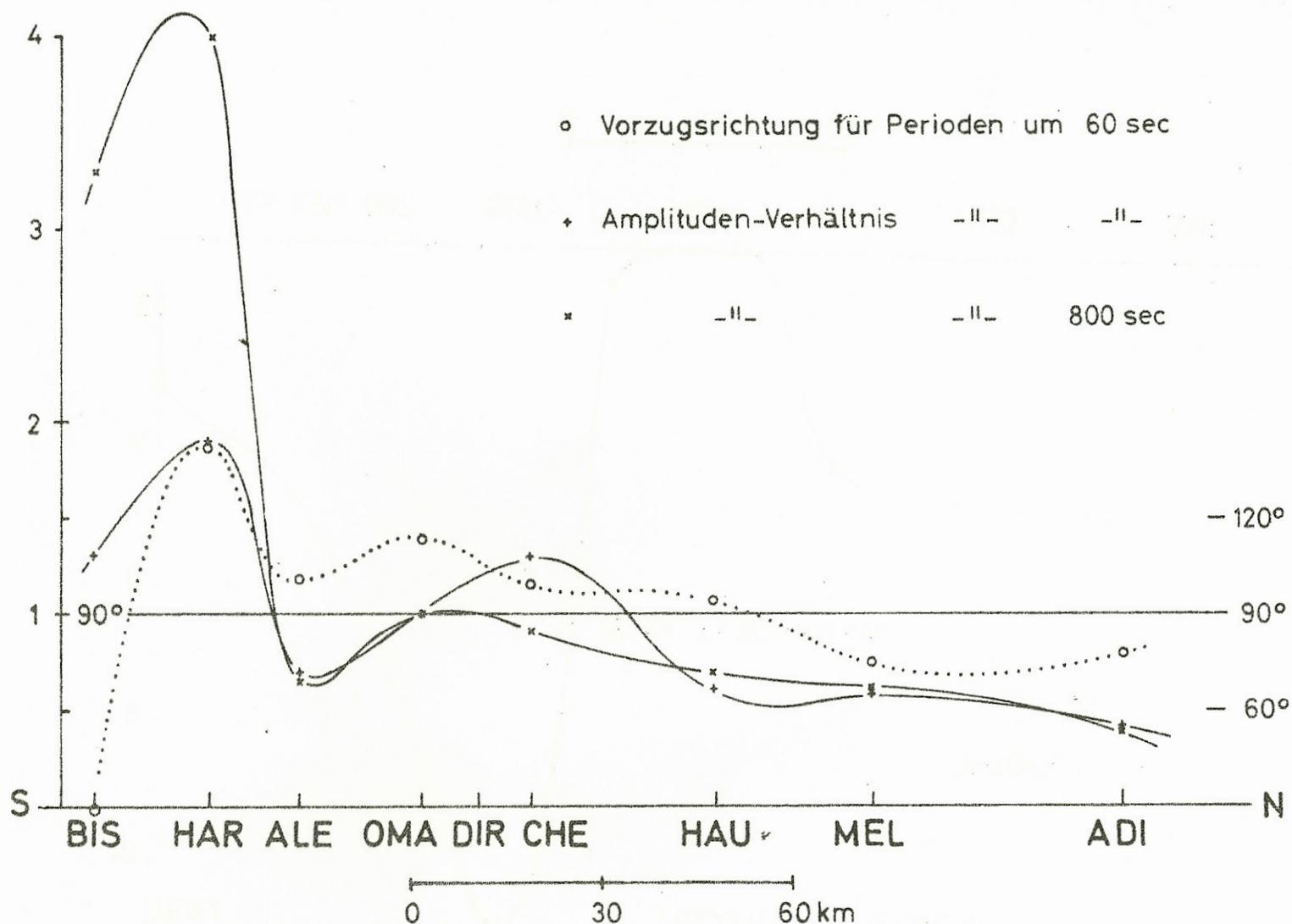


Fig. 4: Es wurde die auf eine Basisstation normierte Gesamtamplitude des elektrischen Feldes an Stationen längs Profil III eingezeichnet, ausgewertet aus Nachteffekten mit Perioden von etwa 60 sec bzw. etwa 800 sec.

In die Abbildungen 3 und 4 sind für Nachteffekte mit Perioden von etwa 50 - 100 sec die auf eine Basisstation normierten Gesamtamplituden für die Profile I und III eingezeichnet. Längs Profil I hat das E-Feld seinen größten Wert an der Station BUR im Escarpment und seinen kleinsten Wert an den Stationen WER und MES, die dem Escarpment vorgelagert in der Afarsenke liegen. Aus den geringen Amplituden des E-Feldes an den Stationen ELO, WER und MES kann man auf die Existenz eines, dem Escarpment vorgelagerten Sedimenttroges schließen. Zwischen dem Verlauf des E-Feldes längs des Profils und der Morphologie wie auch der Oberflächen-Geologie besteht keine Korrelation. Längs Profil III ist das elektrische Feld ebenfalls im Escarpment am größten und in der Senke am kleinsten. An einigen Stationen scheint eine Abhängigkeit des Amplitudenverhältnisses von der Periode vorhanden zu sein.