

Vortrag Dipl. Geophys. Voppel, Wingst

Magnetische Variationen auf ozeanischen Inseln

Donnerstag, den 10.10.1963

Seitdem die Existenz von Leitfähigkeitsanomalien bekannt geworden ist, wird oft das anomale Verhalten der Vertikalkomponenten bei magnetischen Störungen an einer einzelnen Station mit einer Leitfähigkeitsanomalie im Untergrund der Station erklärt. Wenn die Station auf einer Insel im Ozean liegt, sollte man mit solchen Deutungen sehr vorsichtig sein, da der Induktionseinfluß im Ozean für weitergehende Folgerungen sehr genau bekannt sein müßte.

Im folgenden soll eine Arbeit von W.D. P a r k i n s o n "Magnetic Variations over the Oceans", Geomagnetica, Lisboa 1962, kritisch besprochen werden. Einige eigene Ideen zu diesem Thema werden zur Diskussion gestellt.

Durch den sich ändernden Ionosphärenstrom bei magnetischen Störungen werden in der Erde Spannungen induziert, die im leitfähigen Ozean Stromsysteme zur Folge haben können. Es kann damit gerechnet werden, daß diese Ströme in großen Bereichen homogen sind. Über der Mitte eines homogenen Flächenstromes verschwindet die Vertikalkomponente seines Magnetfeldes. Befindet sich das ionosphärische Stromsystem in seiner ganzen Ausdehnung über dem Ozean, wird im Ozean spiegelbildlich ein ähnliches Stromsystem ausgebildet. Die Vertikalkomponenten der Magnetfelder beider Stromsysteme können sich in diesem Falle nahezu gegenseitig aufheben.

P a r k i n s o n (1) hat diese Theorie an den magnetischen Variationen der Normalregistrierung bis zur Dauer von Baystörungen von sieben ozeanischen Inselstationen nachgeprüft (Tab.1).

Tabelle 1

Station	Geographische Länge	Koord. Breite	Geomagnetische Breite
San Miguel	37°46'N	25°59'W	45,6° N
Honolulu	21°18'N	158° 6'W	21,1° N
Guam	13°27'N	144°45'E	3,9° N
Koror	7°16'N	134°32'E	3,3° S
Apia	13°48'S	171°48'W	16,0° S
Heard Island	53° 2'S	73°22'E	
Macquarie Island	54°30'S	158°57'E	61° S

Die Vertikalkomponenten der magnetischen Störungen sind aber nur an drei (San Miguel, Guam und Apia) von diesen sieben Stationen so klein, daß die Theorie dort als erfüllt gelten kann. Als Erklärung für die vorhandenen Vertikalkomponenten in Maquarie-Island und Heard-Island führt er die Nähe des gebündelten Polarlichtzonenstromes an. In Koror könnte die Tatsache durch die Nähe des äquatorialen Elektrojets zu erklären sein. Honolulu liegt aber in etwas höheren Breiten, so daß eine Erklärung durch irreguläre Ionosphärenströme nicht möglich erscheint. Parkinson nimmt daher an, daß eine Leitfähigkeitsanomalie im tiefen Untergrund der Hawaii-Inseln die großen Vertikalkomponenten verursachen kann.

Voraussetzung für die Folgerungen, die Parkinson zieht, ist, daß die Inseln im Ozean als Punkte zu betrachten sind. Diese Voraussetzung ist meiner Ansicht nach nicht ganz richtig. Das soll folgende Betrachtung zeigen.

Aus dem ^{gut} leitfähigen Ozean ragen z.T. isoliert Inseln hervor, deren Untergrund elektrisch schlechter leitet als Seewasser. Eine Insel kann also eine Leitfähigkeitsanomalie darstellen. Man kann sie als "negative" Leitfähigkeitsanomalie bezeichnen, weil ein verhältnismäßig schlecht leitender Körper in einen gut leitfähigen eingebettet ist. Physikalisch sind Inseln in diesem Zusammenhang nicht als Punkte sondern als ausgedehnte Gebilde anzusehen.

Betrachten wir die Verhältnisse in einem Modell. Setzen wir voraus, daß im Wasser ein homogener Flächenstrom fließe. Die

Insel denken wir uns als in das Wasser hineingestellten Zylinder, der nicht leitfähig sein soll. Der Strom wird den Zylinder umströmen. In unmittelbarer Nähe links und rechts vom Zylinder (in Stromrichtung gesehen) wird die Stromdichte etwas größer sein als die homogene Dichte in der weiteren Umgebung. (Fig. 1 S. 20) Die Vertikalkomponenten der Magnetfelder der Teilströme links und rechts vom Zylinder werden sich im Mittelpunkt der Oberfläche aufheben. An den Rändern der Zylinderoberfläche wird man dagegen starke positive (links) bzw. negative (rechts) Vertikalkomponenten zu erwarten haben. Die Größe der Vertikalkomponenten hängt davon ab, wie nahe der Meßpunkt am "Ufer" liegt. Ist der Abstand von Meßpunkt bis Grenze des Stromes klein gegen den Durchmesser des Zylinders, bekommt man eine hohe Z-Komponente.

Dieses Modell ist auf die Natur nur mit Einschränkungen zu übertragen. Es gibt weder senkrechte Steilufer noch glatte Küstenlinien. Insbesondere die Ausbildung der Küstenlinie wird auf die Vertikalkomponente von Bedeutung sein.

Welche Rolle spielt die Richtung des horizontalen Vektors? Aus dieser Richtung ist einerseits die Richtung des ionosphärischen Stromsystems zu entnehmen, andererseits auch bis zu einem gewissen Grade die des induzierten Systems, denn bei Antiparallelität beider Ströme ist das horizontale Magnetfeld gleichgerichtet. Über dem Zentrum der Insel wird das horizontale Feld des Induktionsstromes stark abgeschwächt sein, nach den Küsten zu wird es sich verstärken. In einem so charakterisierten Modell besteht ein enger Zusammenhang zwischen Z und der Richtung des horizontalen Vektors. Dieser Zusammenhang ist allerdings abhängig von der Lage des Meßpunktes auf der Insel. Für jeden Meßpunkt, an dem $Z \neq 0$ ist, gibt es eine horizontale Komponente, zu der der Z-Ausschlag bei magnetischen Störungen maximale Korrelation hat. ΔZ gehorcht dann im Durchschnitt einer Gleichung folgender Form:

$$\Delta Z = B \Delta H_x \cos(\alpha_0 - \alpha)$$

wobei ΔZ die Änderung der Vertikalkomponente,

ΔH_x die Änderung der horizontalen Komponente in der Azimutrichtung α ,

- * die Azimutrichtung des horizontalen Vektors der Störung,
- α , die Azimutrichtung der horizontalen Komponente, zu der Z maximale Korrelation aufweist,
- B ein konstanter ortsabhängiger Faktor ist.

In Fig. 2 (s.S.20) sind die Korrelationsrichtungen angeschrieben für verschiedene Lagen des Meßpunktes auf der Oberfläche der zylindrischen Insel. Z.B. entsteht am östlichsten Meßpunkt die stärkste Z-Komponente bei Nord-Süd-Strömen, und zwar ist D westlich und Z positiv bei Strömen nach Süden, D östlich und Z negativ bei Strömen nach Norden.

Parkinson hat in seiner Arbeit für die sieben Stationen die Korrelationsrichtungen ermittelt (Unterscheidung von 45 zu 45°). Auf die Problematik der Ermittlung von Korrelationsrichtungen soll hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur der Hinweis gegeben, daß es schwierig, wenn nicht sogar unmöglich ist, diese Richtung zu bestimmen, wenn eine horizontale Komponente wesentlich schwächer gestört ist als die andere (z.B. D gegen H an äquatorialen Stationen).

Nach der oben gegebenen Modellvorstellung läßt die Korrelationsrichtung Schlüsse auf die Lage des Insel-Observatoriums relativ zu den Küsten zu. In der Tabelle 2 sind die Korrelationsrichtungen für positiven Z-Ausschlag nach den Ergebnissen von Parkinson hingeschrieben (Spalte 2). Daraus folgt die Lage des Observatoriums auf der Insel (Spalte 3). Zusätzlich ist in Spalte 4 die tatsächliche Lage notiert worden, wie sie aus Karten entnommen worden ist.

Tabelle 2

Station	Korrel.-Richtg. für pos. Z nach Parkinson	Lage der Stat. gem. Korrel.-Richtung	Tatsächliche Lage d. Stat.	$\Delta Z / \Delta H_{\alpha}$
SM	-	Zentral	S	0,1
Ho	E	W	SW	0,8
Gu	S	N	N(-zentral)	0,25
Kr	N	S	W ?	0,6
Ap	SW	NE	NE	0,35
HI	E ?	W ?	NW	0,9 ?
MI	S ?	N ?	N	?

Zwischen den Spalten 3 und 4 besteht eine recht gute Übereinstimmung, abgesehen von den Stationen SM und Kr. Es sollen hier keine weiteren Betrachtungen angestellt werden, wie diese Abweichungen zu erklären sind. Denn es sind kaum solch ideale Voraussetzungen gegeben, wie sie angenommen worden sind (z.B. innerer Anteil = negativer äußerer Anteil). Außerdem ist die Bildung der Korrelationsrichtungen mit Unzulänglichkeiten behaftet. Eine strenge experimentelle Überprüfung der gegebenen Theorie kann mit Reise-Stationen auf ozeanischen Inseln geschehen. Es müßte dazu mindestens zwei Stationen an gegenüberliegenden Küsten einer Insel gleichzeitig registrieren.

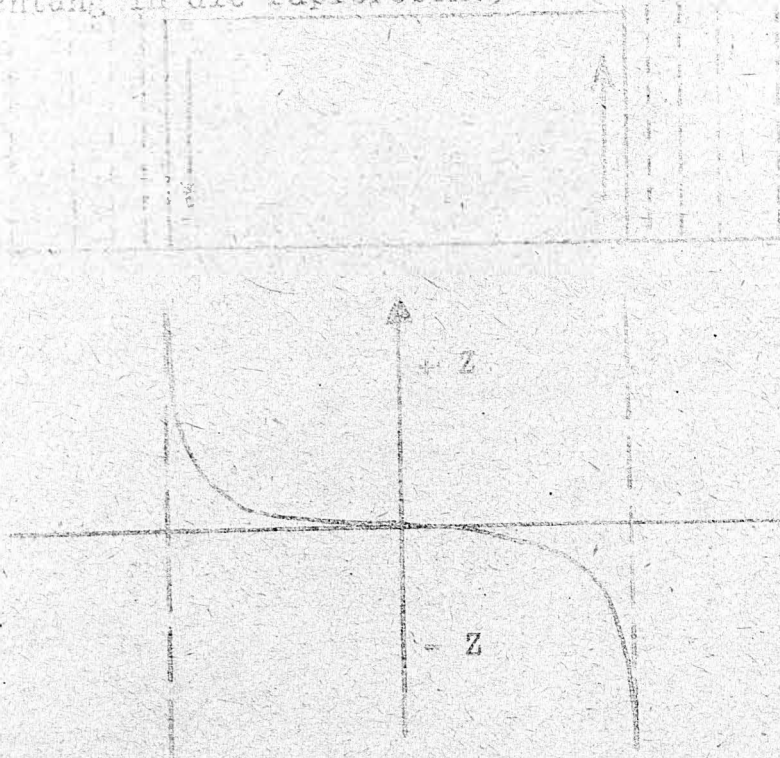
Es dürfte nicht sehr einfach sein, Leitfähigkeitsanomalien im Untergrund von ozeanischen Inseln mit Methoden der erdmagnetischen Tiefensondierung zu finden, da zur Zeit noch nicht hinreichend bekannt ist, bei welchen Störungen nennenswerte Induktionsströme im Ozean fließen. Inseln im leitfähigen Ozean können als Modelle für flachliegende Leitfähigkeitsanomalien auf dem Lande vergleichsweise herangezogen werden.

Literatur (1): Parkinson, W.D.

Magnetic Variations over the Oceans, Geomagnetica, Publicacao comemorativa do 50. anniversario do Observatorio Magnetico de S. Miguel, Acores.
Lisboa 1962

Figur 1

Zylinderförmige Insel im leitfähigen Ozean im Querschnitt
(Stromrichtung in die Papierebene)



Verlauf der Z-Komponente auf einem Durchmesserprofil (schematisch)

Figur 2

Zylindrische Insel von oben gesehen. Durch Pfeile ist die gegenläufige Stromrichtung dargestellt, die an den benachbarten Küsten stationären positiv Z erzeugt. Darunter steht die Richtung der dazugehörigen Horizontalkomponenten.

