

Werk

Jahr: 1932

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:8

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0008

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0008

LOG Id: LOG_0040

LOG Titel: Über das elastische Altern von Metallfäden

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Tabelle 7

Größe der Amplituden der Bodenunruhe vor und nach der baulichen Erweiterung der Erdbebenstation

(Vor: untere Zeile; nach: obere Zeile)

Amplituden der Bodenunruhe in der E-W-Komponente bei südlichen Winden

Stürme	Windgeschwindigkeit in m/sec								Gesamt- mittel	
	9	10	11	12	13	14	15	16		17
A_E in μ für Sturm II, III, V	—	—	2.4	3.0	—	—	4.0	4.6	5.8	3.96
A_E in μ für Sturm I, IV, VI, VII	—	—	1.8	2.3	—	—	3.7	3.9	4.2	3.18

Amplituden der Bodenunruhe in der E-W-Komponente bei westlichen Winden

Stürme	Windgeschwindigkeit in m/sec								Gesamt- mittel	
	9	10	11	12	13	14	15	16		17
A_E in μ für Sturm II, III, V	1.3	2.4	1.4	2.0	3.1	3.5	3.0	3.7	—	2.54
A_E in μ für Sturm I, IV, VI, VII	1.6	1.9	1.6	2.0	1.9	2.4	3.5	4.3	—	2.40

Amplitude der Bodenunruhe in der N-S-Komponente bei südlichen Winden

Stürme	Windgeschwindigkeit in m/sec								Gesamt- mittel	
	9	10	11	12	13	14	15	16		17
A_N in μ für Sturm II, III, V	—	—	—	—	2.0	1.9	2.5	2.2	4.3	2.58
A_N in μ für Sturm I, IV, VI, VII	—	—	—	—	0.9	1.0	1.2	2.3	1.9	1.46

Erweiterung der Station die Häufigkeitskurve für die erste Zeit relativ zu derjenigen für die spätere Zeit im allgemeinen leicht in Richtung der niedrigeren Werte verschoben sein wird. Im letzten Jahrzehnt dürften dann die diesbezüglichen Verhältnisse weiter dadurch etwas modifiziert worden sein, daß in der hauptsächlich in Frage kommenden Straße eine Baumreihe gefällt ist und ein umfangreicher, auf dem Nachbargelände erstandener Bau die Station teilweise in den Windschatten gestellt hat.

Die einschlägige Literatur ist am Schluß einzeln angeführt. Die Arbeit entstand an der Hauptstation für Erdbebenforschung zu Hamburg. E. Töpfer.

Über das elastische Altern von Metallfäden

Von G. Fanslau — (Mit 3 Abbildungen)

An Hand der absoluten Deklinationsmessungen im Hilfsobservatorium Seddin wird das elastische Altern von Metallfäden näher verfolgt. Es zeigt sich ein deutlicher exponentieller Ablauf des Vorgangs mit klarer Temperaturabhängigkeit. Nach etwa dreijähriger Benutzung scheint die elastische Unruhe des Fadens beendet zu sein.

Bei den absoluten Messungen der Deklination mit Fadenaufhängung muß man ja, um die Torsion des Aufhängefadens zu eliminieren, mit zwei verschieden

starken Magneten messen, von denen das Verhältnis der Momente bekannt ist. Aus der Differenz der Winkellage der beiden Magneten kann man dann den Einfluß der Torsion und damit den wahren magnetischen Meridian bestimmen. Andererseits gibt diese Differenz selbst und vor allem ihre Änderung mit der Zeit einen guten Einblick in das elastische Verhalten des Drahtes, das ja in erster Linie für die Größe und Veränderlichkeit der Torsion maßgebend ist.

Als mit der Elektrisierung der Berliner Stadtbahn im Jahre 1928 die absoluten Messungen von Potsdam nach Seddin verlegt werden mußten, riß in dem folgenden sehr strengen Winter 1928/29 der Faden im Theodoliten infolge der durch Petroleumheizung verursachten starken Feuchtigkeit, die sich dann beim Abkühlen des Raumes (Temperaturdifferenzen bis 40°) als Reif und Eis auf allen Geräteteilen niederschlug. Der dann neu eingezogene Faden, der nun schon über 3 Jahre im Gebrauch ist, bot die günstige Gelegenheit, das elastische Altern des Fadens näher zu verfolgen.

Zur Klarstellung der Verhältnisse diene Fig. 1. Hier sei NS der magnetische Meridian, S_1 die Gleichgewichtslage des starken, S_2 die des schwachen Magneten, S_3 die torsionslose Stellung des Aufhänge drahtes mit den entsprechenden Winkeln φ , φ_1 , φ_2 und ψ . Dann gilt für den Gleichgewichtszustand mit H als der Horizontalintensität des magnetischen Erdfeldes, M_1 und M_2 den Momenten der beiden Magneten und D dem Drehmoment der Torsion des Fadens:

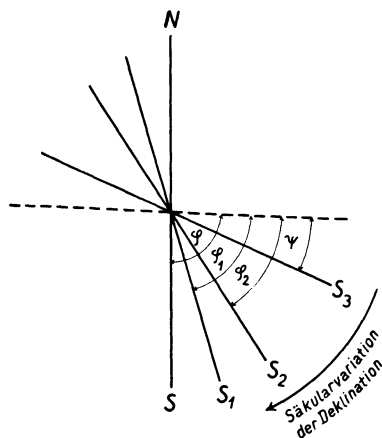


Fig. 1

$$M_1 H \sin(\varphi - \varphi_1) = D(\varphi_1 - \psi) \dots \dots \dots (1)$$

und

$$M_2 \cdot H \sin(\varphi - \varphi_2) = D(\varphi_2 - \psi) \dots \dots \dots (2)$$

Nun sei $M_1 > M_2 = \gamma M_1$, $\gamma < 1$, ferner $\varphi - \varphi_1$ und $\varphi - \varphi_2$ beide klein, so kommt

$$\varphi - \varphi_1 = \Theta_1(\varphi_1 - \psi)$$

und

$$\varphi - \varphi_2 = \Theta_2(\varphi_2 - \psi).$$

$\Theta = D/M \cdot H$, das Torsionsverhältnis, bestimmt man für jeden Magneten für sich aus Torsionsbeobachtungen, und zwar ist

$$\Theta = q + q^2 + q^3 + \dots = \sum_1^{\infty} n q^n, \quad q = \frac{\delta}{d},$$

wenn d die dem Faden erteilte Torsion, δ die dabei beobachtete Ablenkung des Magneten ist. Aus (1) und (2) findet man leicht die von den Deklinationsbestimmungen wohlbekannte Torsionskorrektur:

$$\varphi - \varphi_1 = \frac{\gamma}{1-\gamma} \Delta \left(1 + \frac{\Theta_1}{\gamma}\right), \quad \Delta = \varphi_1 - \varphi_2^*) \dots \dots \dots (3)$$

wobei im allgemeinen das Glied Θ_1/γ vernachlässigt werden kann. Ferner ergibt sich noch die Beziehung

$$\psi - \varphi_1 = -\frac{\gamma}{1-\gamma} \Delta \left(\frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\Theta_1}\right) \dots \dots \dots (4)$$

Durch Kombination von (3) und (4) folgt nun der gesuchte Zusammenhang von Δ mit der Differenz $\Delta_1 = \varphi - \psi$:

$$\Delta_1 = \Delta \frac{\Theta_1 + \gamma}{1-\gamma} \cdot \left(1 + \frac{1}{\Theta_1}\right).$$

Für die Variabilität von Δ können verschiedene Ursachen vorhanden sein. Zunächst können durch langsames Verändern des Momentverhältnisses γ Änderungen eintreten; man hat für diese Erscheinung

$$d\Delta = -\Delta \left(\frac{1}{1-\gamma} + \frac{1}{\gamma}\right) d\gamma = -\Delta \cdot f(\gamma) d\gamma \dots \dots \dots (5)$$

Durch geeignete Wahl von γ gelingt es, die Funktion $f(\gamma)$ zum Minimum zu machen. Es ergibt sich aus $f'(\gamma) = 0$ mit $f''(\gamma) > 0$: $\gamma = 0.5$. Dieses Momentverhältnis liegt bei den Potsdamer Deklinationsmagneten vor. Die Funktion $f(\gamma)$ hat somit den Wert 4, und Gleichung (5) lautet also

$$d\Delta = -4 \Delta d\gamma.$$

Innerhalb der hier betrachteten Zeitspanne liegen im ganzen drei Bestimmungen des Wertes von γ vor, wobei gleichzeitig natürlich die Werte von Θ_1 und Θ_2 einzeln bestimmt sind (Tabelle 1). Hieraus kann man ersehen, daß der Wert von γ maximal um 0.003 um seinen Mittelwert schwankt, Beträge, die ohne

Tabelle 1

Datum	Θ_1	Θ_2	γ	$\Delta\gamma$
31. I. 1929	0.0079	0.0158	0.498	- 0.003
8. II. 1929	0.0078	0.0158	0.494	+ 0.001
30. VII. 1930	0.0079	0.0161	0.493	- 0.002
Mittel:	0.0079	0.0159	0.495	

*) Die hier angegebenen Formeln galten für den Fall der Beobachtung mit Skala und Fernrohr. Bei Messungen am Theodoliten, wo der Torsionskopf mit dem Fernrohr starr verbunden ist und mit diesem gedreht wird, fällt in den Klammern bei (3) das Glied Θ_1/γ , bei (4) $1/\gamma$ fort. Entsprechend fällt in der folgenden Formel im Zähler Θ_1 fort. Auf alle folgenden Rechnungen und Zahlenwerte bleibt diese Änderung natürlich ohne Einfluß.

weiteres als Meßfehler anzusprechen sind, abgesehen davon, daß sie in Δ Änderungen von höchstens einigen Hundertstel Minuten hervorrufen könnten. Ähnlich liegen die Dinge bei Änderungen von Θ_1 selbst. Der wichtigste Faktor für die Veränderlichkeit von Δ ist eine Änderung des Winkels Δ_1 zwischen der torsionslosen Lage des Fadens und dem Meridian. Solche Änderungen können einmal eintreten durch langsames Drehen des magnetischen Meridians (Säkularvariation), ferner durch eine infolge elastischen Alterns hervorgerufene Drehung der torsionslosen Lage. Formelmäßig ist

$$d\Delta = C d\Delta_1.$$

Die Konstante $C = \Delta/\Delta_1$ hat im vorliegenden Falle den Wert von rund 10^{-2} . Hieraus sieht man, daß die Säkularvariation, die bei D in Seddin innerhalb eines Jahres rund $10'$ beträgt, nennenswerte Änderungen in Δ erst im Verlauf von einigen Jahren hervorruft (innerhalb der drei betrachteten Jahre $0.3'$). Sieht man sich aber die beobachteten Werte von Δ in Tabelle 2 an, so springt ein deutlicher

Tabelle 2

Datum	Δ	Δ_1	Datum	Δ	Δ_1
18. VI. 1929	4.70'	9° 57'	14. VIII. 1930	0.81'	1° 43'
22. VI. 1929	4.32	9 9	29. VIII. 1930	0.77	1 38
11. VII. 1929	3.93	8 19	10. IX. 1930	0.77	1 38
31. VII. 1929	3.28	6 57	24. IX. 1930	0.75	1 35
13. VIII. 1929	3.05	6 27	29. IX. 1930	0.67	1 25
31. VIII. 1929	2.82	5 58	9. X. 1930	0.70	1 29
19. IX. 1929	2.49	5 16	14. X. 1930	0.79	1 40
5. X. 1929	2.43	5 9	20. XI. 1930	0.70	1 29
16. X. 1929	2.46	5 12	27. XI. 1930	0.67	1 25
23. X. 1929	2.36	5 0	15. XII. 1930	0.57	1 12
6. XI. 1929	2.44	5 10	30. XII. 1930	0.39	0 50
22. XI. 1929	2.40	5 5	28. I. 1931	0.53	1 7
10. XII. 1929	2.40	5 5	24. II. 1931	0.53	1 7
23. XII. 1929	2.30	4 52	10. III. 1931	0.48	1 1
7. I. 1930	2.35	4 58	28. III. 1931	0.44	0 56
21. I. 1930	2.39	5 4	13. IV. 1931	0.50	1 4
5. II. 1930	2.16	4 34	28. IV. 1931	0.40	0 51
6. III. 1930	2.25	4 46	20. V. 1931	0.31	0 39
11. III. 1930	2.05	4 20	9. VI. 1931	0.32	0 41
4. IV. 1930	1.98	4 12	24. VI. 1931	-0.19	-0 24
16. IV. 1930	2.03	4 18	22. VII. 1931	-0.06	-0 8
26. IV. 1930	1.98	4 12	24. VIII. 1931	-0.32	-0 41
9. V. 1930	1.88	3 59	12. IX. 1931	-0.32	-0 41
20. V. 1930	1.94	4 6	14. X. 1931	-0.70	-1 29
27. V. 1930	1.95	4 8	10. XI. 1931	-0.63	-1 20
9. VI. 1930	1.76	3 44	10. XII. 1931	-0.40	-0 51
23. VI. 1930	1.62	3 26	12. I. 1932	-0.59	-1 15
3. VII. 1930	1.36	2 53	10. II. 1932	-0.41	-0 52
10. VII. 1930	1.29	2 44	26. II. 1932	-0.61	-1 18
18. VII. 1930	1.10	2 20	22. III. 1932	-0.54	-1 9
1. VIII. 1930	1.04	2 12	20. IV. 1932	-0.55	-1 10

Gang sofort in die Augen. Klarer übersieht man den Charakter dieser Veränderlichkeit in Fig. 2, die auf den Zahlenwerten der Tabelle aufgebaut ist. Man erkennt sofort eine e -Funktion der Zeit mit starker Temperaturabhängigkeit im Exponenten. Alles das deutet klar auf elastische Veränderlichkeit als Ursache hin. Bei dem Versuch einer numerischen Erfassung des Vorganges wird man sich

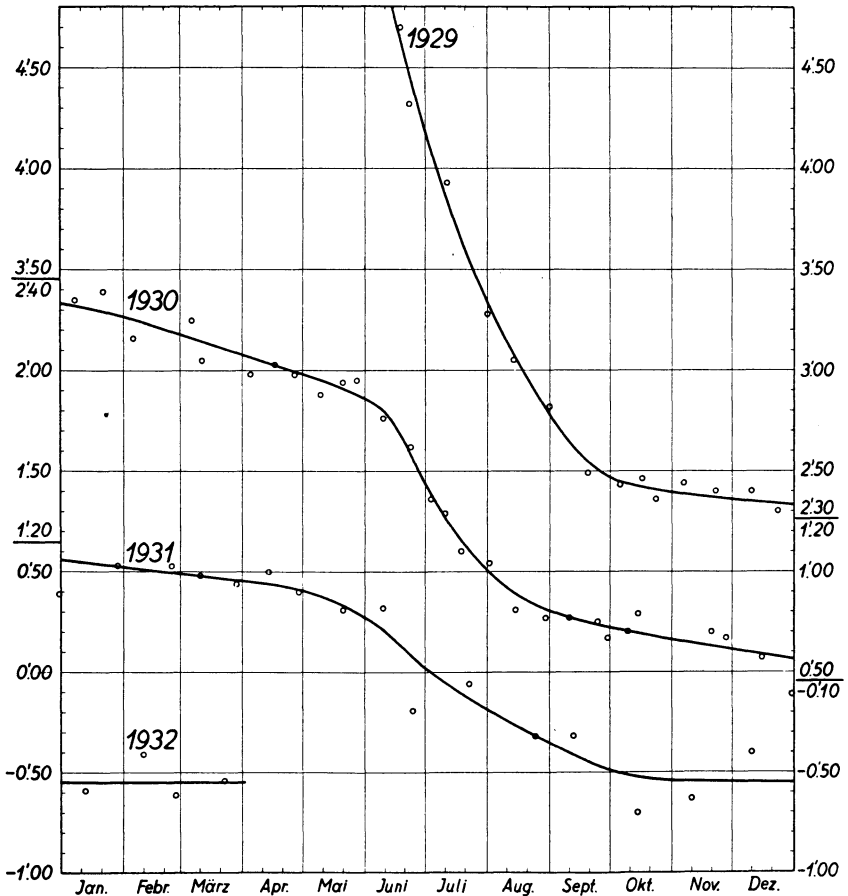


Fig. 2

zweckmäßigerweise nicht der direkt beobachteten Werte bedienen, sondern die graphisch ausgeglichenen Werte der Fig. 2 zugrunde legen, und sich auf Monatsmittel beschränken, die noch auf den Einfluß der Säkularvariation korrigiert sind. Faßt man außerdem, wie in Tabelle 3 angegeben, die Sommer- (11 bis 20°) und Wintermonate (0 bis 10°) je für sich in Gruppen zusammen, so hat man drei Sommergruppen mit immer derselben Mitteltemperatur von 16° und den Längen

von einmal 4 und zweimal 5 Monaten, ferner zwei Wintergruppen mit den Mitteltemperaturen 3 und 4°, also rund 4°, und von 6 und 7 Monaten Dauer. 14 Sommermonate stehen also 13 Wintermonaten gegenüber, so daß auch im Hinblick auf die Konstanz der Mitteltemperaturen diese Einteilung durchaus zweckentsprechend erscheint.

Führt man bei jeder Gruppe einzeln (jetzt natürlich keine Temperaturabhängigkeit mehr) für eine einfache Exponentialfunktion der Zeit $\Delta + 1 = Ce^{at}$

Tabelle 3

	Datum	ϑ	$\bar{\vartheta}$	$\Delta + 1$ beob.	C	a	$\Delta + 1$ ber.	Differenz	t_n
1929	Juli	18°		4.59'	4.955	-0.04425	3.30	0.09	0
	August	19		3.95					
	September	16		3.54					
	Oktober	10	16°	3.39					
	November	5		3.35					
1930	Dezember	3		3.32	3.494	-0.01175	2.97	-0.03	4
	Januar	2		3.28					
	Februar	0		3.15					
	März	4		3.05					
	April	9	4	2.94					
	Mai	13		2.86					
	Juni	19		2.55					
	Juli	17		2.03					
	August	16		1.76					
	September	13	16	1.65					
1931	Oktober	9		1.60	1.654	-0.01602	1.28	0.01	15
	November	6		1.58					
	Dezember	0		1.45					
	Januar	0		1.39					
	Februar	-1		1.37					
	März	0		1.34					
	April	6	3	1.29					
	Mai	16		1.18					
	Juni	16		0.97					
	Juli	18		0.72					
1931	August	17		0.54	1.649	-0.12386	0.40	-0.02	22
	September	11	16	0.38					

die Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate durch, so erhält man für die maßgebenden Konstanten die ebenfalls in Tabelle 3 angegebenen Werte, mit deren Hilfe eine sehr befriedigende Darstellung des Verlaufs innerhalb der entsprechenden Gruppe möglich ist. Bei der Rechnung wurde zur Vereinfachung in jeder Gruppe die Zeit (Einheit ein Monat) wieder von Eins an gezählt, d. h. als Zeitveränderliche in den einzelnen Gruppen nicht t , sondern $t - t_n$ gewählt. t_n hat in den fünf Gruppen die Werte 0, 4, 10, 15 und 22. Zu einer weitergehenden

numerischen Erfassung des Vorgangs reichen die damit gegebenen Werte wohl kaum aus, ganz abgesehen davon, daß das erzielte Ergebnis von den speziellen Eigenschaften des betrachteten Fadens*) — Länge, Querschnitt, Material, Belastung — wesentlich beeinflußt ist und so allgemeine Schlüsse nicht erlauben

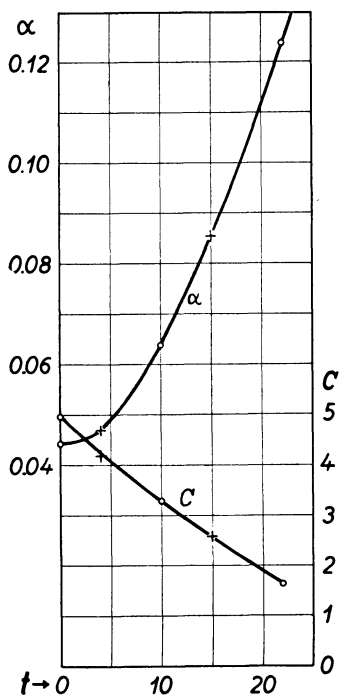


Fig. 3

Fadens annehmen kann, daß das elastische Ausdrehen bei der gegebenen Belastung sein Ende gefunden hat. Gerade dieses Ergebnis erschien mir wert genug, um einmal etwas ausführlicher auf diese an sich ja sehr einfachen Verhältnisse einzugehen. Praktische Bedeutung gewinnen diese Vorgänge natürlich nur da, wo die Torsionskraft selbst zum Messen benutzt wird.

*) Es handelt sich um einen Messingdraht von 0.06 mm Durchmesser und ungefähr 45 cm Länge bei einer Belastung von rund 70 g.

Magnetisches Observatorium, Laboratorium Potsdam.

würde. Immerhin läßt sich so viel sagen, daß die Abhängigkeit des Exponenten und der Amplitude von der Temperatur in weitgehender Näherung linear ist. Multipliziert man nämlich die Werte des Exponenten für $\bar{\vartheta} = 4^\circ$ und $\bar{\vartheta} = 3^\circ$ mit bzw. $16/4 = 4.00$ und $16/3 = 5.33$ (dem Verhältnis der Temperaturen), so erhält man -0.04700 und -0.08544 . Diese Zahlen fügen sich zusammen mit den entsprechenden Zahlen der Gruppen I, III, V mit t_n als Abszisse in einen glatten Kurvenzug, der nun die Zeitabhängigkeit des Exponenten darstellt. Genau dasselbe gilt auch für die Werte von C, nur daß hier nicht mit 4.00 und 5.33 zu multiplizieren ist, sondern mit 0.3 $4.00 = 1.200$ und $0.3 \cdot 5.33 = 1.567$. Man erhält so 0.4193 und 0.2592, Werte, die sich ebenfalls gut eingliedern (s. Fig. 3). Die Zeitabhängigkeit ließe sich jetzt natürlich explizite bestimmen, doch soll aus den oben angegebenen Gründen nicht weiter darauf eingegangen werden.

Im Winter 1931/32 tritt im wesentlichen ein Konstantbleiben von Δ ein, so daß man also jetzt nach dreijähriger Benutzung des