1. Aufgabe 1

In Aufgabe 1 galt es zwei Messreihen nach den im Skript geforderten Kriterien zu ermitteln. Dies geschah erfolgreich ohne Zwischenfälle.

2. Aufgabe 2

Nun wurde eine Auswertung grafischer Natur gefordert. Um diese Leistung zu erbringen muss zunächst eine rechnerische Analyse erfolgen. Diese erbringt folgende Ergebnisse:

1. Versuchsreihe			2. Versuchsreihe		
Masse [g]	Länge [mm]	Δl [mm]	Masse [g]	Länge [mm]	Δl [mm]
0	6,02	0	800	8,59	2,58
50	6,21	0,19	750	8,43	2,42
100	6,33	0,31	700	8,28	2,27
150	6,55	0,53	650	8,13	2,12
200	6,72	0,7	600	7,98	1,97
250	6,87	0,85	550	7,82	1,81
300	7,03	1,01	500	7,67	1,66
350	7,18	1,16	450	7,5	1,49
400	7,32	1,3	400	7,35	1,34
450	7,49	1,47	350	7,19	1,18
500	7,63	1,61	300	7,04	1,03
550	7,81	1,79	250	6,89	0,88
600	7,97	1,95	200	6,7	0,69
650	8,12	2,1	150	6,55	0,54
700	8,28	2,26	100	6,38	0,37
750	8,43	2,41	50	6,21	0,2
800	8,58	2,56	0	6,01	0

Tabelle1: Δ l (m)

Wobei der Ablesefehler u_{Ablese} jeweils 0,005mm betrag. Diese Daten reichen jedoch nicht aus um eine Fehleranalyse zu vollziehen, weshalb nun weitere Informationen ermittelt werden:

m [g]	Ø Δl [mm]	u_{stat}	u_{ges}
0	0	0	0,005
50	0,195	0,005	0,007
100	0,34	0,03	0,030
150	0,535	0,005	0,007
200	0,695	0,005	0,007
250	0,865	0,015	0,016
300	1,02	0,01	0,011
350	1,17	0,01	0,011
400	1,32	0,02	0,021
450	1,48	0,01	0,011
500	1,635	0,025	0,025
550	1,8	0,01	0,011
600	1,96	0,01	0,011
650	2,11	0,01	0,011
700	2,265	0,005	0,007
750	2,415	0,005	0,007
800	2,57	0,01	0,011

Tabelle1: Δ l (m)

<u>Legende</u>

m – Masse der Last $\varnothing\Delta l$ – durchschnittliche Längenänderung = $(\Delta l_1 + \Delta l_2)/2$

u_{stat} – „statistischer" Fehler = $(\varnothing\Delta l - \Delta l_1)/2$, wobei hierbei auch die Plastizität des Drahtes eine Rolle spielt

u_{ges} – gesamter Fehler = $\sqrt{u_{ablese}^2 + u_{stat}^2}$

Mit Hilfe dieser Informationen lassen sich nun folgende Graphen zeichnen, wobei zu beachten sei, dass die Fehlerbalken auf Grund der relativen Größe zu Gunsten der Übersichtlichkeit eingespart werden.

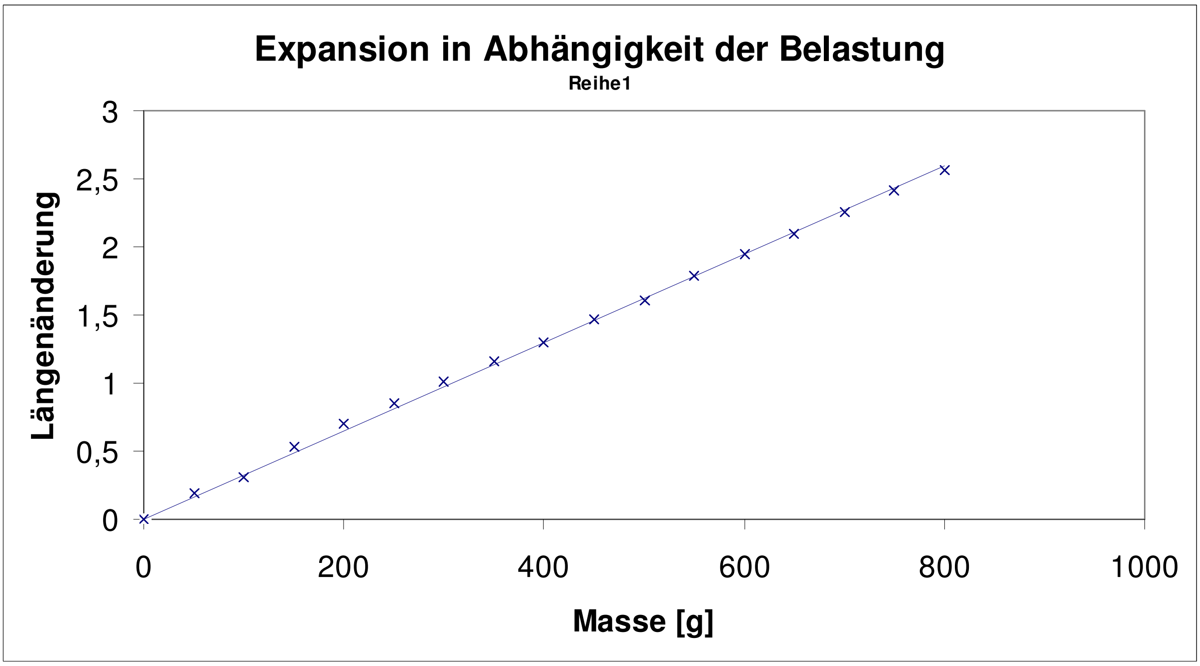

Diagramm1: $\Delta l=f(m)$

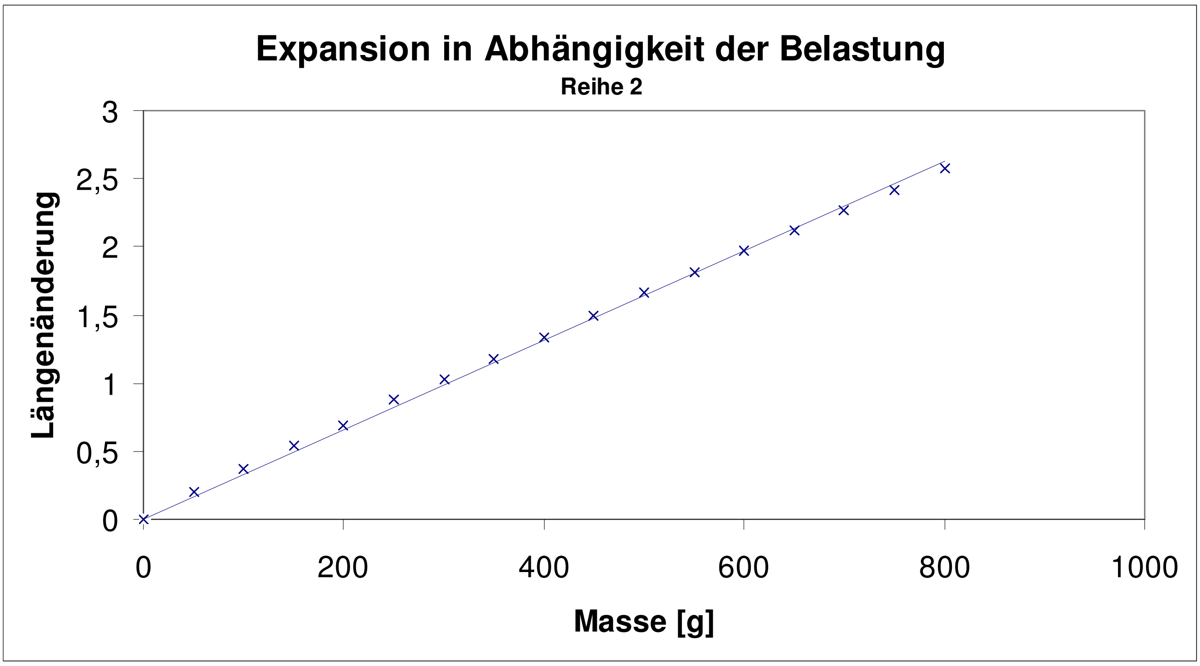

Diagramm2: $\Delta l=f(m)$

Aus diesen Diagrammen lassen sich nun mit Hilfe der Trendlinien die Anstiege a ermitteln, wobei a_1=0,00321mm/g und a_2=0,00332mm/g betragen. Somit lässt sich ein arithmetischen Mittel bilden und den Anstieg als $a_{\varnothing}=(0{,}00326 \pm 0{,}00006)$mm identifizieren. Nun lässt sich das Elastizitätsmodul E ermitteln:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{E \cdot A} \quad => \quad E = \frac{F \cdot l}{\Delta l \cdot A}$$

$$a = \frac{\Delta l}{m} = \frac{\Delta l \cdot g}{F} \quad => \quad E = \frac{l \cdot g}{a \cdot A}$$

um nun das Modul zu berechnen wird noch die Erdbeschleunigung g benötigt. Hier wird der Wert 9 812 616,62 μms^{-2} ± 0.05 $\mu m\, s^{-2}$ verwendet, der den Angaben des Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Quelle: http://www.ifag.de/Geodaesie/dsgn/DSGN94.htm; 10:31 Samstag, den 24. Dezember 2005) entstammt, und für Potsdam gilt.

Nun ergibt sich der Wert für E:

$$E = \frac{2{,}215\text{m} \cdot 9{,}81261662 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0{,}003265 \frac{\text{m}}{\text{kg}} \cdot 0{,}25\pi \cdot (0{,}0003\text{m})^2} = 9{,}29486 \cdot 10^{11} \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}}$$

Fehler u_E:

$u_E = \sqrt{u_l^2 + u_g^2 + u_a^2 + 2u_d^2}$, wobei alle Fehler relativ angegeben werden, und der Fehler u_d^2 doppelt auftaucht, da d im Quadrat steht.

$u_E = \sqrt{u_l^2 + u_g^2 + u_a^2 + 2u_d^2}$ =0,038

=>**E=(9,3 ± 0,4)** $\cdot 10^{11}$ **kg s**$^{-2}$

3. Aufgabe 3

Nun wurde nach dem Schubmodul gefragt, dass mit Hilfe von Periodendauern von Drehschwingungen, verursacht durch Torsion ermittelt werden soll. In der Versuchsreihe 1 sollte der Draht mit 50g und in der Versuchsreihe 2 zusätzlichen mit einer Scheibe von einer Masse m= (130,403 ± 0,001)g und einem Durchmesser d von (50 ± 0,1)mm belastet werden, und die Periodendauer T_S bzw. T_V gemessen werden. Dies geschah und lieferte die folgenden Werte:

	T_V [s]	T_S [s]
1	6,29	12,703
2	6,27	12,650
3	6,29	12,721
4	6,30	12,781
5	6,29	12,681
6	6,28	12,694

Tabelle3: Ts und Tv

Woraus sich T_V = 6,285s und T_S = 12,705s als Arithmetisches Mittel, sowie die Fehler

$$u = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n(n-1)}},$$

wobei v_i die individuelle Abweichung des Messwertes ist ermitteln lassen(der LSD-Fehler wird auf Grund seiner Größe vernachlässigt).

u_{T_V} = 0,00478s u_{T_S} =0,00180 s

=>T_V= (6,285 $\pm$ 0,005)s; T_S=(12,705 $\pm$ 0,002)s

Nun gilt nach (10) mit R=(25 $\pm$ 0,5)mm

$$G = \frac{4\pi \cdot l}{R^4} \cdot \frac{m \cdot r^2}{T_S^2 - T_V^2} = \frac{4\pi \cdot 2215\text{mm}}{(0{,}15\text{mm})^4} \cdot \frac{0{,}130403\text{kg} \cdot (25\text{mm})^2}{(12{,}705\text{s})^2 - (6{,}285\text{s})^2} = 36{,}7558 \ \frac{\text{Gg}}{\text{mm} \cdot \text{s}^2} = 36{,}7558 \frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$$

$$=> u_G = G\sqrt{(\frac{u_l}{l})^2 + (\frac{u_m}{m})^2 + (2\frac{u_r}{r})^2 + (4\frac{u_R}{R})^2 + (2\frac{T_s u_{Ts}}{T_S^2 - T_V^2})^2 + (2\frac{T_V u_{Tv}}{T_S^2 - T_V^2})^2} = 0{,}177 \frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$$

⇨ G=(36,8 $\pm$ 0,2) $\frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$

4. Einschätzung der Ergebnisse

Vergleicht man die gewonnen Aussagen mit Angaben in der Literatur (Gerthsen):

$$G = 36\frac{\text{GN}}{\text{m}^2} \qquad E = 100\frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$$

so fällt auf, dass die Ergebnisse zwar sehr präzise waren, jedoch nicht genau genug (Begriffsklärung *Genau* und *Präzise* siehe einführende Vorlesung). Es fällt auf, dass zum einen die Angaben des Durchmessers des Drahtes ungewöhnlich gut waren, ebenso die gemessenen Zeiten(wobei das Attribut *gut* die Streuung betrachtet). Wahrscheinlich aber spielen hauptsächlich die plastische Verformung des Drahtes während des Versuches (und evt. Über die Jahre), sowie die Vergrößerung des Drehmomentes J durch die Haltevorrichtung eine große Rolle, sodass es zu einem **Systematischen Fehler** kam, was erklärt weshalb es in beiden Teilen des Experimentes zu keiner großen Streuung der Messwerte sondern zu einer allgemeinen Verschiebung der Werte kam, wobei ersteres und letzteres Argument jeweils in ersterem und letzterem Teil des Versuches dominierten.