

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN

Höhere Abteilung für Elektronik – Technische Informatik

Klasse/ Jahrgang:	Gruppe:	Übungsleiter:
3BHEL	1b	Prof. Bergauer
Übungsnummer:	Übungstitel:	
4/1	Messung nichtelektrischer Größen	
Datum der Übung:	Teilnehmer:	
20.03.2014	Dorner, Mötz, Oberhamberger, Prinz	
Datum der Abgabe:	Schritfführer:	Unterschrift:
02.04.2014	Mötz Florian	

	Beurteilung
Aufgabenstellung	
Dokumentation	
Messschaltungen	
Messtabellen	
Berechnungen	
Programmlistings	
Auswertung	
Diagramme	
Berechnungen	
Simulationen	
Schlussfolgerungen	
Kommentare	
Inventarliste	
Messprotokoll	
Form	
Summe	

Allgemeiner Teil

Titel der Übung: Messung nichtelektrischer Größen

Übungsnummer: 4/1

Übungsplatz: 10

Datum der Übung: 20.03.2014

Klasse: 3BHEL

Schriftführer: Mötz Florian

Übungsteilnehmer: Dorner Fabian

Oberhamberger Christoph

Prinz Bernhard

Inhaltsverzeichnis

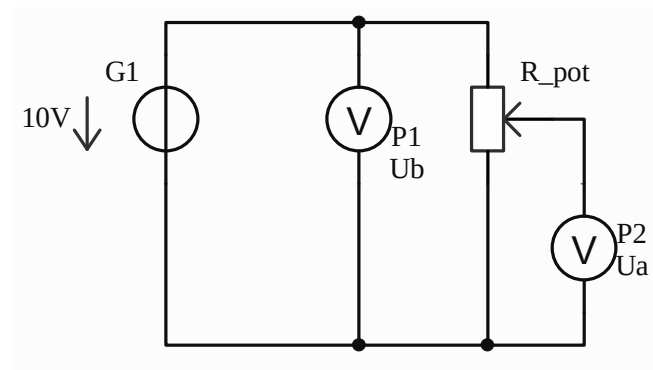
1. Winkelmessung.....	3
1.1 Aufgabenstellung	3
1.2 Messschaltung.....	3
1.3 Messtabelle	3
1.4 Kennlinie.....	4
1.5 Messtabelle im Totpunkt.....	4
1.6 Kennlinie des Totpunktes	5
1.7 Empfindlichkeit.....	5
1.8 Auflösung.....	5
2. Längenmessung	6
2.1 Grundprinzip eines LVDTs	6
2.2 Aufgabenstellung	6
2.3 Messschaltung.....	6
2.4 Messtabelle	7
2.5 Kennlinie.....	8
2.6 Empfindlichkeit.....	8
2.7 Auflösung.....	8
3. Rundlauffehler des Mikrometerschraube.....	9
3.1 Aufgabenstellung	9
3.2 Messschaltung.....	9
3.3 Messtabelle	9
3.4 Kennlinie.....	10
4. Erkenntnis	11

1. Winkelmessung

1.1 Aufgabenstellung

Aufgabe war es, in 15°-Schritten die Ausgangsspannung eines Winkelmessers zu messen und dessen Linearität, Empfindlichkeit, Totpunkt und maximale Auflösung zu erkennen.

1.2 Messschaltung



Der Winkelmesser besteht aus einem Drehpotentiometer, Messgerät P1 wurde zur Überprüfung der Betriebsspannung verwendet.

1.3 Messtabelle

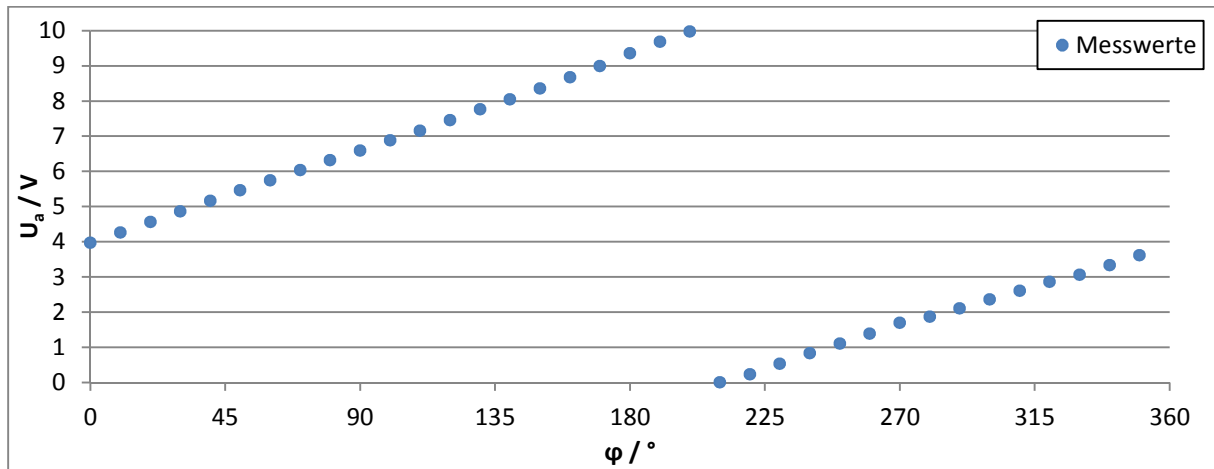
Die Betriebsspannung betrug 10,001V.

φ °	U_a V
0	3,9643
10	4,2601
20	4,5622
30	4,8626
40	5,1639
50	5,4571
60	5,7400
70	6,036
80	6,314
90	6,594
100	6,877
110	7,157
120	7,454
130	7,760
140	8,049
150	8,357
160	8,673
170	8,996

φ °	U_a V
180	9,359
190	9,682
200	9,972
210	0
220	0,2271
230	0,5266
240	0,8259
250	1,1064
260	1,3805
270	1,6962
280	1,8646
290	2,1030
300	2,3592
310	2,6031
320	2,8543
330	3,0629
340	3,3344
350	3,6155

1.4 Kennlinie

Die Kennlinie wurde anhand der Werte der Messtabelle gezeichnet.



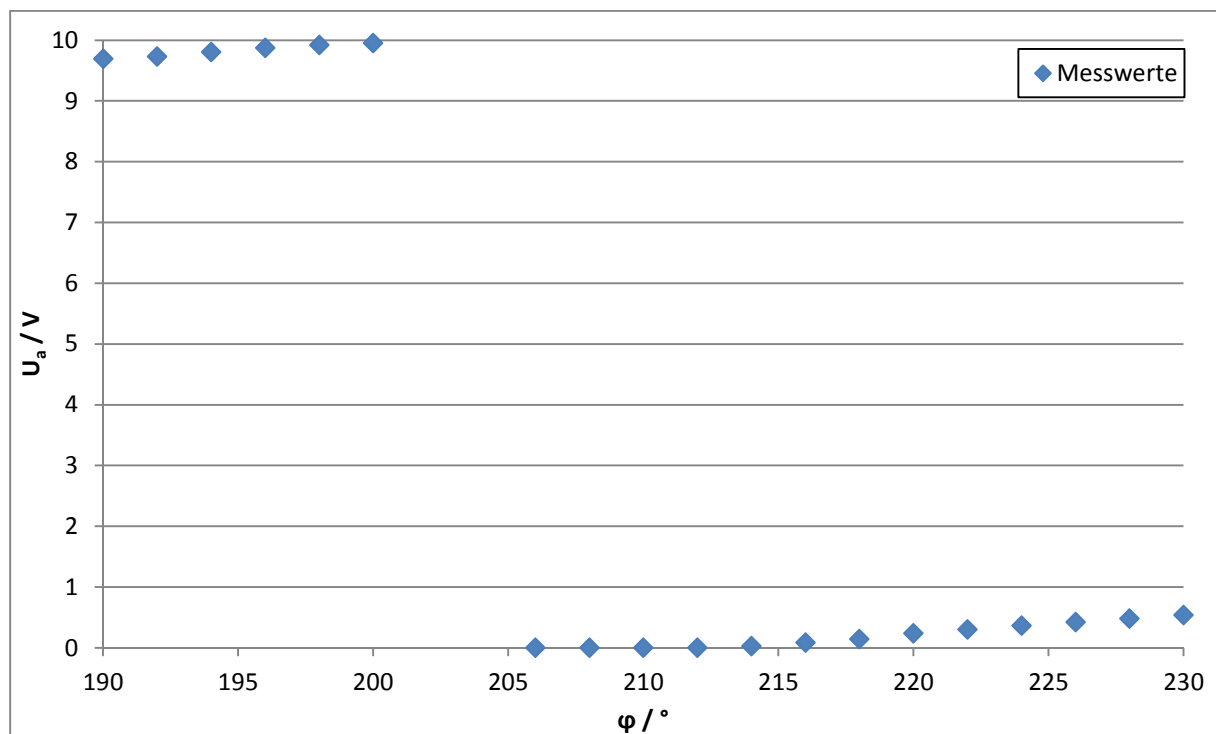
In diesem Diagramm kann man die Linearität des Winkelmessers erkennen. Um den Totpunkt besser zu zeigen, wurde eine 2., genauere Messung im Bereich des Sprunges von 10V auf 0 V ($190^\circ \dots 230^\circ$) durchgeführt.

1.5 Messtabelle im Totpunkt

φ °	U_a V
190	9,697
192	9,734
194	9,803
196	9,871
198	9,922
200	9,954
202	10,001
204	10,001
206	0
208	0
210	0

φ °	U_a V
212	0
214	0,0286
216	0,0860
218	0,1434
220	0,2396
222	0,3010
224	0,3632
226	0,4250
228	0,4819
230	0,5402

1.6 Kennlinie des Totpunktes



Der Totpunkt ist jener Punkt, an dem das Drehpotentiometer kein Widerstandsmaterial mehr besitzt. Ohne diesem Totpunkt würde das Potentiometer kurzgeschlossen werden und somit keinen Widerstand mehr aufweisen. Der Totpunkt befindet sich zwischen dem Winkelwert, an dem das Potentiometer keinen Widerstand mehr aufweist ($U_a = U_v$) und dem Winkel, ab dem eine Änderung der Ausgangsspannung erkennbar ist.

Bei dem verwendeten Winkelmesser befindet sich der Totpunkt zwischen 206° und 214° .

1.7 Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit ist definiert als „Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes bezogen auf die sie verursachende Änderung des Wertes der Eingangsgröße“.

Um die Empfindlichkeit des Winkelmessers zu berechnen, wurden 2 Messwerte aus dem linearen Bereich der Messung herausgesucht:

Punkt 1: $\varphi_1 = 200^\circ$ $U_1 = 9,972V$

Punkt 2: $\varphi_2 = 130^\circ$ $U_2 = 7,760V$

$$E = \frac{U_2 - U_1}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{9,972V - 7,760V}{200^\circ - 130^\circ} = 31,6 \text{ mV}/^\circ$$

1.8 Auflösung

Die Auflösung gibt die kleinste wahrnehmbare Änderung an.

$$\text{Auflösung} = \frac{\text{Rauschen}}{\text{Empfindlichkeit}}$$

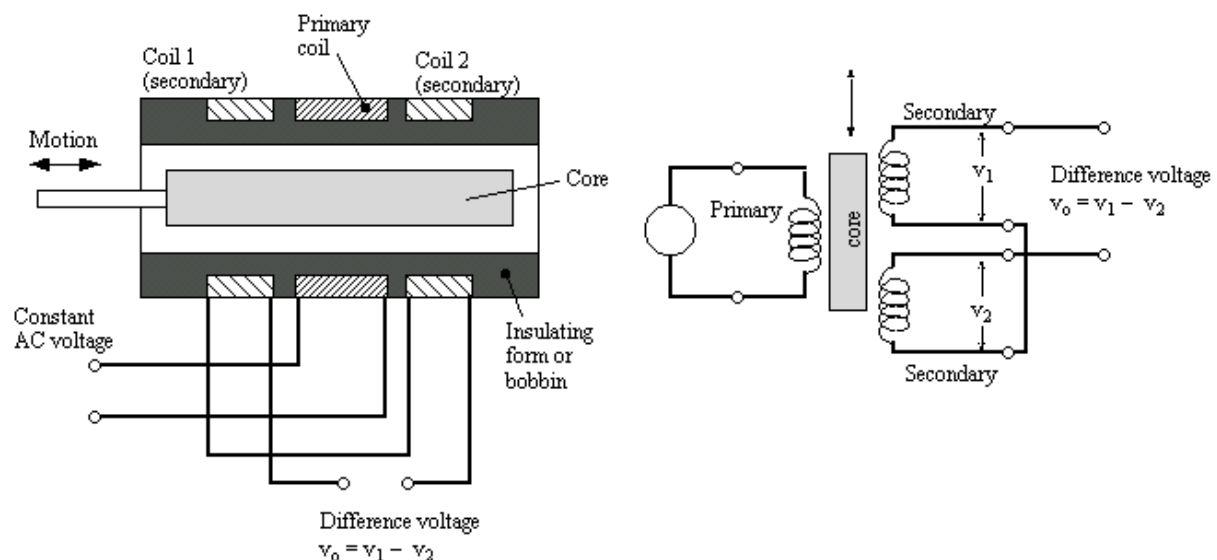
Das Rauschen der Quelle wurde mit 0,1mV angenommen. Somit konnte die Auflösung berechnet werden:

$$A = \frac{0,1 \text{ mV}}{31,6 \text{ mV}/\%} = 3,1646 \cdot 10^{-3} \% = 0,1898734' = 11,39241''$$

2. Längenmessung

2.1 Grundprinzip eines LVDT

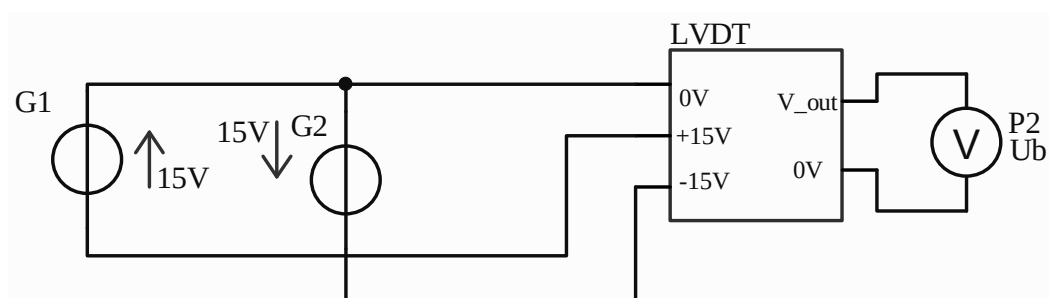
Ein Differentialtransformator (Linear Variable Differential Transformer, LVDT) ist eine Spezialform eines Transformators. Er besteht aus einer Primärspule und zwei Sekundärspulen. Letztere sind gegenphasig in Reihe geschaltet, dadurch subtrahieren sich die Spannungen an ihren Anschlüssen. Die resultierende Spannung ist genau dann 0, wenn die beiden Spulen und die gesamte Konstruktion symmetrisch aufgebaut sind. Wird die Symmetrie gestört, so entsteht eine Ausgangsspannung, die Richtung und deren Wert die Größe der Asymmetrie angibt.



2.2 Aufgabenstellung

Aufgabe war es, die Kennlinie eines LVDT aufzunehmen, während die Wegstrecke mit Hilfe einer Mikrometerschraube verstellt wurde. Weiters sollten die Empfindlichkeit und die Auflösung des LVDTs gemessen werden.

2.3 Messschaltung



2.4 Messtabelle

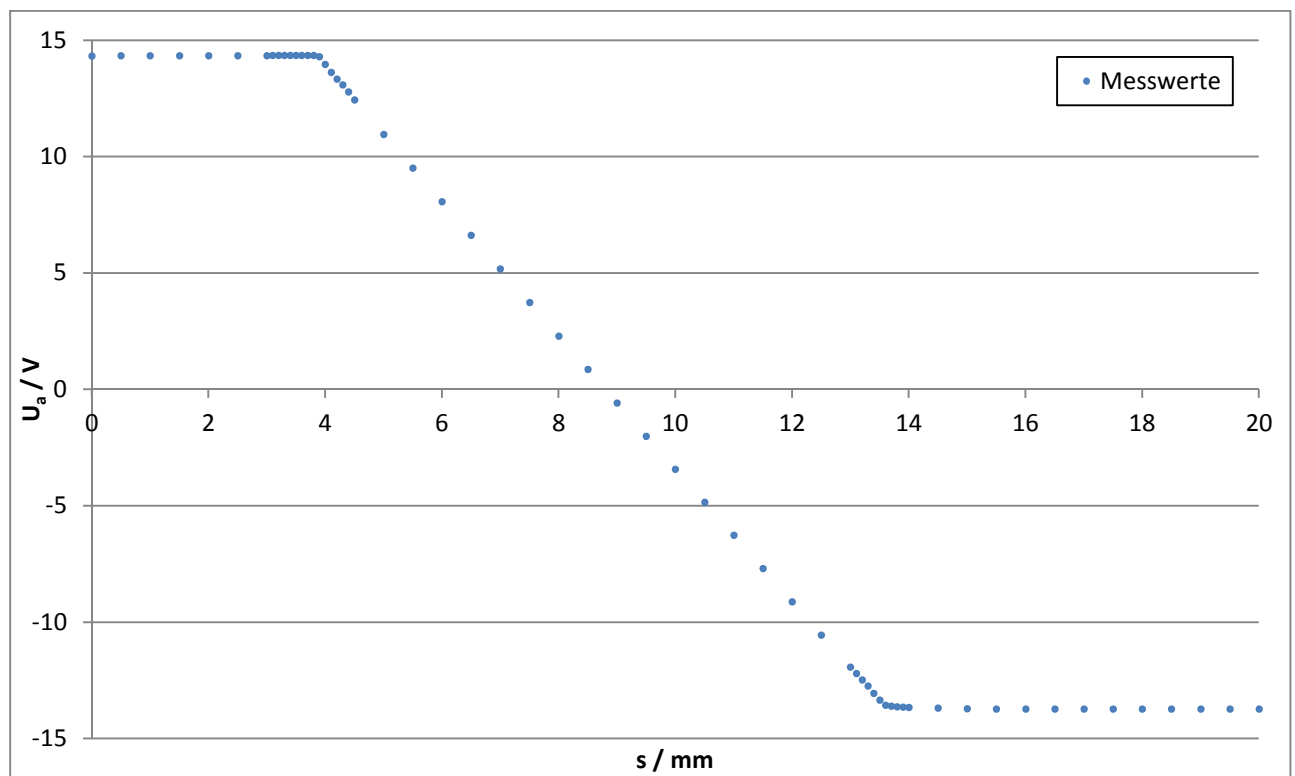
Es wurde in 0,5mm-Schritten gemessen.

s	U _a
mm	V
0	14,333
0,5	14,336
1	14,337
1,5	14,338
2	14,339
2,5	14,340
3	14,347
3,1	14,348
3,2	14,348
3,3	14,349
3,4	14,349
3,5	14,350
3,6	14,350
3,7	14,350
3,8	14,351
3,9	14,304
4	13,971
4,1	13,624
4,2	13,341
4,3	13,086
4,4	12,787

s	U _a
mm	V
4,5	12,447
5	10,956
5,5	9,511
6	8,066
6,5	6,621
7	5,184
7,5	3,7346
8	2,2926
8,5	0,8605
9	-0,5731
9,5	-2,009
10	-3,432
10,5	-4,841
11	-6,264
11,5	-7,686
12	-9,120
12,5	-10,552
13	-11,924
13,1	-12,202
13,2	-12,468
13,3	-12,741

s	U _a
mm	V
13,4	-13,047
13,5	-13,347
13,6	-13,559
13,7	-13,605
13,8	-13,625
13,9	-13,643
14	-13,653
14,5	-13,691
15	-13,711
15,5	-13,720
16	-13,723
16,5	-13,725
17	-13,726
17,5	-13,727
18	-13,727
18,5	-13,728
19	-13,729
19,5	-13,729
20	-13,730

2.5 Kennlinie



In diesem Diagramm kann man den linearen Bereich zwischen ca. 4mm und ca. 13,5mm sehr gut erkennen.

2.6 Empfindlichkeit

Zur Berechnung der Empfindlichkeit wurde die Steigung des linearen Messbereiches berechnet, welche der Empfindlichkeit entspricht. Dazu wieder 2 Punkte aus dem linearen Bereich herausgesucht worden sind:

Punkt 1: $s_1 = 5 \text{ mm}$ $U_1 = 10,956 \text{ V}$

Punkt 2: $s_2 = 10 \text{ mm}$ $U_2 = -3,432 \text{ V}$

$$\text{Empfindlichkeit} = k = \frac{\Delta U}{\Delta s} = \frac{10,956 \text{ V} - (-3,432 \text{ V})}{5 \text{ mm} - 10 \text{ mm}} = -2,8776 \text{ V/mm}$$

2.7 Auflösung

Wie bei der vorhergehenden Messung wurde das Rauschen mit 0,1mV angenommen.

$$A = \frac{R}{E} = \frac{0,1 \text{ mV}}{2,8776 \text{ V/mm}} = 34,7512 \text{ nm}$$

3. Rundlauffehler der Mikrometerschraube

3.1 Aufgabenstellung

Es sollte der Rundlauffehler der Mikrometerschraube mithilfe des zuvor gemessenen LVDT gemessen werden. Der Rundlauffehler entsteht beim Produzieren der Schraube, in dem z.B. ein Eiern in der Drehmaschine vorkommt.

3.2 Messschaltung

Die Messschaltung ist dieselbe wie unter Punkt 2.3.

3.3 Messtabelle

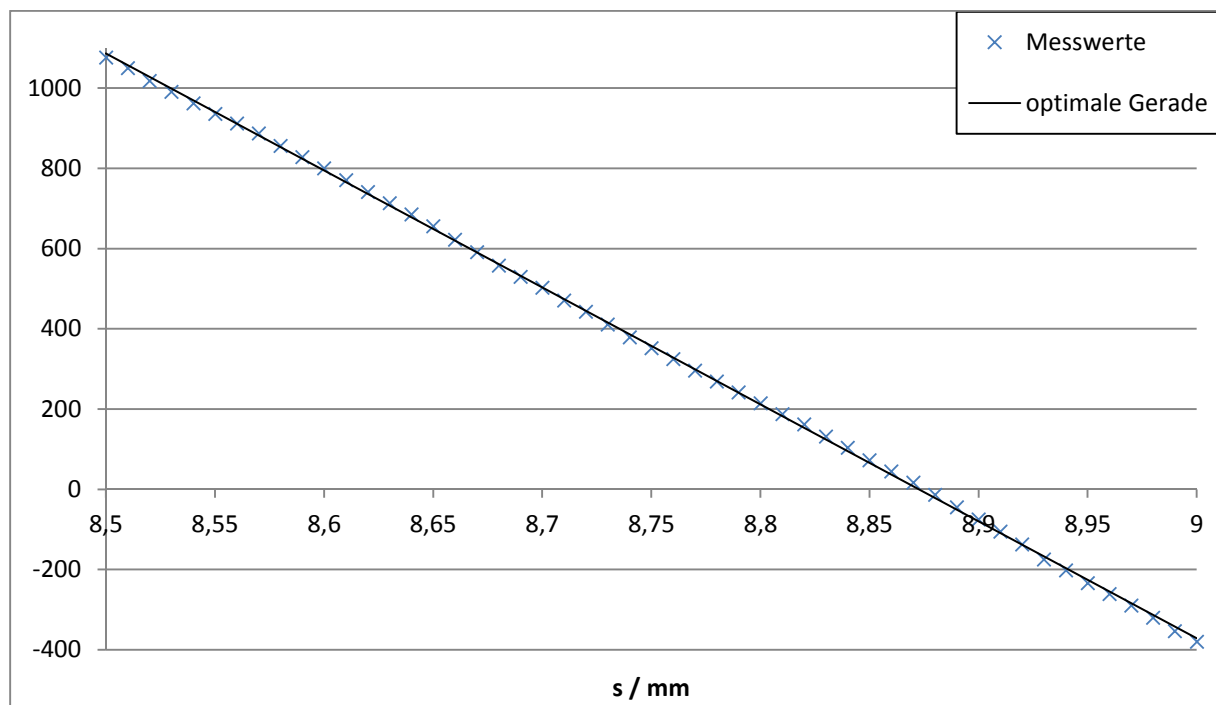
Es wurde zuerst eine Umdrehung der Schraube in sehr genauen Schritten gemessen. Dazu wurde die Umdrehung der Schraube zwischen 8 und 9 mm gemessen, da der Ausgangsspannungswert des LVDTs an dieser Stelle zwischen 1V und -0,3V beträgt und somit das Digitalmultimeter, welches zur Spannungsmessung verwendet wurde, mit einer höheren Auflösung misst.

s	U _a
mm	mV
8,50	1076,6
8,51	1050,0
8,52	1018,4
8,53	991,0
8,54	962,4
8,55	936,0
8,56	911,8
8,57	887,1
8,58	855,8
8,59	828,1
8,60	800,6
8,61	770,4
8,62	741,2
8,63	713,7
8,64	685,1
8,65	655,5
8,66	622,4

s	U _a
mm	mV
8,67	591,3
8,68	558,0
8,69	530,0
8,70	502,9
8,71	470,66
8,72	442,73
8,73	411,22
8,74	379,27
8,75	352,29
8,76	324,71
8,77	295,77
8,78	269,30
8,79	241,62
8,80	215,10
8,81	187,76
8,82	161,71
8,83	131,44

s	U _a
mm	mV
8,84	103,74
8,85	72,660
8,86	45,061
8,87	16,548
8,88	-13,266
8,89	-44,634
8,90	-74,690
8,91	-104,93
8,92	-137,17
8,93	-174,20
8,94	-201,76
8,95	-233,46
8,96	-260,86
8,97	-289,38
8,98	-319,58
8,99	-353,47
9,00	-379,67

3.4 Kennlinie

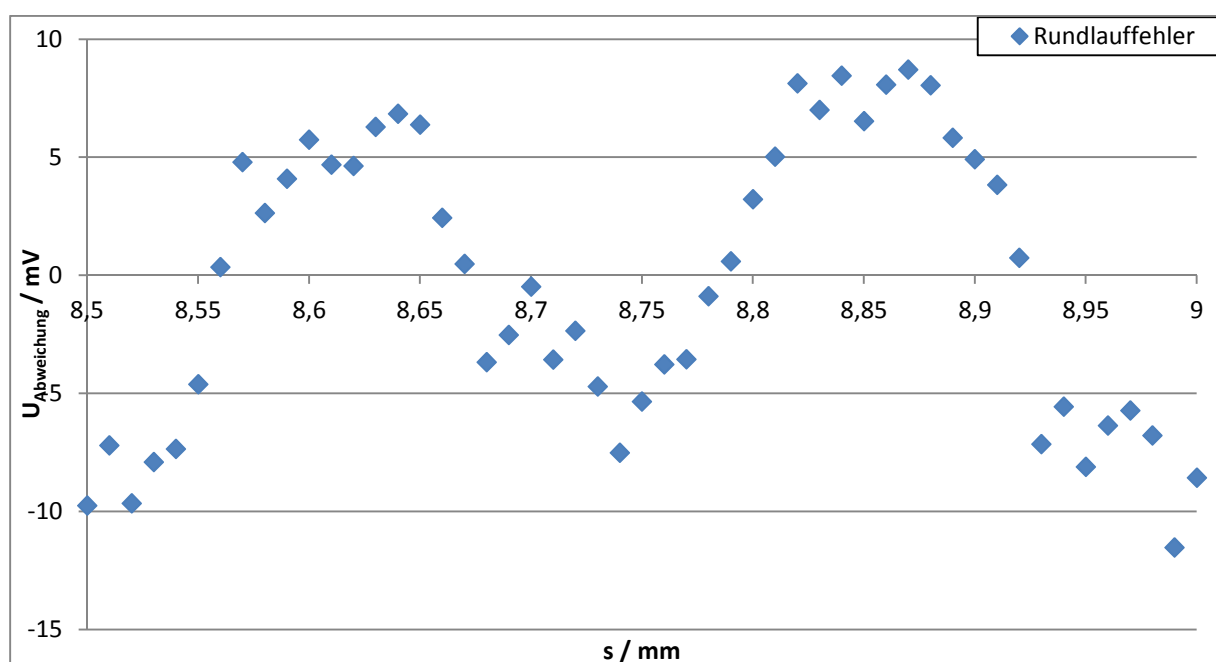


In diese Kennlinie wurde neben den Messwerten eine Gerade durch die Messergebnisse gelegt, welche das optimale Verhalten der Schraube darstellen soll.

Diese Gerade wurde mithilfe des Programms Excel erstellt, indem das Diagramm erstellt wurde und anschließend eine Trendlinie hinzugefügt wurde.

Sie wurde mit der Formel $y = -2914,9 * x + 25863$ definiert.

Anschließend wurden die Messergebnisse von dieser Gerade abgezogen und grafisch dargestellt. In dieser Grafik kann man die Periodizität dieses Rundlauffehlers sehr schön erkennen.



4. Erkenntnis

In dieser Übung wurden die Eigenschaften eines LVDTs, eines Winkelmessers und einer Mikrometerschraube erkannt. Außerdem bemerkten wir, dass die leichteste Erschütterung des Labortisches die Mikrometerschraube sehr stark veränderte. Weiters wurde gelernt, dass man Sensoren nur im linearen Bereich verwenden soll.