

EINFÜHRUNGSPRAKTIKUM PHYSIK

2. VERSUCH

Reaktionszeit

Autoren:

Eva Brandstätter (k12406599)

Tobias Mittermair (k12412801)

Gruppe:

Freitag Vormittag

Betreuer:

Thorsten Wagner

Abgabe:

29. November 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Grundlagen	2
3	Versuchsbeschreibung	3
3.1	Versuchsaufbau	3
3.2	Durchführung	3
4	Messergebnisse und Auswertung	3
4.1	Messwerte und Unsicherheiten	3
4.2	Auswertung	4
5	Zusätzliche Messung der Reaktionszeit	6
6	Diskussion	6
7	Anhang	8
7.1	Fallstrecke h	8
7.2	Reaktionszeit t	9

1 Einleitung

Die Reaktionszeit einer Experimentatorin kann Einfluss auf Versuchsergebnisse haben. Daher ist es wichtig, diese zu kennen und zu verstehen.

In diesem Experiment wird die mittlere Reaktionszeit einer Probandin (Eva Brandstätter) sowie die Verteilung der Reaktionszeit ermittelt. Außerdem soll näher auf deren statistische Größen und Verteilungen eingegangen werden.

Es wird vermutet, dass die Reaktionszeit annähernd Normalverteilt ist. Die gemessene Größe, aus der die Reaktionszeit ermittelt wird (Länge), ist aber nicht direkt proportional zur Zeit. Deshalb wird die Hypothese aufgestellt, dass die Verteilung dieser Größe nicht mehr einer Gaußverteilung entspricht (verzerrt ist).

Weiters soll deshalb behandelt werden, ob und wieso es einen Unterschied zwischen mittleren Zeit und der Zeit aus der gemittelten Länge gibt.

2 Grundlagen

Als Reaktionszeit bezeichnet man die Zeit, die vergeht von einem auslösenden Ereignis bis zu einer Reaktion seitens der zu Testenden. In diesem Versuch wird dabei die Fallstrecke h_i gemessen, die das Lineal zurücklegt, bevor es von der zu Testenden gefangen wird. Der Index i steht dabei für den i -ten Messwert. Aus dieser Strecke berechnet man sich mit der folgenden Formel die Reaktionszeit von der zu Testenden.

$$t_i = \sqrt{\frac{2 \cdot h_i}{g}} \quad (1)$$

Dabei ist g die Erdbeschleunigung, die in diesem Versuch mit $9.81 \frac{m}{s^2}$ angenommen wird und deren Unsicherheit vernachlässigt wird.

Die Reaktionszeit kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Nennenswert hierfür ist der Lidschlag (der die Sehfähigkeit für eine kurze Zeit unterbricht) oder die körperliche Verfassung sowie die Konzentrationsfähigkeit der zu testenden Person.

Für die statistischen Größen werden folgende Formeln verwendet:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (3)$$

$$\sigma_\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (4)$$

Mithilfe der Fehlerfortpflanzung kann die Unsicherheit der Fallstrecke auf die Reaktionszeit umgerechnet werden. Da die Messungen unkorreliert sind, kann man die Gauß'sche Fehlerfortpflanzung verwenden:

$$\sigma_t = \sqrt{\left(\frac{\partial t}{\partial h} \cdot \sigma_h\right)^2} \quad (5)$$

3 Versuchsbeschreibung

3.1 Versuchsaufbau

Für den Versuch wurde sowohl ein 30cm-Lineal als auch ein Millimeterpapier zur Verfügung gestellt. Weiters stand ein Laptop zur Führung des Laborprotokolls bereit und zur Dokumentation der Werte.

3.2 Durchführung

Der Versuch wurde am 22. November 2024 im Raum P122 an der JKU in Linz durchgeführt. Es wurden 138 Messpunkte erfasst.

Der "Tester" (Tobias Mittermair) hält das Lineal senkrecht zum Boden, möglichst ohne zu zittern. Um dies zu gewährleisten, wurden die zwei Finger, die das Lineal hielten, von der anderen Hand gestützt. Die Versuchsperson (die "zu Testende") platziert ihre Hand an der 0cm-Markierung, sodass an der Oberkante des Daumens die 0cm-Markierung abgelesen werden kann. Dabei wird der Abstand zwischen den Fingern möglichst gering gewählt (ohne das Lineal zu berühren), sodass beim Durchfallen des Lineals dieses schnell gefasst werden kann.

Nun lässt der Tester das Lineal möglichst unvorhersehbar für die andere Person los und die zu Testende fängt es so schnell es ihr möglich ist. Danach wird die Länge am Lineal and der Oberkante des Daumens abgelesen und in die Tabelle eingetragen. Weiters wird nebenbei ein Histogramm auf einem Millimeterpapier angefertigt.

Es ist einerseits darauf zu achten, dass es vom "Tester" keinerlei Signal gibt, dass das Lineal fallengelassen wird. Andererseits soll das Lineal immer in ungefähr der gleichen Position vom Tester zur Probandin gehalten werden.

4 Messergebnisse und Auswertung

4.1 Messwerte und Unsicherheiten

Die Messwerte sind dem Anhang (Kapitel 7.1) zu entnehmen.

Bezüglich den Messunsicherheiten unterscheidet man bei den abgelesenen Messwerten die Skalenunsicherheit des Lineals und der Unsicherheit des Daumens. Die Skalenunsicherheit (übersetzt auf normalverteilt) beträgt $\pm \frac{0.5}{\sqrt{3}}$ mm, welche man in Anbetracht der Ableseunsicherheit vernachlässigen kann, da diese auf ± 3 mm geschätzt wird. In diese Unsicherheit fließen Faktoren ein, wie die Perspektive und die Auflagefläche des Daumens, die sich je nach ausgeübter Kraft beim Zugreifen variiert. Deshalb wird $u_h \approx 3$ mm gewählt.

Da die Messungen unkorreliert sind, kann mithilfe der Gauß'schen Fehlerfortpflanzung (Gl. 5) die Unsicherheit der Fallstrecke auf die Reaktionszeit umgerechnet werden

Die Ableitung der Reaktionszeit nach der Fallstrecke ergibt sich zu:

$$\frac{\partial t(h)}{\partial h} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}} \quad (6)$$

Nun kann die Unsicherheit der Reaktionszeit berechnet werden:

$$u_t(h) = \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}} \cdot u_h\right)^2} \quad (7)$$

An dieser Formel ist zu erkennen, dass die Unsicherheit der Reaktionszeit mit steigender Fallstrecke abnimmt. Beispielsweise für $h = h(\mu_t)$ ergibt sich $u_t(h(\mu_t)) \approx 0.0018\text{s}$.

4.2 Auswertung

Der Mittelwert, die Standardabweichung und Standardabweichung des Mittelwerts wurden nach den Gleichungen 2, 3 und 4 jeweils für die Fallstrecke h und die Reaktionszeit t berechnet:

$\mu_h = 14.42\text{cm}$	$\mu_t = 0.1708\text{s}$
$\sigma_h = 2.55\text{cm}$	$\sigma_t = 0.0152\text{s}$
$\sigma_{\mu_h} = 0.22\text{cm}$	$\sigma_{\mu_t} = 0.0013\text{s}$

Zusätzlich wurde überprüft, ob $t(\mu_h) \stackrel{?}{=} \mu_t$ ist:

$$\begin{aligned} t(\mu_h) &= \sqrt{\frac{2 \cdot \mu_h}{g}} \\ &= 0.1714\text{s} \neq \mu_t \end{aligned}$$

Außerdem wurden Histogramme für Fallstrecke und Reaktionszeit angefertigt, um die Verteilung der Messwerte zu visualisieren. Weiters sind in beiden Diagrammen entsprechende Normalverteilungskurven eingezeichnet. Allerdings sei darauf hingewiesen, dass die Normalverteilungskurven nur als Referenz dienen.

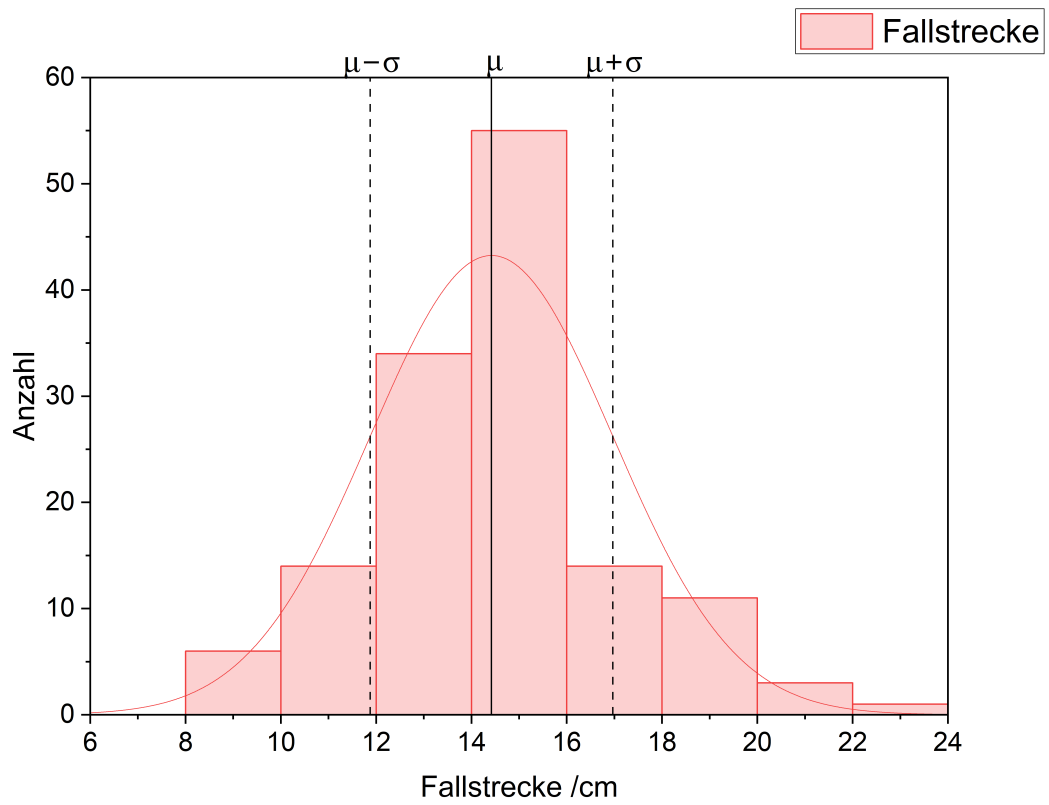


Abbildung 1: Histogramm der Fallstrecke

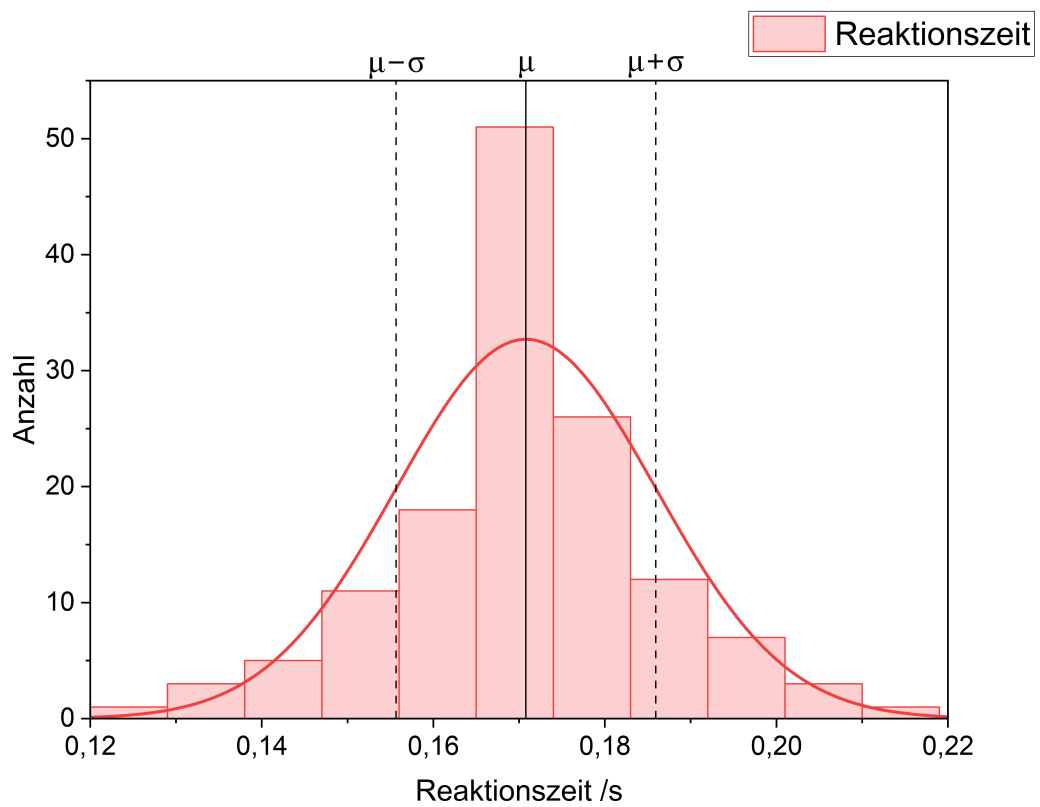


Abbildung 2: Histogramm der Reaktionszeit

5 Zusätzliche Messung der Reaktionszeit

Zum Vergleich wird die Reaktionszeit von Eva Brandstätter mithilfe einer Stoppuhr gemessen. Dabei werden auf der Anzeige alle, bis auf die erste Zehner-Ziffer der Sekundenanzeige verdeckt (Abb. 3) und die Stoppuhr gestartet. Nach 10s erscheint eine 1 in der Anzeige (Abb. 4), woraufhin so schnell wie möglich gestoppt wird. Danach wird die Millisekundenanzeige als Wert für die Reaktionszeit abgelesen (Abb. 5).



Abbildung 3:
Ausgangssituation



Abbildung 4:
auslösendes Ereignis



Abbildung 5: Stoppuhr mit
hervorgehobener Millisekunden-
anzeige

Dabei wurden für fünf Wiederholungen folgende Werte gemessen:

n	t / s
1	0.280
2	0.280
3	0.220
4	0.250
5	0.250

Tabelle 1: Messwerte der Reaktionszeit mit Stoppuhr

6 Diskussion

Die jeweils für Fallstrecke und Reaktionszeit berechneten Werte für Mittelwert, Standardabweichung und Standardabweichung des Mittelwerts sind in einer sinnvollen Größenordnung und entsprechen weitgehend den Erwartungen.

Aus der Fehlerfortpflanzung ging hervor, dass für realistische Fallstrecken die Unsicherheit der Reaktionszeit mit ca. 1-2ms sehr gering ist.

Es wurde erkannt, dass $t(\mu_h) > \mu_t$ ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Verteilungsform der Fallstrecke nicht mehr einer Normalverteilung entspricht, und eher nach links verzerrt ist.

Aus der Versuchsdurchführung wurden folgende Erkenntnisse gewonnen und Verbesserungsvorschläge abgeleitet:

Da die Zeit, die der Tester gewartet hat, bevor er das Lineal losgelassen hat, nicht dokumentiert wurde, kann nicht beurteilt werden, ob diese Zeit tatsächlich zufällig verteilt war, oder ob es eine unbewusste Tendenz gab, bestimmte Zeiten zu wählen. Hätte man diese Zeit dokumentiert, könnte man eventuell daraus schließen, dass Ausreißerwerte in der Wartezeit eine deutliche Verschlechterung der Reaktionszeit der Probandin zur Folge hätten.

Um auszuschließen, dass die Probandin noch nicht bereit war bzw. der Daumen noch nicht richtig ausgerichtet war, wurde vereinbart, dass das Lineal erst nach einem Signal der Probandin losgelassen wird. Dadurch könnte die Reaktionszeit verfälscht worden sein. Außerdem sei erwähnt, dass die gemessenen Reaktionszeiten vermutlich im Zusammenhang mit der physischen Verfassung der Probandin standen.

Es wurde nicht dokumentiert, welches Lineal zum Einsatz kam, beziehungsweise über welche Unsicherheit das Lineal verfügte. Diese Größe floss als systematischer Fehler in die Messergebnisse ein. Vermutlich handelt es sich hierbei aber um sehr geringe Werte, die nach Kombination der Unsicherheiten auf die Reaktionszeit nahezu keine Auswirkung haben.

Weiters kann analysiert werden, ob es über die Dauer des Versuchs hinweg eine positive oder negative Tendenz im Bezug auf die Reaktionszeit gab. Folgendes Diagramm (Abb. 6) veranschaulicht, dass nur eine minimale Verschlechterung festgestellt werden kann. Trotzdem wurde das Lineal von der fähigen Probandin nie fallengelassen.

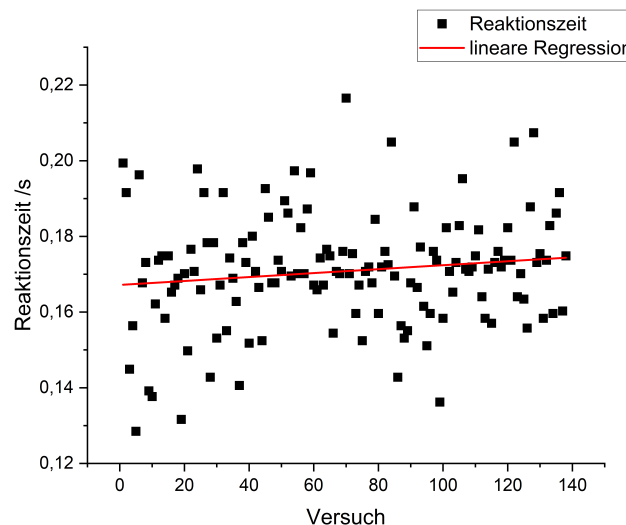


Abbildung 6: Tendenz der Reaktionszeit

Um einen Vergleichswert für die aus den Fallstrecken ermittelte Reaktionszeit zu haben, wurde eine zusätzliche direkte Reaktionszeitmessung mit einer Stoppuhr durchgeführt. Die gemessenen Werte (Tab. 5) liegen im Bereich von 0.220s bis 0.280s und sind somit in einer ähnlichen Größenordnung, jedoch etwas höher als die aus den Fallstrecken ermittelten Werte. Dies könnte auf mehrere Faktoren zurückzuführen sein, vor allem aber war der Stichprobenumfang des Zusatzversuchs mit $n = 5$ deutlich geringer und ist somit nur bedingt aussagekräftig.

Abschließend ist erwähnenswert, dass es wichtig ist, die Reaktionszeit zu kennen und zu verstehen, da diese Einfluss auf andere Versuche und deren Ergebnisse haben kann.

7 Anhang

7.1 Fallstrecke h

siehe auch Laborprotokoll zugänglich auf eln.jku.at

	h / m
1	19.5
2	18.0
3	10.3
4	12.0
5	8.1
6	18.9
7	13.8
8	14.7
9	9.5
10	9.3
11	12.9
12	14.8
13	15.0
14	12.3
15	15.0
16	13.4
17	13.7
18	14.0
19	8.5
20	14.2
21	11.0
22	15.3
23	14.3
24	19.2
25	13.5
26	18.0
27	15.6
28	10.0
29	15.6
30	11.5
31	13.7
32	18.0
33	11.8
34	14.9
35	14.0

36	13.0
37	9.7
38	15.6
39	14.7
40	11.3
41	15.9
42	14.3
43	13.6
44	11.4
45	18.2
46	16.8
47	13.8
48	13.8
49	14.8
50	14.3
51	17.6
52	17.0
53	14.1
54	19.1
55	14.2
56	16.3
57	14.2
58	17.2
59	19.0
60	13.7
61	13.5
62	14.9
63	13.7
64	15.3
65	15.0
66	11.7
67	14.3
68	14.2
69	15.2
70	23.0
71	14.2

72	15.1
73	12.5
74	13.7
75	11.4
76	14.3
77	14.5
78	13.8
79	16.7
80	12.5
81	14.5
82	15.2
83	14.6
84	20.6
85	14.1
86	10.0
87	12.0
88	11.5
89	11.8
90	13.8
91	17.3
92	13.6
93	15.4
94	12.8
95	11.2
96	12.5
97	15.2
98	14.8
99	9.1
100	12.3
101	16.3
102	14.3
103	13.4
104	14.7
105	16.4
106	18.7
107	14.4

108	14.3
109	14.5
110	15.0
111	16.2
112	13.2
113	12.3
114	14.4
115	12.1
116	14.7
117	15.2
118	14.5
119	14.8
120	16.3
121	14.8
122	20.6
123	13.2
124	14.2
125	13.1
126	11.9
127	17.3
128	21.1
129	14.7
130	15.1
131	12.3
132	14.8
133	16.4
134	12.5
135	17.0
136	18.0
137	12.6
138	15.0

Tabelle 2: Fallstrecke

7.2 Reaktionszeit t

	t / s						
1	0.1994	36	0.1628	72	0.1755	108	0.1707
2	0.1916	37	0.1406	73	0.1596	109	0.1719
3	0.1449	38	0.1783	74	0.1671	110	0.1749
4	0.1564	39	0.1731	75	0.1525	111	0.1817
5	0.1285	40	0.1518	76	0.1707	112	0.1640
6	0.1963	41	0.1800	77	0.1719	113	0.1584
7	0.1677	42	0.1707	78	0.1677	114	0.1713
8	0.1731	43	0.1665	79	0.1845	115	0.1571
9	0.1392	44	0.1525	80	0.1596	116	0.1731
10	0.1377	45	0.1926	81	0.1719	117	0.1760
11	0.1622	46	0.1851	82	0.1760	118	0.1719
12	0.1737	47	0.1677	83	0.1725	119	0.1737
13	0.1749	48	0.1677	84	0.2049	120	0.1823
14	0.1584	49	0.1737	85	0.1695	121	0.1737
15	0.1749	50	0.1707	86	0.1428	122	0.2049
16	0.1653	51	0.1894	87	0.1564	123	0.1640
17	0.1671	52	0.1862	88	0.1531	124	0.1701
18	0.1689	53	0.1695	89	0.1551	125	0.1634
19	0.1316	54	0.1973	90	0.1677	126	0.1558
20	0.1701	55	0.1701	91	0.1878	127	0.1878
21	0.1498	56	0.1823	92	0.1665	128	0.2074
22	0.1766	57	0.1701	93	0.1772	129	0.1731
23	0.1707	58	0.1873	94	0.1615	130	0.1755
24	0.1978	59	0.1968	95	0.1511	131	0.1584
25	0.1659	60	0.1671	96	0.1596	132	0.1737
26	0.1916	61	0.1659	97	0.1760	133	0.1829
27	0.1783	62	0.1743	98	0.1737	134	0.1596
28	0.1428	63	0.1671	99	0.1362	135	0.1862
29	0.1783	64	0.1766	100	0.1584	136	0.1916
30	0.1531	65	0.1749	101	0.1823	137	0.1603
31	0.1671	66	0.1544	102	0.1707	138	0.1749
32	0.1916	67	0.1707	103	0.1653		
33	0.1551	68	0.1701	104	0.1731		
34	0.1743	69	0.1760	105	0.1829		
35	0.1689	70	0.2165	106	0.1953		
		71	0.1701	107	0.1713		

Tabelle 3:
Reaktionszeit