



Projektarbeit Kraftmessung in Z-Richtung SS2019

25. September 2019

Andreas Boeck, LRB5P, boeck-a@web.de

Matrikelnummer: 63503316

Ludwig Laurent, LRB5P, llaurant@hm.edu

Matrikelnummer: 28707516

Marcel Seibold, LRB5P, marcel.seibold,ms@gmail.com

Matrikelnummer: 81675816

Luft- und Raumfahrttechnik

Betreuer: Dipl.-Ing. Armin Rohnen



1 Abstract

Die Firma „Kaffeewerkstatt Muenchen“ mit Sitz in Neuried moechte einen Kaffeeautomaten zusammen mit der Hochschule Muenchen entwickeln, welcher alle verschiedenen im Sortiment vorhandenen Kaffeemaschinen simulieren kann. Dadurch besteht die Moeglichkeit, den Kunden mit nur einer Maschine vom großen Maschinensortiment zu ueberzeugen und sich fuer eine Maschine entscheiden zu koennen. Um hier ein gutes Ergebnis erhalten zu koennen wird eine Kraftmessung benoetigt, welche das Gewicht des Kaffees nur in vertikaler Richtung misst. Leider sind Durchflussmessgeraete schlupfbelastet, weshalb diese nicht in Frage kommen.

The company „Kaffeewerkstatt Muenchen“ with the main location in Neuried wants to produce a coffee machine in partnership with the Hochschule Muenchen, which can simulate all the other machines in the assortment. This will give the possibility for the costumer to decide with only one engine, what machine is the best for him/her/it. For a well produced result, there is a force measurement necessary which messure the weight of the coffee only in the vertical direction. In case of the slip charge of flow meter, they can´t be used at all.

2 Formelverzeichnis

Formelzeichen	Einheit	Bezeichnung
F	N	Kraft
g	$\frac{m}{s^2}$	Erdbeschleunigung
M	Nm	Moment
m	kg	Masse
L	mm, m	Laenge
μ	-	Reibkoeffizient

3 Indizes

Indizezeichen	Bezeichnung
B1x	obere Auflageflaechen des Winkels
B2x	untere Auflageflaechen des Winkels
G	Gewicht
GA	Tassenaufgabe
N	Normal
R	Reibung
x	horizontal

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	1
2	Formelverzeichnis	2
3	Indizes	2
4	Einleitung und Aufgabenstellung	4
5	Fehlerfindung am alten Aufbau	5
6	Konzeptionierung der Kraftmessung in Z-Richtung	6
6.1	Konzept zum Grundgeruest der Waeeinheit für Neuaufbau . . .	6
6.2	Lagerung des Aufbaus für reine Z-Kraefte	7
6.2.1	Maximalkraft an Linearfuehrungsschienen	7
6.3	Auslegung der Kraftuebertragung	8
6.4	Mechanischer Anschlag zum Schutz der Waeezelle	9
7	Versuchstechnische Auswertung	10
8	Maximale Gewichtsauslastung auf die Waeezelle	14
9	Zusammenfassung und Ausblick	15
10	Literaturverzeichnis und Internetadressen	16
11	Abbildungsverzeichnis	16
12	Anhang	17
12.1	Stücklisten	17
12.2	Fertigungszeichnungsliste	17
12.3	Gesamtaufbauzeichnungsliste	17
12.4	CAD-Modellliste	18

4 Einleitung und Aufgabenstellung

Zu Beginn bestand die Aufgabe darin ein funktionsfähiges in den Prototypen verbautes Waagesystem zu entwickeln, welches die Kräfte nur in Z-Richtung misst. Dabei muss beachtet werden, dass durch die unterschiedlichen Positionen und Gewichten kein Einfluss durch den Hebelarm entsteht. Es wird ein Nebenaufbau gefordert um das Kollidieren mit den anderen Gruppen zu vermeiden. Ebenso müssen industrialisierungstaugliche Konstruktionsunterlagen angefertigt werden. Ein versuchstechnischer Nachweis der Funktionalität muss erbracht werden mit einer technischen Dokumentation und einem Abschlussbericht. Die Waage soll eine Messgenauigkeit von weniger als einem Gramm betragen. Die Kosten für das Projekt müssen dabei möglichst gering gehalten werden.

5 Fehlerfindung am alten Aufbau

Als Grundlage wird der vorhandene Aufbau aus der Bachelorarbeit von Herrn Stach herangezogen und auf Fehlern untersucht, um diesen weiter zu verwenden oder gegebenenfalls zu verbessern.

Nach dem ueberpruefen der Bauteile auf Maß- und Passgenauigkeit, welche als in Ordnung eingestuft wurden, wurde es auf den Fehler der Reibhaftung untersucht.

Bei dem Konzept in der Bachelorarbeit wird eine Art Gleitlager hergestellt ueber einen angebrachten Winkel und den beiden Itemprofilen in der Mitte. Hier ist die Tassenauflage zwischen den Teilen eingeklemmt und dort besteht moeglicherweise Handlungsbedarf, da die Reibung zu groß sein koennte. Fuer mehr Informationen benoetigen Sie die Bachelorarbeit welche im Literaturverzeichnis aufgelistet ist.

Berechnungen Reibung ohne zusaetzlicher Last:

$$F_{GA} = 4,7971N$$

$$\sum F_x = 0 \quad F_{B1x} = -F_{B2x}$$

$$\sum M_{B2x} = 0 \quad F_{B1x} * 18,25mm + F_{GA} * 55,4mm = 0$$

$$F_{B1x} = -\frac{F_{GA} * 55,4mm}{18,25mm} = -\frac{4,7971N * 55,4mm}{18,25mm} = -14,56N$$

$$\Rightarrow F_{B2x} = 14,56N \hat{=} 1,48kg$$

Reibwert Stahl-Aluminiumlegierung: 0,1...0,28

www.schweizer-fn.de/stoff/reibwerte/reibwerte.php

$$F_R = \mu * F_N = 0,1...0,28 * 14,56N = 1,456N...4,0758N$$

Da zwei Reibflaechen $\Rightarrow 2 * F_R = 2,912N...8,1536N$

\Rightarrow Ab einem Reibkoeffizienten $> 0,16$ herrscht zu viel Reibung.

Zusätzliches Gewicht durch Tassen oder Kaffee spielt keine Rolle, da sich mit der Erhoehung der Reibkraft auch die Gewichtskraft erhoehrt und somit der Reibkoeffizient immer konstant bleibt.

Da das System aktuell nicht funktioniert gehen wir von einem Reibkoeffizienten groeßer 0,16 aus.

Aus den Erkenntnissen der Funktionsanalyse des Systems und dem aufgefuehrten rechnerischen Nachweis, hat sich die Entwicklung einer verbesserten Fuehrung der Tassenablage ergeben.

6 Konzeptionierung der Kraftmessung in Z-Richtung

6.1 Konzept zum Grundgeruest der Waageeinheit für Neuaufbau

Fuer den Neuaufbau werden Itemprofile und eine einfach 2mm dicke Aluminiumplatte verwendet. Die Zeichnung ist nicht Maßstabsgetreu, erlaeutert aber genau den Aufbau des Grundgeruestes.

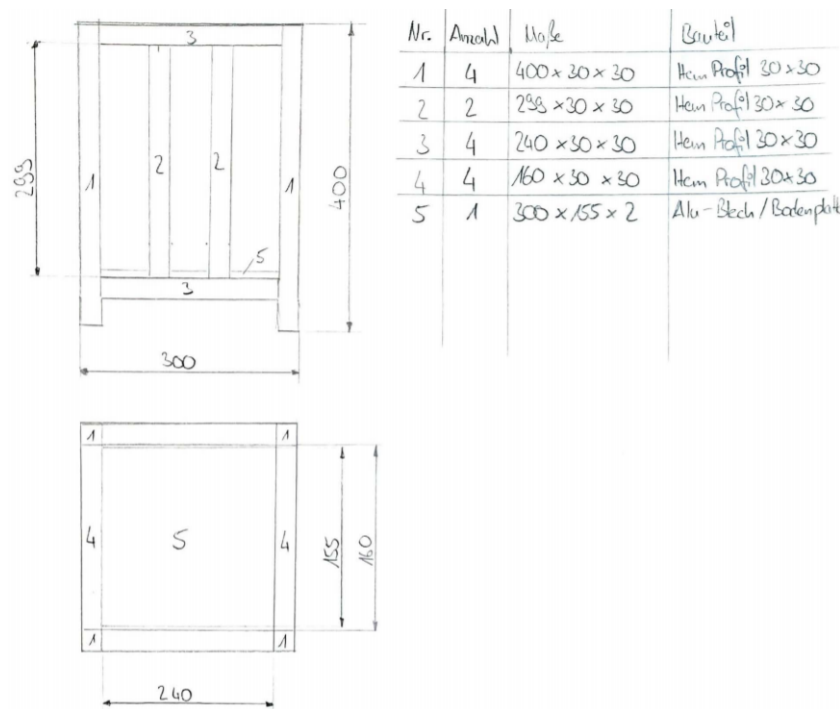


Abbildung 1: Grundgeruest

6.2 Lagerung des Aufbaus für reine Z-Kräfte

Das über Klemmung geschaffene Gleitlager wird durch eine Linearführung mit Kugellagern ersetzt. Dadurch kann gewährleistet werden, dass nur vertikale Kräfte auftreten können. In allen anderen Richtungen verspermt die Linearführung eine Kraftübertragung auf die Waagezelle. Aufgrund von Stabilität und ausreichender Kraftübertragung ist hier eine HIWIN Führungsschiene mit Wagen verbaut, welche jedoch zu teuer ist. Eine günstigere Alternative und die beiden Rechnungen für die Linearführungen befinden sich im Anhang. Die günstigere Alternative wird im Ausblick genauer erläutert.

HIWIN Führungsschiene mit Wagen:

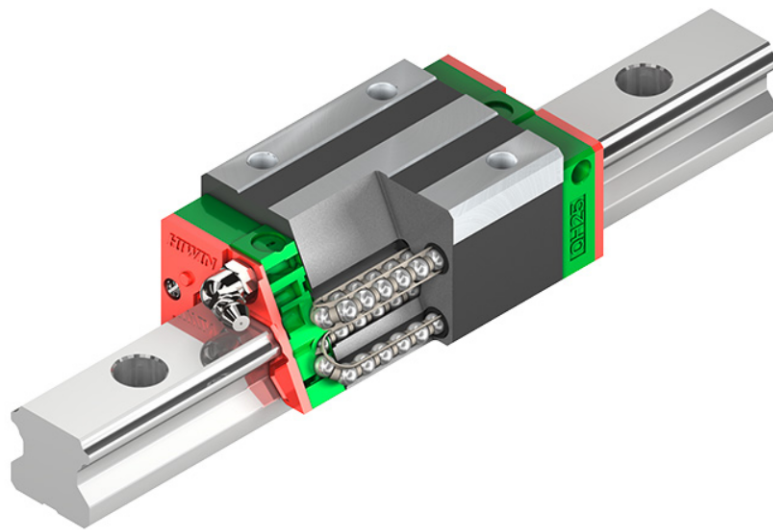


Abbildung 2: HIWIN Linearführungsschiene

Die Länge der Führungsschiene wird aktuell auf ein ~~hundert~~ mm begrenzt, da der darauffolgende Aufbau nicht klar erscheint. Außerdem wird eine gewisse Länge benötigt um die Schiene mit zwei Schrauben an die Itemprofile zu befestigen.

6.2.1 Maximalkraft an Linearführungsschienen

Das maximale Moment bei den ausgewählten Linearführungsschienen beträgt:
 $M = 51 \text{ Nm}$

Daraus ergibt sich eine maximale Gewichtslast von 37,13 kg, welche auf die Tassenauflage aufgebracht werden darf, nur aufgrund der Linearführungen. Die **Eingravierung** auf der Waagezelle begrenzt die Last auf acht kg.

6.3 Auslegung der Kraftuebertragung

Die Kraft muss von der Tassenauflage zu den Waegezellen uebertragen werden, mit einer Zwischenschaltung ueber die Linearfuehrungsschienen wodurch die vertikale Gewichtsmessung gewaehrleistet wird. Dies erfolgt durch ein Winkelsystem, das eigens dafuer angefertigt wurde. Zunaechst bestand die Ueberlegung darin, die Position der alten Waegezellen zu uebernehmen und zwei Zellen zu verbauen. Dies bedeutet eine zu hohe Genauigkeit bei dem Winkel der alles miteinander verbinden soll und damit waeren die Kosten erneut in die Hoehe getrieben worden. Um die Kosten und die Maßtoleranzanforderungen an die Bauteile gering zu halten, haben ~~wir~~ uns dafuer entschieden nur eine Waegezelle zu verwenden. Diese wird an der Bodenplatte an einem Ende verschraubt, waehrend das andere in der Luft haengen bleibt. Die zwei Linearfuehrungsschienen uebernehmen damit die Aufgabe der zwei Zellen und stabilisieren das ganze System in allen Richtungen, außer in der vertikalen Richtung. In Z-Richtung liegt der Winkel mit der Kraft auf die eine Waegezelle auf und uebergibt dadurch die auf der Tassenauflage aufgebrachte Kraft.

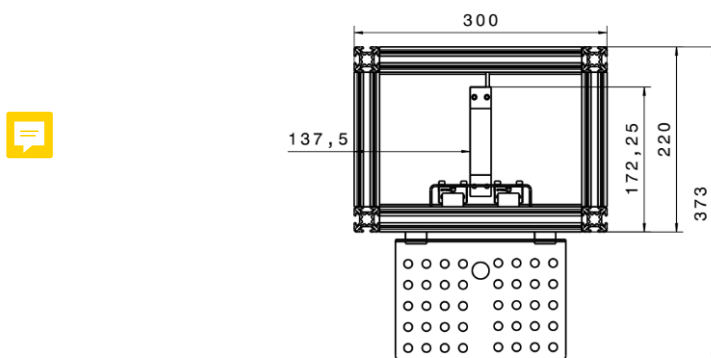


Abbildung 3: Neuaufbau von oben

6.4 Mechanischer Anschlag zum Schutz der Waagezelle

Um einen Abstand zwischen Waagezelle und Bodenplatte zu erhalten wird eine fünf mm dicke Aluminiumplatte darunter mit verschraubt. Diese ist in Länge und Breite der Waagezelle identisch. Damit nun das Spiel vorhanden ist, welches benötigt wird damit sich die Waagezelle biegen kann, wird in die Platte eine Stufe gefräst.

Diese Maximalhöhe von 0,1mm ist in der Bachelorarbeit von Herrn Stach auf Seite 54 berechnet worden und kann so übernommen werden, da die selben Waagezellen verwendet werden.



7 Versuchstechnische Auswertung

Zuerst wird das Gesamtsystem als Tassensimulation gewogen. Hierbei wird eine Tasse von 130 Gramm angenommen und anschließend in ein Gramm Schritten auf das Maximale Espressogewicht aufgefüllt.

Gewicht in g	1 min	1 max	Durchschn	2 min	2 max	Durchschn	3 min	3 max	Durchschn	4 min	4 max	Durchschn	5 min	5 max	Durchschnitt
0	0,1708	1,1709	0,67085	0,1675	0,1679	0,1677	0,1634	0,164	0,1637	0,1574	0,1587	0,15805	0,1529	0,1533	0,1531
130	0,1753	0,176	0,17565	0,1749	0,1803	0,1776	0,1737	0,1752	0,17445	0,1656	0,1688	0,1672	0,1606	0,1627	0,16165
150	0,1769	0,1771	0,17700	0,1822	0,1827	0,18245	0,1772	0,1781	0,17765	0,1734	0,1741	0,17375	0,1627	0,1634	0,16305
151	0,1743	0,1745	0,17440	0,1837	0,1839	0,1838	0,1794	0,1796	0,1795	0,1753	0,1756	0,17545	0,1622	0,1625	0,16235
152	0,1751	0,1752	0,17515	0,1818	0,1821	0,18195	0,1802	0,1804	0,1803	0,1764	0,1765	0,17645	0,1632	0,1634	0,1633
153	0,1755	0,1756	0,17555	0,1829	0,1831	0,183	0,1807	0,1808	0,18075	0,1769	0,1771	0,177	0,1636	0,1637	0,16365
154	0,1757	0,1758	0,17575	0,1834	0,1836	0,1835	0,1809	0,1811	0,181	0,1772	0,1773	0,17725	0,164	0,1641	0,16405
155	0,176	0,1761	0,17605	0,184	0,1841	0,18405	0,1818	0,1819	0,18185	0,1744	0,1746	0,1745	0,1643	0,1644	0,16435
156	0,1766	0,1768	0,17670	0,1844	0,1845	0,18445	0,1778	0,178	0,1779	0,175	0,1752	0,1751	0,1644	0,1645	0,16445
157	0,1768	0,1769	0,17685	0,1847	0,1848	0,18475	0,1787	0,1788	0,17875	0,1757	0,1759	0,1758	0,1619	0,162	0,16195
158	0,1772	0,1773	0,17725	0,1852	0,1853	0,18525	0,1791	0,1792	0,17915	0,1766	0,1767	0,17665	0,1622	0,1623	0,16225
159	0,1773	0,1773	0,17730	0,1856	0,1857	0,18565	0,1794	0,1795	0,17945	0,1747	0,1748	0,17475	0,1623	0,1624	0,16235
160	0,1774	0,1775	0,17745	0,186	0,1861	0,18605	0,1804	0,1805	0,18045	0,1754	0,1755	0,17545	0,1625	0,1627	0,1626

Abbildung 4: Versuch1_Gesamtsystem_Tassensimulation_V01



Gesamter Durchschnitt: in	Durchschnitt	Durchschnitt	Differenz	Prozentuale Abweichung	Abweichung in gramm
0,26268	0,15310	0,67085	0,51775	338,18	0
0,17131	0,16165	0,17760	0,01595	9,87	12,83
0,17478	0,16305	0,18245	0,01940	11,90	17,85
0,17510	0,16235	0,18380	0,02145	13,21	19,95
0,17543	0,16330	0,18195	0,01865	11,42	17,36
0,17599	0,16365	0,18300	0,01935	11,82	18,09
0,17631	0,16405	0,18350	0,01945	11,86	18,26
0,17616	0,16435	0,18405	0,01970	11,99	18,58
0,17572	0,16445	0,18445	0,02000	12,16	18,97
0,17562	0,16195	0,18475	0,02280	14,08	22,10
0,17611	0,16225	0,18525	0,02300	14,18	22,40
0,17590	0,16235	0,18565	0,02330	14,35	22,82
0,17640	0,16260	0,18605	0,02345	14,42	23,08

Abbildung 5: Versuch1_Gesamtsystem_Tassensimulation_Auswertung_V01

7 VERSUCHSTECHNISCHE AUSWERTUNG

Anschließend wird das Gesamtsystem auf Ungenauigkeit in 100 Gramm Schritten untersucht.

Gewicht in g	1 min	1 max	Durchschnitt	2 min	2 max	Durchschnitt	3 min	3 max	Durchschnitt
0	0,1635	0,1637	0,16360	0,1823	0,1824	0,18235	0,1503	0,1529	0,1516
100	0,1669	0,1674	0,16715	0,1808	1,1839	0,68235	0,1583	0,1613	0,1598
200	0,1762	0,1787	0,17745	0,1907	0,1961	0,1934	0,1706	0,1743	0,17245
300	0,191	0,1927	0,19185	0,2209	0,2214	0,22115	0,1869	0,1904	0,18865
400	0,2043	0,2101	0,20720	0,2285	0,2326	0,22955	0,2848	0,2849	0,28485
500	0,225	0,2353	0,23015	0,2535	0,2572	0,25535	0,2892	0,2939	0,29155
600	0,2489	0,2538	0,25135	0,2683	0,2758	0,27205	0,3009	0,3143	0,3076
700	0,4618	0,462	0,46190	0,2884	0,304	0,2962	0,3308	0,3409	0,33585
800	0,4655	0,4656	0,46555	0,3277	0,3362	0,33195	0,3556	0,3641	0,35985
900	0,4342	0,4352	0,43470	0,3517	0,3553	0,3535	0,3759	0,3855	0,3807
1000	0,4411	0,4428	0,44195	0,3655	0,3772	0,37135	0,3982	0,4053	0,40175

Abbildung 6: Versuch2_Gesamtsystem_100gMessung_V01

Gesamter Durchsch	min Durchschnitt	max Durchschnitt	differenz	prozentuale Abweichun	Abweichung in gramm
0,16585	0,15160	0,18235	0,03075	20,28	0,00
0,336433333	0,15980	0,68235	0,52255	327,00	327,00
0,1811	0,17245	0,19340	0,02095	12,15	24,30
0,20055	0,18865	0,22115	0,03250	17,23	51,68
0,240533333	0,20720	0,28485	0,07765	37,48	149,90
0,259016667	0,23015	0,29155	0,06140	26,68	133,39
0,277	0,25135	0,30760	0,05625	22,38	134,27
0,36465	0,29620	0,46190	0,16570	55,94	391,59
0,385783333	0,33195	0,46555	0,13360	40,25	321,98
0,389633333	0,35350	0,43470	0,08120	22,97	206,73
0,405016667	0,37135	0,44195	0,07060	19,01	190,12

Abbildung 7: Versuch2_Gesamtsystem_100gMessung_Auswertung_V01

Im Anschluss wird das Gesamtsystem mit den mehrmaligen Wiederholungen als Diagramm dargestellt um Abweichungen darzustellen.

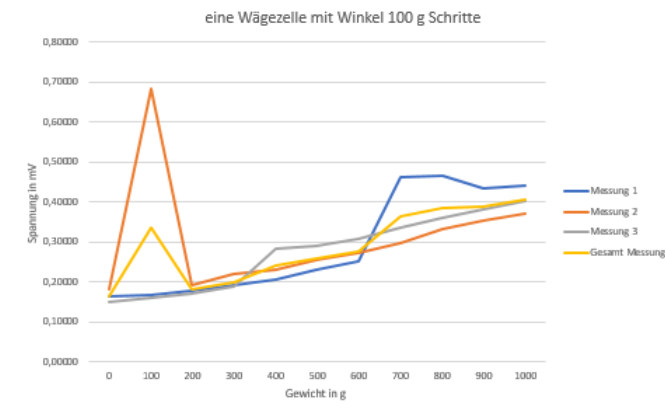


Abbildung 8: Versuch2_Gesamtsystem_100gMessung_Diagrammdarstellung_V01

7 VERSUCHSTECHNISCHE AUSWERTUNG

Nun wird die Waagezelle einzeln betrachtet und auf Ihre Genauigkeit auf ein Gramm untersucht.

Gewicht in g	1 min	1 max	Durchschnitt	2 min	2 max	Durchschnitt	3 min	3 min	Durchschnitt	4 min	4 max	Durchschnitt	5 min	5 max	Durchschnitt
500	-0,1061	-0,106	-0,10605	-0,1061	-0,1059	-0,106	-0,1062	-0,1061	-0,10615	-0,1061	-0,106	-0,10605	-0,1061	-0,106	-0,10605
501	-0,1064	-0,1063	-0,10635	-0,1064	-0,1063	-0,10635	-0,1064	-0,1063	-0,10635	-0,1065	-0,1064	-0,10645	-0,1064	-0,1064	-0,1064
502	-0,1067	-0,1066	-0,10665	-0,1067	-0,1066	-0,10665	-0,1067	-0,1066	-0,10665	-0,1067	-0,1066	-0,10665	-0,1067	-0,1066	-0,10665
503	-0,107	-0,1069	-0,10695	-0,107	-0,1069	-0,10695	-0,107	-0,1069	-0,10695	-0,107	-0,1069	-0,10695	-0,107	-0,1069	-0,10695
504	-0,1074	-0,1072	-0,1073	-0,1073	-0,1072	-0,10725	-0,1073	-0,1072	-0,10725	-0,1073	-0,1072	-0,10725	-0,1073	-0,1072	-0,10725
505	-0,1076	-0,1075	-0,10755	-0,1076	-0,1075	-0,10755	-0,1077	-0,1076	-0,10765	-0,1076	-0,1075	-0,10755	-0,1077	-0,1076	-0,10765
506	-0,1079	-0,1078	-0,10785	-0,1079	-0,1078	-0,10785	-0,108	-0,1078	-0,10795	-0,1079	-0,1078	-0,10785	-0,108	-0,1079	-0,10795
507	-0,1082	-0,1081	-0,10815	-0,1083	-0,1082	-0,10825	-0,1083	-0,1082	-0,10825	-0,1082	-0,1081	-0,10815	-0,1083	-0,1081	-0,1082
508	-0,1085	-0,1084	-0,10845	-0,1086	-0,1085	-0,10855	-0,1086	-0,1085	-0,10855	-0,1085	-0,1085	-0,1085	-0,1086	-0,1085	-0,10855
509	-0,1088	-0,1087	-0,10875	-0,1089	-0,1088	-0,10885	-0,1089	-0,1087	-0,1088	-0,1089	-0,1088	-0,10885	-0,1088	-0,1088	-0,1088
510	-0,1091	-0,109	-0,10905	-0,1092	-0,1091	-0,10915	-0,1091	-0,109	-0,10905	-0,1092	-0,1091	-0,10915	-0,1092	-0,1091	-0,10915

Abbildung 9: Versuch3_Waagezelle_alleine_1gMessungsabweichung_V01

Gesamt Durchschnitt	in Durchschnitt	Durchschnitt	Differenz	Prozentuale Abweichung	Abweichung in Gramm
-0,10606	-0,10615	-0,106	0,00015	0,14	0,71
-0,10638	-0,10645	-0,10635	0,00010	0,09	0,47
-0,10665	-0,10665	-0,10665	0,00000	0,00	0,00
-0,10695	-0,10695	-0,10695	0,00000	0,00	0,00
-0,10726	-0,1073	-0,10725	0,00005	0,05	0,23
-0,10759	-0,10765	-0,10755	0,00010	0,09	0,47
-0,10788	-0,10795	-0,10785	0,00010	0,09	0,47
-0,1082	-0,10825	-0,10815	0,00010	0,09	0,47
-0,10852	-0,10855	-0,10845	0,00010	0,09	0,47
-0,10881	-0,10885	-0,10875	0,00010	0,09	0,47
-0,10911	-0,10915	-0,10905	0,00010	0,09	0,47

Abbildung 10: Versuch3_Waagezelle_alleine_1gMessungsabweichung_Auswertung_V01

Danach untersuchen wir die Waagezelle einzeln auf 100 Gramm.

Gewicht in g	1 min	1 max	Durchschnitt	2 min	2 max	Durchschnitt	3 min	3 max	Durchschnitt
0	0,04476	0,04495	0,044805	0,0449	0,04499	0,044945	0,04488	0,04495	0,044915
100	0,01464	0,01474	0,014690	0,01465	0,01477	0,01471	0,01475	0,01483	0,01479
200	-0,01551	-0,0154	-0,015455	-0,01553	-0,01542	-0,015475	-0,01545	-0,01536	-0,015405
300	-0,04563	-0,04559	-0,045640	-0,04564	-0,04553	-0,045585	-0,04563	-0,04554	-0,045585
400	-0,07593	-0,0758	-0,075865	-0,07586	-0,07576	-0,07581	-0,0759	-0,0758	-0,07585
500	-0,1061	-0,106	-0,106050	-0,1061	-0,106	-0,10605	-0,1061	-0,106	-0,10605
600	-0,1364	-0,1362	-0,136300	-0,1363	-0,1362	-0,13625	-0,1363	-0,1362	-0,13625
700	-0,1666	-0,1665	-0,166550	-0,1666	-0,1665	-0,16655	-0,1666	-0,1665	-0,16655
800	-0,1968	-0,1967	-0,196750	-0,1968	-0,1967	-0,19675	-0,1968	-0,1967	-0,19675
900	-0,227	-0,2269	-0,226950	-0,227	-0,2269	-0,22695	-0,227	-0,2269	-0,22695
1000	-0,2572	-0,2571	-0,257150	-0,2572	-0,2571	-0,25715	-0,2572	-0,2571	-0,25715



Abbildung 11: Versuch4_Waagezelle_alleine_100gMessung_V01

7 VERSUCHSTECHNISCHE AUSWERTUNG

Gesamter Durchschnitt	min Durchschnitt	max Durchschnitt	differenz	prozentuale Abweichung	Abweichung in gramm
0,044888333	0,04481	0,04495	0,00014	0,31	0,00
0,01473	0,01469	0,01479	0,00010	0,68	0,68
-0,015445	-0,01548	-0,01541	0,00007	0,45	0,90
-0,045603333	-0,04564	-0,04559	0,00005	0,12	0,36
-0,075841667	-0,07587	-0,07581	0,00006	0,07	0,29
-0,10605	-0,10605	-0,10605	0,00000	0,00	0,00
-0,136266667	-0,13630	-0,13625	0,00005	0,04	0,22
-0,16655	-0,16655	-0,16655	0,00000	0,00	0,00
-0,19675	-0,19675	-0,19675	0,00000	0,00	0,00
-0,22695	-0,22695	-0,22695	0,00000	0,00	0,00
-0,25715	-0,25715	-0,25715	0,00000	0,00	0,00

Abbildung 12: Versuch4_Waagezelle_alleine_100gMessung_Auswertung_V01

Zum Schluss stellen wir die Waagezelle alleine dem Gesamtsystem gegenüber um einen Vergleich und die vorhandene Abweichung darzustellen.

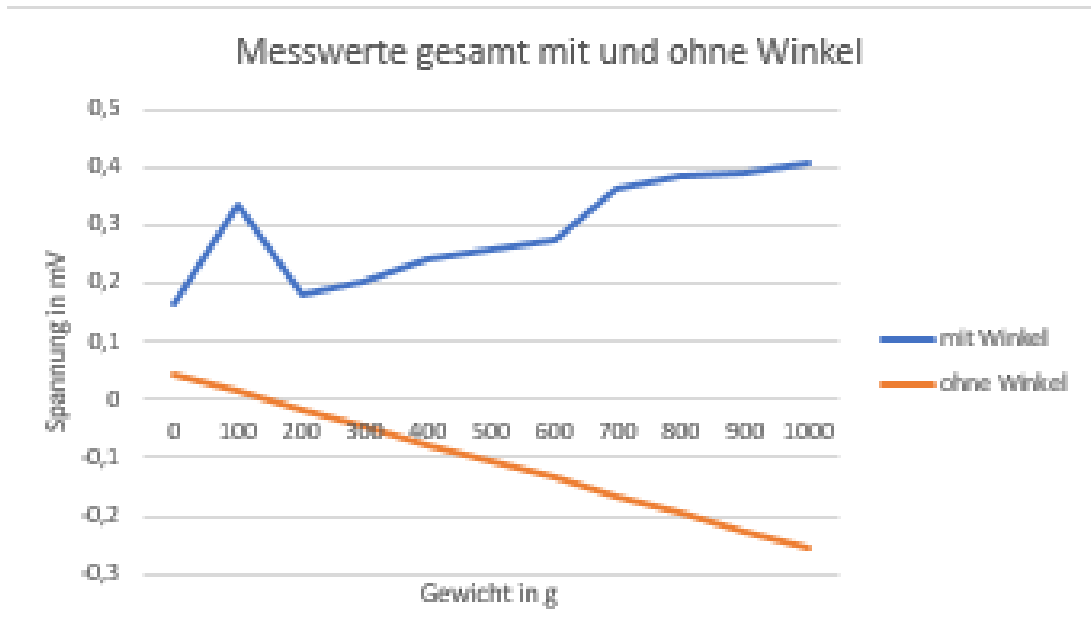


Abbildung 13: Auswertung_Messwertvergleich_zw_Gesamtsystem_und_Waagezelle_alleine_V01

Das Versuchsdatenblatt der ~~Bosch~~ Waagezelle gibt eine Messgenauigkeit von 0,7 Prozent vor. Dieser haengt vom Maximalgewicht ab und ueberschreitet somit

8 Maximale Gewichtsauslastung auf die Waagezelle

Berechnung der maximalen Gewichtsauslastung.

Bezeichnung	Gewicht in Gramm
Tassenablage	650
2 große Tassen	1000
Espresso	100
aktuelles Winkelsystem	400
aktueller Schlitten	250
Summe	2400

Daraus folgt ein maximales Gewicht von 2400 Gramm, also 2400 Newton.



9 Zusammenfassung und Ausblick

Es ist eine mit Schutz fuer die Waegezelle ausgestattete Waage entstanden welche Exzentrisch das Gewicht des vorne auf der Tassenauflage eingefuehrten Kaffees messen kann. Die Verbindung von Tassenauflage zur Zelle wird ueber einen mehrfach gebogenen Winkel hergestellt. Ein zweiter Winkel der mit dem Verbindungswinkel verschraubt ist, ermöglicht die Befestigung der Tassenauflage. Mit Hilfe eines dazwischengeschalteten Linearführungssystems wird gewaehrleistet, dass nur Kraefte in vertikaler Richtung auf die Waegezelle uebertragen werden.

Zum weiteren Ausblick muessen verschiedene Punkte angegangen werden. Zum einen wird eine zum messen geeignete Waegezelle benoetigt, welche unter Maximalbelastung genauer als 1 Gramm messen kann. Die Maximallast der Zelle sollte mindestens 2400 Gramm (2 große Tassen mit Befüllung und das daran angehängte System der Waage) betragen um im benötigten Bereich messen zu können. Die Last errechnet sich aus dem Maximalgewicht einer großen Tasse und dem Maximalgewicht des Espressos, dabei ist beides aus der Bachelorarbeit entnommen, plus das Gesamtgewicht des Waagesystems, welches bei Neuentwicklung neu zu berechnen gilt.

Des Weiteren ist 2 mm dickes Aluminium zu duenn gewaehlt weshalb eine staerkere Variante oder Edelstahl von Vorteil ist. Zudem sollte der mechanische Anschlag überarbeitet werden, da 0,1 mm ueber diese Laenge nur sehr schwer zu bearbeiten ist. Eine moegliche Alternative waere eine Schraube am vorderen Ende in die Waegezelle zu schrauben und darueber den Abstand zur Bodenplatte zu regeln.

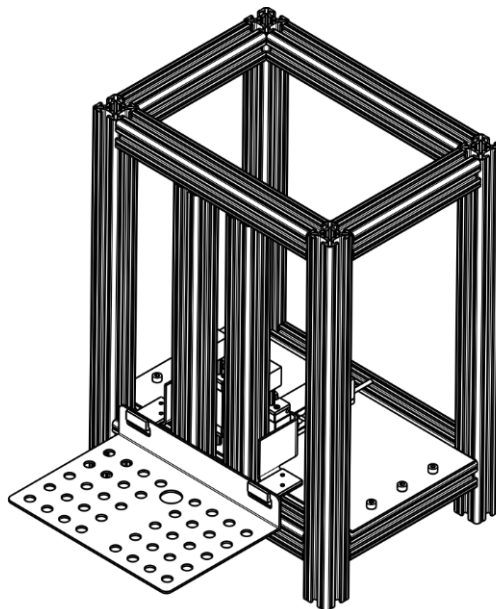


Abbildung 14: Isometrische Darstellung des Neuaufbaus

10 Literaturverzeichnis und Internetadressen

Literatur:

BA_Labortechnische Espressomaschine.pdf/Entwicklung einer labortechnischen Mehrkreis- und Mehrkessel-Espressomaschine, Kilian Stach, 06.02.2018

Datenblatt der Wagezelle:

DK0199-R60-12-15-Bosche-H10A_EN-DE.pdf, 08.09.2019



Internetadressen:

www.schweizer-fn.de/stoff/reibwerte/reibwerte.php

www.hiwin.de/de/Produkte/Profilschiene-fuehrungen/Baureihe_HG_QH/Laufwagen_HG/HGL/4276/22134

www.igus.de/Product/736?artNr=WS-10

www.igus.de/product/1164

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Grundgeruest	6
2	HIWIN Linearfuehrungsschiene	7
3	Neuaufbau von oben	8
4	Versuch1_Gesamtsystem_Tassensimulation_V01	10
5	Versuch1_Gesamtsystem_Tassensimulation_Auswertung_V01	10
6	Versuch2_Gesamtsystem_100gMessung_V01	11
7	Versuch2_Gesamtsystem_100gMessung_Auswertung_V01	11
8	Versuch2_Gesamtsystem_100gMessung_Diagrammdarstellung_V01	11
9	Versuch3_Waagezelle_alleine_1gMessungsabweichung_V01	12
10	Versuch3_Waagezelle_alleine_1gMessungsabweichung_Auswertung_V01	12
11	Versuch4_Waagezelle_alleine_100gMessung_V01	12
12	Versuch4_Waagezelle_alleine_100gMessung_Auswertung_V01	13
13	Auswertung_Messwertvergleich_zw_Gesamtsystem_und_Waagezelle_alleine_V01	13
14	Isometrische Darstellung des Neuaufbaus	15

12 Anhang

Linearfuehrungen HIWIN:

FB-098_Projektierungsblatt_Profilschienenfuehrungen_DE_1404

FB-105_Projektierungsblatt_PG-Profilschienenfuehrung_DE_1812

GW-03-1-DE-1809-MA

GW-10-5-DE-1808-K

Angebote Linearfuehrungsschienen:

20190529 Bestellung HIWIN

Angebot Bosch

Hiwin Angebot 129263

Neue Linearfuehrungsschienen:

20190809_Alternativ Schiene_V01

12.1 Stücklisten

20190604_Stueckliste_V01

12.2 Fertigungszeichnungsliste

20190617_Bodenplatte_V03

20190617_MayTec-Profil_30x30x160_V02

20190617_MayTec-Profil_30x30x240_V02

20190617_MayTec-Profil_30x30x300_V02

20190617_MayTec-Profil_30x30x400_V02

20190617_Oberer-Endanschlag_V02

20190617_Tassenablage_V02

20190617_Winkeloben_V02

20190618_Unterlagsplatte-Waegezelle_V04

20190701_Winkelunten_V04_Blatt__1

20190701_Winkelunten-Biegezeichnung_V01_Blatt__1

12.3 Gesamtaufbauzeichnungsliste

Neues System:

20190816_Neuaufbau_eine_Waegezelle_V01

12.4 CAD-Modellliste

Neue Schienen:

20190908_WJ200UM_01_10_1_Gleitlagerbuchse_V01

20190908_WS_10_200_2_Gleitlagerschiene_V01

Neues System:

20190504_Versuchsaufbau_V02

20190508_Bodenplatte_V02

20190508_ges_Bodenplatte_V01

20190510_ges_Linearfuehrung_L_100_V01

20190510_ges_waegezellen_V02

20190523-ISO_7091_1.6x4_STEEL_GRADE_A_NORMAL_SERIES_PLAIN_WASHER

20190523-Senkniel-V01

20190523-Winkelunten-V01

20190523-Winkel-V08

20190707_Neuaufbau_eine_Waegezelle_V01

20190804-Winkeloben-links-V01

20190804-Winkeloben-rechts-V01

Bosch Plattform Waegezelle H10A-C3-0008

HGL15CA1R100Z0H_FILE

HGL15CA1R100Z0H_FILE_Duplicated_1

ISO 4762 SCREW M5x6 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP

ISO_4762_M4x16_STEEL_HEXAGON_SOCKET_HEAD_CAP_SCREW

ISO_4762_M5x16_STEEL_HEXAGON_SOCKET_HEAD_CAP_SCREW

ISO_4762_M6x10_STEEL_HEXAGON_SOCKET_HEAD_CAP_SCREW

ISO_4762_M6x30_STEEL_HEXAGON_SOCKET_HEAD_CAP_SCREW

Koerper fuer Bohrung 6,6 mm in Boden

Laenge 100 rechts

Laenge 100

Linearfuehrung Igus

Linearfuehrung rechts

MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_160_Detail_0_0_0_0

MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_240_Detail_0_0_0_0

MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_300_Detail_0_0_0_0

MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_400_Detail_0_0_0_0

MayTec_1_32_4FM4_T_nuts_for_subsequent_insertion_with_spring_F_M4

MayTec_1_32_4FM5_T_nuts_for_subsequent_insertion_with_spring_F_M5.catpart_2

MayTec_1_32_4FM5_T_nuts_for_subsequent_insertion_with_spring_F_M5

Oberer Endanschlag_1

Tassenablage

Unterlagsplatte Waegezelle

WJ200UM_01_10_1

WS_10_200_2

Altes System:
20190504_Versuchsaufbau_V02
20190508_Bodenplatte_V02
20190508_ges_Bodenplatte_V01
20190510_ges_Linearfuehrung_L_100_V01
20190510_ges_waegezellen_V02
20190523-ISO_4032_M4_STEEL_GRADE_A_HEXAGON_NUT
20190523-ISO_7091_1.6x4_STEEL_GRADE_A_NORMAL_SERIES_PLAIN_WASHER
20190523-Neuaufbau-V08
20190523-Senkniel-V01
20190523-Winkeloben-V01
20190523-Winkelunten-V01
20190523-Winkel-V08
20190605-Winkelunten-V02
Bosch Plattform Waegezelle H10A-C3-0008
HGL15CA1R100Z0H_FILE
HGL15CA1R100Z0H_FILE_Duplicated_1
ISO 4762 SCREW M5x6 STEEL HEXAGON SOCKET HEAD CAP
ISO_4762_M4x16_STEEL_HEXAGON_SOCKET_HEAD_CAP_SCREW
ISO_4762_M6x30_STEEL_HEXAGON_SOCKET_HEAD_CAP_SCREW
Koerper fuer Bohrung 6,6 mm in Boden
MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_160_Detail_0_0_0_0_
MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_240_Detail_0_0_0_0_
MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_300_Detail_0_0_0_0_
MayTec_1_11_030030_43L_Profile_30x30_4F_L_400_Detail_0_0_0_0_
MayTec_1_32_4FM4_T_nuts_for_subsequent_insertion_with_spring_F_M4
MayTec_1_32_4FM5_T_nuts_for_subsequent_insertion_with_spring_F_M5.catpart_2
Oberer Endanschlag_1
Tassenablage
Unterlagsplatte Waegezelle

Erklärung zur Abschlussarbeit Hiermit erklären wir, dass diese Arbeit von uns selbstständig verfasst, erarbeitet und noch nicht für anderweitige Prüfungszwecke vorgelegt wurde. Alle verwendeten Daten sind selbst erarbeitet oder ausreichend zitiert.

München, 26.09.2019

München, 26.09.2019  Andreas Böck



Marcel Seibold

München, 26.09.2019



Ludwig Laurent