

Angabe 1

Untertitel

Daniel Graf, Dimitrie Diez, Arne Schöntag, Peter Müller

Contents

1	Einführung	2
2	Messexperiment	2
3	Überprüfung auf Normalverteilung	3
4	Modell	3
5	Lineare Regression	3
5.1	Prüfung auf eine Abhängigkeit	3
5.2	Mehrere Abhängigkeiten	3
5.3	Konditionierung	3
6	Ergebnisse	3
7	Ermitteltes Modell	3
8	Vergleich mit Daten aus 2012	3
8.1	Überprüfung auf Normalverteilung	3
8.2	Lineare Regression	3
8.3	Vergleich	3
9	Verbund von alten und neuen Daten	3
9.1	Prüfung auf eine einfache Abhängigkeit	4
9.1.1	Wunschgeschwindigkeit in der Ebene	4
9.1.2	Körpergröße	4
9.1.3	Rundennummer	9
9.2	Prüfung auf mehrere Abhängigkeiten	13
10	Fazit	13

1 Einführung

2 Messexperiment

Das Messexperiment wurde am 05.04.2017 im Lichthof der Hochschule München (Lothstraße 64) durchgeführt. Es nahmen 22 Probanden im Alter von 20 – 29 Jahren teil. Das Experiment bestand aus drei Teilen.

Zunächst wurde die Wunschgeschwindigkeit in der Ebene gemessen. Hierfür ging jeder Proband eine markierte Strecke von $27,3m$ ab und stoppte die hierfür benötigte Zeit. Anschließend wurde dieser Vorgang zweimal wiederholt und die entsprechende Rundennummer vermerkt. Im zweiten Teil erfolgte die Messung der benötigten Zeit für einen Treppenaufstieg. Die Treppenlänge betrug $9m$. Jeder Proband führte den Vorgang dreimal durch und vermerkte die benötigte Zeit und die entsprechende Rundennummer. Analog hierzu wurde im dritten Teil des Experiments die Zeit beim Treppenabstieg gemessen.

Neben den gemessenen Zeiten in jeder Runde, dem Alter und der Körpergröße ist auch das Geschlecht jedes Probanden bekannt. Weitere Informationen sind in der beiliegenden Versuchsbeschreibung "Choreographie_Treppengeschwindigkeit_2017" aufgeführt. In den folgenden Kapiteln erfolgt die Auswertung der ermittelten Messwerte.

3 Überprüfung auf Normalverteilung

4 Modell

5 Lineare Regression

5.1 Prüfung auf eine Abhängigkeit

5.2 Mehrere Abhängigkeiten

5.3 Konditionierung

6 Ergebnisse

7 Ermitteltes Modell

8 Vergleich mit Daten aus 2012

8.1 Überprüfung auf Normalverteilung

8.2 Lineare Regression

8.3 Vergleich

9 Verbund von alten und neuen Daten

Unter der Annahme, dass die Bedingungen zum Zeitpunkt des Messeperimentes im Jahr 2012 ähnlich waren wie im Jahr 2017, kann man die erfassten Daten aus beiden Experimenten zu einem gemeinsamen Datensatz zusammenfassen. Dies kann von Vorteil sein, da es sich insgesamt um mehr Teilnehmer handelt, und so eine Aussagekraft der Berechnungen erhöht wird. Es ist jedoch zu bedenken, dass folgende Faktoren die Aussagekraft verringern können. Zum einen hat eine Abweichung der Messbedingungen von 2012 zum Jahr 2017 direkten Einfluss auf die Messergebnisse. Zum Beispiel hat die Treppenhöhe einen enormen Einfluss auf die Treppengeschwindigkeit. Darüber hinaus ist zu bemerken, dass unter Umständen in beiden Experimenten ein und die selbe Person teilgenommen hat und unter unterschiedlicher Probanden ID geführt wird. Dies kann zum Beispiel bedeuten, dass in den Datensätzen zwei Personen mit der gleichen Körpergröße gibt. Diese Doppelerfassung einer Person hat zur Folge, dass die betreffende Person die Auswertung mit mehr Gewicht beeinflusst. Für die weitere Auswertung wird angenommen,

dass die Messbedingungen beider Experimente annähernd gleich sind und durch die lange Zeit zwischen den beiden Experimenten, es keine Doppelerfassungen von Personen gibt. Der Fokus liegt vor allem auf der Analyse der linearen Regression.

9.1 Prüfung auf eine einfache Abhängigkeit

9.1.1 Wunschgeschwindigkeit in der Ebene

Die Erstellung eines linearen Regressionsmodells der Treppengeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Ebenengeschwindigkeit ergeben sich folgende Gleichungen:

$$v_{auf}(v_{ebene}) = -0.908778 + 1.183660v_{ebene} \quad (1)$$

$$v_{ab}(v_{ebene}) = -0.0207308 + 0.724824v_{ebene} \quad (2)$$

Die zugehörigen Abbildungen 9.1.1 und 9.1.1 zeigen, dass die Regressionsgerade in beiden Fällen eine positive Steigung aufweist. Die Steigung der Treppengeschwindigkeit beim Aufwärtsgen der Treppen (Gleichung 1) ist deutlich höher als im Jahr 2017 allein (Gleichung REFERENZ). Auch beim Abwärtsgen liegt ist die Regressionsgerade deutlich steiler als im Jahr 2017. In den Abbildungen 9.1.1 und 9.1.1 zeigen, dass einige wenige Probanden deutlich schneller sind als der Rest. Die Entfernung der Ausreißer aus der Analyse wie in Abbildungen 9.1.1 und 4 zu sehen ergibt folgende Gleichungen:

$$v'_{auf}(v_{ebene}) = 0.44619 + 0.232299v_{ebene} \quad (3)$$

$$v'_{ab}(v_{ebene}) = 0.759833 + 0.191744v_{ebene} \quad (4)$$

Die Steigung der Regressionsgeraden ist deutlich geringer, wenn man die Ausreißer entfernt. Für die Plausibilisierung wird die Nullhypothese $H_0 : \beta_1 = 0$ aufgestellt. Das Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$. In beiden Fällen liegt Signifikanz vor, da der P-Wert $p < \alpha$ ist.

9.1.2 Körpergröße

Für die Abhängigkeit zu Körpergröße werden nur Daten ohne die zuvor genannten Ausreißer herangezogen. Da es Beispielsweise Probanden gab, die gerannt sind, ist nicht Sinnvoll diese in Beziehung zur Körpergröße zu setzen. Es wurde folgender Zusammenhang ermittelt:

$$v_{auf}(groesse) = 1.4018 - 0.00342982groesse \quad (5)$$

$$v_{ab}(groesse) = 1.85077 - 0.0045234groesse \quad (6)$$

Grafisch dargestellt wird dieser Zusammenhang in den Abbildungen 9.1.2 und 9.1.2. In den darunterliegenden Tabellen sind die Ergebnisse der Plausibilisierungstests zu sehen. Beim Treppenaufstieg ist der P-Wert $p < \alpha$. Signifikanz liegt vor und die Nullhypothese

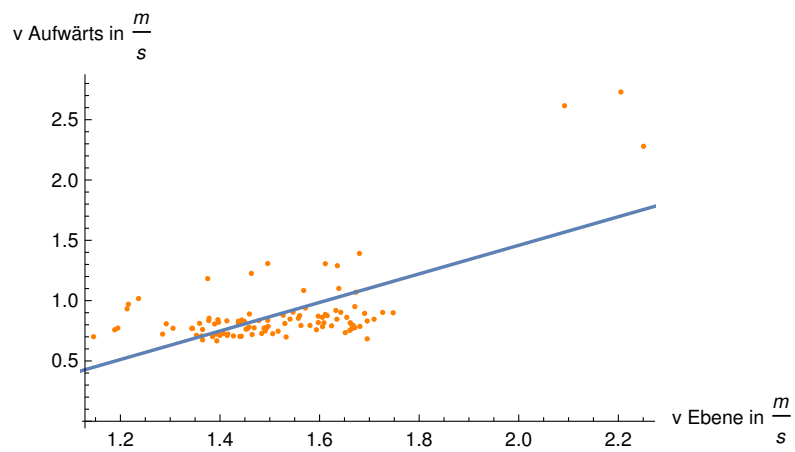


Figure 1: Abhängigkeit der Wunschgeschwindigkeit in der Ebene und der Trep- pengeschwindigkeit aufwärts. Messdaten (orange) mit ermittelter Regressions- gerade (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Aufstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	-0.908778	0.203124	-4.474	0.0000198397
vEbene	1.18366	0.133097	8.89324	2.1219086124683187* ⁻¹⁴

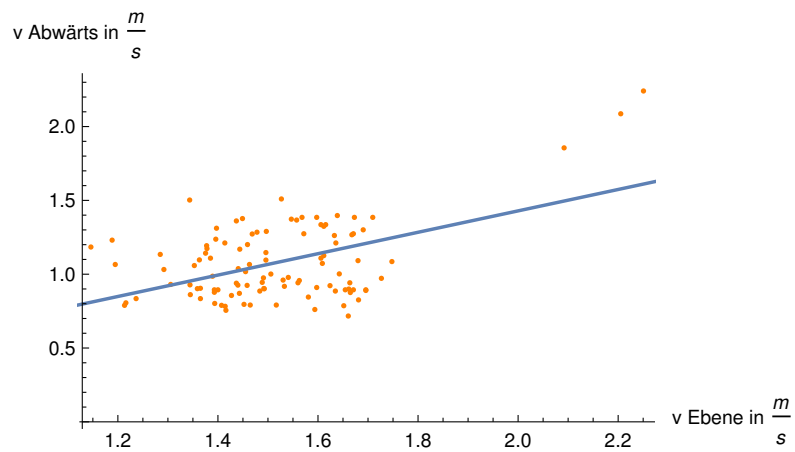


Figure 2: Abhängigkeit der Wunschgeschwindigkeit in der Ebene und der Treppengeschwindigkeit abwärts. Messdaten (orange) mit ermittelter Regressionsgerade (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Abstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	-0.0207308	0.193711	-0.107019	0.914982
vEbene	0.724824	0.126929	5.71048	1.096185703891783* ⁻⁷

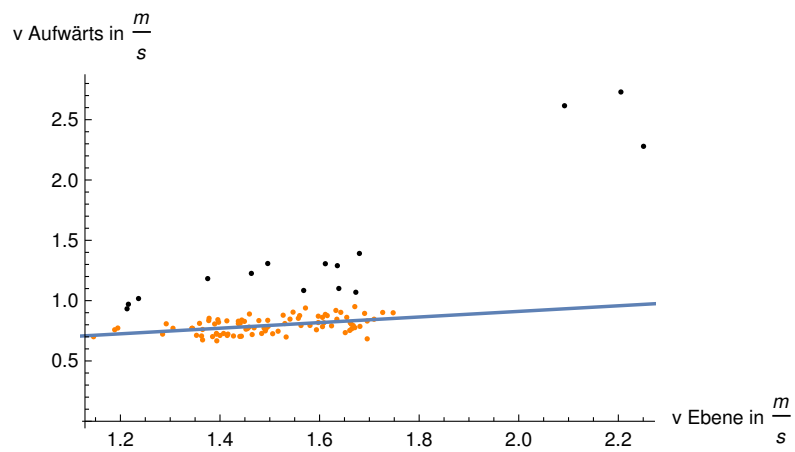


Figure 3: Abhängigkeit der Wunschgeschwindigkeit in der Ebene und der Treppengeschwindigkeit aufwärts. Messdaten (orange) und Ausreißer (schwarz) mit ermittelter Regressionsgerade (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Aufstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	0.44619	0.0711755	6.26887	$1.313544602470619 \times 10^{-8}$
vEbene	0.232299	0.0473377	4.90727	$4.2073786767420134 \times 10^{-6}$

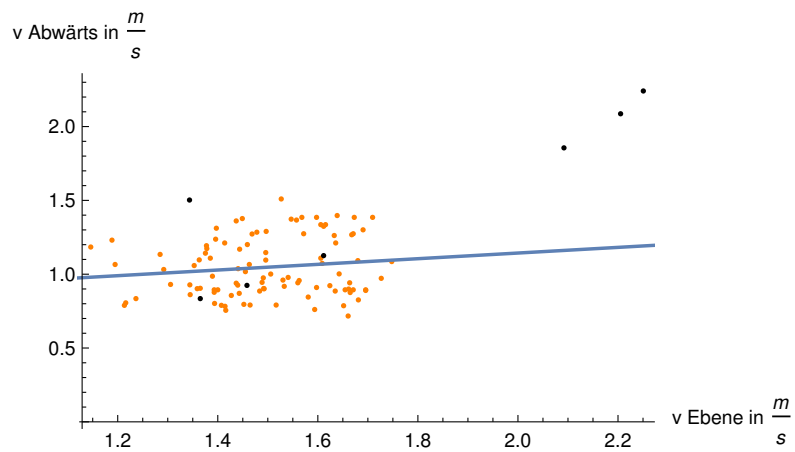


Figure 4: Abhängigkeit der Wunschgeschwindigkeit in der Ebene und der Treppengeschwindigkeit abwärts. Messdaten (orange) und Ausreißer (schwarz) mit ermittelter Regressionsgerade (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Abstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	0.759833	0.219792	3.45705	0.000815392
vEbene	0.191744	0.146078	1.31261	0.192444

wird abgelehnt. Die Körpergröße hat beim Aufstieg einen direkten Einfluss auf die Treppengeschwindigkeit. Beim Abstieg ist der P-Wert nur geringfügig größer als das Signifikanzniveau α . Es ist also anzunehmen, dass die Körpergröße beim Abstieg keine Auswirkung auf die Treppengeschwindigkeit hat. Diese Erkenntnis ist plausibel, da beim Aufstieg die Beinlänge eine bedeutendere Rolle spielt als beim Abstieg. Interessant ist die Tatsache, dass beide Regressionsgeraden eine negative Steigung haben. Je größer ein Proband, desto niedriger ist die Geschwindigkeit beim Treppensteigen.

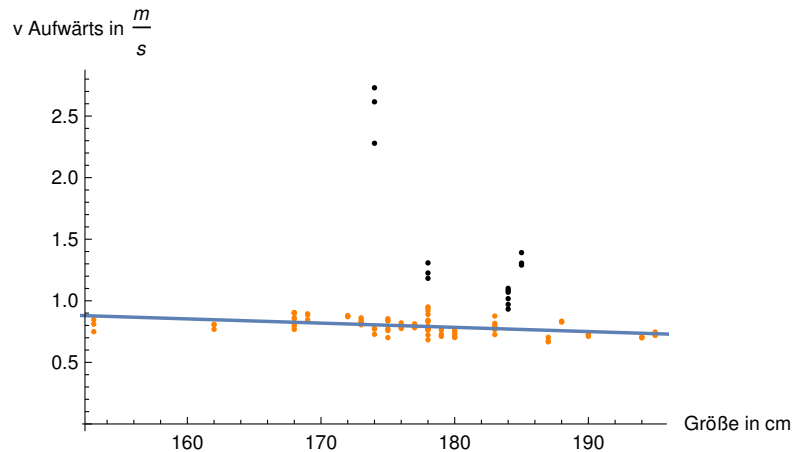


Figure 5: Abhängigkeit der Körpergröße und der Treppengeschwindigkeit aufwärts. Messdaten (orange) und Ausreißer (schwarz) mit ermittelter Regressionsgeraden (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Aufstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	1.4018	0.124845	11.2283	$1.1285006939844225 \cdot 10^{-18}$
größe	-0.00342982	0.00070381	-4.87322	$4.8200669836621545 \cdot 10^{-6}$

9.1.3 Rundennummer

Auch für die Abhängigkeit zur Rundennummer wurden die Ausreißer entfernt. Folgender Zusammenhang wurde ermittelt:

$$v_{auf}(runde) = 0.800529 - 0.00319011runde \quad (7)$$

$$v_{ab}(runde) = 1.03894 + 0.00414082runde \quad (8)$$

Die grafische Darstellung für diesen Zusammenhang ist für den Treppenaufstieg in Abbildung 9.1.3 und für den Treppenabstieg in Abbildung 9.1.3 zu sehen. Die Abbildungen machen bereits deutlich, dass eine Abhängigkeit der Treppengeschwindigkeit von der Rundenzahl nicht plausibel ist. Die Ergebnisse der Plausibilitätsprüfung in den Tabellen

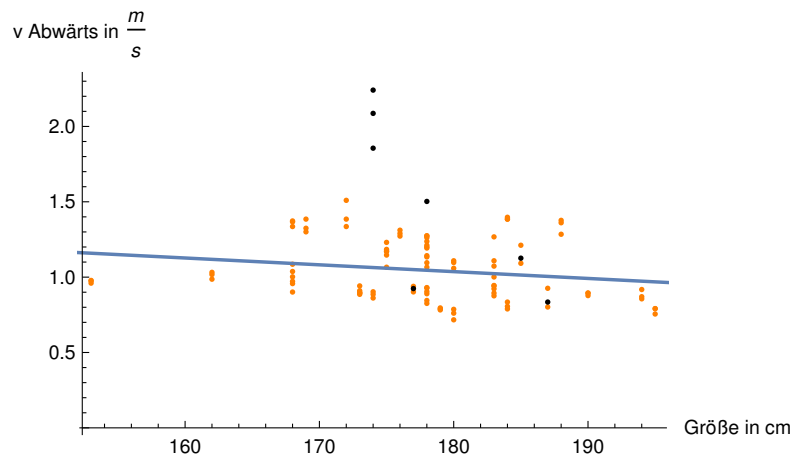


Figure 6: Abhängigkeit der Körpergröße und der Treppengeschwindigkeit abwärts. Messdaten (orange) und Ausreißer (schwarz) mit ermittelter Regressionsgeraden (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Abstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	1.85077	0.410065	4.51337	0.0000181049
größe	-0.0045234	0.00230541	-1.96208	0.0526486

jeweils unter den Abbildungen zeigen, dass der P-Wert in beiden Fällen deutlich über dem Signifikanzniveau α liegt. Die Nullhypothese wird angenommen, die Rundenzahl hat keinen Einfluss auf die Treppengeschwindigkeit.

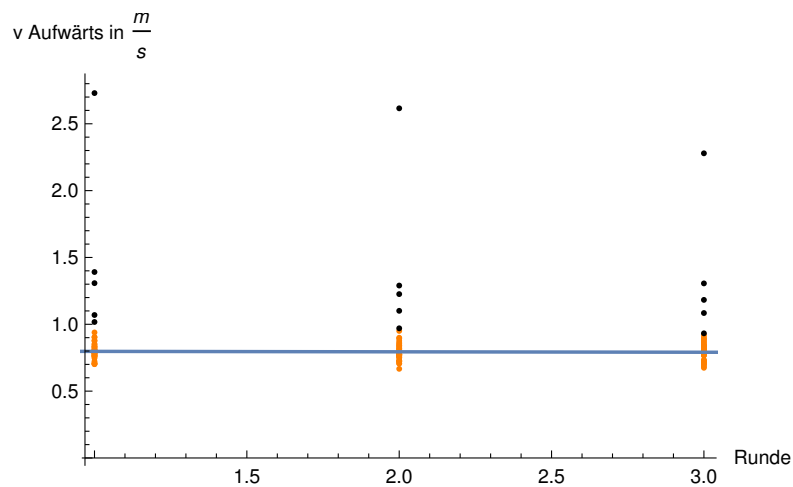


Figure 7: Abhängigkeit der Runde und der Treppengeschwindigkeit aufwärts. Messdaten (orange) und Ausreißer (schwarz) mit ermittelter Regressionsgerade (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Aufstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	0.800529	0.018439	43.4149	$3.24478746847039 \times 10^{-61}$
runde	-0.00319011	0.00853561	-0.373742	0.709495

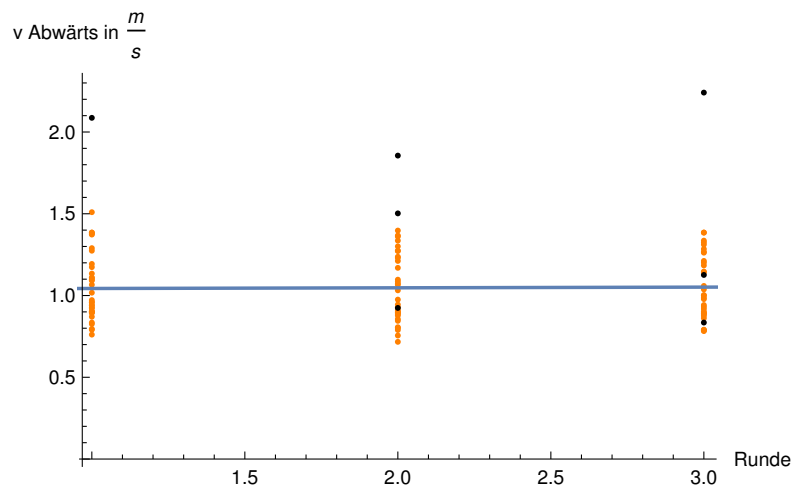


Figure 8: Abhängigkeit der Runde und der Treppengeschwindigkeit abwärts. Messdaten (orange) und Ausreißer (schwarz) mit ermittelter Regressionsgerade (blau)

Ergebnisse der Plausibilisierung für den Abstieg:

	Estimate	Standard Error	t-Statistic	P-Value
1	1.03894	0.0527913	19.68	$1.832714315673885 \cdot 10^{-35}$
runde	0.00414082	0.024636	0.16808	0.866874

9.2 Prüfung auf mehrere Abhängigkeiten

9.2.1 Lineare Regression mit zwei Paramtern

9.2.2 Lineare Regression mit drei Paramtern

10 Fazit