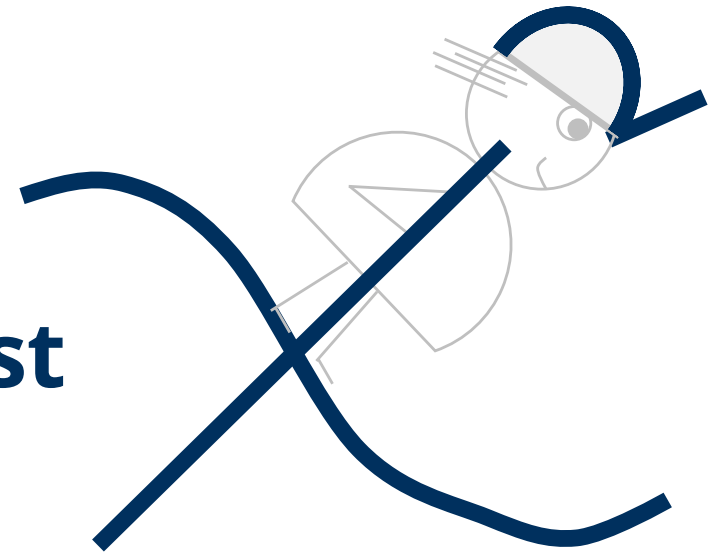


Chi²-Unabhängigkeitstest



Chi²-Unabhängigkeitstest: Tabelle für die Chi²-Verteilung

f	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,999
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	10,83
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60	13,82
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84	16,27
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86	18,47
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75	20,52
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55	22,46
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28	24,32
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95	26,12
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59	27,88
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19	29,59
11	17,28	19,68	21,92	24,72	26,76	31,26
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30	32,91
13	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82	34,53
14	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32	36,12
15	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80	37,70
16	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27	39,25
17	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72	40,79
18	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16	42,31
19	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58	43,82
20	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00	45,31
21	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40	46,80
22	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80	48,27
23	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18	49,73
24	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56	51,18
25	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93	52,62
26	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29	54,05
27	36,74	40,11	43,19	46,96	49,64	55,48
28	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99	56,89
29	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34	58,30
30	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67	59,70
40	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77	73,40
50	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49	86,66
60	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95	99,61
70	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21	112,32

Ablauf eines Chi-Quadrat-Tests

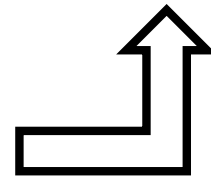
1. Chi-Quadrat-Wert ausrechnen
2. Freiheitsgrade bestimmen und in die entsprechende Zeile gehen
3. In der Zeile die nächstgelegene kleinere Zahl suchen.
4. Oben in der Spalte schauen, zu welcher Wahrscheinlichkeit der Chi-Quadrat-Wert gehört: dies ist der gesuchte p-Wert.
5. Prüfen, liegt der p-Wert über oder unter dem festgelegtem Signifikanzniveau von 0,05.

Quelle: Chi-Quadrat-Test (2020)
 Wikipedia:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Chi-Quadrat-Test>
 Datum: 18.06.2020

Chi²-Unabhängigkeitstest: Ausgangsstellung

Beobachte Häufigkeit			
	Männer	Frauen	Summe
Ja	20	40	
Nein	10	30	
Summe			

Geschlecht	Antwort
M	Ja
M	Nein
W	Ja
M	Ja
...	...



Aus den Rohdaten, die meist in Tabellenform vorliegen, bilden Sie eine Kreuztabelle.

Chi²-Unabhängigkeitstest: Ziel

Beobachte Häufigkeit			
	Männer	Frauen	Summe
Ja	20	40	60
Nein	10	30	40
Summe	30	70	100

Problemstellung: Sie wollen nun wissen. Stimmen Frauen eher oder weniger zu im Vergleich zu den Männer.

Sinn des Chi²-Unabhängigkeitstests:

H_0 = Die Häufigkeiten in den untersuchten Gruppen sind gleich.

Chi²-Unabhängigkeitstest: Erwartete Häufigkeiten berechnen

Beobachte Häufigkeit			
	Männer	Frauen	Summe
Ja	20	40	60
Nein	10	30	40
Summe	30	70	100

Erwartete Häufigkeit

	Männer	Frauen
Ja	18	42
Nein	12	28

Erwartete Häufigkeiten
= Spaltensumme * Zeilensumme
/n

z.B.: $18 = 30 * 60 / 100$

Bedeutung der erwarteten Häufigkeiten: Sie geben an, welche Häufigkeiten bei Gültigkeit von H_0 auftreten würden.

Chi²-Unabhängigkeitstest: Differenzen

Beobachtete Häufigkeit			
	Männer	Frauen	Summe
Ja	20	40	60
Nein	10	30	40
Summe	30	70	100

Erwartete Häufigkeit

	Männer	Frauen
Ja	18	42
Nein	12	28

Zwischenrechnung (Differenzen zwischen beobachteten und erwarteten Häufigkeiten)

	Männer	Frauen
Ja	0,22	0,10
Nein	0,33	0,14

Z.B. $0,22 = (20 - 18) / 18$

$= (\text{Beobachtete Häufigkeit} - \text{Erwartete Häufigkeit})^2 / \text{Erwartete Häufigkeit}$

Chi²-Unabhängigkeitstest: χ^2 - Wert

Summe der „Zwischenrechnung“ = Chi²-Wert

Zwischenrechnung (Differenzen zwischen beobachteten und erwarteten Häufigkeiten)

$$0,22 + 0,33 + 0,1 + 0,14 = 0,79 = \chi^2$$

	Männer	Frauen
Ja	0,22	0,10
Nein	0,33	0,14

Chi²-Unabhängigkeitstest: Freiheitsgrade (df/degrees of freedom)

$$df = (\text{Anzahl der Spalten} - 1) * (\text{Anzahl der Zeilen} - 1)$$

Beobachte Häufigkeit			
	Männer	Frauen	Summe
Ja	20	40	60
Nein	10	30	40
Summe	30	70	100

$$(2-1) * (2-1) = 1 = \text{Freiheitsgrade}$$

Chi²-Unabhängigkeitstest: Nutzung der Tabelle für Chi²-Verteilung

Tabelle für Verteilungsform der Chi²-Verteilung

Dies ist die relevante Fläche

Freiheitsgrade	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,5	0,9	0,95	0,975	...
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,45	2,71	3,84	5,02	...
2	...	...	...	...	...	...	...	7,377	9,210	10,597
3	...	...	...	...	...	...	...	...	9,148	12,838
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

1 (df)

0,79 = χ^2

Frage?
Was ist die nächst kleiner Zahl zum meinem gefundenem Chi² - in der Zeile 1 df?

Chi²-Unabhängigkeitstest: χ^2 : Signifikanzniveau

0,5

Umrechnung: $1 - 0,5 = 0,5$

Das ist der relevante p-Wert (diesen vergleichen wir mit dem (von der Statistik vorgegebenen Signifikanzniveau von 0,05). Hier liegt unser p-Wert über dem Signifikanzniveau. D.h. das Ergebnis ist nicht signifikant.

Mögliche Aussage:

“Die Nullhypothese, dass beide Geschlechter auf die Frage gleich mit Ja/Nein Antworten wird beibehalten. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Antwortverhalten bei Frauen und Männern gleich ist.”

Chi²-Unabhängigkeitstest: Voraussetzung beim Chi²-Test

Die erwarteten Häufigkeiten sollten alle größer als 5 sein.

Erwartete Häufigkeit

	Männer	Frauen
Berufsschulen	20	0
Berufliche Gymnasien	12	14

Voraussetzung
nicht erfüllt



Was macht man wenn das nicht erfüllt ist?

Falls möglich Kategorien zusammenfassen.

Auf einen Test verzichten und darauf hinweisen, dass die Gruppen zu klein sind für „weitere Tests“.

Chi²-Unabhängigkeitstest: Übungsaufgabe

Kleine Erhebung im Seminarraum

Beobachtete Häufigkeit			
	Schmeckt	Schmeckt nicht	<i>Summe</i>
Ist freundlich	48	24	72
Ist nicht freundlich	6	12	18
<i>Summe</i>	54	36	90

Wie lautet die Nullhypothese/Alternativhypothese.

Berechnen Sie den Chi-Quadrat-Wert.

Wie interpretieren Sie ihn?

Chi²-Unabhängigkeitstest: Chi²-Unabhängigkeitstest: Formel für den Chi²-Wert

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^r \frac{(n_{ij} - \hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}}$$

\hat{n} = *erwartete Häufigkeit*

n = *beobachtete Häufigkeit*

Chi²-Unabhängigkeitstest: Chi-Quadrat-Test: Was man noch wissen sollte.

χ^2 -Wert macht **keine Aussage, in welcher Gruppenkombination** es zu signifikant erhöhten Häufigkeiten kommt.

Abhilfe: Beobachtung der Differenzen zwischen erwartete und beobachtete Häufigkeiten. Es können zur Interpretation auch gern die Prozente betrachtet werden.

Die **Stärke des Zusammenhangs** wird mittels des p-Werts nicht angegeben. Dafür ist der Kontingenzkoeffizient notwendig (Siehe Kronthaler, F. (2016): Statistik angewandt: Datenanalyse ist (k)eine Kunst Excel Edition Springer Spektrum.)

Eine **dritte Variable** kann berücksichtigt werden, wenn zwei Chi-Quadrat-Test miteinander verglichen werden (Schichtung in SPSS)

Chi²-Unabhängigkeitstest: Signifikanzniveau in Excel

Sie benötigen eine Tabelle mit beobachteten und erwarteten Messwerten, so wie es ein paar Folien weiter oben aufgezeigt wurde.

=CHIQU.TEST(Beobachtete_Messwerte;Erwarteter_Häufigkeiten)

z.B. =CHIQU.TEST(B3:C4;B9:C10)

Ergebnis z.B. 0,002

Das Ergebnis ist der p-Wert des Chi-Quadrat-Rests (Wir fragen uns nur: liegt der Wert über oder unter dem Signifikanzniveau von 0,05)

Mögliche Aussage hier: „Die Unterschiede in den Häufigkeiten zwischen den Gruppen sind signifikant.“

Exkurs Kreuztabellen

Kreuztabellen Grundbegriffe

	Komödie	Drama	Zeilensumme:
Filme 2018	5	6	11
Filme 2019	7	8	15
Filme 2020	9	10	19
Spaltensumme:	21	24	Gesamthäufigkeit 45

Zwei nominale (kategoriale) Variablen.
 Jede Variable hat eine überschaubare Menge an Kategorien.
 Ziel: Zusammenhänge zwischen beiden Variablen herausfinden.

← Randhäufigkeit

↑ Randhäufigkeit

Exkurs: Kreuztabellen für Chi-Quadrat erstellen mit Pivottabellen I

Darstellung von zwei oder mehr Variablen in einer Tabelle (z.B. als Grundlage für Chi-Quadrat-Test)

	Gemüsehändler	Fleischer	Σ
Fleischesser	1	3	4
Vegetarisch	4	2	6
Σ	5	5	10

Nr.	Beruf	Ernährung
1	Fleischer	Fleisch
2	Fleischer	Vegetarisch
3	Gemüsehändler	Vegetarisch
4	Fleischer	Fleisch
5	Gemüsehändler	Vegetarisch
6	Fleischer	Fleisch
7	Fleischer	Vegetarisch
8	Gemüsehändler	Vegetarisch
9	Gemüsehändler	Fleisch
10	Gemüsehändler	Vegetarisch



Exkurs: Kreuztabellen für Chi-Quadrat erstellen mit Pivottabellen II

Ursprungstabelle mit Überschrift markieren

Pivottabelle einfügen (→ Einfügen → Tabellen → PivotTables)

Unter PivotTable-Felder eine Variable in „ZEILEN“ und eine Variable in „SPALTEN“ ziehen!

Im Bereich Wert noch mal(!) eine beliebige Variable ziehen!

Beruf	Ernährung
Fleischer	Fleisch
Fleischer	Vegetarisch
Gemüsehändler	Vegetarisch
Fleischer	Fleisch
Gemüsehändler	Vegetarisch
Fleischer	Fleisch
Fleischer	Vegetarisch
Gemüsehändler	Vegetarisch
Gemüsehändler	Fleisch
Gemüsehändler	Vegetarisch

Anzahl von Beruf	Spaltenbeschriftungen		
Zeilenbeschriftungen	Fleisch	Vegetarisch	Gesamtergebnis
Fleischer	3	2	5
Gemüsehändler	1	4	5
Gesamtergebnis	4	6	10

PivotTable-Felder

In den Bericht aufzunehmende Felder auswählen:

Suchen

Beruf

Ernährung

Felder zwischen den Bereichen ziehen und ablegen:

FILTER

SPALTEN

Ernährung

ZEILEN

Beruf

WERTE

Anzahl von Beruf

Layoutaktualisierung zur... **AKTUALISIEREN**

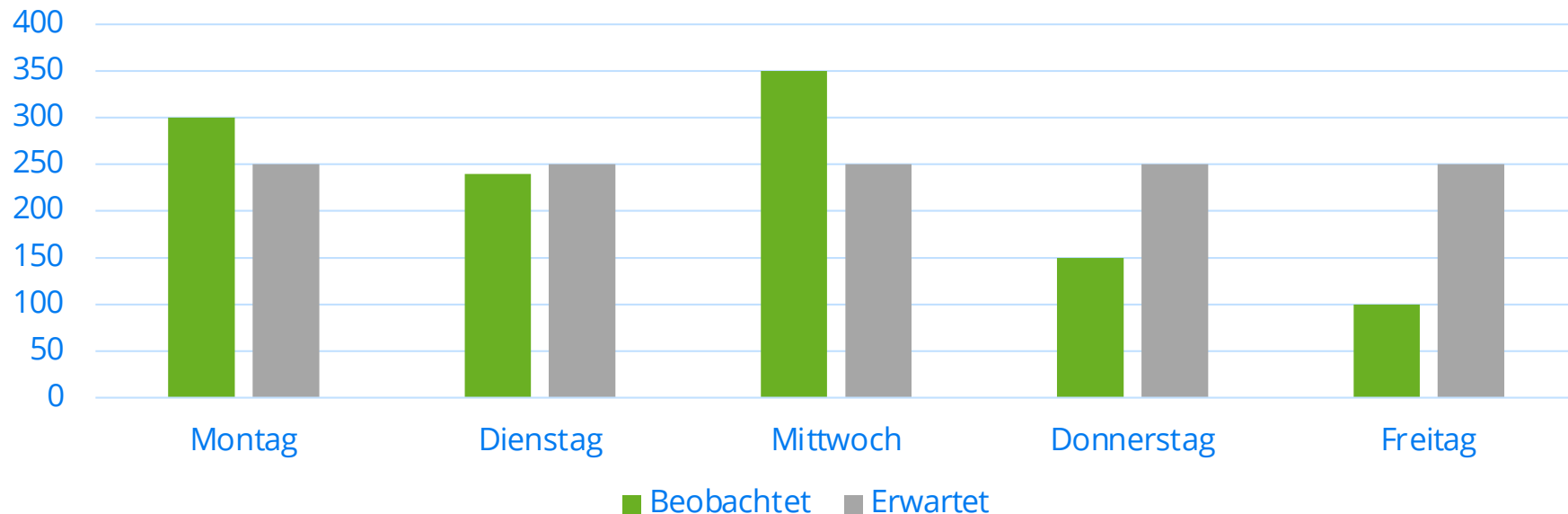
Chi²-Anpassungstest

Ziel des Chi²-Anpassungstest

Sie haben Daten erfasst. Ihre Frage ist, ist die Verteilung der Daten gleichverteilt?

Ein Veranstalter behauptet, dass an fünf Tagen jeweils gleich viele 250 Menschen auf eine Veranstaltung kommen. In der Grafik sind grün die beobachteten Werte den zu erwartenden (grau) gegenüber gestellt. Man sieht Abweichungen ... aber kann nicht sofort ein Urteil fällen, sondern braucht Statistik

Der Chi²-Anpassungstest schaut nun, ob die Abweichungen zufällig sind oder signifikant.



Chi²-Anpassungstest

	Beobachtet	Erwartet
Montag	300	250
Dienstag	240	250
Mittwoch	350	250
Donnerstag	150	250
Freitag	100	250

Sie erhalten wieder einen χ^2 den Sie in der Tabelle für χ^2 nachschlagen können bei den Freiheitsgraden $F = (\text{Anzahl der Kategorien } m) - 1 = 4$.

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^m \frac{(n_j - n)^2}{n}$$

$n =$ erwartete Häufigkeit

$n_j =$ beobachtete Häufigkeit

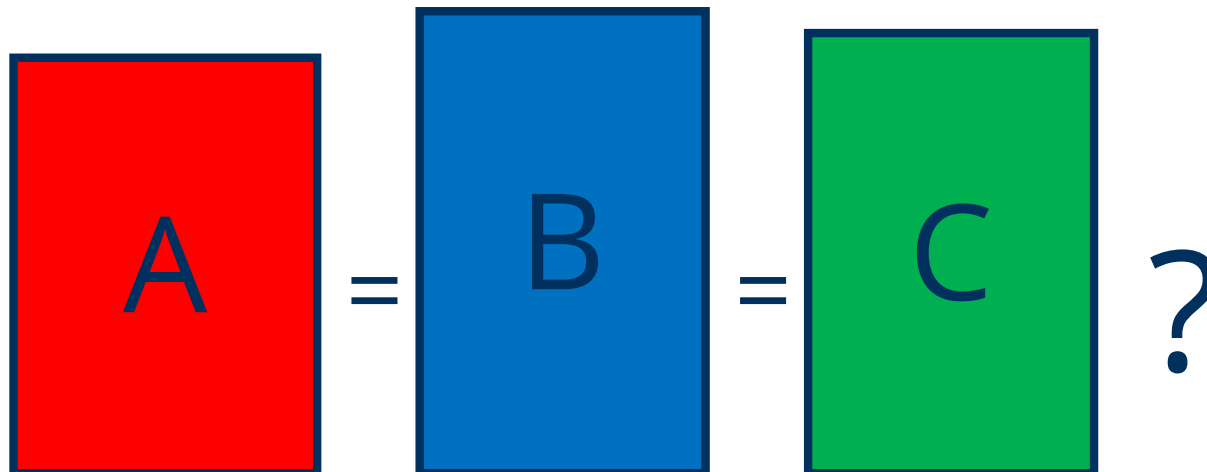
Chi²-Anpassungstest: kompliziertere Verteilungen

Der Chi²-Anpassungstest kann theoretisch für jede Verteilungsform genutzt werden. Wie würden Sie vorgehen, wenn die Hypothese lautet, ihre Beobachtete Verteilung entspricht einer Normalverteilung?

Einfaktorielle Varianzanalyse

Überblick Varianzanalyse

ANalysis Of VAriance (ANOVA)



ANOVA: Varianzanalysen im Überblick

Einfaktorielle Varianzanalyse (ohne Messwertwiederholung)		
Person	Messwert	Zeit
Ani	2	Früh
Bea	3	Früh
Ali	2	Mittag
Ben	1	Mittag
Bob	3	Abend
Eva	4	Abend
Ela	3	Abend

**Zweifaktorielle Varianzanalyse
(ohne Messwertwiederholung)**

Person	Gruppe	Messwert	Zeit
Ani	<i>Tee</i>	2	Früh
Bea	<i>Tee</i>	1	Früh
Ben	<i>Wasser</i>	2	Früh
Bob	<i>Wasser</i>	4	Früh
Ida	<i>Tee</i>	1	Mittag
Udo	<i>Tee</i>	3	Mittag
Max	<i>Wasser</i>	2	Mittag
Ina	<i>Wasser</i>	4	Mittag
Kim	<i>Tee</i>	3	Abend
Leo	<i>Tee</i>	2	Abend
Mia	<i>Wasser</i>	4	Abend
Pia	<i>Wasser</i>	6	Abend

In der Literatur wird nicht eindeutig mit den Bezeichnungen umgegangen!

Einfaktorielle Varianzanalyse <u>mit</u> Messwertwiederholung (auch bezeichnet als zweifaktorielle Varianzanalyse ohne Messwertwiederholung z.B. bei Excel)			
Person	Wert Früh	Wert Mittag	Wert Abend
Ani	3	3	2
Bea	2	2	3
Ali	1	4	4
Ben	3	5	5

Zweifaktorielle Varianzanalyse <u>mit</u> Messwertwiederholung				
Person	Gruppe	Wert Früh	Wert Mittag	Wert Abend
Ani	<i>Tee</i>	3	3	2
Bea	<i>Tee</i>	2	2	3
Ben	<i>Wasser</i>	3	1	4
Bob	<i>Wasser</i>	4	2	3

ANOVA: Einfaktorielle Varianzanalyse

Problem: Sind die Mittelwerte in drei (oder mehr) Gruppen unterschiedlich groß?

Nullhypothese

Skalenniveau:

abhängige Variable: metrisch;

unabhängige Variable: nominal/ordinal mit mindestens zwei Ausprägungen (z. B. Geschlecht; Gruppe A/B/C)

Vorname	Leistungstest	Gruppe
Ilsa	22	A
Peter	31	A
Lisa	12	B
Klaus	46	B
Max	34	C
Mara	23	C

Einfaktorielle Varianzanalyse: Formel

$$F = \frac{MQA}{MQR} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2 / (k-1)}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{x}_{i.})^2 / (N-k)}$$

Interpretation des F-Werts

Signifikanzniveau ermitteln: F-Wert wieder mit einer Tabelle abgleichen.

Wir müssen die Freiheitsgrade des Zählers/MQA/oben (in Spalten) und Nenners/MQR/unten (in Zeilen) dafür nutzen. Abgelesen wird dort der kritische Wert. Liegt der ermittelte F-Wert **über** dem kritischem Wert aus der Tabelle, **wird H_0** zurückgewiesen (d.h. es liegt ein signifikantes Ergebnis vor).

Tabelle: https://de.wikibooks.org/wiki/Statistik:_Tabelle_der_F-Verteilung

0 = kein Zusammenhang (siehe vorherige Folie, H_0 beibehalten)

Größere Werte stehen für größere Zusammenhänge

Mögliche Kombinationen von MQA und MQR und der resultierende F-Wert:

F-Wert wird:		MQA	
		Klein	Groß
MQR	Klein	-	Groß
	Groß	Klein	-

ANOVA: in Excel

Daten → Datenanalyse → Einfaktorielle Varianzanalyse
Hier festlegen wie Ihre Daten geordnet sind

Das Excel-Add-In
Datenanalyse
muss aktiviert
sein

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	X	Y	Z							
		23	34	45						
		34	32	41						
		25	27	40						
Varianz		34,33	13,00	7,00						
Mittelwert		27,33	31,00	42,00						

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse

Eingabe

Eingabebereich:

Geordnet nach: Spalten Zeilen

Beschriftungen in erster Zeile

Alpha:

Ausgabe

Ausgabebereich:

Neues Tabellenblatt:

Neue Arbeitsmappe

OK
Abbrechen
Hilfe

ANOVA: Ausgabe und Interpretation

Mittelwerte
der drei
Gruppen

p-Wert
Hier liegt er
unter 0,05
→ Es konnte ein
signifikanter
Unterschied
gefunden
werden

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse						
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz		
X	3	82	27,33	34,33		
Y	3	93	31	13		
Z	3	126	42	7		
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	349,556	2	174,778	9,650	0,013	5,143
Innerhalb der Gruppen	108,667	6	18,111			
Gesamt	458,222	8				

Interpretation:

Die Nullhypothese, dass die Mittelwerte aller drei Gruppen gleich groß sind kann nicht beibehalten werden, sie wird zugunsten der Alternativhypothese – die Mittelwerte der Gruppen unterscheiden sich voneinander – zurückgewiesen.

ANOVA: Ausgabe und Interpretation im Detail.

Vergleich der Ergebnisse aus eigenen Rechnung mit der Lösung aus Excel

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse						
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Standardabweichung	Standardabweichung (Gruppen)	Standardabweichung (Gesamt)
X	3	82	27,33	1,33	1,33	1,33
Y	3	93	31,00	1,73	1,73	1,73
Z	3	126	42,00	7,00	7,00	7,00

ANOVA	SQA	MQA	F-Wert
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)
Unterschiede zwischen den Gruppen	349,556	174,778	9,650
Innerhalb der Gruppen	108,667	18,111	
Gesamt	458,222		

Streuungsursache	Freiheitsgrade (df)	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	2	5,143
Innerhalb der Gruppen	6	
Gesamt	8	

349,556 → SQA → 174,778 → MQA → 9,650 → F-Wert
108,667 → MQR → 18,111 → MQR
458,222 → MQR → 18,111 → MQR

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung: Einführung

	Früh	Mittags	<i>Faktor 2</i>
Eventis	1	4	
	2	5	
Sportis	4	1	
	5	2	

Faktor 1

Zweifaktorielle steht für die Analyse von zwei Faktoren: Faktor 1 z.B.: zwei/drei/... Stichproben (z.B. Gruppe) Faktor 2 z.B.: und zwei/drei/...

Tageszeiten/Schulfächer

Die Nullhypothese der zweifaktoriellen Varianzanalyse lautet: Es gibt keine Wechselwirkung (Interaktion) zwischen den beiden Faktoren

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung: Überlegung

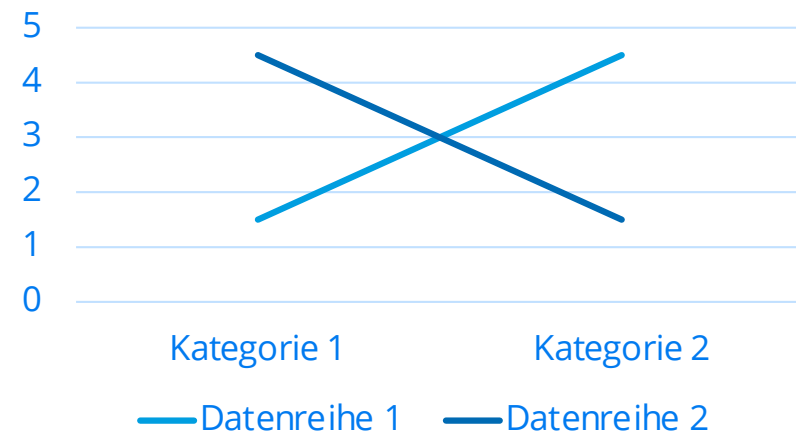
	Früh	Mittags
Stichprobe 1	1 2	4 5
Stichprobe 2	4 5	1 2

Welche Mittelwerte haben Stichprobe 1 und Stichprobe 2 jeweils?

Welche Mittelwerte haben „Früh“ und „Mittags“ jeweils?

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung: Interaktion

	Früh	Mittags
Stichprobe 1	1	4
	2	5
Stichprobe 2	4	1
	5	2



Die zweifaktorielle Varianzanalyse fragt, ob es eine Interaktion zwischen beiden Faktoren gibt.

In unserem Beispiel sehen wir, dass in Stichprobe 1 früh die Werte geringer sind als Mittags, wobei in Stichprobe 2 das genau umgedreht ist, das ist die Interaktion.

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung in Excel

(Rot) Die gesamte Tabelle mit Beschriftung eingeben. Die Daten müssen in dieser Form vor liegen.

	Früh	Mittags	
Stichprobe 1	1	4	4
	2	5	5
Stichprobe 2	4	1	1
	5	2	2

Anova: Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung

Eingabe

Eingabebereich:

Zeilen je Stichprobe:

Alpha:

Ausgabe

Ausgabebereich:

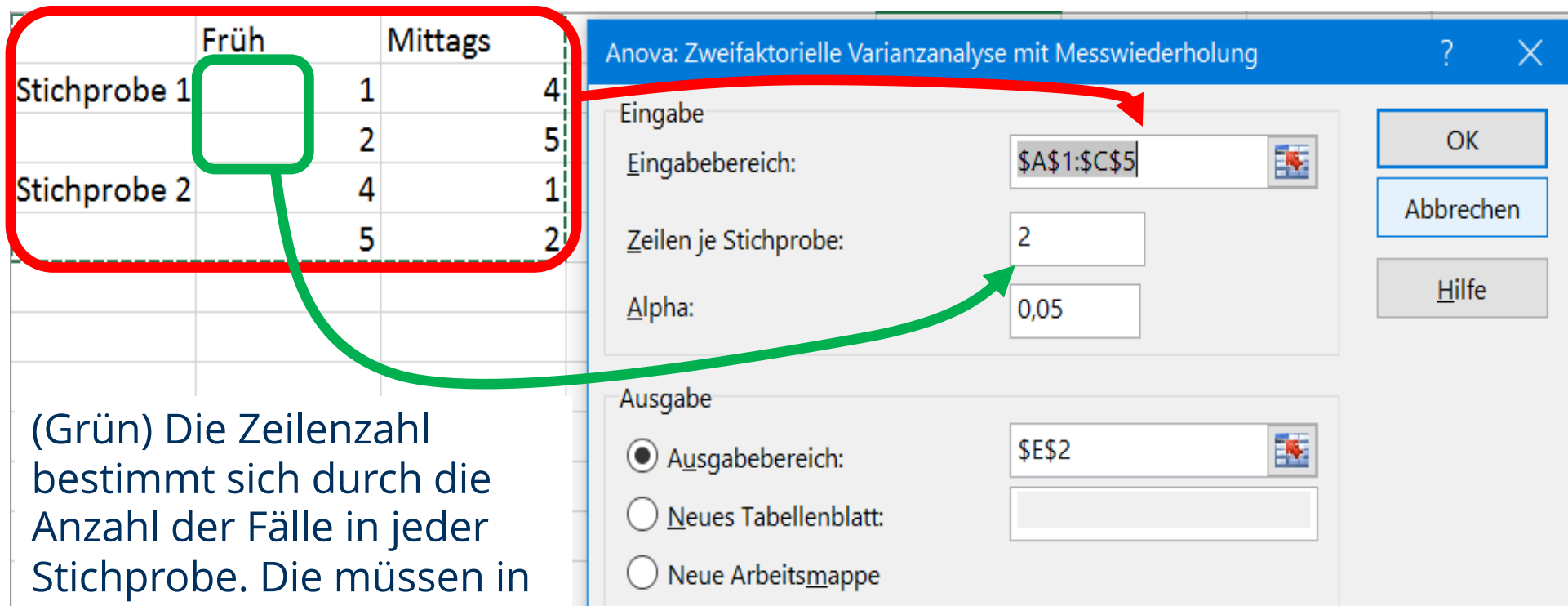
Neues Tabellenblatt:

Neue Arbeitsmappe

OK

Abbrechen

Hilfe



(Grün) Die Zeilenzahl bestimmt sich durch die Anzahl der Fälle in jeder Stichprobe. Die müssen in beiden Stichproben gleich sein!

Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung interpretieren

Der p-Wert für den Vergleich von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 ist 1 also größer 0,05 also insignifikant.

Der p-Wert für den Vergleich von früh/mitags ist auch 1 also größer 0,05 also insignifikant.

ANOVA	Quadratsummen (	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (	t	kritischer F-Wert	
Stichprobe	0	1	0	0	1	7,708647422
Spalten	0	1	0	0	1	7,708647422
Wechselwirkung	18	1	18	36	0,003882537	7,708647422
Fehler	2	4	0,5			
Gesamt	20	7				

Das ist der p-Wert für die zweifaktorielle Varianzanalyse. Er sagt aus, ob es eine Wechselwirkung gibt. Liegt der Wert unter 0,05 so wird die Nullhypothese abgelehnt und wird entscheiden uns für die Alternativhypothese.

Mögliche Aussage:

Die zweifaktorielle Varianzanalyse erbrachte ein signifikantes Ergebnis, dies bedeutet, dass eine Wechselwirkung zwischen den Stichproben und der Tageszeit (früh, mittags) vorliegt.

Zusätzliche Infos: Einen signifikanten Unterschied zwischen den Stichproben alleine gibt es hingegen nicht. Ebenso konnte kein signifikanter Unterschied allein zwischen den Tageszeiten festgestellt werden.

Zweifaktorielle Varianzanalyse:

2. Beispiel (Anzahl der Messwerte und Gruppen erhöhen)

	Früh	Mittags	Abends
Gruppe 1	1	4	5
	2	5	4
Gruppe 2	4	1	2
	5	2	1
Gruppe 3	1	1	4
	2	2	5

ANOVA: Such nach den Unterschieden (Bonferoni Korrektur)

Die ANOVA sagt nicht, in welchen Gruppen ein Unterschied besteht.

Wegen der Gefahr von zu vielen Signifikanztests können wir nicht einfach zwischen allen Gruppen einen t-Test machen.

Aber wir können das machen, wenn wir das Signifikanzniveau anpassen. Teilung des „Standard“-Signifikanzniveaus (0,05) durch die Anzahl der Tests (Bonferoni-Post-Hoc-Test).

Beispiel:

Aus einer ANOVA mit drei Gruppen mache ich drei t-Tests zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2, zwischen 1 und 3 und 2/3.

Als Signifikanzniveau wähle ich 0,05 geteilt durch 3 (weil ich drei Tests mache). Das neue Signifikanzniveau ist 0,01667.

Ich vergleiche nun die p-Werte meiner drei t-Test jeweils mit dem neuem Signifikanzniveau (nach Bonferoni-Korrektur) 0,01667.

Liegt ein p-Wert unter 0,01667 so unterscheiden sich diese beiden Gruppen signifikant voneinander.

Chi²-Streuungstest

Ziel des Chi²-Streuungstest

Sie vergleichen die Varianz Ihrer Daten mit der Varianz in der Grundgesamtheit. Die Frage ist, weicht Ihre Varianz signifikant davon ab.

Vorraussetzung: Normalverteilung (zur didaktischen Vereinfachung wird im Beispiel aber nicht normalverteilte Daten verwendet).

Vergleich von einer Varianz mit der Varianz der Grundgesamtheit

Stichprobe	Grundgesamtheit
1	
2	
3	
4	
Varianz: 1,6	Varianz: 6,6

$$\chi^2 = \frac{(n-1) \cdot s^2}{\sigma^2}$$

$s^2 = \text{Varianz der Stichprobe}$

$\sigma^2 = \text{Varianz der Grundgesamtheit}$

Gaußtest

Aufgabe Gaußtest / z-Test

Wie lautet die Nullhypothese und die Alternativhypothese?

Erfinden Sie ein Anwendungsbeispiel.

Welche Informationen über die Stichprobe und über die Grundgesamtheit braucht der Test.

Wie lautete die Formel für den Gaußtest.

Was bedeutet ein signifikantes und ein nicht signifikantes Ereignis.

Konstruieren Sie ein einfaches Rechenbeispiel.

Geben Sie das Rechenbeispiel an Ihre Kommilitonin oder Kommilitonen (oder eine Gruppe).