

# Biometrieübung 9

## Varianzanalyse

### Aufgabe

## 1. Strontium - Konzentrationen in Gewässern

In fünf verschiedenen Gewässern wurden Strontium - Konzentrationen [mg/ml] gemessen. Prüfen Sie mit Hilfe der Varianzanalyse, ob sich die mittleren Strontium - Konzentrationen unterscheiden. Falls  $H_0$  verworfen wird, bestimmen Sie mit dem Tuckey Test, welche der fünf Mittelwerte sich signifikant unterscheiden.

Graysons`s Pond	Beaver Lake	Angler`s Cove	Appletree Lake	Rock River
28.2	39.6	46.3	41.0	56.3
33.2	40.8	42.1	44.1	54.1
36.4	37.9	43.5	46.4	59.4
34.6	37.1	48.8	40.2	62.7
29.1	43.6	43.7	38.6	60.0
31.0	42.4	40.1	36.3	57.3

## 2. Kartoffelsorten

(Quelle: Rasch, Einführung in die Biostatistik, 1983, S. 164)

Fünf Kartoffelsorten wurden auf je vier Schlägen angebaut. Die Ergebnisse (Frischmasse in dt/ha) sind in der Tabelle zusammengefaßt.

Schläge	1	2	3	4
Sorte				
1	580	535	500	465
2	560	545	475	460
3	545	525	475	455
4	525	515	465	455
5	540	505	460	415

Prüfen Sie mit Hilfe der Varianzanalyse, ob sich die Erträge der Sorten signifikant unterscheiden.

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



# Biometrieübung 9

## Varianzanalyse

### Lösung

## 1. Strontium - Konzentrationen in Gewässern

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_A : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

Gewässer	Summe	Mittelwert	Varianz
Graysons`s Pond	192,5	32,083	10,274
Beaver Lake	241,4	40,233	6,403
Angler`s Cove	264,5	44,083	9,490
Appletree Lake	246,6	41,100	13,440
Rock River	349,8	58,300	9,220
<b>Gesamt</b>		43,16	9,7652

Streuungsursache	Quadratsummen (SQ)	Freiheitsgrade (FG)	Mittlere Quadratsumme (MQ)	Prüfgröße ( $\hat{F}$ )
Unterschiede zwischen den Gruppen	2193,44	4	548,361	56,155
Innerhalb der Gruppen	244,13	25	9,765	
Gesamt	2437,57	29		

Da  $\hat{F} = 56,155 > F_{0,05;4;25} = 2,759$  wird die Nullhypothese abgelehnt. Die Strontium - Konzentration der fünf Gewässer unterscheiden sich signifikant. Welche der fünf Gewässer sich unterscheiden und welche nicht, kann mit einem multiplen Test, z.B. Tuckey-Test, ermittelt werden.

### Tuckey-Test:

i	1	2	4	3	5
$\bar{x}_i$	32,1	40,2	41,1	44,1	58,3

Vergleich B mit A	Differenz ( $\bar{x}_B - \bar{x}_A$ )	SE	q	$q_{0,05;25;5}$	Hypothese
5 mit 1	58,3-32,1=26,2	1,28	20,47	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_1$ abgelehnt
5 mit 2	58,3-40,2=18,1	1,28	14,14	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_2$ abgelehnt
5 mit 4	58,3-41,1=17,2	1,28	13,44	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_4$ abgelehnt
5 mit 3	58,3-44,1=14,2	1,28	11,09	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_3$ abgelehnt
3 mit 1	44,1-32,1=12,0	1,28	9,38	4,166	$H_0: \mu_3 = \mu_1$ abgelehnt
3 mit 2	44,1-40,1=3,9	1,28	3,05	4,166	$H_0: \mu_3 = \mu_2$ nicht abgelehnt
3 mit 4	entfällt				
4 mit 1	41,1-32,1=9,0	1,28	7,03	4,166	$H_0: \mu_4 = \mu_1$ abgelehnt
4 mit 2	entfällt				
2 mit 1	40,2-32,1=8,1	1,28	6,33	4,166	$H_0: \mu_2 = \mu_1$ abgelehnt

Schlußfolgerung:  $\mu_1 \neq \mu_2 = \mu_4 = \mu_3 \neq \mu_5$

Der Grayson's Pond und der Rock River unterscheiden sich signifikant von den anderen drei Gewässern, die untereinander keine Unterschiede aufweisen.

## 2. Kartoffelsorten

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

Sorte	Summe	Mittelwert	Varianz
1	2080	520	2416,67
2	2040	510	2483,33

3	2000	500	1766,67
4	1960	490	1233,33
5	1920	480	2950,00
<b>Gesamt</b>		500	

<b>Streuungsursache</b>	<b>Quadratsummen (SQ)</b>	<b>Freiheitsgrade (FG)</b>	<b>Mittlere Quadratsumme (MQ)</b>	<b>Prüfgröße (<math>\hat{F}</math>)</b>
Unterschiede zwischen den Gruppen	4000	4	1000	0,461
Innerhalb der Gruppen	32550	15	2170	
Gesamt	36550	19		

Da  $\hat{F} = 0,461 < F_{0,05;4;25} = 3,056$  wird die Nullhypothese **nicht** abgelehnt. Die Erträge der Sorten unterscheiden sich nicht signifikant.

Letzte Änderung: 19.08.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



# Biometrieübung 9

## Varianzanalyse

### Formeln

#### Inhalt

[Varianzanalyse - Einfache Klassifikation](#)

[Tuckey-Test](#)

[Tabelle der Signifikanzschranken der F-Verteilung für P=0,05](#)

[Tabelle der Signifikanzschranken der F-Verteilung für P=0,01](#)

[Tabelle der Signifikanzschranken des studentisierten Extrembereiches \(Tuckey-Test\) für P=0,05](#)

[Tabelle der Signifikanzschranken des studentisierten Extrembereiches \(Tuckey-Test\) für P=0,01](#)

## Varianzanalyse - Einfache Klassifikation

Gegeben seien  $n$  Meßwerte eines meßbaren Merkmals, die sich entsprechend der Versuchsanlage bei der

einfachen Klassifikation in  $k$  ( $k \geq 2$ ) Gruppen oder Klassen mit je  $n_1, \dots, n_k$  Elementen  $\left( \sum_{i=1}^k n_i = n \right)$

anordnen lassen. Man sagt: Ein Faktor A wirkt in  $k$  Stufen auf das Merkmal. Die  $n$  Meßwerte, die mit  $x_{ij}$  ( $i=1, \dots, k; j=1, \dots, n_i$ ) bezeichnet werden sollen, kann man in das folgende Versuchsschema eintragen.

Dieser Versuchsplan wird ergänzt durch die Summen  $S_1, \dots, S_k$  der Gruppen und ihrer Mittelwerte.

Anzahl der Meßwerte je Gruppe (j)	Gruppen (Stufen) des Faktors A (i)				
	1	2	...	k	
1	$x_{11}$	$x_{21}$	...	$x_{k1}$	
2	$x_{12}$	$x_{22}$	...	$x_{k2}$	
.	.			.	
.	.			.	
.	.			.	
$n_i$	$x_{1n1}$	$x_{2n2}$	...	$x_{knk}$	
Summen $S_i$	$S_1$	$S_2$	...	$S_k$	$S_g$
Mittelwerte $\bar{x}_i$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	...	$\bar{x}_k$	$\bar{x}_g$

Es gilt:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$$

$$\bar{x}_i = \frac{S_i}{n_i} \quad (i = 1, \dots, k)$$

$$S_g = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} = \sum_{i=1}^k S_i \quad \text{Summe aller } n \text{ Meßwerte}$$

$$\bar{x}_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad \text{Gesamtmittel}$$

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad \text{Streuung der } i\text{-ten Gruppe}$$

$$s_g^2 = \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_g)^2 \quad \text{Gesamtstreuung}$$

Aufgabe der einfachen Klassifikation der Varianzanalyse ist es, die Mittelwerte der Gruppen miteinander zu vergleichen und damit die Wirkung (den Effekt) des Faktors A auf das Merkmal zu untersuchen. Sind die Umfänge  $n_i$  der Gruppen verschieden, so spricht man von einer unbalancierten oder nichtorthogonalen Versuchsplan, gilt dagegen  $n_1 = \dots = n_k = n_0$ , so heißt der Versuchsplan balanciert oder orthogonal.

Zum Vergleich der Gruppenmittelwerte interpretiert man die  $k$  Gruppen als  $k$  unabhängige Stichproben mit den Umfängen  $n_1, \dots, n_k$  und setzt voraus, daß die  $i$ -te ( $i=1, \dots, k$ ) Stichprobe aus der normalverteilten

Grundgesamtheit mit dem Erwartungswert  $\mu_i$  und der von  $i$  unabhängigen und damit für alle  $k$

Grundgesamtheiten gleichen, aber unbekanntem Streuung  $\sigma^2$  stammt.

Zu prüfen ist die Hypothese  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ , die besagt, daß alle  $k$  Stichproben aus derselben Grundgesamtheit stammen, der Faktor A also keinen Einfluß auf das Merkmal ausübt.

Es ist üblich, die zur Durchführung der Varianzanalyse erforderlichen Rechengrößen schematisch in eine sogenannte Tafel der Varianzanalyse einzutragen.

Variationsursache	SQ	Freiheitsgrade FG	MQ
Zwischen den Gruppen	$SQ_Z = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_g)^2$	$k - 1$	$MQ_Z = \frac{SQ_Z}{k - 1}$
Innerhalb der Gruppen	$SQ_I = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$n - k$	$MQ_I = \frac{SQ_I}{n - k}$
Insgesamt (total)	$SQ_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_g)^2$	$n - 1$	
Testgröße F			$\hat{F} = \frac{MQ_Z}{MQ_I}$

Folgende Vereinfachungen können verwendet werden:

$$SQ_I = SQ_T - SQ_Z$$

$$SQ_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{S_g^2}{n}$$

$$SQ_Z = \sum_{i=1}^k \frac{S_i^2}{n_i} - \frac{S_g^2}{n}$$

Aus dem Vergleich der beiden voneinander unabhängigen Streuungen  $MQ_Z$  und  $MQ_I$  mit Hilfe des (einseitigen) F-Test läßt sich folglich auf die Gültigkeit der Hypothese  $H_0$  (bzw.  $H_A$ ) schließen. Es wird

die Testgröße  $\hat{F} = \frac{MQ_Z}{MQ_I}$  gebildet, die die Realisierung der unter  $H_0$  der F-Verteilung mit  $m_1=k-1$  und

$m_2=n-k$  Freiheitsgraden genügenden Stichprobenfunktion ist, und  $H_0$  abgelehnt, falls  $\hat{F} \geq F_{\alpha; m_1, m_2}$  gilt, d.h., die Varianz zwischen den Gruppen  $MQ_Z$  wesentlich größer als die Varianz innerhalb der Gruppen  $MQ_I$  ist (STORM, Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle; Leipzig 1972).



# Tukey-Test

Hat man die Hypothese über die Gleichheit der  $k$  Mittelwerte in den Grundgesamtheiten abgelehnt, so interessiert die Frage, zwischen welchen der  $k$  Stichprobenmittelwerte signifikante Unterschiede bestehen. Zur Untersuchung dieses Problems gibt es eine Reihe von multiplen Testverfahren, wie z.B. der Duncan-Test, Newmann-Keuls-Test, der Tukey-Test und der Scheffé-Test. Im folgenden ist die Vorgehensweise beim Tukey-Test beschrieben:

Beim Tukey-Test wird jeder Mittelwert mit den Mittelwerten der anderen Gruppen verglichen. Dafür werden diese in eine Rangfolge nach ihrer Größe geordnet.

Für das Beispiel aus den Übungen sieht dies folgendermaßen aus:

i	1	2	4	3	5
$\bar{x}_i$	32,1	40,2	41,1	44,1	58,3

In der folgenden Tabelle sind die Vergleiche für das Übungsbeispiel zusammengefaßt.

Vergleich B mit A	Differenz ( $\bar{x}_B - \bar{x}_A$ )	SE	q	$q_{0,05;25;5}$	Hypothese
5 mit 1	58,3-32,1=26,2	1,28	20,47	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_1$ abgelehnt
5 mit 2	58,3-40,2=18,1	1,28	14,14	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_2$ abgelehnt
5 mit 4	58,3-41,1=17,2	1,28	13,44	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_4$ abgelehnt
5 mit 3	58,3-44,1=14,2	1,28	11,09	4,166	$H_0: \mu_5 = \mu_3$ abgelehnt
3 mit 1	44,1-32,1=12,0	1,28	9,38	4,166	$H_0: \mu_3 = \mu_1$ abgelehnt
3 mit 2	44,1-40,1=3,9	1,28	3,05	4,166	$H_0: \mu_3 = \mu_2$ nicht abgelehnt
3 mit 4	entfällt				
4 mit 1	41,1-32,1=9,0	1,28	7,03	4,166	$H_0: \mu_4 = \mu_1$ abgelehnt
4 mit 2	entfällt				
2 mit 1	40,2-32,1=8,1	1,28	6,33	4,166	$H_0: \mu_2 = \mu_1$ abgelehnt

Mit dem größten Mittelwert wird begonnen und dieser mit den geordneten Mittelwerten (vom kleinsten zum größten) der anderen Gruppen verglichen. Dabei wird für jedem Vergleich die Hypothese aufgestellt, daß die beiden Mittelwerte gleich sind. Über die Differenz der zwei Mittelwerte und der

Hilfsgröße SE kommt man zu dem berechneten  $q$ , welches mit der Signifikanzschranke von  $q$  aus der Tabelle verglichen wird. Ist das berechnete  $q$  größer als der Tabellenwert, wird die Nullhypothese abgelehnt, damit unterscheiden sich die zwei Gruppen signifikant.

Bei nicht Ablehnung der Nullhypothese (berechnetes  $q$  kleiner als  $q$  aus der Tabelle) unterscheiden sich die Gruppen **nicht** signifikant. Gruppen die vom Mittelwert zwischen den sich nicht unterscheidenden Gruppen liegen, entstammen somit auch der selben Grundgesamtheit und der Vergleich kann entfallen (siehe Tabelle oben).

Die Formeln für die Hilfsgröße SE und für  $q$  lauten:

$$SE = \sqrt{\frac{s_g^2}{n}}$$

$$q = \frac{\bar{x}_B - \bar{x}_A}{SE}$$

Aus der Tabelle der oberen Signifikanzschranken des studentisierten Extrembereiches kann man

$q_{\alpha; FG, k}$  für ein bestimmtes  $\alpha$  (in unserem Beispiel  $\alpha = 0,05$ ) ablesen.

$FG = k - n =$  zu  $s_g^2$  gehörende Freiheitsgrade

$k =$  Anzahl der betrachteten Mittelwerte

Letzte Änderung: 23.08.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



## Biometrieübung 9 Varianzanalyse

**Tabelle der Signifikanzschranken der F-Verteilung für  $\alpha = 0,05$  für verschiedene  $m_1$  und  $m_2$ .**

		$m_1$																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500			
$m_2$	1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	1		
	2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,40	19,41	19,42	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,48	19,49	19,49	19,49	2		
	3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,76	8,74	8,71	8,69	8,66	8,64	8,62	8,59	8,58	8,56	8,55	8,54	8,53	3		
	4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,94	5,91	5,87	5,84	5,80	5,77	5,75	5,72	5,70	5,68	5,66	5,65	5,64	4		
	5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,70	4,68	4,64	4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,42	4,41	4,39	4,37	5		
	6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,73	3,71	3,69	3,68	6		
	7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,60	3,57	3,53	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,29	3,27	3,25	3,24	7		
	8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,31	3,28	3,24	3,20	3,15	3,12	3,08	3,04	3,02	2,99	2,97	2,95	2,94	8		
	9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,10	3,07	3,03	2,99	2,94	2,90	2,86	2,83	2,80	2,77	2,76	2,73	2,72	9		
	10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,94	2,91	2,86	2,83	2,77	2,74	2,70	2,66	2,64	2,60	2,59	2,56	2,55	10		
	11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,51	2,47	2,46	2,43	2,42	11		
	12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,72	2,69	2,64	2,60	2,54	2,51	2,47	2,43	2,40	2,37	2,35	2,32	2,31	12		
	13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,31	2,28	2,26	2,23	2,22	13		
	14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,57	2,53	2,48	2,44	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,21	2,19	2,16	2,14	14		
	15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,51	2,48	2,42	2,38	2,33	2,29	2,25	2,20	2,18	2,14	2,12	2,10	2,08	15		
	16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,46	2,42	2,37	2,33	2,28	2,24	2,19	2,15	2,12	2,09	2,07	2,04	2,02	16		
	17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,41	2,38	2,33	2,29	2,23	2,19	2,15	2,10	2,08	2,04	2,02	1,99	1,97	17		
	18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,29	2,25	2,19	2,15	2,11	2,06	2,04	2,00	1,98	1,95	1,93	18		
	19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,34	2,31	2,26	2,21	2,16	2,11	2,07	2,03	2,00	1,96	1,94	1,91	1,89	19		
	20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,31	2,28	2,22	2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,97	1,93	1,91	1,88	1,86	20		
	21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25	2,20	2,16	2,10	2,05	2,01	1,96	1,94	1,90	1,88	1,84	1,83	21		
	22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,26	2,23	2,17	2,13	2,07	2,03	1,98	1,94	1,91	1,87	1,85	1,82	1,80	22		
	23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,24	2,20	2,15	2,11	2,05	2,01	1,96	1,91	1,88	1,84	1,82	1,79	1,77	23		
	24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,22	2,18	2,13	2,09	2,03	1,98	1,94	1,89	1,86	1,82	1,80	1,77	1,75	24		
	25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16	2,11	2,07	2,01	1,96	1,92	1,87	1,84	1,80	1,78	1,75	1,73	25		
	26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15	2,09	2,05	1,99	1,95	1,90	1,85	1,82	1,78	1,76	1,73	1,71	26		
	27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,17	2,13	2,08	2,04	1,97	1,93	1,88	1,84	1,81	1,76	1,74	1,71	1,69	27		
	28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12	2,06	2,02	1,96	1,91	1,87	1,82	1,79	1,75	1,73	1,69	1,67	28		
	29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10	2,05	2,01	1,94	1,90	1,85	1,81	1,77	1,73	1,71	1,67	1,65	29		
	30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,13	2,09	2,04	1,99	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,72	1,70	1,66	1,64	30		
	32	4,15	3,29	2,90	2,67	2,51	2,40	2,31	2,24	2,19	2,14	2,10	2,07	2,01	1,97	1,91	1,86	1,82	1,77	1,74	1,69	1,67	1,63	1,61	32		
	34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,49	2,38	2,29	2,23	2,17	2,12	2,08	2,05	1,99	1,95	1,89	1,84	1,80	1,75	1,71	1,67	1,65	1,61	1,59	34		
	36	4,11	3,26	2,87	2,63	2,48	2,36	2,28	2,21	2,15	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,87	1,82	1,78	1,73	1,69	1,65	1,62	1,59	1,56	36		
	38	4,10	3,24	2,85	2,62	2,46	2,35	2,26	2,19	2,14	2,09	2,05	2,02	1,96	1,92	1,85	1,81	1,76	1,71	1,68	1,63	1,61	1,57	1,54	38		
	40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,04	2,00	1,95	1,90	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,61	1,59	1,55	1,53	40		
	42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,44	2,32	2,24	2,17	2,11	2,06	2,03	1,99	1,94	1,89	1,83	1,78	1,73	1,68	1,65	1,60	1,57	1,53	1,51	42		
	44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,43	2,31	2,23	2,16	2,10	2,05	2,01	1,98	1,92	1,88	1,81	1,77	1,72	1,67	1,63	1,59	1,56	1,52	1,49	44		
	46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,42	2,30	2,22	2,15	2,09	2,04	2,00	1,97	1,91	1,87	1,80	1,76	1,71	1,65	1,62	1,57	1,55	1,51	1,48	46		
	48	4,04	3,19	2,80	2,57	2,41	2,29	2,21	2,14	2,08	2,03	1,99	1,96	1,90	1,86	1,79	1,75	1,70	1,64	1,61	1,56	1,54	1,49	1,47	48		
	50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,03	1,99	1,95	1,89	1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,60	1,55	1,52	1,48	1,46	50		
	55	4,02	3,16	2,77	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,06	2,01	1,97	1,93	1,88	1,83	1,76	1,72	1,67	1,61	1,58	1,53	1,50	1,46	1,43	55		
	60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92	1,86	1,82	1,75	1,70	1,65	1,59	1,56	1,51	1,48	1,44	1,41	60		
	65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,03	1,98	1,94	1,90	1,85	1,80	1,73	1,69	1,63	1,58	1,54	1,49	1,46	1,42	1,39	65		
	70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,02	1,97	1,93	1,89	1,84	1,79	1,72	1,67	1,62	1,57	1,53	1,48	1,45	1,40	1,37	70		
	80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,13	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1,82	1,77	1,70	1,65	1,60	1,54	1,51	1,45	1,43	1,38	1,35	80		
	100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,31	2,19	2,10	2,03	1,97	1,93	1,89	1,85	1,79	1,75	1,68	1,63	1,57	1,52	1,48	1,42	1,39	1,34	1,31	100		

Biometrieübung 9 (Varianzanalyse) - Tabelle F-Verteilung P=0,05

<b>125</b>	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,96	1,91	1,87	1,83	1,77	1,73	1,66	1,60	1,55	1,49	1,45	1,40	1,36	1,31	1,27	<b>125</b>
<b>150</b>	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,85	1,82	1,76	1,71	1,64	1,59	1,54	1,48	1,44	1,38	1,34	1,29	1,25	<b>150</b>
<b>200</b>	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	2,06	1,98	1,93	1,88	1,84	1,80	1,74	1,69	1,62	1,57	1,52	1,46	1,41	1,35	1,32	1,26	1,22	<b>200</b>
<b>400</b>	3,86	3,02	2,63	2,39	2,24	2,12	2,03	1,96	1,90	1,85	1,81	1,78	1,72	1,67	1,60	1,54	1,49	1,42	1,38	1,32	1,28	1,22	1,17	<b>400</b>
<b>1000</b>	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,11	2,02	1,95	1,89	1,84	1,80	1,76	1,70	1,65	1,58	1,53	1,47	1,41	1,36	1,30	1,26	1,19	1,13	<b>1000</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	

[zurück](#)

Letzte Änderung: 20.08.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



## Biometrieübung 9 Varianzanalyse

**Tabelle der Signifikanzschranken der F-Verteilung für  $\alpha = 0,01$  für verschiedene  $m_1$  und  $m_2$ .**

		$m_1$																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75		100	200	500	
$m_2$	1	4052	4999	5403	5624	5763	5858	5928	5980	6022	6055	6083	6106	6143	6170	6208	6234	6260	6286	6302	6323	6333	6349	6359	1	
	2	98,50	99,00	99,16	99,25	99,30	99,33	99,36	99,38	99,39	99,40	99,41	99,42	99,43	99,44	99,45	99,46	99,47	99,48	99,48	99,48	99,49	99,49	99,49	99,50	2
	3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05	26,92	26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,35	26,28	26,24	26,18	26,15	26,15	3
	4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,45	14,37	14,25	14,15	14,02	13,93	13,84	13,75	13,69	13,61	13,58	13,52	13,49	13,49	4
	5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,96	9,89	9,77	9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,17	9,13	9,08	9,04	9,04	5
	6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72	7,60	7,52	7,40	7,31	7,23	7,14	7,09	7,02	6,99	6,93	6,90	6,90	6
	7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,54	6,47	6,36	6,28	6,16	6,07	5,99	5,91	5,86	5,79	5,75	5,70	5,67	5,67	7
	8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,73	5,67	5,56	5,48	5,36	5,28	5,20	5,12	5,07	5,00	4,96	4,91	4,88	4,88	8
	9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11	5,01	4,92	4,81	4,73	4,65	4,57	4,52	4,45	4,41	4,36	4,33	4,33	9
	10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,77	4,71	4,60	4,52	4,41	4,33	4,25	4,17	4,12	4,05	4,01	3,96	3,93	3,93	10
	11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40	4,29	4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,81	3,74	3,71	3,66	3,62	3,62	11
	12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16	4,05	3,97	3,86	3,78	3,70	3,62	3,57	3,50	3,47	3,41	3,38	3,38	12
	13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96	3,86	3,78	3,66	3,59	3,51	3,43	3,38	3,31	3,27	3,22	3,19	3,19	13
	14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80	3,70	3,62	3,51	3,43	3,35	3,27	3,22	3,15	3,11	3,06	3,03	3,03	14
	15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67	3,56	3,49	3,37	3,29	3,21	3,13	3,08	3,01	2,98	2,92	2,89	2,89	15
	16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,62	3,55	3,45	3,37	3,26	3,18	3,10	3,02	2,97	2,90	2,86	2,81	2,78	2,78	16
	17	8,40	6,11	5,19	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,46	3,35	3,27	3,16	3,08	3,00	2,92	2,87	2,80	2,76	2,71	2,68	2,68	17
	18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,43	3,37	3,27	3,19	3,08	3,00	2,92	2,84	2,78	2,71	2,68	2,62	2,59	2,59	18
	19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,36	3,30	3,19	3,12	3,00	2,92	2,84	2,76	2,71	2,64	2,60	2,55	2,51	2,51	19
	20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,29	3,23	3,13	3,05	2,94	2,86	2,78	2,69	2,64	2,57	2,54	2,48	2,44	2,44	20
	21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,24	3,17	3,07	2,99	2,88	2,80	2,72	2,64	2,58	2,51	2,48	2,42	2,38	2,38	21
	22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12	3,02	2,94	2,83	2,75	2,67	2,58	2,53	2,46	2,42	2,36	2,33	2,33	22
	23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,14	3,07	2,97	2,89	2,78	2,70	2,62	2,54	2,48	2,41	2,37	2,32	2,28	2,28	23
	24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,09	3,03	2,93	2,85	2,74	2,66	2,58	2,49	2,44	2,37	2,33	2,27	2,24	2,24	24
	25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	3,06	2,99	2,89	2,81	2,70	2,62	2,54	2,45	2,40	2,33	2,29	2,23	2,19	2,19	25
	26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	3,02	2,96	2,86	2,78	2,66	2,58	2,50	2,42	2,36	2,29	2,25	2,19	2,16	2,16	26
	27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,99	2,93	2,82	2,75	2,63	2,55	2,47	2,38	2,33	2,26	2,22	2,16	2,12	2,12	27
	28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,96	2,90	2,79	2,72	2,60	2,52	2,44	2,35	2,30	2,23	2,19	2,13	2,09	2,09	28
	29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,93	2,87	2,77	2,69	2,57	2,49	2,41	2,33	2,27	2,20	2,16	2,10	2,06	2,06	29
	30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,91	2,84	2,74	2,66	2,55	2,47	2,39	2,30	2,25	2,17	2,13	2,07	2,03	2,03	30
	32	7,50	5,34	4,46	3,97	3,65	3,43	3,26	3,13	3,02	2,93	2,86	2,80	2,70	2,62	2,50	2,42	2,34	2,25	2,20	2,12	2,08	2,02	1,98	1,98	32
	34	7,44	5,29	4,42	3,93	3,61	3,39	3,22	3,09	2,98	2,89	2,82	2,76	2,66	2,58	2,46	2,38	2,30	2,21	2,16	2,08	2,04	1,98	1,94	1,94	34
	36	7,40	5,25	4,38	3,89	3,57	3,35	3,18	3,05	2,95	2,86	2,79	2,72	2,62	2,54	2,43	2,35	2,26	2,18	2,12	2,04	2,00	1,94	1,90	1,90	36
	38	7,35	5,21	4,34	3,86	3,54	3,32	3,15	3,02	2,92	2,83	2,75	2,69	2,59	2,51	2,40	2,32	2,23	2,14	2,09	2,01	1,97	1,90	1,86	1,86	38
	40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,73	2,66	2,56	2,48	2,37	2,29	2,20	2,11	2,06	1,98	1,94	1,87	1,83	1,83	40
	42	7,28	5,15	4,29	3,80	3,49	3,27	3,10	2,97	2,86	2,78	2,70	2,64	2,54	2,46	2,34	2,26	2,18	2,09	2,03	1,95	1,91	1,85	1,80	1,80	42
	44	7,25	5,12	4,26	3,78	3,47	3,24	3,08	2,95	2,84	2,75	2,68	2,62	2,52	2,44	2,32	2,24	2,15	2,07	2,01	1,93	1,89	1,82	1,78	1,78	44
	46	7,22	5,10	4,24	3,76	3,44	3,22	3,06	2,93	2,82	2,73	2,66	2,60	2,50	2,42	2,30	2,22	2,13	2,04	1,99	1,91	1,86	1,80	1,76	1,76	46
	48	7,19	5,08	4,22	3,74	3,43	3,20	3,04	2,91	2,80	2,71	2,64	2,58	2,48	2,40	2,28	2,20	2,12	2,02	1,97	1,89	1,84	1,78	1,73	1,73	48
	50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,19	3,02	2,89	2,78	2,70	2,63	2,56	2,46	2,38	2,27	2,18	2,10	2,01	1,95	1,87	1,82	1,76	1,71	1,71	50
	55	7,12	5,01	4,16	3,68	3,37	3,15	2,98	2,85	2,75	2,66	2,59	2,53	2,42	2,34	2,23	2,15	2,06	1,97	1,91	1,83	1,78	1,71	1,67	1,67	55
	60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50	2,39	2,31	2,20	2,12	2,03	1,94	1,88	1,79	1,75	1,68	1,63	1,63	60
	65	7,04	4,95	4,10	3,62	3,31	3,09	2,93	2,80	2,69	2,61	2,53	2,47	2,37	2,29	2,17	2,09	2,00	1,91	1,85	1,77	1,72	1,65	1,60	1,60	65
	70	7,01	4,92	4,07	3,60	3,29	3,07	2,91	2,78	2,67	2,59	2,51	2,45	2,35	2,27	2,15	2,07	1,98	1,89	1,83	1,74	1,70	1,62	1,57	1,57	70
	80	6,96	4,88	4,04	3,56	3,26	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,48	2,42	2,31	2,23	2,12	2,03	1,94	1,85	1,79	1,70	1,65	1,58	1,53	1,53	80
	100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,21	2,99	2,82	2,69	2,59	2,50	2,43	2,37	2,27	2,19	2,07	1,98	1,89	1,80	1,74	1,65	1,60	1,52	1,47	1,47	100

Biometrieübung 9 (Varianzanalyse) - Tabelle F-Verteilung P=0,01

<b>125</b>	6,84	4,78	3,94	3,47	3,17	2,95	2,79	2,66	2,55	2,47	2,39	2,33	2,23	2,15	2,03	1,94	1,85	1,76	1,69	1,60	1,55	1,47	1,41	<b>125</b>
<b>150</b>	6,81	4,75	3,91	3,45	3,14	2,92	2,76	2,63	2,53	2,44	2,37	2,31	2,20	2,12	2,00	1,92	1,83	1,73	1,66	1,57	1,52	1,43	1,38	<b>150</b>
<b>200</b>	6,76	4,71	3,88	3,41	3,11	2,89	2,73	2,60	2,50	2,41	2,34	2,27	2,17	2,09	1,97	1,89	1,79	1,69	1,63	1,53	1,48	1,39	1,33	<b>200</b>
<b>400</b>	6,70	4,66	3,83	3,37	3,06	2,85	2,68	2,56	2,45	2,37	2,29	2,23	2,13	2,05	1,92	1,84	1,75	1,64	1,58	1,48	1,42	1,32	1,25	<b>400</b>
<b>1000</b>	6,66	4,63	3,80	3,34	3,04	2,82	2,66	2,53	2,43	2,34	2,27	2,20	2,10	2,02	1,90	1,81	1,72	1,61	1,54	1,44	1,38	1,28	1,19	<b>1000</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	

[zurück](#)

Letzte Änderung: 20.08.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



## Biometrieübung 9 Varianzanalyse

**Obere Signifikanzschranken des studentisierten Extrembereiches (für Tukey-Test): P=0,05 (aus Documenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl., Basel)**

		k																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FG	1	17,969	26,98	32,82	37,08	40,41	43,12	45,40	47,36	49,07	50,59	51,96	53,20	54,33	55,36	56,32	57,22	58,04	58,83	59,56
	2	6,085	8,33	9,80	10,88	11,74	12,44	13,03	13,54	13,99	14,39	14,75	15,08	15,38	15,65	15,91	16,14	16,37	16,57	16,77
	3	4,501	5,91	6,82	7,50	8,04	8,48	8,85	9,18	9,46	9,72	9,95	10,15	10,35	10,52	10,69	10,84	10,98	11,11	11,24
	4	3,926	5,04	5,76	6,29	6,71	7,05	7,35	7,60	7,83	8,03	8,21	8,37	8,52	8,66	8,79	8,91	9,03	9,13	9,23
	5	3,635	4,60	5,22	5,67	6,03	6,33	6,58	6,80	6,99	7,17	7,32	7,47	7,60	7,72	7,83	7,93	8,03	8,12	8,21
	6	3,460	4,34	4,90	5,30	5,63	5,90	6,12	6,32	6,49	6,65	6,79	6,92	7,03	7,14	7,24	7,34	7,43	7,51	7,59
	7	3,344	4,16	4,68	5,06	5,36	5,61	5,82	6,00	6,16	6,30	6,43	6,55	6,66	6,76	6,85	6,94	7,02	7,10	7,17
	8	3,261	4,04	4,53	4,89	5,17	5,40	5,60	5,77	5,92	6,05	6,18	6,29	6,39	6,48	6,57	6,65	6,73	6,80	6,87
	9	3,199	3,95	4,41	4,76	5,02	5,24	5,43	5,59	5,74	5,87	5,98	6,09	6,19	6,28	6,36	6,44	6,51	6,58	6,64
	10	3,151	3,88	4,33	4,65	4,91	5,12	5,30	5,46	5,60	5,72	5,83	5,93	6,03	6,11	6,19	6,27	6,34	6,40	6,47
	11	3,113	3,82	4,26	4,57	4,82	5,03	5,20	5,35	5,49	5,61	5,71	5,81	5,90	5,98	6,06	6,13	6,20	6,27	6,33
	12	3,081	3,77	4,20	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,39	5,51	5,61	5,71	5,80	5,88	5,95	6,02	6,09	6,15	6,21
	13	3,055	3,73	4,15	4,45	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32	5,43	5,53	5,63	5,71	5,79	5,86	5,93	5,99	6,05	6,11
	14	3,033	3,70	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25	5,36	5,46	5,55	5,64	5,71	5,79	5,85	5,91	5,97	6,03
	15	3,014	3,67	4,08	4,37	4,59	4,78	4,94	5,08	5,20	5,31	5,40	5,49	5,57	5,65	5,72	5,78	5,85	5,90	5,96
	16	2,998	3,65	4,05	4,33	4,56	4,74	4,90	5,03	5,15	5,26	5,35	5,44	5,52	5,59	5,66	5,73	5,79	5,84	5,90
	17	2,984	3,63	4,02	4,30	4,52	4,70	4,86	4,99	5,11	5,21	5,31	5,39	5,47	5,54	5,61	5,67	5,73	5,79	5,84
	18	2,971	3,61	4,00	4,28	4,49	4,67	4,82	4,96	5,07	5,17	5,27	5,35	5,43	5,50	5,57	5,63	5,69	5,74	5,79
	19	2,960	3,59	3,98	4,25	4,47	4,65	4,79	4,92	5,04	5,14	5,23	5,31	5,39	5,46	5,53	5,59	5,65	5,70	5,75
	20	2,950	3,58	3,96	4,23	4,45	4,62	4,77	4,90	5,01	5,11	5,20	5,28	5,36	5,43	5,49	5,55	5,61	5,66	5,71
	21	2,941	3,56	3,94	4,21	4,43	4,60	4,74	4,87	4,98	5,08	5,17	5,25	5,33	5,40	5,46	5,52	5,58	5,62	5,67
	22	2,933	3,55	3,93	4,20	4,41	4,58	4,72	4,85	4,96	5,05	5,15	5,23	5,30	5,37	5,43	5,49	5,55	5,59	5,64
	23	2,926	3,54	3,91	4,18	4,39	4,56	4,70	4,83	4,94	5,03	5,12	5,20	5,27	5,34	5,40	5,46	5,52	5,57	5,62
	24	2,919	3,53	3,90	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92	5,01	5,10	5,18	5,25	5,32	5,38	5,44	5,49	5,55	5,59
	25	2,913	3,52	3,89	4,16	4,36	4,52	4,66	4,79	4,90	4,99	5,08	5,16	5,23	5,30	5,36	5,42	5,48	5,52	5,57
	26	2,907	3,51	3,88	4,14	4,34	4,51	4,65	4,78	4,89	4,97	5,06	5,14	5,21	5,28	5,34	5,40	5,46	5,50	5,55
	27	2,902	3,51	3,87	4,13	4,33	4,50	4,63	4,76	4,87	4,96	5,04	5,12	5,19	5,26	5,32	5,38	5,43	5,48	5,53
	28	2,897	3,50	3,86	4,12	4,32	4,48	4,62	4,75	4,86	4,94	5,03	5,11	5,18	5,24	5,30	5,36	5,42	5,46	5,51
	29	2,892	3,49	3,85	4,11	4,31	4,47	4,61	4,73	4,84	4,93	5,01	5,09	5,16	5,23	5,29	5,35	5,40	5,44	5,49
	30	2,888	3,49	3,85	4,10	4,30	4,46	4,60	4,72	4,82	4,92	5,00	5,08	5,15	5,21	5,27	5,33	5,38	5,43	5,47
	31	2,884	3,48	3,83	4,09	4,29	4,45	4,59	4,71	4,82	4,91	4,99	5,07	5,14	5,20	5,26	5,32	5,37	5,41	5,46
	32	2,881	3,48	3,83	4,09	4,28	4,44	4,58	4,70	4,81	4,89	4,98	5,06	5,13	5,19	5,24	5,30	5,35	5,40	5,45
	33	2,877	3,47	3,82	4,08	4,27	4,44	4,57	4,69	4,80	4,88	4,97	5,04	5,11	5,17	5,23	5,29	5,34	5,39	5,44
	34	2,874	3,47	3,82	4,07	4,27	4,43	4,56	4,68	4,79	4,87	4,96	5,03	5,10	5,16	5,22	5,28	5,33	5,37	5,42
	35	2,871	3,46	3,81	4,07	4,26	4,42	4,55	4,67	4,78	4,86	4,95	5,02	5,09	5,15	5,21	5,27	5,32	5,36	5,41
	36	2,868	3,46	3,81	4,06	4,25	4,41	4,55	4,66	4,77	4,85	4,94	5,01	5,08	5,14	5,20	5,26	5,31	5,35	5,40
	37	2,865	3,45	3,80	4,05	4,25	4,41	4,54	4,65	4,76	4,84	4,93	5,00	5,08	5,14	5,19	5,25	5,30	5,34	5,39
	38	2,863	3,45	3,80	4,05	4,24	4,40	4,53	4,64	4,75	4,84	4,92	5,00	5,07	5,13	5,18	5,24	5,29	5,33	5,38
	39	2,861	3,44	3,79	4,04	4,24	4,40	4,53	4,64	4,75	4,83	4,92	4,99	5,06	5,12	5,17	5,23	5,28	5,32	5,37
	40	2,858	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,73	4,82	4,90	4,98	5,04	5,11	5,16	5,22	5,27	5,31	5,36
	50	2,841	3,41	3,76	4,00	4,19	4,34	4,47	4,58	4,69	4,76	4,85	4,92	4,99	5,05	5,10	5,15	5,20	5,24	5,29
	60	2,829	3,40	3,74	3,98	4,16	4,31	4,44	4,55	4,65	4,73	4,81	4,88	4,94	5,00	5,06	5,11	5,15	5,20	5,24

Biometrieübung 9 (Varianzanalyse) - Schranken Tukey-Test P=0,05

<b>120</b>	2,800	3,36	3,68	3,92	4,10	4,24	4,36	4,47	4,56	4,64	4,71	4,78	4,84	4,90	4,95	5,00	5,04	5,09	5,13
$\infty$	2,772	3,31	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47	4,55	4,62	4,68	4,74	4,80	4,85	4,89	4,93	4,97	5,01

[zurück](#)

Letzte Änderung: 20.08.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)





## Biometrieübung 9 Varianzanalyse

**Obere Signifikanzschranken des studentisierten Extrembereiches (für Tukey-Test): P= 0,01 (aus Documenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl., Basel)**

		k																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FG	1	90,025	135,0	164,3	185,6	202,2	215,8	227,2	237,0	245,6	253,2	260,0	266,2	271,8	277,0	281,8	286,3	290,4	294,3	298,0
	2	14,036	19,02	22,29	24,72	26,63	28,20	29,53	30,68	31,69	32,59	33,40	34,13	34,81	35,43	36,00	36,53	37,03	37,50	37,95
	3	8,260	10,62	12,17	13,33	14,24	15,00	15,64	16,20	16,69	17,13	17,53	17,89	18,22	18,52	18,81	19,07	19,32	19,55	19,77
	4	6,511	8,12	9,17	9,96	10,58	11,10	11,55	11,93	12,27	12,57	12,84	13,09	13,32	13,53	13,73	13,91	14,08	14,24	14,40
	5	5,702	6,98	7,80	8,42	8,91	9,32	9,67	9,97	10,24	10,48	10,70	10,89	11,08	11,24	11,40	11,55	11,68	11,81	11,93
	6	5,243	6,33	7,03	7,56	7,97	8,32	8,61	8,87	9,10	9,30	9,48	9,65	9,81	9,95	10,08	10,21	10,32	10,43	10,54
	7	4,949	5,92	6,54	7,01	7,37	7,68	7,94	8,17	8,37	8,55	8,71	8,86	9,00	9,12	9,24	9,35	9,46	9,55	9,65
	8	4,745	5,64	6,20	6,62	6,96	7,24	7,47	7,68	7,86	8,03	8,18	8,31	8,44	8,55	8,66	8,76	8,85	8,94	9,03
	9	4,596	5,43	5,96	6,35	6,66	6,91	7,13	7,33	7,49	7,65	7,78	7,91	8,03	8,13	8,23	8,33	8,41	8,49	8,57
	10	4,482	5,27	5,77	6,14	6,43	6,67	6,87	7,05	7,21	7,36	7,49	7,60	7,71	7,81	7,91	7,99	8,08	8,15	8,23
	11	4,392	5,15	5,62	5,97	6,25	6,48	6,67	6,84	6,99	7,13	7,25	7,36	7,46	7,56	7,65	7,73	7,81	7,88	7,95
	12	4,320	5,05	5,50	5,84	6,10	6,32	6,51	6,67	6,81	6,94	7,06	7,17	7,26	7,36	7,44	7,52	7,59	7,66	7,73
	13	4,260	4,96	5,40	5,73	5,98	6,19	6,37	6,53	6,67	6,79	6,90	7,01	7,10	7,19	7,27	7,35	7,42	7,48	7,55
	14	4,210	4,89	5,32	5,63	5,88	6,08	6,26	6,41	6,54	6,66	6,77	6,87	6,96	7,05	7,13	7,20	7,27	7,33	7,39
	15	4,167	4,84	5,25	5,56	5,80	5,99	6,16	6,31	6,44	6,55	6,66	6,76	6,84	6,93	7,00	7,07	7,14	7,20	7,26
	16	4,131	4,79	5,19	5,49	5,72	5,92	6,08	6,22	6,35	6,46	6,56	6,66	6,74	6,82	6,90	6,97	7,03	7,09	7,15
	17	4,099	4,74	5,14	5,43	5,66	5,85	6,01	6,15	6,27	6,38	6,48	6,57	6,66	6,73	6,81	6,87	6,94	7,00	7,05
	18	4,071	4,70	5,09	5,38	5,60	5,79	5,94	6,08	6,20	6,31	6,41	6,50	6,58	6,65	6,73	6,79	6,85	6,91	6,97
	19	4,045	4,67	5,05	5,33	5,55	5,73	5,89	6,02	6,14	6,25	6,34	6,43	6,51	6,58	6,65	6,72	6,78	6,84	6,89
	20	4,024	4,64	5,02	5,29	5,51	5,69	5,84	5,97	6,09	6,19	6,28	6,37	6,45	6,52	6,59	6,65	6,71	6,77	6,82
	21	4,004	4,61	4,99	5,26	5,47	5,65	5,80	5,92	6,04	6,14	6,24	6,32	6,39	6,47	6,53	6,59	6,65	6,70	6,76
	22	3,986	4,58	4,96	5,22	5,43	5,61	5,76	5,88	6,00	6,10	6,19	6,27	6,35	6,42	6,48	6,54	6,60	6,65	6,70
	23	3,970	4,56	4,93	5,20	5,40	5,57	5,72	5,84	5,96	6,06	6,15	6,23	6,30	6,37	6,43	6,49	6,55	6,60	6,65
	24	3,955	4,55	4,91	5,17	5,37	5,54	5,69	5,81	5,92	6,02	6,11	6,19	6,26	6,33	6,39	6,45	6,51	6,56	6,61
	25	3,942	4,52	4,89	5,15	5,34	5,51	5,66	5,78	5,89	5,99	6,07	6,15	6,22	6,29	6,35	6,41	6,47	6,52	6,57
	26	3,930	4,50	4,87	5,12	5,32	5,49	5,63	5,75	5,86	5,95	6,04	6,12	6,19	6,26	6,32	6,38	6,43	6,48	6,53
	27	3,918	4,49	4,85	5,10	5,30	5,46	5,61	5,72	5,83	5,93	6,01	6,09	6,16	6,22	6,28	6,34	6,40	6,45	6,50
	28	3,908	4,47	4,83	5,08	5,28	5,44	5,58	5,70	5,80	5,90	5,98	6,06	6,13	6,19	6,25	6,31	6,37	6,42	6,47
	29	3,898	4,46	4,82	5,07	5,26	5,42	5,56	5,67	5,78	5,87	5,95	6,03	6,10	6,17	6,23	6,29	6,34	6,39	6,44
	30	3,889	4,45	4,80	5,05	5,24	5,40	5,54	5,65	5,76	5,85	5,93	6,01	6,08	6,14	6,20	6,26	6,31	6,36	6,41
	31	3,881	4,44	4,79	5,03	5,22	5,38	5,52	5,63	5,74	5,83	5,91	5,99	6,06	6,12	6,18	6,23	6,29	6,34	6,38
	32	3,873	4,43	4,78	5,02	5,21	5,37	5,50	5,61	5,72	5,81	5,89	5,97	6,03	6,09	6,16	6,21	6,26	6,31	6,36
	33	3,865	4,42	4,76	5,01	5,19	5,35	5,48	5,59	5,70	5,79	5,87	5,95	6,01	6,07	6,13	6,19	6,24	6,29	6,34
	34	3,859	4,41	4,75	4,99	5,18	5,34	5,47	5,58	5,68	5,77	5,86	5,93	5,99	6,05	6,12	6,17	6,22	6,27	6,31
	35	3,852	4,41	4,74	4,98	5,16	5,33	5,45	5,56	5,67	5,76	5,84	5,91	5,98	6,04	6,10	6,15	6,20	6,25	6,29
	36	3,846	4,40	4,73	4,97	5,15	5,31	5,44	5,55	5,65	5,74	5,82	5,90	5,96	6,02	6,08	6,13	6,18	6,23	6,28
	37	3,841	4,39	4,72	4,96	5,14	5,30	5,43	5,54	5,64	5,73	5,81	5,88	5,94	6,00	6,06	6,12	6,17	6,22	6,26
	38	3,835	4,38	4,72	4,95	5,13	5,29	5,41	5,52	5,62	5,72	5,80	5,87	5,93	5,99	6,05	6,10	6,15	6,20	6,24
	39	3,830	4,38	4,71	4,94	5,12	5,28	5,40	5,51	5,61	5,70	5,78	5,85	5,91	5,97	6,03	6,08	6,13	6,18	6,23
	40	3,825	4,37	4,70	4,93	5,11	5,26	5,39	5,50	5,60	5,69	5,76	5,83	5,90	5,96	6,02	6,07	6,12	6,16	6,21
	50	3,787	4,32	4,64	4,86	5,04	5,19	5,30	5,41	5,51	5,59	5,67	5,74	5,80	5,86	5,91	5,96	6,01	6,06	6,09
	60	3,762	4,28	4,59	4,82	4,99	5,13	5,25	5,36	5,45	5,53	5,60	5,67	5,73	5,78	5,84	5,89	5,93	5,97	6,01

Biometrieübung 9 (Varianzanalyse) - Schranken Tukey-Test P=0,01

<b>120</b>	3,702	4,20	4,50	4,71	4,87	5,01	5,12	5,21	5,30	5,37	5,44	5,50	5,56	5,61	5,66	5,71	5,75	5,79	5,83
$\infty$	3,643	4,12	4,40	4,60	4,76	4,88	4,99	5,08	5,16	5,23	5,29	5,35	5,40	5,45	5,49	5,54	5,57	5,61	5,65

[zurück](#)

Letzte Änderung: 20.08.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)

