

# Biometrieübung 16

## Blockanlage

### Aufgabe

## 1. Gewichtszunahme von Schweinen

In einem Versuch soll die Wirkung fünf verschiedener Futtersorten A-E (=Behandlungen) auf die Gewichtszunahme von Schweinen untersucht werden. Da durch die unterschiedliche Abstammung der zur Verfügung stehenden Schweine, starke Streuungen zu erwarten sind, entschließt sich der Versuchsleiter, den Versuch mit Hilfe einer Blockanlage durchzuführen. Die Blockbildung erfolgt nach dem Faktor Abstammung, d.h. in einem Block befinden sich nur Schweine desselben Wurfs. Der Versuch soll mit drei Wiederholungen durchgeführt werden, so daß insgesamt  $3 \times 5 = 15$  Schweine (= Versuchseinheiten) benötigt werden.

Die zufällige Zuordnung der Behandlungen zu den Versuchseinheiten geschieht folgendermaßen: Erst wird jedem Schwein aus Wurf 1 (=Block 1) eine Behandlung zufällig zugeordnet, so daß jede Behandlung einmal im Wurf vorkommt. Nach demselben Verfahren läuft die Randomisation getrennt jeweils für Wurf 2 und Wurf 3:

B D C A E                      A C E D B                      D B A E C

Die Schweine erhalten bis Ablauf des Versuchszeitraums das ihnen zugeordnete Futter. Am Ende des Versuches wird die Gewichtszunahme der einzelnen Schweine in kg ermittelt:

Wurf-Nr. (i):	1	2	3	Futtersumme (=Behandlungssumme)
Futter(j):				
A	7,62	8,00	7,93	23,55
B	8,14	8,15	7,87	24,16
C	7,76	7,73	7,74	23,23
D	7,17	7,57	7,80	22,54
E	7,46	7,68	7,21	22,35
<b>Blocksumme:</b>	38,15	39,13	38,55	115,83

Werten Sie den Versuch mit Hilfe einer Blockanlage aus!

Letzte Änderung: 01.03.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



# Biometrieübung 16

## Blockanlage

### Lösung

## 1. Gewichtszunahme von Schweinen

Wurf (i):	1	2	3	Futtersumme (= Behandlungssumme)
<b>Futter (j):</b>				
<b>A</b>	7,62	8,00	7,93	23,55
<b>B</b>	8,14	8,15	7,87	24,16
<b>C</b>	7,76	7,73	7,74	23,23
<b>D</b>	7,17	7,57	7,80	22,54
<b>E</b>	7,46	7,68	7,21	22,35
<b>Blocksumme:</b>	38,15	39,13	38,55	115,83

$$\sum \sum x_{ij}^2 = 7,62^2 + \dots + 7,21^2 = 895,6183$$

$$\left( \sum \sum x_{ij} \right)^2 / n = 115,83^2 / 15 = 894,4393$$

Nach den Rechenformeln berechnen sich die Streuungen folgendermaßen:

$$SQ_{\text{Gesamt}} = 895,6183 - 894,4393 = 1,1790$$

$$SQ_{\text{Behandlung}} = (23,55^2 + 24,16^2 + \dots + 22,35^2) / 3 - 894,4393 = 0,7324$$

$$SQ_{\text{Block}} = (38,15^2 + \dots + 38,55^2) / 5 - 894,4393 = 0,0971$$

$$SQ_{\text{Fehler}} = 1,1790 - 0,7324 - 0,0971 = 0,3495$$

Streuungsquelle	SQ	FG	MQ	F
<b>Gesamt</b>	1,1790	14		
<b>Behandlung</b>	0,7324	4	0,1831	4,19
<b>Block</b>	0,0971	2		
<b>Fehler</b>	0,3495	8	0,0437	

Die Nullhypothese:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$  wird mit dem F-Test überprüft. Der Tabellenwert für 4 und 8 Freiheitsgrade beträgt  $F_{0,05(1); 4; 8} = 3,84$ . Da der berechnete Wert größer als der Tabellenwert ist, wird die Nullhypothese abgelehnt. Die Wirkung der verschiedenen Futtersorten auf das Gewicht von Schweinen unterscheidet sich signifikant.

Letzte Änderung: 20.07.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



# Biometrieübung 16

## Blockanlage

### Formeln

## Blockanlage (Randomized Block Design)

Das Prinzip der Blockanlage besteht darin, einen bekannten oder vermuteten Restfaktor in einen Planfaktor umzuwandeln. Blockanlagen enthalten damit zwei Planfaktoren: den Prüffaktor, auf den sich die Versuchsfrage bezieht und den Störfaktor, nach dessen Ausprägung die Versuchseinheiten gruppiert werden.

Ziel dieser Versuchsanordnung ist, innerhalb der Blöcke eine größtmögliche Homogenität zu schaffen. Die durch den Störfaktor verursachten Streuungen erscheinen zwischen den Blöcken.

Jeder einzelne Block enthält mehrere Versuchseinheiten. Die zufällige Zuordnung der Behandlung zu den Versuchseinheiten findet für jeden einzelnen Block getrennt statt, so daß in jedem Block jede Behandlung genau einmal vorkommt (eingeschränkte Zufallszuordnung). Die Zahl der Versuchseinheiten pro Block entspricht somit der Zahl der Behandlungen, die Anzahl der Blöcke entspricht der Zahl der Wiederholungen.

Die Gesamtstreuung  $SQ_{Ges}$  wird in drei Komponenten aufgeteilt. Mit Hilfe der Blockanlage kann bei Berücksichtigung eines Störfaktors  $SQ_{Fehler(Block)}$  im Vergleich zu  $SQ_{Fehler}$  der vollständig randomisierten Anlage reduziert werden. Die Prüfung der Nullhypothese wird schärfer.

$$(SQ_I = SQ_{Beh} \quad SQ_Z = SQ_{Fehler} \quad SQ_T = SQ_{Ges})$$

$$(MQ_I = MQ_{Beh} \quad MQ_Z = MQ_{Fehler})$$

$$SQ_{Ges} = SQ_{Beh} + SQ_{Block} + SQ_{Fehler}$$

Streuungsart	SQ	Freiheitsgrade FG	MQ
<b>Block</b>	$SQ_{Block} = \sum_{i=1}^m k (\bar{x}_i - \bar{x}_g)^2$	$m - 1$	$MQ_{Block} = \frac{SQ_{Block}}{m - 1}$
<b>Behandlungen</b>	$SQ_{Beh} = \sum_{j=1}^k m (\bar{x}_j - \bar{x}_g)^2$	$k - 1$	$MQ_{Beh} = \frac{SQ_{Beh}}{k - 1}$
<b>Fehler</b>	$SQ_{Fehler} = SQ_{Ges} - SQ_{Beh} - SQ_{Block}$	$n - k - m + 1$	$MQ_{Fehler} = \frac{SQ_{Fehler}}{n - k - m + 1}$
<b>Gesamt (total)</b>	$SQ_{Ges} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_g)^2$	$n - 1$	

n = Anzahl der Versuchseinheiten

$m$  = Anzahl der Blöcke = Anzahl der Wiederholungen

$k$  = Anzahl der Behandlungen

### Testgröße F:

$$\hat{F} = \frac{MQ_{Beh}}{MQ_{Fehler}}$$

Zur Prüfung der Nullhypothese:  $\mu_1 = \dots = \mu_k$  wird der Berechnete F-Wert mit dem [tabellierten F-Wert](#) für  $k - 1$  und  $n - k - m + 1$  Freiheitsgrade verglichen. Wenn der berechnete Wert größer als der Tabellenwert ist, wird die Nullhypothese abgelehnt.

Rechentchnisch läßt sich die Auswertung durch Verwendung folgender Formeln vereinfachen:

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

$$SQ_{Beh} = \sum_{j=1}^k \frac{S_j^2}{m} - \frac{S_g^2}{n}$$

$$SQ_{Block} = \sum_{i=1}^m \frac{S_i^2}{k} - \frac{S_g^2}{n}$$

$$SQ_{Fehler} = SQ_{Ges} - SQ_{Beh} - SQ_{Block}$$

### Wann kann ein Versuch mit einer Blockanlage sinnvoll durchgeführt werden?

1. Durch die Anwendung der Blockanlage an Stelle der vollständig randomisierten Anlage wird  $SQ_{Fehler}$  reduziert, da die Streuungen, die auf den Störfaktor zurückzuführen sind, als  $SQ_{Block}$  von  $SQ_{Fehler}$  getrennt werden können. Dadurch erhöht sich die Präzision des Versuches.
2. Auf der anderen Seite verringern sich die Freiheitsgrade für  $SQ_{Fehler}$  einer Blockanlage gegenüber einer vollständig randomisierten Anlage. Eine geringe Zahl an Freiheitsgraden für  $SQ_{Fehler}$  führt zu einem großen  $MQ_{Fehler}$  und damit zu einem kleinen berechneten F-Wert. Der Tabellen F-Wert ist für kleine Freiheitsgrade jedoch groß, so daß die Wahrscheinlichkeit immer geringer wird, daß die Nullhypothese abgelehnt werden kann. Der F-Test verliert an Sensibilität.
3. Fazit: Die Blockanlage ist nur dann effektiver als eine vollständig randomisierte Anlage, wenn der Gewinn an Präzision den Verlust an Freiheitsgraden übertrifft, d. h. wenn der Störfaktor wesentliche Streuungen verursacht. (Ein Verfahren zur Überprüfung der relativen Wirksamkeit von Blockanlagen findet sich z. B. bei Van Laar, S. 430 ff.)
4. Die Verwendung von Blockanlagen kommt nur in Frage, wenn keine Wechselwirkungen zwischen Prüf- und Störfaktor vorliegen: die Behandlungsdifferenzen dürfen von Block zu Block nicht variieren. Deshalb sollten die Streuungen zwischen den Blocks nicht zu groß sein, da sonst Wechselwirkungen zwischen Block- und Prüffaktor verursacht werden könnten (zu Wechselwirkungen s. faktorielle Versuche)

Letzte Änderung: 22.09.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



## Biometrieübung 16 Blockanlage

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

		$m_1$ (FG <sub>1</sub> )																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500		
m <sub>2</sub> FG <sub>2</sub>	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	1,31	100



Biometrieübung 16 (Blockanlage) - 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](#)

