

Biometrieübung 5

Spezielle Verteilungen

Aufgabe

1. Anzahl von weiblichen Mäusen in Würfeln von jeweils 4 Mäusen

Anzahl weiblicher Mäuse (k)

Anzahl Würfel mit k weiblichen Mäusen (f_k)

k	f_k
0	8
1	32
2	34
3	24
4	5

- Berechnen Sie Mittelwert, Modalwert und Varianz für die Anzahl weiblicher Mäuse in einem Wurf.
- Berechnen Sie die Parameter n , p und q der Binomialverteilung.
- Berechnen Sie die Einzelwahrscheinlichkeiten der Binomialverteilung.

2. Anzahl ausgefallener Maschinen von 10 Maschinen

10 Maschinen fertigen das gleiche Produkt. Täglich zur gleichen Zeit werden die ausgefallenen Maschinen gezählt.

Anzahl ausgefallener Maschinen (k)

beobachtete Häufigkeit (f_k)

k	f_k
0	41
1	62
2	45
3	22
4	16
5	8
6	4

7	2
8	0
9	0
10	0

- Berechnen Sie Mittelwert, Modalwert und Varianz für die Anzahl ausgefallener Maschinen.
- Berechnen Sie den Parameter λ der Poissonverteilung.
- Berechnen Sie die Einzelwahrscheinlichkeiten der Poissonverteilung
- Berechnen Sie die Parameter und die Einzelwahrscheinlichkeiten der Binomialverteilung

3. Körperhöhe von 70 Studenten

Höhe (inch)	Anzahl Studenten
63	2
64	2
65	3
66	5
67	4
68	6
69	5
70	8
71	7
72	7
73	10
74	6
75	3
76	2

- Berechnen Sie Mittelwert, Modalwert und Varianz der Körperhöhe der Studenten.
- Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeitsdichten für die Körperhöhen unter der Annahme der Normalverteilung.
- Wieviel Prozent der Studenten haben eine Körperhöhe ab 190 cm,... unter 165 cm bei Annahme der Normalverteilung ? (1 Inch = 2,54 cm)

4. Fichtenpflanzen

Bei einer Fichtenpflanzung werden nach 5 Jahren die Pflanzenhöhen gemessen, wobei $\mu = 60$ cm, $\sigma = 10$ cm und $N = 2000$. Die Pflanzenhöhen folgen einer Normalverteilung.

- a. Welcher Anteil der Population hat eine Pflanzenhöhe über 66 cm?
 - b. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, zufällig eine Pflanze aus dieser Population auszuwählen, die über 66 cm hoch ist?
 - c. Wieviel Pflanzen in der Population sind höher als 66 cm?
 - d. Welcher Anteil der Population ist kleiner als 66 cm?
 - e. Welcher Anteil der Population ist zwischen 60 und 66 cm hoch?
-

Letzte Änderung: 07.06.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



Biometrieübung 5 Spezielle Verteilungen

Lösung

1. Anzahl von weiblichen Mäusen in Würfen von jeweils 4 Mäusen

a) Mittelwert = 1,86
 Modalwert = 2
 Varianz = 1,04

b) $N = 103$
 $n = 4$
 $p = \text{Mittelwert}/n = 0,47$
 $q = 1 - p = 0,53$
 $q = \text{Varianz}/n/p = 0,56$ Problem!

Problem: Schätzung von q über die Varianz liefert einen etwas abweichenden Wert:
 Für q gilt $q = 1 - p$!

c)

k	f_k	p_k	e_k
0	8	0,081	8,37
1	32	0,283	29,23
2	34	0,371	38,27
3	24	0,216	22,27
4	5	0,047	4,86
	103	0,998	103

k = Anzahl weibl. Mäuse
 f_k = Beobachtete Häufigkeit
 p_k = Einzelwahrscheinlichkeiten
 e_k = Erwartete Häufigkeit

2. Anzahl ausgefallener Maschinen von 10 Maschinen

- a) Mittelwert = 1,8
 Modalwert = 1
 Varianz = 2,46

b) $\lambda = 1,8$

c)

k	f_k	pp_k	ep_k
0	41	0,1653	33,06
1	62	0,2975	59,51
2	45	0,2678	53,56
3	22	0,1607	32,13
4	16	0,0723	14,46
5	8	0,0260	5,21
6	4	0,0078	1,56
7	2	0,0020	0,40
8	0	0,0005	0,09
9	0	0,0001	0,02
10	0	0,0000	0,00
	200	1	200

k = Anzahl ausgefallener Maschinen

f_k = Beobachtete Ausfallhäufigkeit

pp_k = Einzelwahrscheinlichkeiten nach Poissonverteilung

ep_k = Erwartete Ausfallhäufigkeit nach Poissonverteilung

- d) N = 200
 n = 10
 p = Mittelwert/n = 0,18

$$q = \text{Varianz}/n/p = 1,37$$

$$q = 1 - p = 0,82 \text{ Problem !}$$

Problem: Schätzung von q über die Varianz liefert falschen Wert

Für q gilt $q = 1 - p$!

Daraus folgt: Die Ausfallhäufigkeiten folgen nicht der Binomialverteilung!

k	f_k	pb_k	eb_k
0	41	0,1374	27,49
1	62	0,3017	60,34
2	45	0,2980	59,61
3	22	0,1745	34,89
4	16	0,0670	13,40
5	8	0,0177	3,53
6	4	0,0032	0,65
7	2	0,0004	0,08
8	0	0,0000	0,01
9	0	0,0000	0,00
10	0	0,0000	0,00
	200	1	200

k = Anzahl ausgefallener Maschinen

f_k = Beobachtete Ausfallhäufigkeit

pb_k = Einzelwahrscheinlichkeiten nach Binomialverteilung

eb_k = Erwartete Ausfallhäufigkeit nach Binomialverteilung

3. Körperhöhe von 70 Studenten

a) Mittelwert = 70,17 inch

Modalwert = 73 inch

Varianz = 10,96 inch²

b)

k	f_k	p_k	e_k
62		0,0057	0
63	2	0,0115	1
64	2	0,0212	1
65	3	0,0356	2
66	5	0,0545	4
67	4	0,0762	5
68	6	0,0972	7
69	5	0,1132	8
70	8	0,1204	8
71	7	0,1168	8
72	7	0,1035	7
73	10	0,0837	6
74	6	0,0617	4
75	3	0,0416	3
76	2	0,0256	2
77		0,0144	1

k = Höhe (in inch)

f_k = Beobachtete Anzahl Studenten

p_k = Wahrscheinlichkeitsdichte

e_k = Erwartete Anzahl Studenten bei Normalverteilung

c)

$$z = \frac{165 \text{ cm} - 178,23 \text{ cm}}{8,41 \text{ cm}} = -1,57$$

aus Tabelle Verteilungsfunktion der normierten Normalverteilung erhält man 0,07636
7,64 % der Studenten haben eine Körpergröße unter 165 cm

$$z = \frac{190 \text{ cm} - 178,23 \text{ cm}}{8,41 \text{ cm}} = 1,4$$

aus Tabelle Verteilungsfunktion der normierten Normalverteilung erhält man 0,91924
da gefragt wieviel Studenten ab 190 cm und nicht bis 190 cm folgt:

$$1 - 0,91924 = 0,08076$$

8,08 % der Studenten haben eine Körpergröße ab 190 cm

4. Fichtenpflanzen

a) $z = (66 \text{ cm} - 60 \text{ cm}) / 10 \text{ cm} = 0,6$

aus Tabelle Verteilungsfunktion der normierten Normalverteilung erhält man 0,72575
da gefragt wieviel Pflanzen über 166 cm und nicht bis 166 cm folgt:

$$1 - 0,72575 = 0,27425$$

27,42 % der Pflanzen sind über 166 cm hoch

b) $p = 548,5 / 2000 = 0,27425$ (siehe Lösung 4c)

Die Wahrscheinlichkeit aus der Population eine Pflanze auszuwählen, die höher als 166 cm ist, beträgt 0,27.

c) 27,42 % von 2000 Pflanzen sind 548,5 Pflanzen
548 Pflanzen der Population sind höher als 166 cm.

d) 72,57 % der Pflanzen sind kleiner als 166 cm (siehe Lösung 4a)

e) $z = (60 \text{ cm} - 60 \text{ cm}) / 10 \text{ cm} = 0$

aus Tabelle Verteilungsfunktion der normierten Normalverteilung erhält man 0,5

Da nach dem Anteil zwischen 60 cm und 66 cm gefragt ist folgt:

$$0,72575 \text{ (für 66 cm)} - 0,5 \text{ (für 60 cm)} = 0,22575$$

22,57 % der Pflanzen sind zwischen 60 und 66 cm hoch.

Letzte Änderung: 07.06.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



Biometrieübung 5

Spezielle Verteilungen

Formeln

Inhalt

[Binomialverteilung](#)

[Poisson-Verteilung](#)

[Normalverteilung](#)

[Tabelle der Wahrscheinlichkeitsdichte der normierten Normalverteilung](#)

[Tabelle der Verteilungsfunktion der normierten Normalverteilung](#)

Binomialverteilung

Sie ist bei allen Problemen anwendbar, denen die folgende Fragestellung zugrunde liegt:

In einer Urne sind schwarze und weiße Kugeln enthalten, zusammen N Stück. Die Wahrscheinlichkeit für das Ziehen einer schwarzen Kugel (Ereignis E) sei p . Aus dieser Urne wird jeweils eine Kugel gezogen und danach wieder zurückgelegt. Gefragt wird nach der Wahrscheinlichkeit dafür, daß in einer Reihe von n Zügen k -mal das Ereignis E eintritt und $(n-k)$ -mal nicht eintritt (Zufallsgröße X). Das Verteilungsgesetz von X ist die angegebene Binomialverteilung.

Wahrscheinlichkeitsfunktion

$$P_x = \binom{n}{k} \cdot p^k \cdot q^{n-k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \cdot p^k \cdot q^{n-k}$$

$$q^{n-k} = 1 - p^k$$

$$\mu = n \cdot p$$

$$\sigma^2 = n \cdot p \cdot q$$

Beispiel: Aus einer Urne wird jeweils eine Kugel gezogen und wieder in die Urne gegeben. Die Wahrscheinlichkeit ist $p=1/4$, eine schwarze Kugel zu ziehen. Je 10 solcher Ziehungen bilden eine Gruppe. Werden die Versuche fortgesetzt, so wird die Anzahl der schwarzen Kugeln in den einzelnen Gruppen

verschieden sein, sie ist eine Zufallsgröße. Mit Hilfe von $P_{10}(k) = \frac{10!}{k!(10-k)!} \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^k \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^{10-k}$,

wobei $k = 0, 1, \dots, 10$ ist, ergibt sich das Verteilungsgesetz:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{10}(k)$	0,056	0,188	0,282	0,25	0,146	0,058	0,016	0,003	0,001	0,0	0,0

Durch graphische Darstellung gewinnt man einen Eindruck von dem Verteilungsgesetz.

Poisson-Verteilung

Dieser Verteilung liegt im wesentlichen dasselbe Problem zugrunde wie der Binomialverteilung. Es unterscheidet sich nur darin, daß die Anzahl n der aus der Urne gezogenen Kugeln sehr groß und die Wahrscheinlichkeit p für das Ziehen einer schwarzen Kugel sehr klein ist. Mit anderen Worten: Die Poissonverteilung ist die Grenzverteilung der Binomialverteilung für $n \rightarrow \infty$ und für $p \rightarrow 0$, wobei zusätzlich angenommen wird, daß das Produkt $n * p = \lambda$ konstant ist. Diese Verteilung wird also dann angewendet, wenn ein Ereignis sehr selten eintritt.

Die Poissonverteilung wird allein durch die Größe λ bestimmt.

Wahrscheinlichkeitsfunktion

$$P_x = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}$$

Beispiel: Aus einer Urne wird jeweils eine Kugel gezogen und wieder in die Urne gegeben. Die Wahrscheinlichkeit soll $p = 0,01$ sein, eine schwarze Kugel zu ziehen. Je 60 solcher Ziehungen bilden eine Gruppe. Werden die Versuche fortgesetzt, so wird die Anzahl der schwarzen Kugeln in den einzelnen

Gruppen verschieden sein, sie ist eine Zufallsgröße. Aus $P_{60}(k) = \frac{0,6^k}{k!} \cdot e^{-0,6}$, wobei $\lambda = 60 * 0,01 = 0,6$ ist und k die Werte $1, 2, 3, \dots, 60$ annehmen kann, ergibt sich das Verteilungsgesetz

k	0	1	2	3	4	5	...	60
$\lambda_{60}(k)$	0,549	0,329	0,099	0,020	0,003	0,000	...	0,000

Normalverteilung

Die Normalverteilung ist eine der wichtigsten Verteilungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Wird bei der Binomialverteilung die Reihe der Züge n unendlich groß und bleibt die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des betrachteten Ereignisses ($p = 1/2$) fest, so gelangt man zur Normalverteilung. Während die Binomialverteilung für ganzzahlige Werte erklärt ist, rücken bei der Normalverteilung die Merkmalswerte unendlich dicht zusammen. Sie beschreibt im Gegensatz zur Binomialverteilung eine stetige Zufallsgröße X .

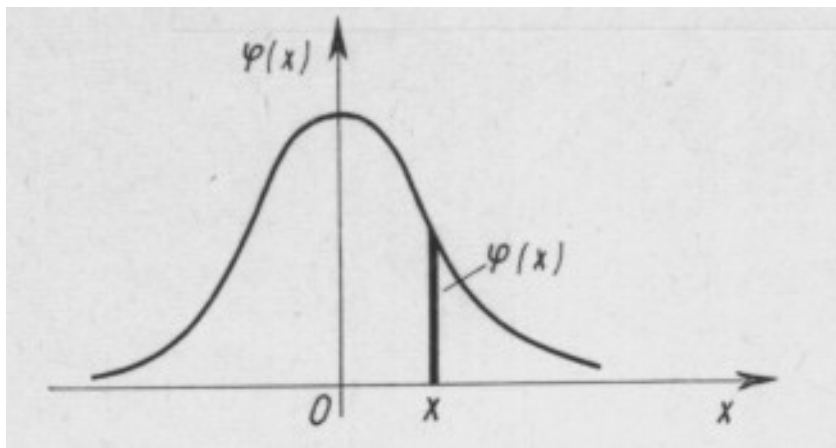
Wahrscheinlichkeitsdichte (Dichtefunktion) der Normalverteilung

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Wahrscheinlichkeitsdichte (Dichtefunktion) der Standardnormalverteilung $N(0;1)$

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$$

in [Tabelle](#) zusammengefaßt



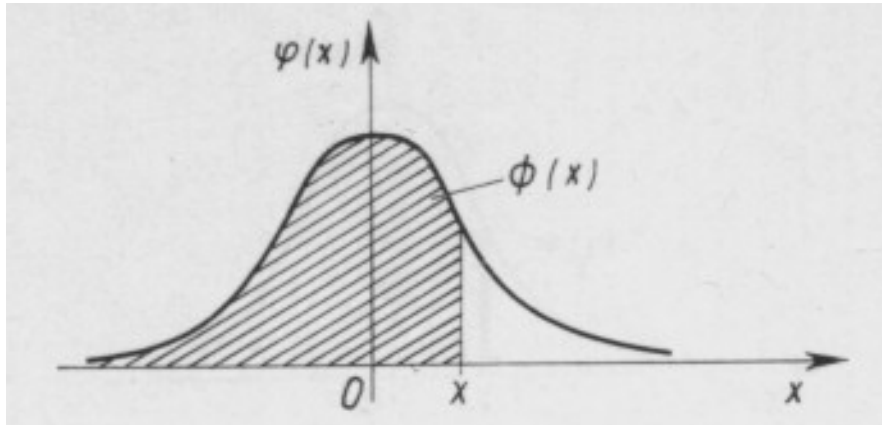
Verteilungsfunktion der Normalverteilung

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung N (0;1)

$$\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

in [Tabelle](#) zusammengefaßt



Transformationsformel (Standardisierung einer normalverteilten Zufallsgröße)

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Letzte Änderung: 19.06.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



Biometrieübung 5

Spezielle Verteilungen

Tabelle der Wahrscheinlichkeitsdichte (Dichtefunktion) $\varphi(x)$ der normierten Normalverteilung

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-4,0	0,00013	0,00013	0,00012	0,00012	0,00011	0,00011	0,00011	0,00010	0,00010	0,00009
-3,9	0,00020	0,00019	0,00018	0,00018	0,00017	0,00016	0,00016	0,00015	0,00014	0,00014
-3,8	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024	0,00023	0,00022	0,00021	0,00021
-3,7	0,00042	0,00041	0,00039	0,00038	0,00037	0,00035	0,00034	0,00033	0,00031	0,00030
-3,6	0,00061	0,00059	0,00057	0,00055	0,00053	0,00051	0,00049	0,00047	0,00046	0,00044
-3,5	0,00087	0,00084	0,00081	0,00079	0,00076	0,00073	0,00071	0,00068	0,00066	0,00063
-3,4	0,00123	0,00119	0,00115	0,00111	0,00107	0,00104	0,00100	0,00097	0,00094	0,00090
-3,3	0,00172	0,00167	0,00161	0,00156	0,00151	0,00146	0,00141	0,00136	0,00132	0,00127
-3,2	0,00238	0,00231	0,00224	0,00216	0,00210	0,00203	0,00196	0,00190	0,00184	0,00178
-3,1	0,00327	0,00317	0,00307	0,00298	0,00288	0,00279	0,00271	0,00262	0,00254	0,00246
-3,0	0,00443	0,00430	0,00417	0,00405	0,00393	0,00381	0,00370	0,00358	0,00348	0,00337
-2,9	0,00595	0,00578	0,00562	0,00545	0,00530	0,00514	0,00499	0,00485	0,00470	0,00457
-2,8	0,00792	0,00770	0,00748	0,00727	0,00707	0,00687	0,00668	0,00649	0,00631	0,00613
-2,7	0,01042	0,01014	0,00987	0,00961	0,00935	0,00909	0,00885	0,00861	0,00837	0,00814
-2,6	0,01358	0,01323	0,01289	0,01256	0,01223	0,01191	0,01160	0,01130	0,01100	0,01071
-2,5	0,01753	0,01709	0,01667	0,01625	0,01585	0,01545	0,01506	0,01468	0,01431	0,01394
-2,4	0,02239	0,02186	0,02134	0,02083	0,02033	0,01984	0,01936	0,01888	0,01842	0,01797
-2,3	0,02833	0,02768	0,02705	0,02643	0,02582	0,02522	0,02463	0,02406	0,02349	0,02294
-2,2	0,03547	0,03470	0,03394	0,03319	0,03246	0,03174	0,03103	0,03034	0,02965	0,02898
-2,1	0,04398	0,04307	0,04217	0,04128	0,04041	0,03955	0,03871	0,03788	0,03706	0,03626
-2,0	0,05399	0,05292	0,05186	0,05082	0,04980	0,04879	0,04780	0,04682	0,04586	0,04491
-1,9	0,06562	0,06438	0,06316	0,06195	0,06077	0,05959	0,05844	0,05730	0,05618	0,05508
-1,8	0,07895	0,07754	0,07614	0,07477	0,07341	0,07206	0,07074	0,06943	0,06814	0,06687
-1,7	0,09405	0,09246	0,09089	0,08933	0,08780	0,08628	0,08478	0,08329	0,08183	0,08038
-1,6	0,11092	0,10915	0,10741	0,10567	0,10396	0,10226	0,10059	0,09893	0,09728	0,09566
-1,5	0,12952	0,12758	0,12566	0,12376	0,12188	0,12001	0,11816	0,11632	0,11450	0,11270
-1,4	0,14973	0,14764	0,14556	0,14350	0,14146	0,13943	0,13742	0,13542	0,13344	0,13147
-1,3	0,17137	0,16915	0,16694	0,16474	0,16256	0,16038	0,15822	0,15608	0,15395	0,15183
-1,2	0,19419	0,19186	0,18954	0,18724	0,18494	0,18265	0,18037	0,17810	0,17585	0,17360
-1,1	0,21785	0,21546	0,21307	0,21069	0,20831	0,20594	0,20357	0,20121	0,19886	0,19652
-1,0	0,24197	0,23955	0,23713	0,23471	0,23230	0,22988	0,22747	0,22506	0,22265	0,22025
-0,9	0,26609	0,26369	0,26129	0,25888	0,25647	0,25406	0,25164	0,24923	0,24681	0,24439

-0,8	0,28969	0,28737	0,28504	0,28269	0,28034	0,27798	0,27562	0,27324	0,27086	0,26848
-0,7	0,31225	0,31006	0,30785	0,30563	0,30339	0,30114	0,29887	0,29659	0,29431	0,29200
-0,6	0,33322	0,33121	0,32918	0,32713	0,32506	0,32297	0,32086	0,31874	0,31659	0,31443
-0,5	0,35207	0,35029	0,34849	0,34667	0,34482	0,34294	0,34105	0,33912	0,33718	0,33521
-0,4	0,36827	0,36678	0,36526	0,36371	0,36213	0,36053	0,35889	0,35723	0,35553	0,35381
-0,3	0,38139	0,38023	0,37903	0,37780	0,37654	0,37524	0,37391	0,37255	0,37115	0,36973
-0,2	0,39104	0,39024	0,38940	0,38853	0,38762	0,38667	0,38568	0,38466	0,38361	0,38251
-0,1	0,39695	0,39654	0,39608	0,39559	0,39505	0,39448	0,39387	0,39322	0,39253	0,39181
-0,0	0,39894	0,39892	0,39886	0,39876	0,39862	0,39844	0,39822	0,39797	0,39767	0,39733
0,0	0,39894	0,39892	0,39886	0,39876	0,39862	0,39844	0,39822	0,39797	0,39767	0,39733
0,1	0,39695	0,39654	0,39608	0,39559	0,39505	0,39448	0,39387	0,39322	0,39253	0,39181
0,2	0,39104	0,39024	0,38940	0,38853	0,38762	0,38667	0,38568	0,38466	0,38361	0,38251
0,3	0,38139	0,38023	0,37903	0,37780	0,37654	0,37524	0,37391	0,37255	0,37115	0,36973
0,4	0,36827	0,36678	0,36526	0,36371	0,36213	0,36053	0,35889	0,35723	0,35553	0,35381
0,5	0,35207	0,35029	0,34849	0,34667	0,34482	0,34294	0,34105	0,33912	0,33718	0,33521
0,6	0,33322	0,33121	0,32918	0,32713	0,32506	0,32297	0,32086	0,31874	0,31659	0,31443
0,7	0,31225	0,31006	0,30785	0,30563	0,30339	0,30114	0,29887	0,29659	0,29431	0,29200
0,8	0,28969	0,28737	0,28504	0,28269	0,28034	0,27798	0,27562	0,27324	0,27086	0,26848
0,9	0,26609	0,26369	0,26129	0,25888	0,25647	0,25406	0,25164	0,24923	0,24681	0,24439
1,0	0,24197	0,23955	0,23713	0,23471	0,23230	0,22988	0,22747	0,22506	0,22265	0,22025
1,1	0,21785	0,21546	0,21307	0,21069	0,20831	0,20594	0,20357	0,20121	0,19886	0,19652
1,2	0,19419	0,19186	0,18954	0,18724	0,18494	0,18265	0,18037	0,17810	0,17585	0,17360
1,3	0,17137	0,16915	0,16694	0,16474	0,16256	0,16038	0,15822	0,15608	0,15395	0,15183
1,4	0,14973	0,14764	0,14556	0,14350	0,14146	0,13943	0,13742	0,13542	0,13344	0,13147
1,5	0,12952	0,12758	0,12566	0,12376	0,12188	0,12001	0,11816	0,11632	0,11450	0,11270
1,6	0,11092	0,10915	0,10741	0,10567	0,10396	0,10226	0,10059	0,09893	0,09728	0,09566
1,7	0,09405	0,09246	0,09089	0,08933	0,08780	0,08628	0,08478	0,08329	0,08183	0,08038
1,8	0,07895	0,07754	0,07614	0,07477	0,07341	0,07206	0,07074	0,06943	0,06814	0,06687
1,9	0,06562	0,06438	0,06316	0,06195	0,06077	0,05959	0,05844	0,05730	0,05618	0,05508
2,0	0,05399	0,05292	0,05186	0,05082	0,04980	0,04879	0,04780	0,04682	0,04586	0,04491
2,1	0,04398	0,04307	0,04217	0,04128	0,04041	0,03955	0,03871	0,03788	0,03706	0,03626
2,2	0,03547	0,03470	0,03394	0,03319	0,03246	0,03174	0,03103	0,03034	0,02965	0,02898
2,3	0,02833	0,02768	0,02705	0,02643	0,02582	0,02522	0,02463	0,02406	0,02349	0,02294
2,4	0,02239	0,02186	0,02134	0,02083	0,02033	0,01984	0,01936	0,01888	0,01842	0,01797
2,5	0,01753	0,01709	0,01667	0,01625	0,01585	0,01545	0,01506	0,01468	0,01431	0,01394
2,6	0,01358	0,01323	0,01289	0,01256	0,01223	0,01191	0,01160	0,01130	0,01100	0,01071
2,7	0,01042	0,01014	0,00987	0,00961	0,00935	0,00909	0,00885	0,00861	0,00837	0,00814
2,8	0,00792	0,00770	0,00748	0,00727	0,00707	0,00687	0,00668	0,00649	0,00631	0,00613
2,9	0,00595	0,00578	0,00562	0,00545	0,00530	0,00514	0,00499	0,00485	0,00470	0,00457
3,0	0,00443	0,00430	0,00417	0,00405	0,00393	0,00381	0,00370	0,00358	0,00348	0,00337

3,1	0,00327	0,00317	0,00307	0,00298	0,00288	0,00279	0,00271	0,00262	0,00254	0,00246
3,2	0,00238	0,00231	0,00224	0,00216	0,00210	0,00203	0,00196	0,00190	0,00184	0,00178
3,3	0,00172	0,00167	0,00161	0,00156	0,00151	0,00146	0,00141	0,00136	0,00132	0,00127
3,4	0,00123	0,00119	0,00115	0,00111	0,00107	0,00104	0,00100	0,00097	0,00094	0,00090
3,5	0,00087	0,00084	0,00081	0,00079	0,00076	0,00073	0,00071	0,00068	0,00066	0,00063
3,6	0,00061	0,00059	0,00057	0,00055	0,00053	0,00051	0,00049	0,00047	0,00046	0,00044
3,7	0,00042	0,00041	0,00039	0,00038	0,00037	0,00035	0,00034	0,00033	0,00031	0,00030
3,8	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024	0,00023	0,00022	0,00021	0,00021
3,9	0,00020	0,00019	0,00018	0,00018	0,00017	0,00016	0,00016	0,00015	0,00014	0,00014
4,0	0,00013	0,00013	0,00012	0,00012	0,00011	0,00011	0,00011	0,00010	0,00010	0,00009

[zurück](#)

Letzte Änderung: 22.07.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)



Biometrieübung 5

Spezielle Verteilungen

Tabelle der Verteilungsfunktion $\Phi(x)$ der normierten Normalverteilung (linksseitig)

x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-4,0	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
-3,9	0,00005	0,00005	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00003	0,00003
-3,8	0,00007	0,00007	0,00007	0,00006	0,00006	0,00006	0,00006	0,00005	0,00005	0,00005
-3,7	0,00011	0,00010	0,00010	0,00010	0,00009	0,00009	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008
-3,6	0,00016	0,00015	0,00015	0,00014	0,00014	0,00013	0,00013	0,00012	0,00012	0,00011
-3,5	0,00023	0,00022	0,00022	0,00021	0,00020	0,00019	0,00019	0,00018	0,00017	0,00017
-3,4	0,00034	0,00032	0,00031	0,00030	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024
-3,3	0,00048	0,00047	0,00045	0,00043	0,00042	0,00040	0,00039	0,00038	0,00036	0,00035
-3,2	0,00069	0,00066	0,00064	0,00062	0,00060	0,00058	0,00056	0,00054	0,00052	0,00050
-3,1	0,00097	0,00094	0,00090	0,00087	0,00084	0,00082	0,00079	0,00076	0,00074	0,00071
-3,0	0,00135	0,00131	0,00126	0,00122	0,00118	0,00114	0,00111	0,00107	0,00104	0,00100
-2,9	0,00187	0,00181	0,00175	0,00169	0,00164	0,00159	0,00154	0,00149	0,00144	0,00139
-2,8	0,00256	0,00248	0,00240	0,00233	0,00226	0,00219	0,00212	0,00205	0,00199	0,00193
-2,7	0,00347	0,00336	0,00326	0,00317	0,00307	0,00298	0,00289	0,00280	0,00272	0,00264
-2,6	0,00466	0,00453	0,00440	0,00427	0,00415	0,00402	0,00391	0,00379	0,00368	0,00357
-2,5	0,00621	0,00604	0,00587	0,00570	0,00554	0,00539	0,00523	0,00508	0,00494	0,00480
-2,4	0,00820	0,00798	0,00776	0,00755	0,00734	0,00714	0,00695	0,00676	0,00657	0,00639
-2,3	0,01072	0,01044	0,01017	0,00990	0,00964	0,00939	0,00914	0,00889	0,00866	0,00842
-2,2	0,01390	0,01355	0,01321	0,01287	0,01255	0,01222	0,01191	0,01160	0,01130	0,01101
-2,1	0,01786	0,01743	0,01700	0,01659	0,01618	0,01578	0,01539	0,01500	0,01463	0,01426
-2,0	0,02275	0,02222	0,02169	0,02118	0,02068	0,02018	0,01970	0,01923	0,01876	0,01831
-1,9	0,02872	0,02807	0,02743	0,02680	0,02619	0,02559	0,02500	0,02442	0,02385	0,02330
-1,8	0,03593	0,03515	0,03438	0,03362	0,03288	0,03216	0,03144	0,03074	0,03005	0,02938
-1,7	0,04457	0,04363	0,04272	0,04182	0,04093	0,04006	0,03920	0,03836	0,03754	0,03673
-1,6	0,05480	0,05370	0,05262	0,05155	0,05050	0,04947	0,04846	0,04746	0,04648	0,04551
-1,5	0,06681	0,06552	0,06426	0,06301	0,06178	0,06057	0,05938	0,05821	0,05705	0,05592
-1,4	0,08076	0,07927	0,07780	0,07636	0,07493	0,07353	0,07215	0,07078	0,06944	0,06811
-1,3	0,09680	0,09510	0,09342	0,09176	0,09012	0,08851	0,08692	0,08534	0,08379	0,08226
-1,2	0,11507	0,11314	0,11123	0,10935	0,10749	0,10565	0,10383	0,10204	0,10027	0,09853
-1,1	0,13567	0,13350	0,13136	0,12924	0,12714	0,12507	0,12302	0,12100	0,11900	0,11702
-1,0	0,15866	0,15625	0,15386	0,15151	0,14917	0,14686	0,14457	0,14231	0,14007	0,13786
-0,9	0,18406	0,18141	0,17879	0,17619	0,17361	0,17106	0,16853	0,16602	0,16354	0,16109
-0,8	0,21186	0,20897	0,20611	0,20327	0,20045	0,19766	0,19489	0,19215	0,18943	0,18673

-0,7	0,24196	0,23885	0,23576	0,23270	0,22965	0,22663	0,22363	0,22065	0,21770	0,21476
-0,6	0,27425	0,27093	0,26763	0,26435	0,26109	0,25785	0,25463	0,25143	0,24825	0,24510
-0,5	0,30854	0,30503	0,30153	0,29806	0,29460	0,29116	0,28774	0,28434	0,28096	0,27760
-0,4	0,34458	0,34090	0,33724	0,33360	0,32997	0,32636	0,32276	0,31918	0,31561	0,31207
-0,3	0,38209	0,37828	0,37448	0,37070	0,36693	0,36317	0,35942	0,35569	0,35197	0,34827
-0,2	0,42074	0,41683	0,41294	0,40905	0,40517	0,40129	0,39743	0,39358	0,38974	0,38591
-0,1	0,46017	0,45620	0,45224	0,44828	0,44433	0,44038	0,43644	0,43251	0,42858	0,42465
-0,0	0,50000	0,49601	0,49202	0,48803	0,48405	0,48006	0,47608	0,47210	0,46812	0,46414
0,0	0,50000	0,50399	0,50798	0,51197	0,51595	0,51994	0,52392	0,52790	0,53188	0,53586
0,1	0,53983	0,54380	0,54776	0,55172	0,55567	0,55962	0,56356	0,56749	0,57142	0,57535
0,2	0,57926	0,58317	0,58706	0,59095	0,59483	0,59871	0,60257	0,60642	0,61026	0,61409
0,3	0,61791	0,62172	0,62552	0,62930	0,63307	0,63683	0,64058	0,64431	0,64803	0,65173
0,4	0,65542	0,65910	0,66276	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68439	0,68793
0,5	0,69146	0,69497	0,69847	0,70194	0,70540	0,70884	0,71226	0,71566	0,71904	0,72240
0,6	0,72575	0,72907	0,73237	0,73565	0,73891	0,74215	0,74537	0,74857	0,75175	0,75490
0,7	0,75804	0,76115	0,76424	0,76730	0,77035	0,77337	0,77637	0,77935	0,78230	0,78524
0,8	0,78814	0,79103	0,79389	0,79673	0,79955	0,80234	0,80511	0,80785	0,81057	0,81327
0,9	0,81594	0,81859	0,82121	0,82381	0,82639	0,82894	0,83147	0,83398	0,83646	0,83891
1,0	0,84134	0,84375	0,84614	0,84849	0,85083	0,85314	0,85543	0,85769	0,85993	0,86214
1,1	0,86433	0,86650	0,86864	0,87076	0,87286	0,87493	0,87698	0,87900	0,88100	0,88298
1,2	0,88493	0,88686	0,88877	0,89065	0,89251	0,89435	0,89617	0,89796	0,89973	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91308	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
1,5	0,93319	0,93448	0,93574	0,93699	0,93822	0,93943	0,94062	0,94179	0,94295	0,94408
1,6	0,94520	0,94630	0,94738	0,94845	0,94950	0,95053	0,95154	0,95254	0,95352	0,95449
1,7	0,95543	0,95637	0,95728	0,95818	0,95907	0,95994	0,96080	0,96164	0,96246	0,96327
1,8	0,96407	0,96485	0,96562	0,96638	0,96712	0,96784	0,96856	0,96926	0,96995	0,97062
1,9	0,97128	0,97193	0,97257	0,97320	0,97381	0,97441	0,97500	0,97558	0,97615	0,97670
2,0	0,97725	0,97778	0,97831	0,97882	0,97932	0,97982	0,98030	0,98077	0,98124	0,98169
2,1	0,98214	0,98257	0,98300	0,98341	0,98382	0,98422	0,98461	0,98500	0,98537	0,98574
2,2	0,98610	0,98645	0,98679	0,98713	0,98745	0,98778	0,98809	0,98840	0,98870	0,98899
2,3	0,98928	0,98956	0,98983	0,99010	0,99036	0,99061	0,99086	0,99111	0,99134	0,99158
2,4	0,99180	0,99202	0,99224	0,99245	0,99266	0,99286	0,99305	0,99324	0,99343	0,99361
2,5	0,99379	0,99396	0,99413	0,99430	0,99446	0,99461	0,99477	0,99492	0,99506	0,99520
2,6	0,99534	0,99547	0,99560	0,99573	0,99585	0,99598	0,99609	0,99621	0,99632	0,99643
2,7	0,99653	0,99664	0,99674	0,99683	0,99693	0,99702	0,99711	0,99720	0,99728	0,99736
2,8	0,99744	0,99752	0,99760	0,99767	0,99774	0,99781	0,99788	0,99795	0,99801	0,99807
2,9	0,99813	0,99819	0,99825	0,99831	0,99836	0,99841	0,99846	0,99851	0,99856	0,99861
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99896	0,99900
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99929

3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99938	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976
3,5	0,99977	0,99978	0,99978	0,99979	0,99980	0,99981	0,99981	0,99982	0,99983	0,99983
3,6	0,99984	0,99985	0,99985	0,99986	0,99986	0,99987	0,99987	0,99988	0,99988	0,99989
3,7	0,99989	0,99990	0,99990	0,99990	0,99991	0,99991	0,99992	0,99992	0,99992	0,99992
3,8	0,99993	0,99993	0,99993	0,99994	0,99994	0,99994	0,99994	0,99995	0,99995	0,99995
3,9	0,99995	0,99995	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99997	0,99997
4,0	0,99997	0,99997	0,99997	0,99997	0,99997	0,99997	0,99998	0,99998	0,99998	0,99998

[zurück](#)

Letzte Änderung:22.07.1999

Kontakt: [Wolfgang Stümer](#)

