

FORMELSAMMLUNG (Operations Management)

1. Projektmanagement

Modellvariablen

t_o	=	optimistische Dauer
t_p	=	pessimistische Dauer
t_m	=	most-likely Dauer

Erwartete Dauer einer Aktivität

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

Varianz der Dauer einer Aktivität

$$\sigma^2 = \left[\frac{t_p - t_o}{6} \right]^2$$

Mittelwert der Dauer des Gesamtprojekts

$$\mu_{Pr} = \sum t_{e \text{ Aktivität}}$$

Varianz der Dauer des Gesamtprojekts

$$\sigma^2_{Pr} = \sum \sigma^2_{\text{Aktivität}}$$

2. Prozessauswahl und Prozessanalyse

Modellvariablen

N	=	durchschnittlicher Lagerbestand
W	=	durchschnittliche Durchlaufzeit
λ	=	durchschnittliche Produktionsrate

Little's Gesetz

$$N = W \cdot \lambda$$

3. Qualitätsmanagement

Modellvariablen

μ	=	Mittelwert
σ	=	Standardabweichung
n	=	Stichprobenumfang (Anzahl Einheiten in einer Stichprobe)
\bar{X}	=	Mittelwert einer Stichprobe
$\bar{\bar{X}}$	=	Mittelwert aller Stichproben
R	=	Spannweite (range) einer Stichprobe
\bar{R}	=	Mittelwert der Spannweiten aller Stichproben

\bar{X} -Chart

Kontrollgrenzen bei bekannter Varianz Kontrollgrenzen bei unbekannter Varianz

$$\bar{X} \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\bar{X} \pm A_2 \bar{R}$$

R-Chart

Obergrenze

Untergrenze

$$D_4 \bar{R}$$

$$D_3 \bar{R}$$

Process Capability Index

$$C_p = \frac{\text{Obere Spezifikationsgrenze} - \text{Untere Spezifikationsgrenze}}{6\sigma}$$

Werte zur Ermittlung von Control Charts bei unbekannter Varianz

n	A ₂	D ₃	D ₄
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78
11	0.29	0.26	1.74
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.21	0.36	1.64
17	0.20	0.38	1.62
18	0.19	0.39	1.61
19	0.19	0.40	1.60
20	0.18	0.41	1.59
21	0.17	0.43	1.58
22	0.17	0.43	1.57
23	0.16	0.44	1.56
24	0.16	0.45	1.55
25	0.15	0.46	1.54

Quelle: D. C. Montgomery und G. C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2007)

4. Warteschlangenmanagement

Modellnotation: A/B/C

A	=	Verteilung der Zeitabstände zwischen 2 Ankünften
B	=	Verteilung der Servicezeit
C	=	Anzahl der Server
λ	=	Durchschnittliche Ankunftsrate
μ	=	Durchschnittliche Servicerate
M	=	Exponentialverteilung
G	=	Allgemeine Verteilung
TC	=	Gesamtkosten/Zeiteinheit
C_w	=	Opportunitätskosten eines Kunden/Zeiteinheit
C_s	=	Serverkosten/Zeiteinheit
s	=	Serverzahl

M/M/1 Modell:

Durchschnittlicher Auslastungsgrad

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Wahrscheinlichkeit, dass sich genau n Kunden im System befinden

$$P_n = \rho^n (1 - \rho)$$

Wahrscheinlichkeit, dass sich k oder mehr Kunden im System befinden

$$P(n \geq k) = \rho^k$$

Durchschnittliche Anzahl von Kunden im System

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Durchschnittliche Länge der Warteschlange

$$L_q = \frac{\rho \lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

Durchschnittliche Verweildauer im System

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Durchschnittliche Verweildauer in der Warteschlange:

$$W_q = \frac{\rho}{\mu - \lambda}$$

M/G/1 Modell:

Generell

$$L_q = \frac{\rho^2 + \lambda^2 \cdot \sigma^2}{2(1 - \rho)}$$

Kostenminimierung

$$TC = C_w \lambda W_s + s C_s = C_w L_s + s C_s$$

Gilt nur für Systeme mit $s > \rho = \lambda/\mu$

5. Lagerhaltungsmanagement

Modellvariablen

K	=	Gesamtkosten
M	=	Gesamtbedarf
p	=	Preis pro Einheit
Q	=	Bestellmenge
Q*	=	optimale Bestellmenge
a	=	Bestellfixkosten
R*	=	optimaler Bestellpunkt
T	=	Tagesnachfrage
L	=	Lieferzeit
SB	=	Sicherheitsbestand
c	=	Zins- und Lagerkosten (pro Einheit)

Gesamtkosten

$$K = pM + \frac{M}{Q}a + \frac{Q}{2}c$$

Optimale Bestellmenge

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Ma}{c}}$$

Optimaler Bestellpunkt

$$R^* = T \cdot L + SB$$

Modellvariablen Optimale Bestellmenge bei stochastischer Nachfrage im Einperiodenmodell

p	=	Verkaufspreis pro Einheit
c	=	Einkaufskosten pro Einheit
y	=	Bestellmenge
μ	=	Mittelwert der Nachfrage
σ	=	Standardabweichung der Nachfrage

Optimale Bestellmenge bei normalverteilter Nachfrage

$$y^* = \mu + \sigma Z^{-1} \left(\frac{p - c}{p} \right)$$

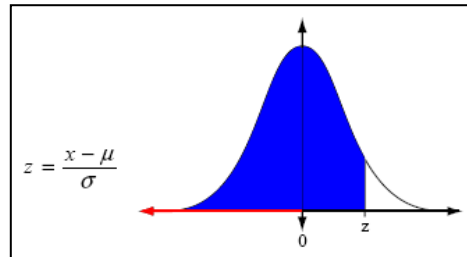
Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung

Die folgende Tabelle zeigt die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung. Tabelliert sind die Werte der Verteilungsfunktion: $\Phi(z) = P(Z \leq z)$ für $z \geq 0$.

Ablesebeispiel: $\Phi(1.75) = 0.9599$

Negative Z-Werte werden wie folgt ermittelt:

$$\Phi(-z) = 1 - \Phi(z)$$



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9860	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998