ANHANG

A.1 Funktionen der Wahrscheinlichkeitsdichte normalverteilter Zufallsvariablen

Im folgenden werden einige Beziehungen bezüglich normalverteilter Zufallsvariablen dargestellt. Gegeben sei eine normalverteilte Zufallsvariable X mit

$$E\{X\} = \mu,$$

$$\mathrm{var}\{X\} = \sigma^2,$$

Dichtefunktion ϕ und Verteilungsfunktion Φ. Für Dichte- bzw. Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung schreiben wir $\phi_{0,1}$ bzw. $\Phi_{0,1}$. Die positive reelle Zahl S ergebe sich aus

$$S = \mu + k\sigma.$$

Peterson/Silver stellen ausführlich dar, daß folgende Beziehungen gelten[1]:

$$G_u(k) = \int_k^\infty (r-k)\phi_{0,1}(r)dr = \phi_{0,1}(k) - k(1-\Phi_{0,1}(k)),$$

$$\int_S^\infty x\phi(x)dx = \sigma G_u(k) + S(1-\Phi_{0,1}(k)).$$

Für den Fall sehr kleiner Wahrscheinlichkeiten für negative Werte von X (d.h. $P(X\leq 0)\approx 0$), zeigen die Autoren auch

1 Vgl. Silver, E.A.; Peterson, R.: Decision Systems ..., a.a.O., S. 692. ff.

$$\int_0^S x\phi(x)dx \approx \mu - \sigma G_u(k) - S(1-\Phi_{0,1}(k)).$$

Da außerdem

$$\int_S^\infty S\phi(x)dx = S(1-\Phi_{0,1}(k))$$

gilt, ergeben sich daraus folgende Beziehungen, die in der vorliegenden Arbeit eine wichtige Rolle spielen:

$$H_v(S) = \int_S^\infty (x-S)\phi(x)dx = \sigma G_u(k),$$

$$H_h(S) = \int_0^S (S-x)\phi(x)dx \approx \sigma G_u(k) + S - \mu,$$

Mit den reellen Zahlen v und h ergibt sich

$$vH_v(S) + hH_h(S) \approx (v+h)\sigma G_u(k) + h(S-\mu).$$

A.2 Durchführung der optimalen flexiblen Planung im Entscheidungsproblem des Abschnitts 5.3

Gegeben sei das in Abschnitt 5.3.1 erläuterte Entscheidungsproblem; die Bedeutung der im folgenden dargestellten Symbole entnimmt man ebenfalls diesem Abschnitt.

Bei der Entwicklung der optimalen Lösung nach den Prinzipien der flexiblen Planung hat man zunächst in Rückwärtsrekursion die in Zeitpunkt $t-L^e$ festzulegende optimale Überstundenmenge q^{e*} für Periode t zu ermitteln. Bezeichnet man mit EB die in Zeitpunkt $t-L^e$ noch freie Kapazität ergeben sich folgende, durch q^e beinflußbaren erwarteten Kosten:

$$eq^e + h\int_0^{EB+q^e} (EB+q^e-r)\phi^{L^e+1}(r)dr + v\int_{EB+q^e}^{\infty} (r-(EB+q^e))\phi^{L^e+1}(r)dr$$

Minimierung dieses Terms ergibt die optimale Entscheidungsregel, d.h. die Überstundenmenge q^{e*}, die im Zeitpunkt $t-L^e$ festgesetzt wird:

$$q^{e*} = \begin{cases} S^{e*}-EB & \text{falls} \quad EB \le S^{e*} \\ 0 & \text{sonst,} \end{cases} \tag{A.1}$$

mit

$$\Phi^{L^e+1}(S^{e*}) = (v-e)/(v+h).$$

Nun ist die optimale Normalkapazität S für Periode t festzulegen, über die man im (vorgelagerten) Zeitpunkt t-L zu entscheiden hat. Die in Zeitpunkt $t-L^e$ erwarteten Kosten der Periode t vor Nutzung der Überstundenoption lauten in Abhängigkeit von der noch freien Kapazität EB

$$C(EB) = h\int_0^{EB} (EB-r)\phi^{L^e+1}(r)dr + v\int_{EB}^{\infty} (r-EB)\phi^{L^e+1}(r)dr. \tag{A.2}$$

Die in Zeitpunkt $t-L^e$ erwarteten Kosten der Periode t bei optimaler Überstundenfestlegung nach Beziehung (A.1) lauten

$$k(EB) = \begin{cases} C(S^{e*}) + e(S^{e*}-EB) & \text{falls} \quad EB \le S^{e*} \\ C(EB) & \text{sonst.} \end{cases} \tag{A.3}$$

Da gilt $EB=S-D^{L-L^e}$ und da mit ϕ^{L-L^e} die Dichte von D^{L-L^e} bezeichnet wird, ergeben sich folgende erwarteten Gesamtkosten in Abhängigkeit von S:

$$K(S) = \int_0^{\infty} k(S-r)\phi^{L-Le}(r)dr. \tag{A.4}$$

Setzt man (A.3) in (A.4) ein, erhält man

$$K(S) = \int_0^{S-S^{e*}} C(S-r)\phi^{L-Le}(r)dr + \int_{S-S^{e*}}^{\infty} [C(S^{e*})+e(S^{e*}-S+r)]\phi^{L-Le}(r)dr. \tag{A.5}$$

Nullsetzen der ersten Ableitung von (A.5) nach S liefert folgende Beziehung, aus der sich die Optimalkapazität S^* numerisch ermitteln läßt:

$$(h+v)\int_0^{S^*-S^{e*}} \Phi^{Le+1}(S^*-r)\phi^{L-Le}(r)dr = (v-e)\Phi^{L-Le}(S^*-S^{e*}) + e. \tag{A.6}$$

Literaturverzeichnis

Abramowitz, M.; Stegun, I.A.: Handbook of Mathematical Functions, New York 1970.

Alscher, J.; Schneider, H.: Zur gemeinsamen Festlegung von Lieferbereitschaft, Kapitalbindung, Handling- und Lagerplatzkapazität für ein Mehrproduktlager, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 51 (1981), S. 180 ff.

Alscher, J.: Mehrprodukt-Lagerhaltung mit Standard-Lagerhaltungsmodellen, Rheinfelden 1986.

Alscher, J.; Kühn, M.; Schneeweiß, Ch.: On the validity of reorder point inventory models for regular and sporadic demand, Engeneering Costs and Production Economics 10 (1986), S. 43 ff.

Altrogge, G.: Flexibilität der Produktion, in: Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, Stuttgart 1979, S. 604 ff.

Anderson, O., Popp, W., Schaffranek, M., Steinmetz, D., Stenger, H.: Schätzen und Testen, Berlin, Heidelberg, New York 1976.

Bamberg, G.; Coenenberg, A.G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, München 1974.

Bitz, M.: Strukturierung ökonomischer Entscheidungsmodelle, Wiesbaden 1977.

Caplin, D.; Kornbluth, J.: Multiobjective Investment Planning under Uncertainty, Omega 3 (1975), S. 423 ff.

Delfmann, W.: Die Planung "robuster" Distributionsstrukturen bei Ungewißheit über die Nachfrageentwicklung im Zeitablauf, in: Hax, H.; Kern, W.; Schröder, H. (Hrsg.): Zeitaspekte in betrieblicher Theorie und Praxis, Stuttgart 1988, S. 215 ff.

Fachkommission für Ausbildungsfragen der Schmalenbach-Gesellschaft: Anforderungsprofil für die Hochschulausbildung in Allgemeiner Betriebswirtschaftslehre, ZfbF 40 (1988), S. 1037 ff.

Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Mathematische Statistik, Berlin 1976.

French, S.: Decision Theorie: An Introduction to the Mathematics of Rationality, Chichester 1988.

Gupta, S.K.; Rosenhead, J.: Robustness in Sequentiell Investment Decisions, Management Science 15 (1968), S. B-18 ff.

Häfner, H.; Kühn, M.; Schneeweiß, Ch.: Reorder point inventory models for stationary and non-stationary demand, Engeneering Costs and Production Economics 13 (1988), S. 199 ff.

Hanssmann, F.: Quantitative Betriebswirtschaftslehre, München, Wien 1985.

Hanssmann, F.: Wie lange noch deterministische Unternehmensplanung?, Strategische Planung 2 (1986), S. 97 ff.

Hanssmann, F.: Einführung in die Systemforschung, München, Wien 1987.

Hax, H.; Laux, H.: Flexible Planung - Verfahrensregeln und Entscheidungsmodelle für die Planung bei Ungewißheit, ZfbF 24 (1972), S. 318 ff.

Heinrich, C.: Mehrstufige Losgrößenplanung in hierarchisch strukturierten Produktionsplanungssystemen, Berlin, Heidelberg, New York 1987.

Heinrich, C.: Das MRPII-Planungskonzept (Manufacturing Resource Planning) und dessen Realisierung mit Standardsoftware, dargestellt am System R/2 der SAP AG, in: Zäpfel, G. (Hrsg.): Neue Konzepte der Produktionsplanung und -steuerung, Linz 1988, S. 55 ff.

Hochstädter, D.: Stochastische Lagerhaltungsmodelle, Berlin, Heidelberg, New York 1969.

Hwang, C.L.; Masud, A.: Multiple Objective Decision Making - Methods and Applications, Berlin, Heidelberg, New York 1979.

Hwang, C.L.; Yoon, K.: Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications, Berlin, Heidelberg, New York 1981.

Ihde, G.B.: Distributions-Logistik, Stuttgart, New York 1978.

Inderfurth, K.: Starre und flexible Investitionsplanung, Wiesbaden 1982.

Jacob, H.: Unsicherheit und Flexibilität, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 44 (1974), S. 299-326, S. 403-448, S. 505 - 526.

Johnson, N.; Kotz, S.: Distributions in Statistics: Continuous Univariate Distributions-1, Boston 1970.

Kässmann, G.; Kühn, M.; Schneeweiß, Ch.: Spicher's SB-Algorithmus Revisited - Feedback versus Feedforwardsteuerung in der Lagerhaltung, OR Spektrum 8 (1986), S. 89 ff.

Klemm, H.; Mikut, M.: Lagerhaltungsmodelle, Berlin 1972.

Krengel, U.; Sucheston, C.: How to bet against a prophet (Some L^1-dominated estimates for semiamarts), Notices Amer. Math. Soc. 24 (1977), S. A-159.

Laux, H.: Entscheidungstheorie Grundlagen, Berlin, Heidelberg, New York 1982.

Maier, K.: Die Flexibilität betrieblicher Leistungsprozesse, Diss., Mannheim 1982.

Marschak, T.; Nelson, R.: Flexibility, Uncertainty, and Economic Theory, Metroeconomica 14 (1962), S. 42 ff.

Meffert, H.: Zum Problem der betriebswirtschaftlichen Flexibilität, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 39 (1969), S. 779 ff.

Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung , Würzburg, Wien 1978, S.81 ff.

Roberts, D.: Approximations to Optimal Policies in a Dynamic Inventory Model, in: Arrow,K.J.; Karlin, S.; Scarf, H. (Hrsg.): Studies in Applied Probability and Management Science, Stanford 1960.

Rosenhead, J.; Elton, M.; Gupta, S.K.: Robustness and Optimality as Criteria for Strategic Decisions, Opl. Res. Q. 23 (1972), S.413 ff.

Schmid, O.: Modelle zur Quantifizierung der Fehlmengenkosten als Grundlage optimaler Lieferstrategien bei temporärer Lieferunfähigkeit, Frankfurt/M., Zürich 1977.

Schneeweiß, Ch.: Dynamisches Programmieren, Würzburg, Wien 1974.

Schneeweiß, Ch.: Modellierung industrieller Lagerhaltungssysteme, Berlin, Heidelberg, New York 1981.

Schneeweiß, Ch.: Elemente einer Theorie betriebswirtschaftlicher Modellbildung, Zeitschrift für Betriebswirtschaft 54 (1984), S. 480 ff.

Schneeweiß, Ch.: On a formalisation of the process of quantitative model building, EJOR 29 (1987), S. 24 ff.

Schneeweiß, Ch.: Einführung in die Produktionswirtschaft, Berlin, Heidelberg, New York 1987.

Schneeweiß, Ch.: Main Aspects of an Expert System for Pure Short-term Inventory Problems, Operational Research (1987), S. 276 ff.

Schneeweiß, Ch.: Zur Bewältigung von Unsicherheit in der Produktionsplanung und -steuerung, in: Lücke, W. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Steuerungs- und Kontrollprobleme, Wiesbaden 1988, S. 285 ff.

Schneeweiß, Ch.: Flexibilisierung und Arbeitsgestaltung, in: Mitteilungen der Freunde der Universität Mannheim e.V. 1 (1988), S. 14 ff.

Schneeweiß, Ch.: Der Zeitaspekt in der Planung, in: Hax, H.; Kern, W.; Schröder, H. (Hrsg.): Zeitaspekte in betriebswirtschaftlicher Theorie und Praxis, Stuttgart 1988, S. 3 ff.

Schneider, H.: Servicegrade in Lagerhaltungsmodellen, Berlin 1979.

Schneider, H.: Effect of service-levels on order-points or order-levels in inventory models, Int.J.Prod.Res. 19 (1981), S. 615 ff.

Silver, E.A.; Peterson, R.: Decision Systems for Inventory Management and Production Planning, New York et al. 1985.

Spicher, K.: Der SB_1-Algorithmus. Eine Methode zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Ziel-Lieferbereitschaft und Sicherheitsbestand, ZOR 19 (1975), S. B1 ff.

Spicher, K.: Erfahrungen mit dem SB_1-Algorithmus, ZOR 20 (1976), S. B115 ff.

Störmer, H.: Semi-Markoff-Prozesse mit endlich vielen Zuständen, Berlin, Heidelberg, New York 1970.

Tempelmeier, H.: Material-Logistik, Berlin et al. 1988.

Veinott, A.F.; Wagner, H.M.: Computing Optimal (s,S) Inventory Policies, Management Science 11 (1965), S. 525 ff.

Wagner, H.M.; Whitin, T.M.: Dynamic Version of the Economic Lot Size Model, Management Science 5 (1958), S. 89 ff.