POM-Basics

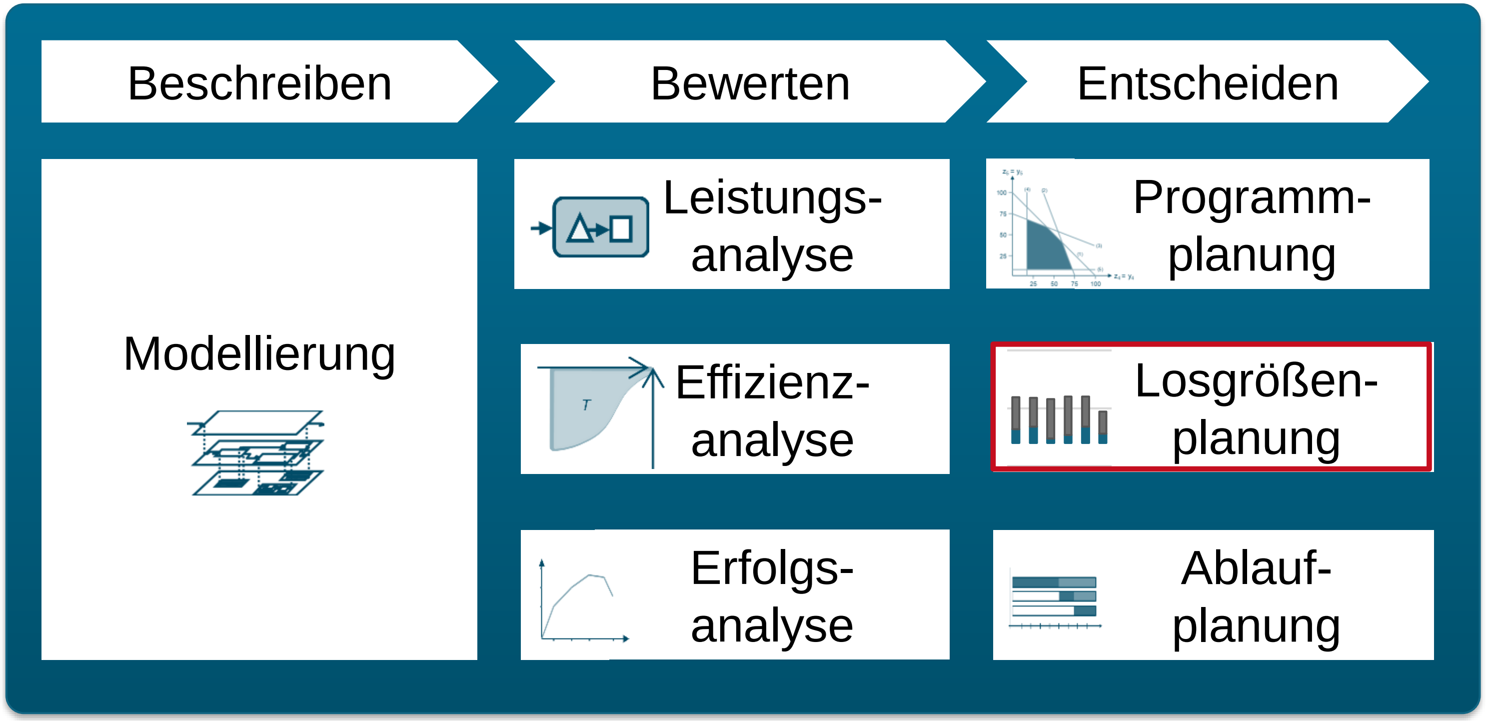
Einführung in Produktions- und Dienstleistungsmanagement

Themenblock 5

Bestandsmanagement

Fakultät VII *Wirtschaft & Management*
Fachgebiet Industrielles Produktions- und Dienstleistungsmanagement
Prof. Dr. Thomas Volling

Rahmen der Veranstaltung



Wann sollten Lagerbestände wieder aufgefüllt werden?

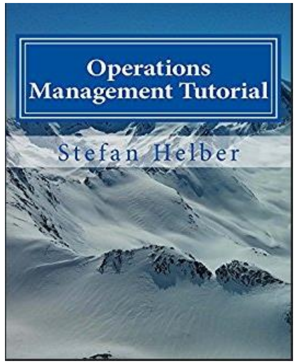
Agenda

OMT Kapitel 7

- Die (s,Q)-Politik als Instrument des Bestandsmanagements
  - Das Modell
  - Bestimmung der optimalen Parameter
  - Ein Beispiel
  - Kennzahlen des Bestandscontrolling

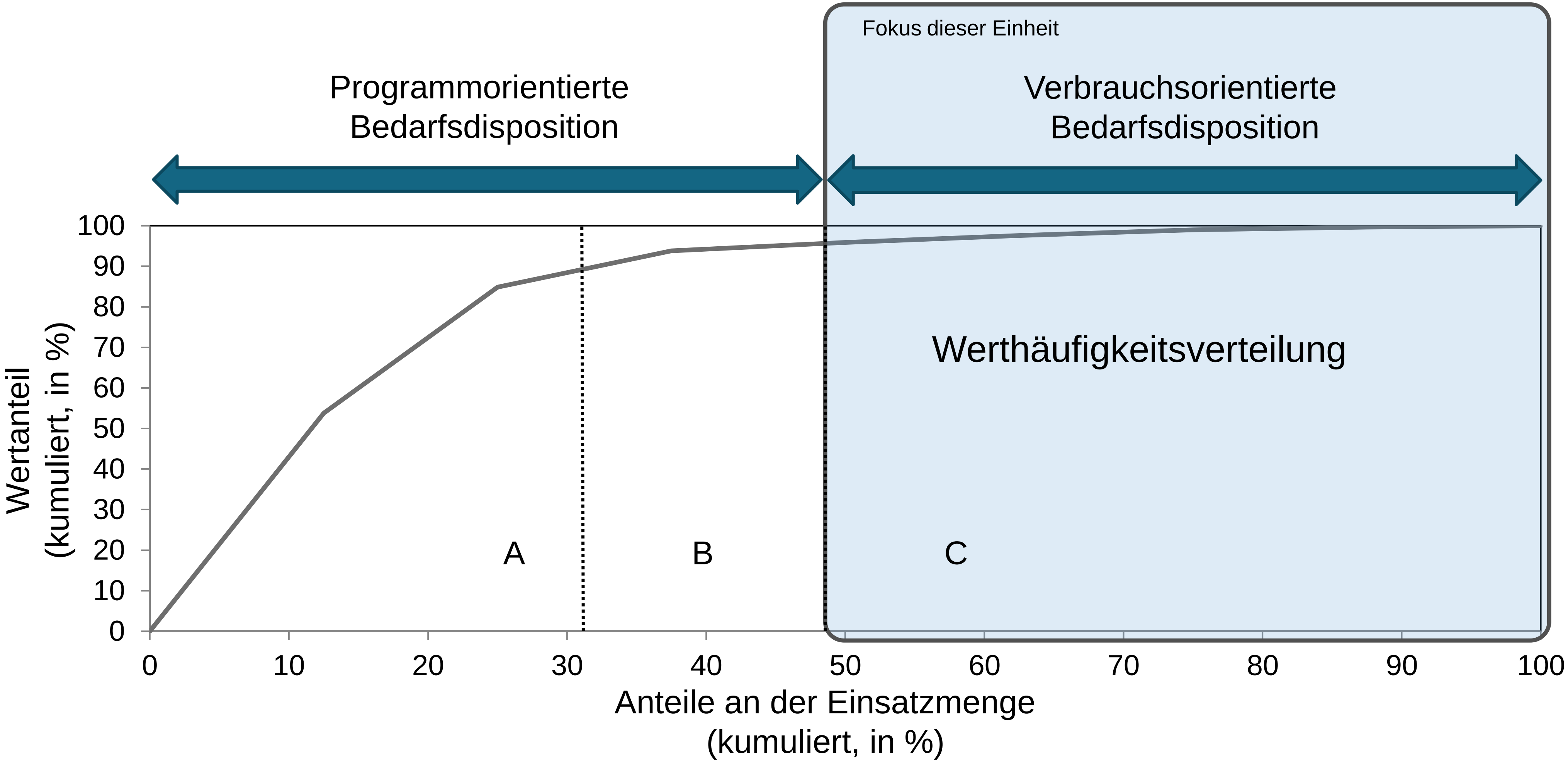
OMT Kapitel 6

- Bestimmung des optimalen Servicegrads
  - Beispiel 1 - Ein Zeitungsjunge
  - Allgemeine Bestimmung des optimalen Servicegrads
  - Beispiel 2 - WM Flaggen
  - Vom Zeitungsjungen in die Industrie



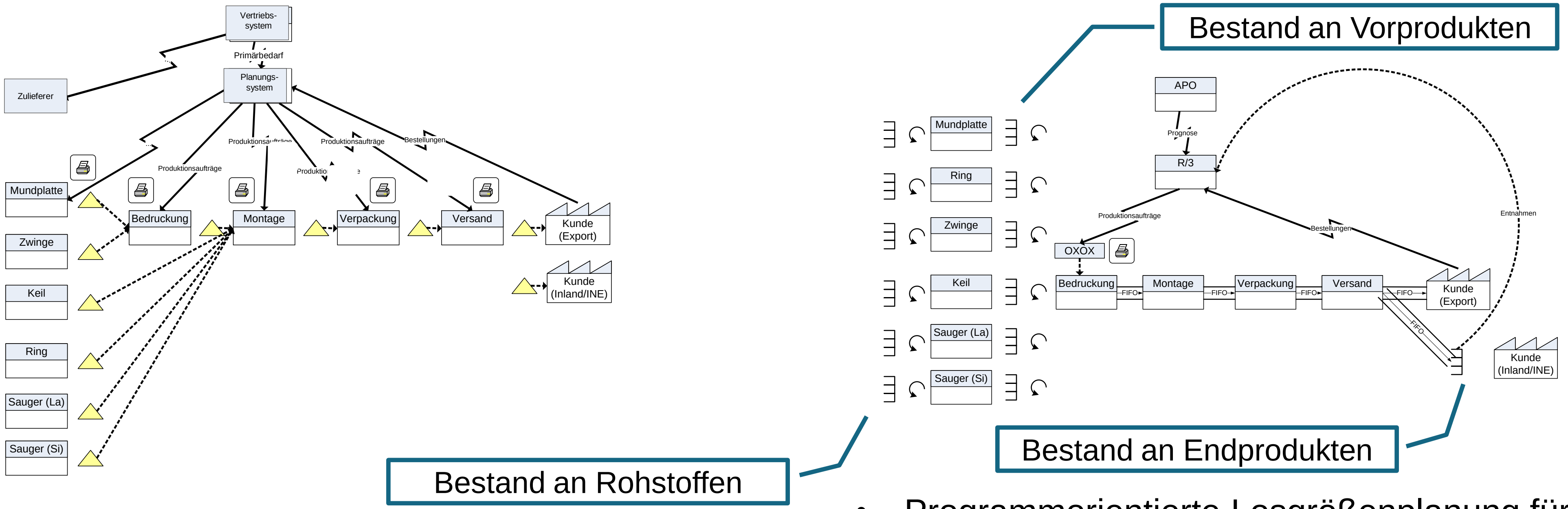
Hinweis: in dieser Einheit lösen wir uns von der bisherigen Konvention, dass Entscheidungsvariablen groß und Parameter klein geschrieben werden.

Klassifikation des Sekundärbedarfs – ABC-Analyse



Abgrenzung der verbrauchsorientierten Bedarfsdisposition

Programmorientierte Bedarfsdisposition	Verbrauchsorientierte Bedarfsdisposition



- Ermittlung der Sekundärbedarfe über Dispositionsstufenverfahren
- Losgrößenplanung für Primär- und Sekundärbedarf
- Ablaufpläne je Arbeitssystem

- Programmorientierte Losgrößenplanung für Endmontage und Verpackung
- Entkopplung von Primär- und Sekundärbedarf durch Lagerbestände (Puffer)
- Ablaufpläne je Arbeitssystem

Konkretisierung der Problemstellung

Zentrale Frage der verbrauchsorientierten Bedarfsdisposition: **Wann sollte wieviel bereitgestellt werden?**

Bestellpolitiken im Überblick

Entscheidungsregel(n) zur Festlegung von Bestellmengen und -zeitpunkten → **Bestellpolitik** (auch: Lagerhaltungspolitik)

Wann wird bestellt?

Wieviel wird bestellt?

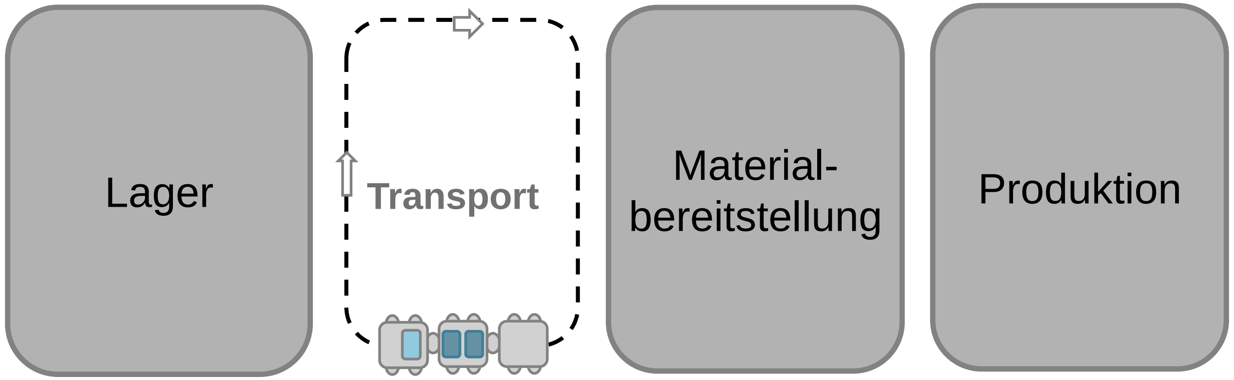
	periodische Bestands-überwachung	kontinuierliche Bestandsüberwachung
konstante Bestellmenge	(r,Q)-Politik	(s,Q)-Politik
variable Bestellmenge	(r,S)-Politik	(s,S)-Politik

Q – Bestellmenge
S – Lagerrichtbestand
r – Bestellrhythmus
s – Bestellpunkt / Meldebestand

Grundmodell der (s,Q)-Politik

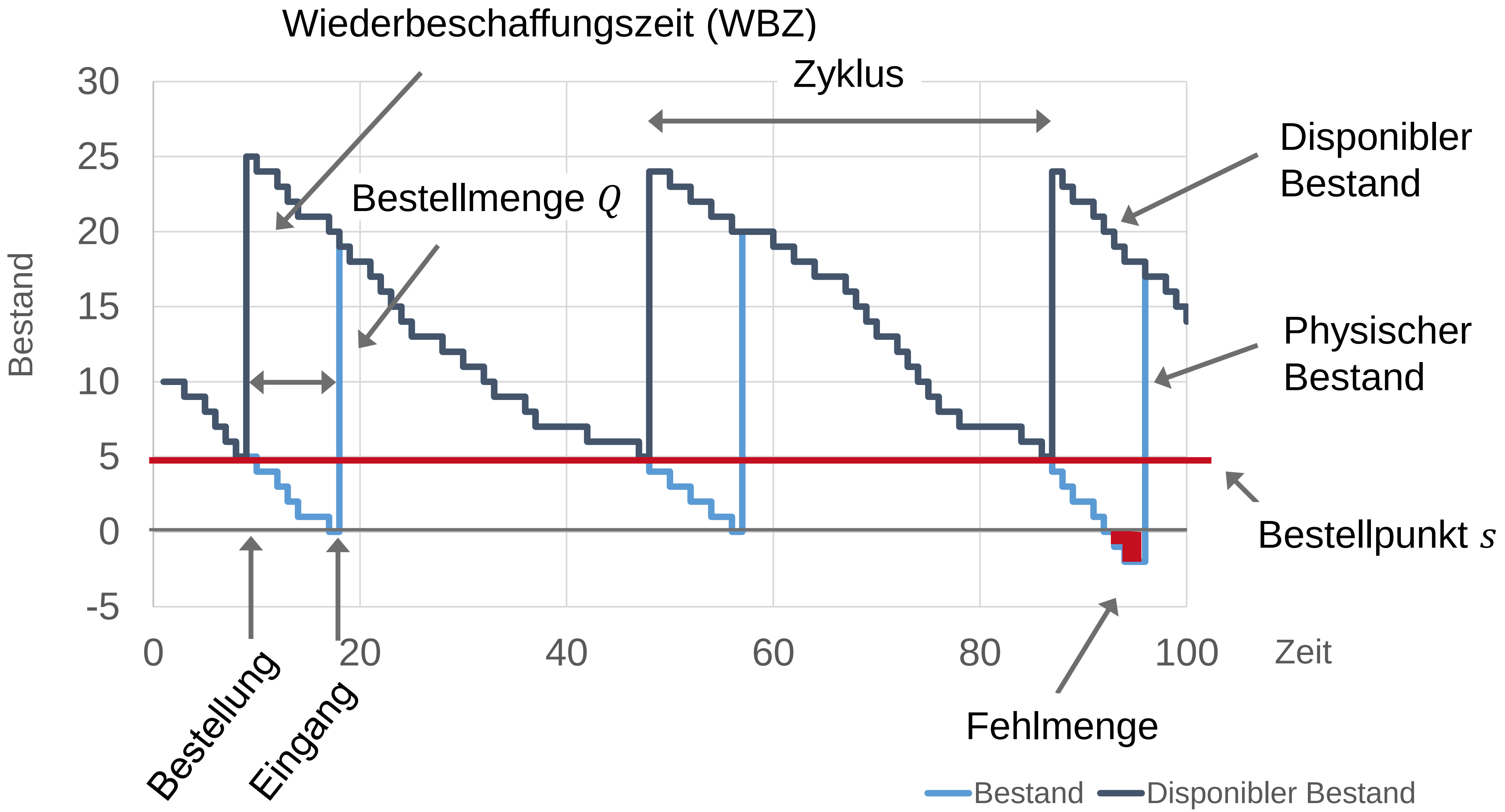
Annahmen

- Es wird ein Erzeugnis betrachtet
- Kontinuierliche Bestandsüberwachung
- Losgröße Q gegeben
- Bedarf je Periode ist unsicher
- Die Bedarfe der unterschiedlichen Perioden sind normalverteilt und voneinander unabhängig
- Der erwartete Bedarf je Periode b [Stk./ZE] und dessen Standardabweichung ist bekannt
- Bekannte und konstante Wiederbeschaffungs-zeiten (WBZ)
- Vormerkfall: Nachlieferung von Fehlmenge



Gesucht: Bestellpunkt s → bei welchem Lagerbestand sollte neu bestellt werden?

Bestandsverlauf bei Anwendung der (s,Q)-Politik

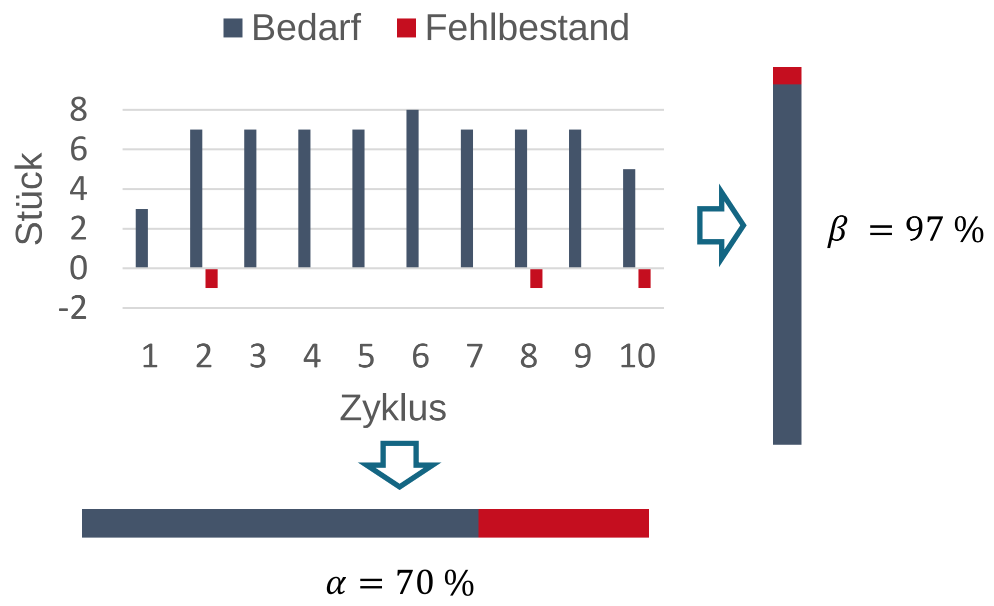


Leistungskennzahlen zur Verfügbarkeit

α-Servicegrad

Wahrscheinlichkeit, dass Bestand bei Bestellung den Bedarf in der WBZ vollständig deckt

ereignisorientiert



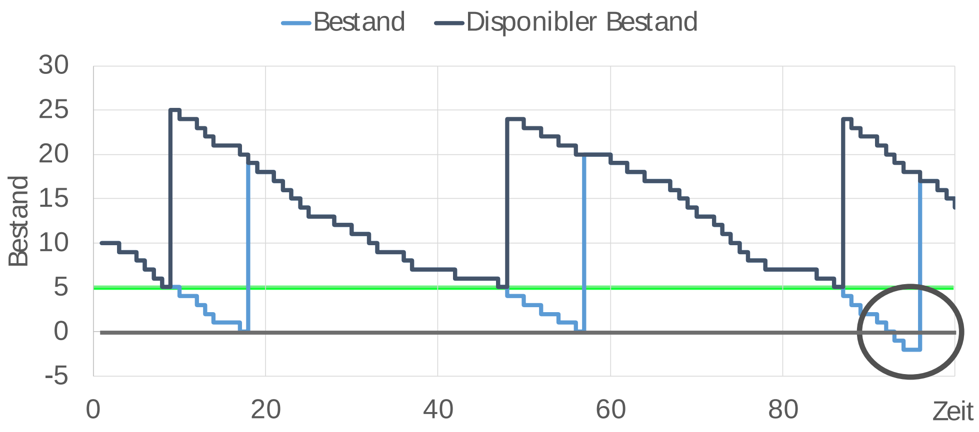
β-Servicegrad

Erwarteter Anteil des sofort bedienten Bedarfs am Gesamtbedarf

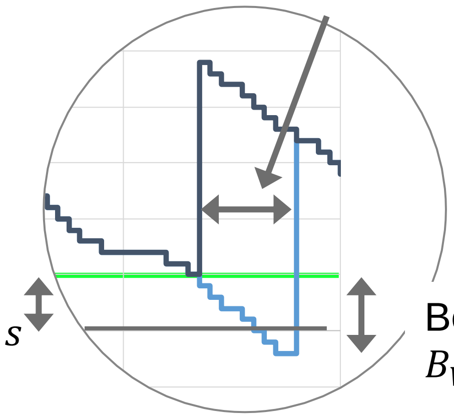
mengenorientiert

Ein Eisverkaufsstand bezieht Stellung auf dem sommerlichen Ernst-Reuter-Platz. Von der Nachfrage völlig überrascht, geht der Vorrat an Eiswaffeln zur Neige. Die letzten 50 der 1.000 Anfragen des Tages können daher nicht mehr wunschgemäß bedient werden. Wie groß ist der Servicegrad?

Modell zur Bestimmung des optimalen Bestellpunkts



Wiederbeschaffungszeit (WBZ)



Fehlmengenwahrscheinlichkeit: $P(B_{WBZ} > s)$

Modell zur Bestimmung des optimalen Bestellpunkts für gegebenen α -Servicegrad

$Min \quad s$

$P(B_{WBZ} > s) \leq (1 - \alpha)$ Fehlmengenwahrscheinlichkeit darf $(1 - \alpha)$ nicht übersteigen

Ermittlung des optimalen Bestellpunkts - Fallunterscheidung

Fall 1: Normalverteilte Bedarfe

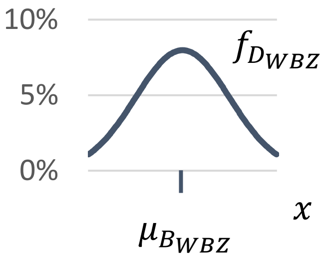
Für Bedarf in WBZ gilt:

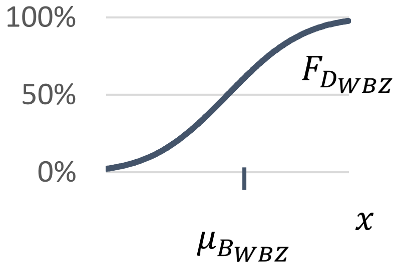
Erwartungswert $\mu_{B_{WBZ}}$

Standardabweichung $\sigma_{B_{WBZ}}$

Dichtefunktion $f_{B_{WBZ}}(x)$

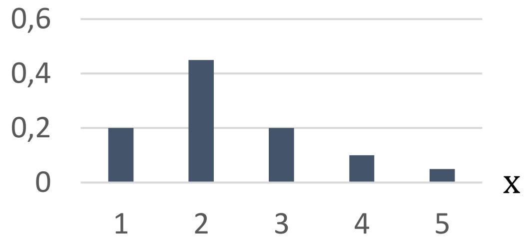
Verteilungsfunktion $F_{B_{WBZ}}(x) = P(B_{WBZ} \leq \text{x})$





Fall 2: Diskrete Wahrscheinlichkeiten

$P(B_{WBZ} = \text{x})$



Fall 3: Stochastische Wiederbeschaffungszeit

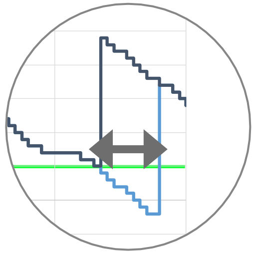
Für WBZ gilt:

Erwartungswert μ_{WBZ}

Standardabweichung σ_{WBZ}

Dichtefunktion $f_{WBZ}(x)$

Verteilungsfunktion $F_{WBZ}(x)$



Ermittlung des optimalen Bestellpunkts

$$P(B_{WBZ} > s) \leq (1-\alpha)$$

Transformation in standard-normalverteilte Zufallszahl Z

$$Z = \frac{B_{WBZ} - \mu_{B_{WBZ}}}{\sigma_{B_{WBZ}}}$$

$$v = \frac{s - \mu_{B_{WBZ}}}{\sigma_{B_{WBZ}}}$$

$$P(Z > v) \leq (1-\alpha)$$

Gegenwahrscheinlichkeit

$$1 - P(Z \leq v) \leq (1-\alpha)$$

Umformen

$$P(Z \leq v) \geq \alpha$$

Einsetzen Verteilungsfunktion F

$$F(v) \geq \alpha$$

Invertierung

$$v \geq F^{-1}(\alpha)$$

Rücktransformation

$$\frac{s-\mu_{B_{WBZ}}}{\sigma_{B_{WBZ}}} \geq F^{-1}(\alpha)$$

Umformen

$$s \geq \mu_{B_{WBZ}} + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma_{B_{WBZ}}$$

Optimaler Bestellpunkt

$$s^* = \mu_{B_{WBZ}} + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma_{B_{WBZ}}$$

Erwartete Nachfrage + Sicherheits-bestand, SB

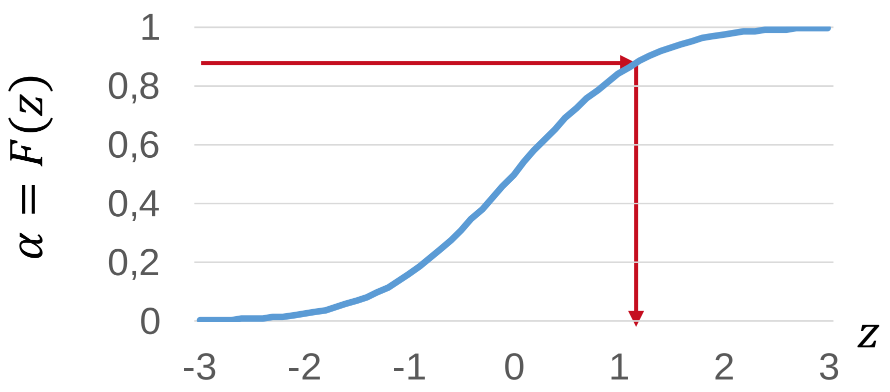
Berechnung des optimalen Bestellpunkts

α -Quantil der Standardnormalverteilung → Sicherheitsfaktor

$$s^* = \mu_{B_{WBZ}} + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma_{B_{WBZ}}$$

Ermittlung von $F^{-1}(\alpha)$

$F^{-1}(0{,}9)$=1,28155157 (=NORM.S.INV(0,9))



$F^{-1}(\alpha)$ α

Verteilungsfunktion der Normalverteilung

z	F(z)	z	F(z)	z	F(z)	z
0,00	0,500000	0,60	0,725747	1,20	0,884930	1,80
0,01	0,503989	0,61	0,729069	1,21	0,886861	1,81
0,02	0,507978	0,62	0,732371	1,22	0,888768	1,82
0,03	0,511966	0,63	0,735653	1,23	0,890651	1,83
0,04	0,515953	0,64	0,738914	1,24	0,892512	1,84
0,05	0,519939	0,65	0,742154	1,25	0,894350	1,85
0,06	0,523922	0,66	0,745373	1,26	0,896165	1,86
0,07	0,527903	0,67	0,748571	1,27	0,897958	1,87
0,08	0,531881	0,68	0,751748	$\boxed{1{,}28}$	$\boxed{0{,}899727}$	1,88
0,09	0,535856	0,69	0,754903	1,29	0,901475	1,89
0,10	0,539828	0,70	0,758036	1,30	0,903200	1,90

Bedarf in der Wiederbeschaffungszeit

Bislang: Verteilung des Bedarfs in Wiederbeschaffungszeit explizit gegeben

Jetzt: **Wiederbeschaffungszeit von $\boldsymbol{l}$ Perioden** mit Bedarfsmengen $B_1, \dots, B_l$; es gilt:

$$B_{WBZ} = B_1 + \cdots + B_l$$

Annahme: Bedarfsmengen $B_1, \dots, B_l$ sind *unabhängig und normalverteilt* mit **Erwartungswert $\boldsymbol{b}$** und **Varianz $\boldsymbol{\sigma^2}$**.

Somit ist auch die **Gesamtnachfrage** B_{WBZ} **normalverteilt**; es gilt:

$b = 10 \frac{Stk}{h}; \sigma^2 = 25; l = 4h$

$$\mu_{B_{WBZ}} = l \cdot b$$ Erwartungswert $$\mu_{B_{WBZ}} = 4 \cdot 10 = 40$$

$$\sigma^2_{B_{WBZ}} = l \cdot \sigma^2$$ Varianz $$\sigma^2_{B_{WBZ}} = 4 \cdot 25 = 100$$

$$\sigma_{B_{WBZ}} = \sqrt{l} \cdot \sigma$$ Standardabweichung $$\sigma_{B_{WBZ}} = \sqrt{4} \cdot 5 = 10$$

Optimaler Bestellpunkt

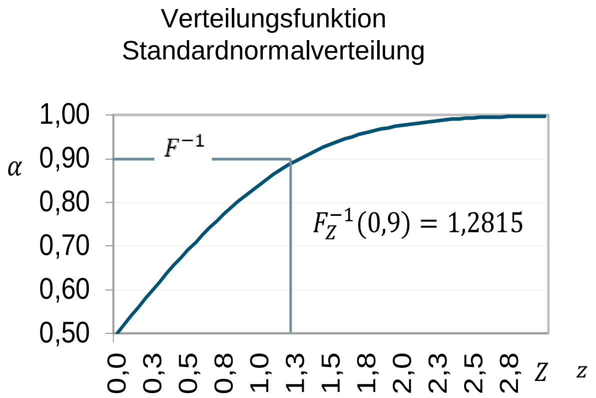
Sicherheitsbestand

$$\boxed{s^* = \mu_{B_{WBZ}} + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma_{B_{WBZ}} = l \cdot b + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}}$$

Beispiel: Kabelhalter

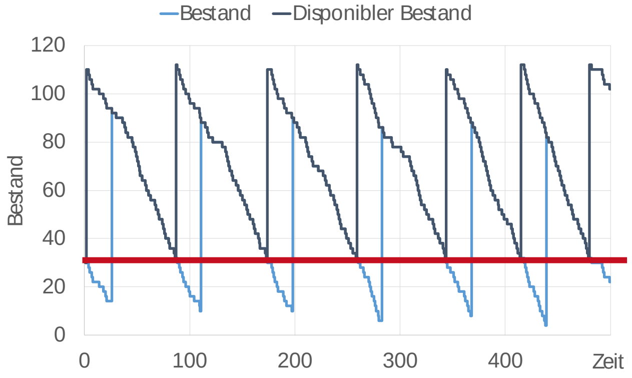
$\mu_{B_{WBZ}} = l \cdot b \quad \sigma_{B_{WBZ}} = \sqrt{l} \cdot \sigma \quad s \geq \mu_{B_{WBZ}} + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma_{B_{WBZ}}$

- Bereitstellung im Kleinladungsträger: $Q = 80$
- Bedarf je 5 Minuten (= 1 Periode)
  $b = 5$; $\sigma = \sqrt{5} = 2{,}236$ (Annahme: Normalverteilung)
- Wiederbeschaffungszeit: 25 Minuten (=5 Perioden)
- Bedarf in Wiederbeschaffungszeit:
  $\mu_{B_{WBZ}} = 5 \cdot 5 = 25$
  $\sigma_{B_{WBZ}} = \sqrt{5} \cdot 2{,}236 = 5$
- α-Servicegrad: 90 %



$$
\begin{aligned}
s &\geq \mu_{B_{WBZ}} + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma_{B_{WBZ}} \\
&\geq 25 + F^{-1}(0{,}9) \cdot 5 \\
&\geq 25 + 1{,}2815 \cdot 5 \\
&\geq 25 + 6{,}4 \\
&\geq 31{,}4 \\
s &= 32
\end{aligned}
$$

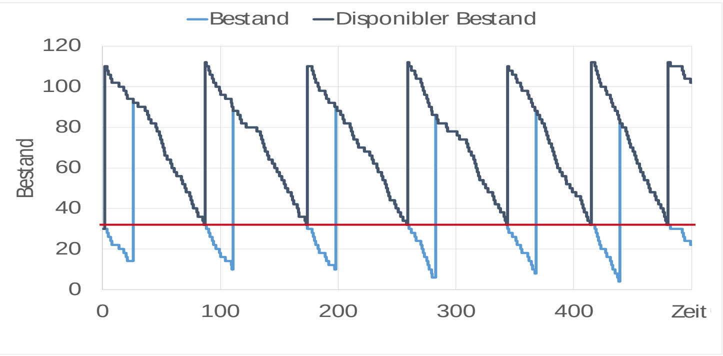
(32; 80)-Politik



$$s^* = l \cdot b + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

Einfluss von Q, WBZ und α auf Meldebestand, Zykluslänge und Sicherheitsbestand?

Ausgangssituation



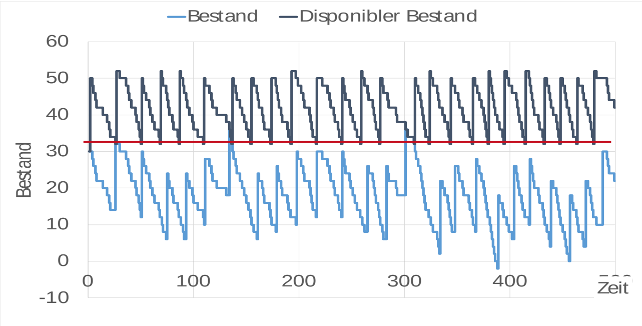
(32; 80)-Politik

WBZ: 25 Min.

$\alpha = 90\%$

$SB = 6{,}4$

Reduzierung Losgröße auf 20



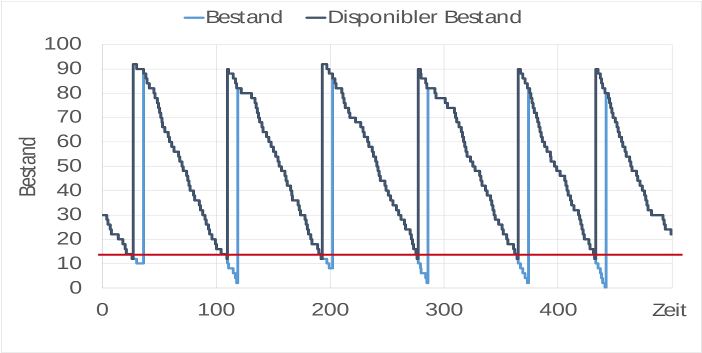
(32; **20**)-Politik

WBZ: 25 Min.

$\alpha = 90\%$

$SB = 6{,}4$

Verkürzung der WBZ auf 10 Minuten



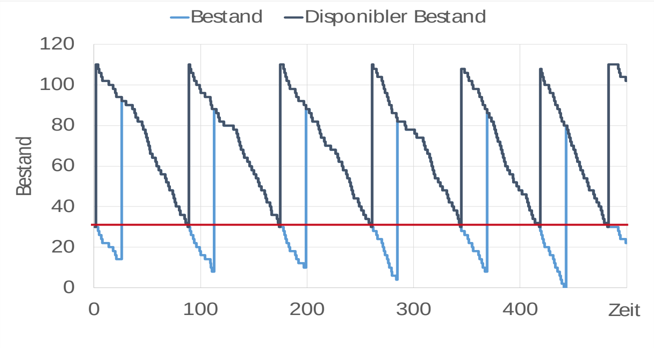
(14; 80)

WBZ: 10 Min.

$\alpha = 90\%$

$SB = 3{,}8$

Reduzierung Servicegrad auf 80 %



(30; 80)

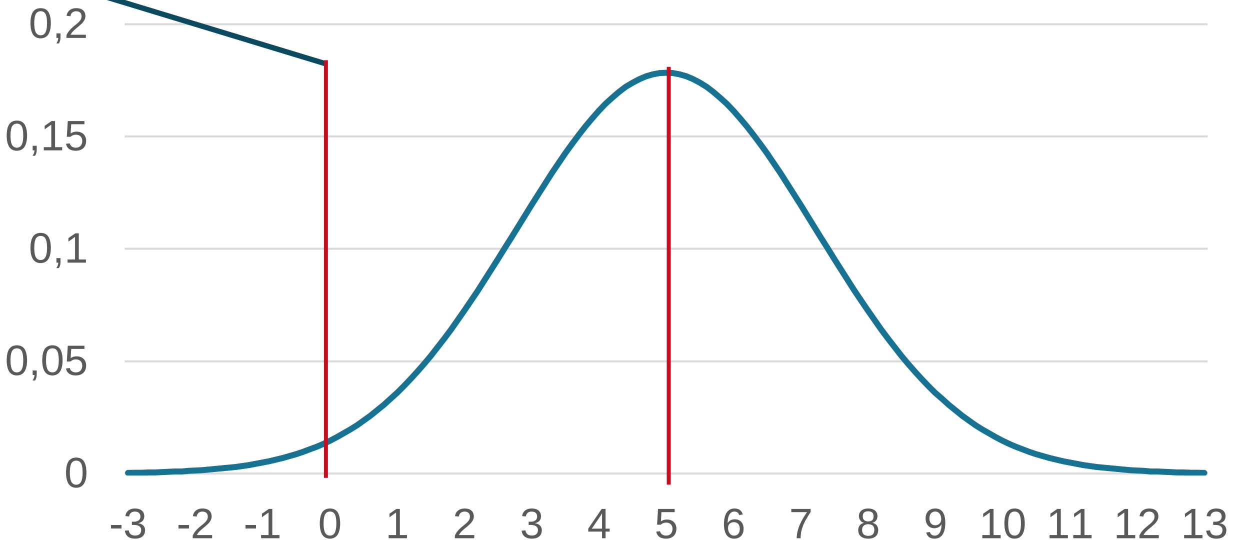
WBZ: 25 Min.

$\boldsymbol{\alpha = 80\%}$

$SB = 4{,}2$

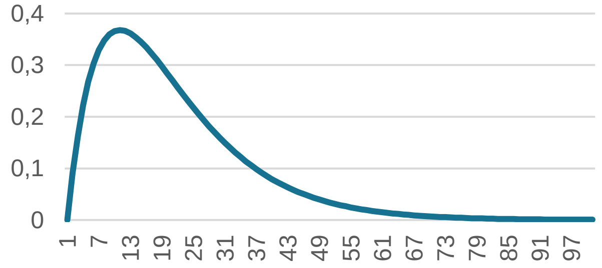
Grenzen der Normalverteilung

! Normalverteilung sieht die Möglichkeit negativer Bedarfe vor

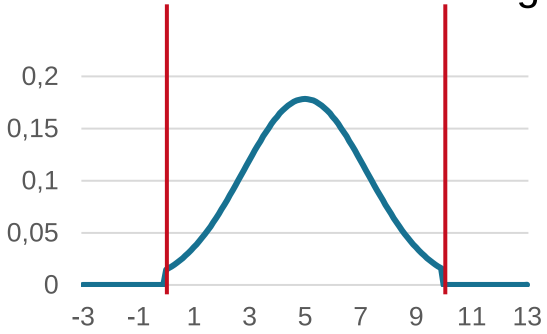


Mögliche Alternativen

Gamma-Verteilung



Beschnittene Normalverteilung



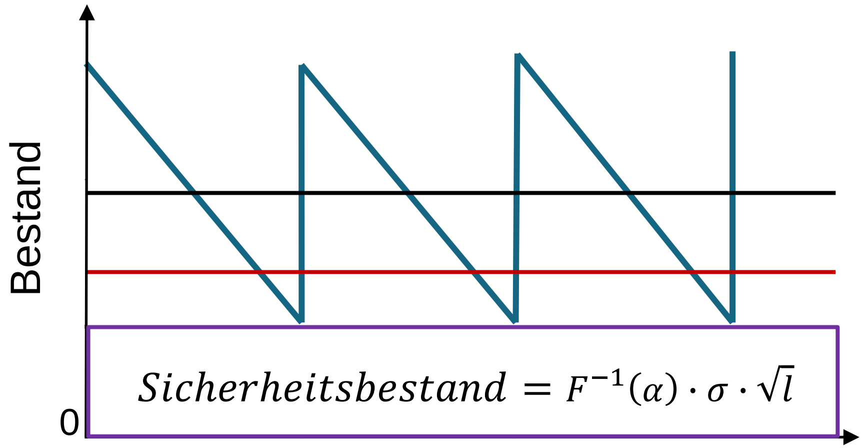
Kennzahlen des Bestandscontrolling

Bestellpunkt: s

Bestellmenge: Q

$$s^* = l \cdot b + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot b}{k^l}}$$



Idealisierter Bestandsverlauf der (s,Q)-Politik

Mittlerer Bestand $\frac{Q^*}{2}$

Optimaler Bestellpunkt s*

		Bei Anwendung (s,Q)-Modell
Durchschnittlicher Bestand	$\frac{\text{Summe der Periodenbestände}}{\text{Periodenanzahl}}$	$F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l} + \frac{Q}{2}$
Bestandsreichweite	$\frac{\text{aktueller Bestand am Stichtag}}{\text{Durchschnittlicher Bedarf pro ZE}}$	$\frac{\text{aktueller Bestand}}{b}$
Umschlagshäufigkeit des Bestands	$\frac{\text{Durchschnittlicher Bedarf pro ZE}}{\text{Durchschnittlicher Bestand}}$	$\frac{b}{F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l} + \frac{Q}{2}}$

Beispiel 5 (fortgesetzt)

Bestellpunkt: s

Bestellmenge: Q

$$s^* = l \cdot b + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot b}{k^l}}$$

b) Wie hoch ist der durchschnittliche Bestand?

$$F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l} + \frac{Q}{2} = 6{,}4[Stk] + \frac{80}{2}[Stk] = 46{,}4[Stk]$$

d) Zurzeit befinden sich ein Ladungsträger mit 80 Einheiten an der Station. Bestimmen Sie die Lagerreichweite in Stunden.

$$\frac{\text{akt. Bestand}}{\text{b}} = \frac{80[\text{Stk}]}{5[\frac{\text{Stk}}{Periode}] \cdot \frac{12\ [Periode]}{1\ [h]}} = 1{,}333\ [h]$$

c) Wie hoch ist die Umschlagshäufigkeit in 8 Stunden?

8 Stunden → 96 Perioden @ 5 min

$$\frac{\text{b}}{F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l} + \frac{Q}{2}} = \frac{5\ [\frac{\text{Stk}}{\text{Periode}}]}{46{,}4\ [Stk]} = 0{,}11 \left[\frac{1}{Periode}\right] \rightarrow 1{,}3 \left[\frac{1}{h}\right] \rightarrow 10{,}34 \left[\frac{1}{8h}\right]$$

Modellkritik und Erweiterungen

Annahme	Folge	Modellerweiterung
Normalverteilung		Realistischere Verteilung ohne negative Bedarfe
Deterministische Wiederbeschaffungszeiten	Überschätzung des Servicegrades	Berücksichtig stochastischer Wiederbeschaffungszeiten
Kontinuierliche Überwachung		Überwachung nur zu gegebenen Zeitpunkten (perdiodische Politiken)
Vormerkfall	Notwendigkeit von ad-hoc Maßnahmen	β-Servicegrad zur mengenmäßigen Bewertung der Fehlmengensituation
Gegebener Servicegrad		
Gegebene Losgröße	Lokales Optimum	Bestimmung aller Entscheidungen im Rahmen einer gemeinsamen Optimierung
Planung jedes Materials einzeln		

Zusammenfassung

Bestellpunkt: s

Bestellmenge: Q

$$s^* = l \cdot d + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^s \cdot d}{k^l}}$$

Das (s,Q) Modell ist ein Bestellpunktsystem mit

- mehreren Perioden und
- unsicheren Bedarfen.

Es wird die **Menge Q** bestellt, sobald der disponible Lagerbestand auf oder unter den Bestellpunkt s fällt.

Der **Bestellpunkt** $\boldsymbol{s}$ kann z.B. so festgelegt werden, dass ein vorgegebener **α-Servicegrad** eingehalten wird.

Die optimale Bestellmenge lässt sich über das **EOQ-Modell** ermitteln.

Der optimale **Bestellpunkt** $\boldsymbol{s}$

- steigt mit dem Bedarf,
- steigt mit der Wiederbeschaffungszeit,
- steigt mit der Standardabweichung des Bedarfs und
- steigt mit minimal geforderten Servicegrad.

Anschlussfrage: welcher Servicegrad sollte gewählt werden?

Der optimale Servicegrad

Bestellpunkt: s

Bestellmenge: Q

$$s^* = l \cdot d + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^S \cdot d}{k^l}}$$

Für welche Produkte sollte ein hoher Servicegrad angestrebt werden, für welche eher nicht?

Beispiel 1 - Ein Zeitungsjunge (newsboy, newsvendor)

Photo by Thomas Charters on Unsplash

Ein Zeitungsjunge erwirbt morgens einen Bestand von Zeitungen zum **Einkaufspreis k^v = 1€**. Der **Verkaufspreis beträgt p^{sales} = 5€**. Nicht verkaufte Zeitungen sind am Abend wertlos (**Restpreis $p^{salvage}$ = 0€**). Der Zeitungsjunge kann im Tagesverlauf nicht nachbestellen.

Die Nachfrage D ist unsicher.* Die Prognose lautet:

Nachfragerealisierung d	0	10	20	30	40
Wahrscheinlichkeit $D = d$	0,25	0,3	0,2	0,15	0,1

Wie viele Zeitungen sollte er kaufen, um seinen erwarteten Deckungsbeitrag zu maximieren?

Lösung auf den ersten Blick:

Erwartete Nachfrage (expected demand):
E(D)= 0,25 · 0 + 0,3 · 10 + 0,2 · 20 + 0,15 · 30 + 0,1 · 40 = 15,5 Zeitungen/Tag

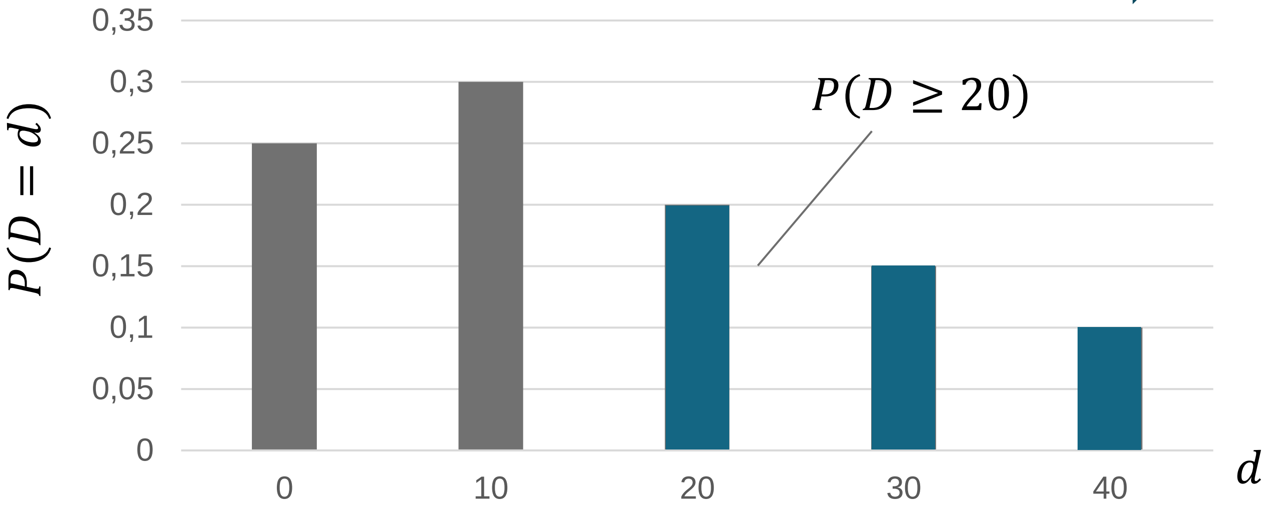
Erwarteter Deckungsbeitrag bei Bevorratung von 15 Zeitungen:
E(DB) = 0 · (5 € − 1 €) · (0,25)+10 · (5 € − 1 €) · (0,3)+15 · (5 € − 1 €) · (0,2+0,15+0,1)= 15,5 · 4 €
= 39 €

Sollte der Zeitungsjunge zufrieden sein?

* Wir beziehen uns im Folgenden auf die Nachfrage; die Ausführungen gelten analog auch für den Bedarf

Beispiel 1 - Ein Zeitungsjunge: zwei Sichten auf die Nachfrage

Nachfragerealisierung d	0	10	20	30	d^{max} =40
Wahrscheinlichkeit $P(D = d)$	0,25	0,3	0,2	0,15	0,1



Nachfragerealisierung d	0	1…10	11…20	21…30	31…40	41
Wahrscheinlichkeit größerer gleich Nachfrage $P(D \geq d)$	1	0,75	0,45	0,25	0,1	0

Beispiel 1 - Ein Zeitungsjunge

d	$P(D \geq d)$
0	1
1…10	0,75
11…20	0,45
21…30	0,25
31…40	0,1
41…	0

k^v Einkaufspreis je Stück

p^{sales} Stückerlös

Q Bevorratungsmenge

D Zufällige Nachfrage

d Nachfragerealisation

$P()$ Wahrscheinlichkeit

$k^v = 1€,\ p^{sales} = 5€$

Bestand Q	Erwarteter Erlös	Kosten	Erwarteter DB
1	p^{sales} ·P(D≥1) = 5·0,75 = 3,75	k^v · Q=1	2,75
2	p^{sales} ·P(D≥1) +p^{sales} ·P(D≥2) = 5·(0,75+0,75) = 5·(2·0,75) = 7,5	2	5,50
…			
9	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥9)) = 5·(9·0,75) = 33,75	9	24,75
10	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥10)) = 5·(10·0,75) = 37,50	10	27,50
11	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥11)) = 5·(10·0,75+0,45) = 39,75	11	28,75
…			
19	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥19)) = 5·(7,5+9·0,45) = 57,75	19	38,75
20	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥20)) =5·(7,5+10·0,45) = 5·(7,5+4,5) = 60,00	20	40,00
21	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥21)) = 5·(7,5+4,5+0,25) = 61,25	21	40,25
…			
29	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥29)) = 5·(7,5+4,5+9·0,25) = 71,25	29	42,25
30	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥30)) = 5·(7,5+4,5+10·0,25) = 72,50	30	42,50
31	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥31)) = 5·(7,5+4,5+2,5+0,1) = 73,00	31	42,00
…			
39	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥39)) = 5·(7,5+4,5+2,5+0,9) = 77,00	39	38,00
40	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥40)) = 5·(7,5+4,5+2,5+1,0) = 77,50	40	37,50
41	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥41)) = 5·(7,5+4,5+2,5+1,0+0,0) = 77,50	41	36,50
…			

Beispiel 1 - Ein Zeitungsjunge

d	$P(D \geq d)$
0	1
1…10	0,75
11…20	0,45
21…30	0,25
31…40	0,1
41…	0

k^v Einkaufspreis je Stück

p^{sales} Stückerlös

Q Bevorratungsmenge

D Zufällige Nachfrage

d Nachfragerealisation

$P()$ Wahrscheinlichkeit

$k^v = 1€,\ p^{sales} = 5€$

Bestand Q	Erwarteter Erlös	Kosten	Erwarteter DB
29	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥29)) = 5·(7,5+4,5+9·0,25) = 71,25	29	42,25
30	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥30)) = 5·(7,5+4,5+10·0,25) = 72,50	30	42,50
31	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥31)) = 5·(7,5+4,5+2,5+0,1) = 73,00	31	42,00
…			
39	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥39)) = 5·(7,5+4,5+2,5+0,9) = 77,00	39	38,00
40	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥40)) = 5·(7,5+4,5+2,5+1,0) = 77,50	40	37,50
41	p^{sales} ·(P(D≥1)+…+P(D≥41)) = 5·(7,5+4,5+2,5+1,0+0,0) = 77,50	41	36,50
…			

Optimale Politik

➔ Erhöhe den Anfangsbestand Q, solange der erwartete Deckungsbeitrag steigt

➔ Voraussetzung: der erwartete Erlös (Grenzerlös) der letzten bevorraten Zeitung ist größer als die variablen Kosten (=Grenzkosten):

$$p^{sales} \cdot P(D \geq Q) > k^v$$

Hier:

30 bestellen? $5 \cdot \mathrm{P}(D \geq 30) = 5 \cdot 0{,}25 = 1{,}25 > k^v = 1$ ☑

31 bestellen? $5 \cdot \mathrm{P}(D \geq 31) = 5 \cdot 0{,}1 = 0{,}5 < k^v = 1$

Beispiel 1 - Ein Zeitungsjunge - Illustration Zielfunktion

k^v Einkaufspreis je Stück

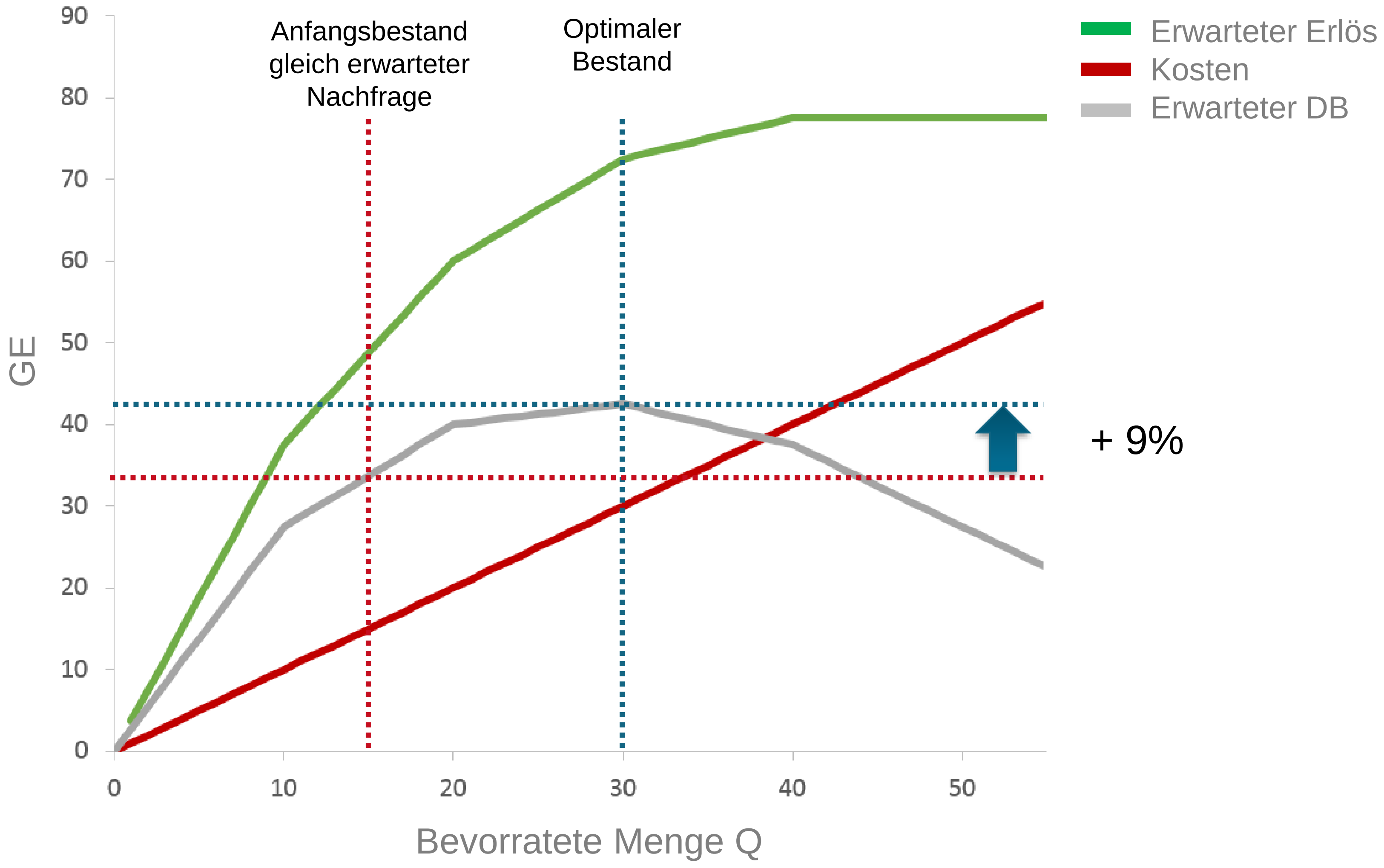
p^{sales} Stückerlös

Q Bevorratungsmenge

D Zufällige Nachfrage

d Nachfragerealisation

$P()$ Wahrscheinlichkeit



α –Servicegrad des Zeitungsjungen

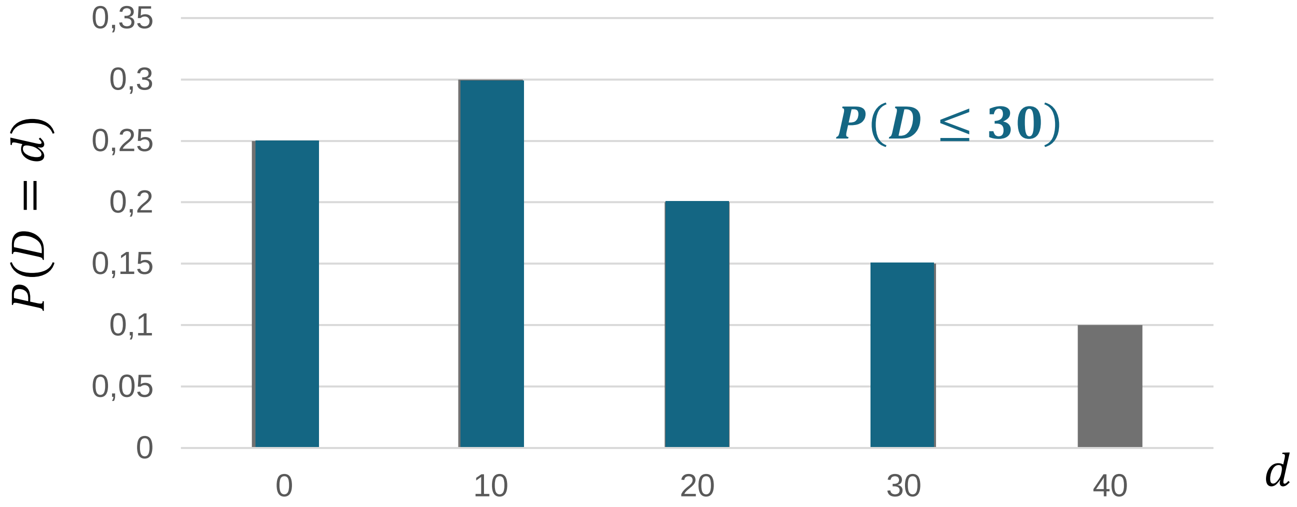
k^v Einkaufspreis je Stück
p^{sales} Stückerlös
Q Bevorratungsmenge
D Zufällige Nachfrage
d Nachfragerealisation
$P()$ Wahrscheinlichkeit

α –Servicegrad: Wahrscheinlichkeit, dass alle Kunden bedient werden, wenn der Anfangsbestand Q Zeitungen beträgt

$$\alpha = \mathrm{P}(\mathrm{D} \leq Q)$$

Bei einer Bevorratung von 30 Zeitschriften folgt:

$$\mathrm{P}(\mathrm{D} \leq 30) = 0{,}9$$



Gesucht: allgemeine Berechnungsvorschrift für den optimalen α-Servicegrad

Allgemein formuliert

k^v Einkaufspreis je Stück

p^{sales} Stückerlös

Q Bevorratungsmenge

D Zufällige Nachfrage

d Nachfragerealisation

$P()$ Wahrscheinlichkeit

Fehlmengenkostensatz c_u (under-stocked)

vs.

Überbestandskosten c_o (over-stocked)

Fehlmengenkostensatz c_u

Die realisierte Nachfrage ist größer als die Bevorratungsmenge. $(\boldsymbol{D} > \boldsymbol{Q})$

c_u ist der Betrag, um den man besser dastehen würde, wenn man eine Einheit mehr bevorratet hätte.

Im Beispiel des Zeitungsjungen: entgangener Deckungsbeitrag (Opportunitätskosten)

Überbestandskostensatz c_o

Die realisierte Nachfrage ist kleiner als die Bevorratungsmenge. $(\boldsymbol{D} < \boldsymbol{Q})$

c_o ist der Betrag, um den man besser dastehen würde, wenn man eine Einheit weniger bevorratet hätte.

Im Beispiel des Zeitungsjungen: Einkaufspreis abzüglich Restpreis

Im Fall des Zeitungsjungen

k^v Einkaufspreis je Stück

p^{sales} Stückerlös

$p^{salvage}$ Restpreis

Q Bevorratungsmenge

D Zufällige Nachfrage

d Nachfragerealisation

$P()$ Wahrscheinlichkeit

Fehlmengenkostensatz c_u (under-stocked)

vs.

Überbestandskosten c_o (over-stocked)

Fehlmengenkostensatz c_u: entgangener Deckungsbeitrag je Zeitung

$$c_u = p^{sales} - k^v = 5 - 1 = 4$$

Überbestandskostensatz c_o: Entsorgung einer zum Preis k^v erstandenen Zeitung zum Restpreis $p^{salvage}$

$$c_o = k^v - p^{salvage} = 1 - 0 = 1$$

Aus $p \cdot P(D \geq Q) \geq k^v$ folgt für den optimalen α-Servicegrad:*

$$\alpha = P(D \leq Q) \geq \frac{c_u}{c_o + c_u} = \frac{4}{1+4} = 0{,}8$$

$\frac{c_u}{c_o+c_u}$ wird auch als **Kritisches Verhältnis** (CR) bezeichnet

Optimale Bevorratungsmenge Q

$Q = 30 \qquad P(D \leq 30) = 0{,}9 \geq 0{,}8$

$Q = 29 \qquad P(D \leq 29) = 0{,}75 \leq 0{,}8$

Gewählt wird $Q^* = 30$, da anderenfalls der optimale α-Servicegrad nicht erreicht wird.

* Herleitung s. OMT, S. 111

Formel vs. Intuition

Fehlmengenkostensatz c_u (under-stocked)

vs.

Überbestandskosten c_o (over-stocked)

Der optimale Servicegrad

$$\alpha \geq \boxed{\frac{c_u}{c_o + c_u}}$$

Kritisches Verhältnis

Was passiert mit der optimalen Bestellmenge, wenn

- “Goodwill” Kosten der Kunden bei Nichtverfügbarkeit steigen?

  c_u steigt → α-Servicegrad steigt

- Substitutionseffekte auftreten (geht ein Produkt aus, weichen Kunden stattdessen ein anderes aus)?

  c_u fällt → α-Servicegrad sinkt

- Komplementär-Effekte auftreten (geht ein Produkt aus, kann man ein zweites ebenfalls nicht verkaufen)?

  c_u steigt → α-Servicegrad steigt

Der optimale Servicegrad

Bestellpunkt: s

Bestellmenge: Q

$$s^* = l \cdot d + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k^S \cdot d}{k^l}}$$

Für welche Produkte sollte ein hoher Servicegrad angestrebt werden, für welche eher nicht?

Erkenntnisse aus der Anwendung des Zeitungsjungen-Modells

Fehlmengenkostensatz c_u
(under-stocked)

vs.

Überbestandskosten c_o
(over-stocked)

Der optimale Servicegrad

$$\alpha \geq \boxed{\frac{c_u}{c_o + c_u}}$$

Kritisches Verhältnis

Vom Zeitungsjungen in die Industrie

Fehlmengenkosten c_u

- Entgangene Deckungsbeiträge aufgrund stornierter Aufträge
- Entgangene Deckungsbeiträge aufgrund nicht genutzter Produktionszeit
- Strafzahlungen aufgrund verspäteter Fertigstellung
- Expressversandkosten
- …

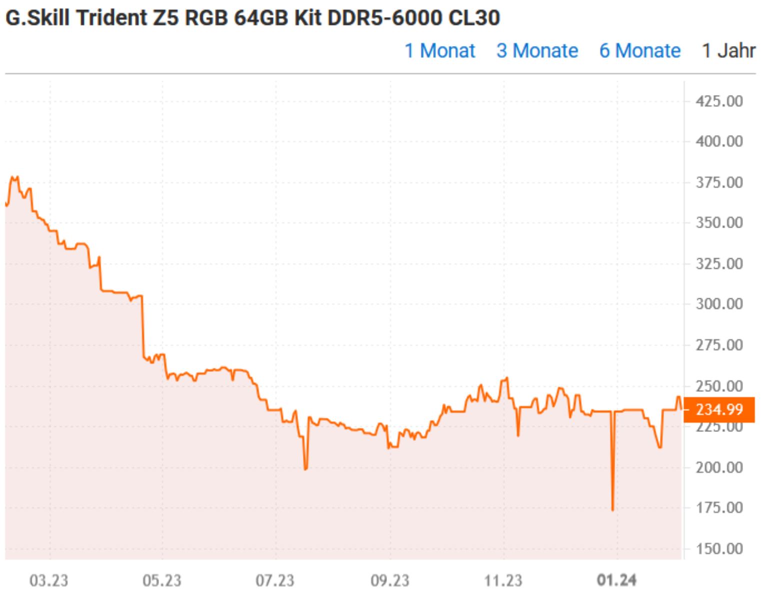
Überbestandskosten c_o

- Kapitalbindung
- Wertverlust
- Versicherung
- Lagergebühr bei Dienstleister
- …

Servicegrade in verschiedenen Anwendungsfällen

$$\alpha \geq \frac{c_u}{c_o + c_u}$$

- **Kraftwerke**
  - Mangel an Brennstoffen würde einen Betriebsstillstand bedeuten
  - Die Folge währen hohe Wiederanlaufkosten und erhebliche Strafen (c_u ↗↗)
    → sehr hoher Servicegrad
  - Beobachtung: sehr hohe Lagerbestände (bis zu mehreren Monaten)
- **Automobilindustrie**
  - Hohe Kosten von Bandstillständen (c_u ↗)
    → sehr hoher Servicegrad gefordert
  - Beobachtung: Lagerbestand von nur wenigen Tagen
  - Grund: hohe Lagerkosten (c_o ↗) sowie
    Fehlmengenvermeidung durch Notfallmaßnahmen (c_u ↘)
- **Hightech-Industrie**
  - Hoher Preisverfall gerade in Einführungsphase (c_o ↗↗)
  - Lieferengpässe werden vom Handel in Kauf genommen
    → geringe Bestände

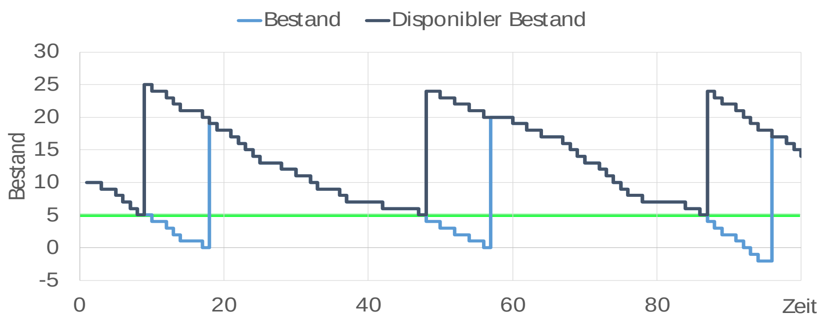


Zusammenhang von Servicegrad und Bestellpolitik

Mittelfristige Fragestellung:

Bestimmung des optimalen Servicegrads zur Minimierung von Fehlmengen- und Überbestandskostensätze

$$\alpha \geq \frac{c_u}{c_o + c_u}$$

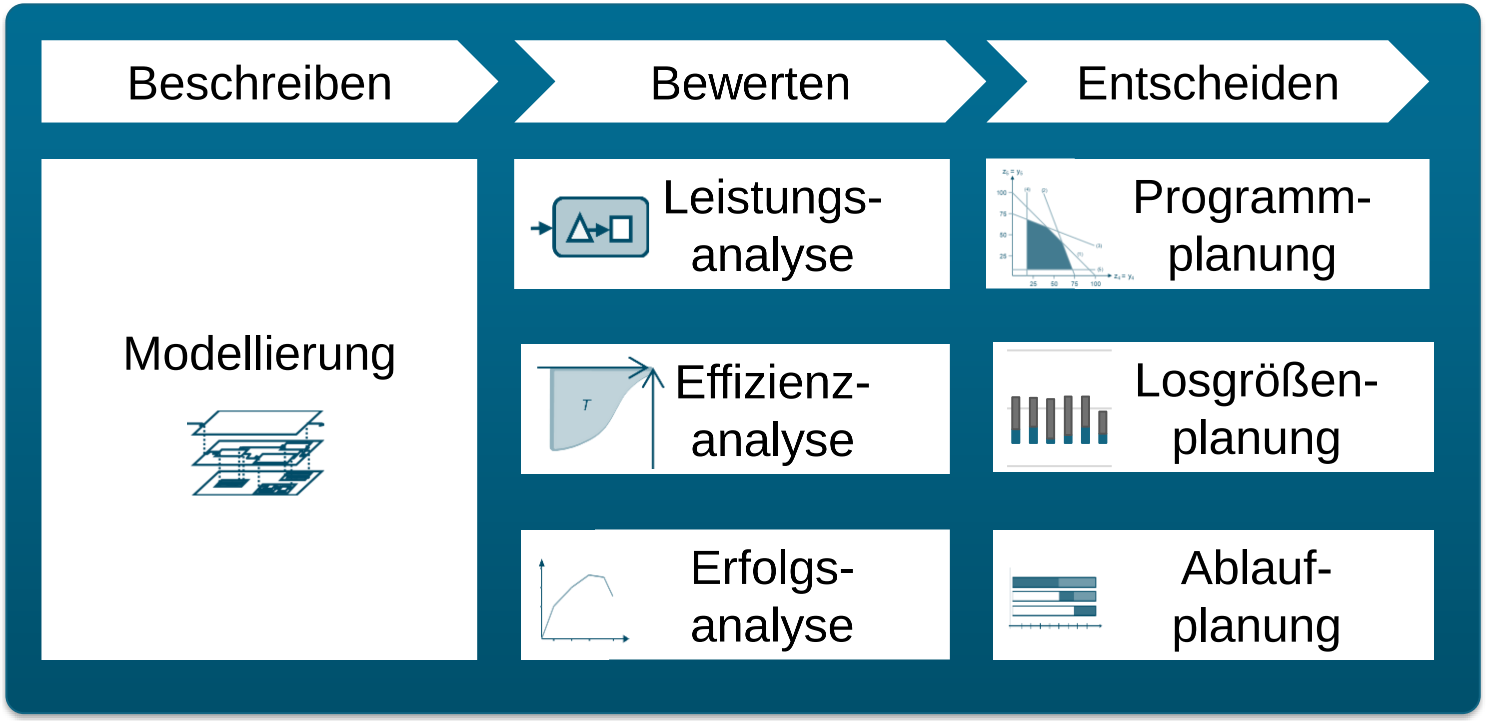


Kurzfristige Fragestellung:

Parametrierung der Bestellpolitik (hier: Bestimmung von s^*), um Bestandskosten für gegebenen Servicegrad zu minimieren

$$s^* = l \cdot d + F^{-1}(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{l}$$

Rahmen der Veranstaltung



Weiterführende Veranstaltungen

	Sommersemester/ summer term	Wintersemester/ winter term
B. Sc.	VL+UE+TUT – (Marketing &) Produktionsmanagement - POMBasics – 6 LP - schriftlich	
B. Sc.	SEM – Praxisfälle des industriellen Produktions- und Dienstleistungsmanagement POMcases – 6 LP - Portfolio	
B. Sc. / M. Sc.	IV – Planung und Steuerung industrieller Produktionsprozesse - PSiP – 6 LP - mündlich	IV – Gestaltung industrieller Produktionssysteme - GiP – 6 LP - mündlich
M. Sc.	IV – Production and Operations Management in the Automotive Industry - AutoPOM – 6 LP - mündlich	IV – Sustainable Production and Operations Management - SusPOM – 6 LP - mündlich
M. Sc.	SEM – Advanced Methods and Tools of Operations Management POMcoding#lab – 6 LP - Portfolio	

Viel Erfolg bei der Klausur!

Bitte nicht vergessen:

- Lineal
- Farbige Stifte
- Taschenrechner
- Studierendenausweis

Fakultät VII Wirtschaft & Management
Fachgebiet Industrielles Produktions- und Dienstleistungsmanagement
Prof. Dr. Thomas Volling

http://pom.tu-berlin.de