

# Kennliniengestütztes Lagermanagement

Dipl.-Ök. Rouven Nickel

Koenig & Bauer AG, Würzburg

31. März 2006



# Chancen und Risiken der Lagerhaltung



## Ziele des Lagermanagements:

- hohe Lieferbereitschaft
- niedrige Kosten

# Beispiel für ein Versandlager eines deutschen Unternehmens des Werkzeugbaus

## Lagerkennzahlen

Anzahl Lagerartikel: 3.161 Artikel  
Bestand: ca. 3,5 Mio. Stk.  
Bestandswert: ca. 5,8 Mio. Euro  
Servicegrad: ca. 90%  
Lagerreichweite: ca. 83 BKT

## Bewegungsdaten

Zugangsereignisse: ca. 18.680 p.a.  
Abgangsereignisse: ca. 278.000 p.a.  
Umschlagsmenge: ca. 15,3 Mio. Stk. p.a.

## Lagerkosten

- ca. 1,2 Mio. Euro p.a.

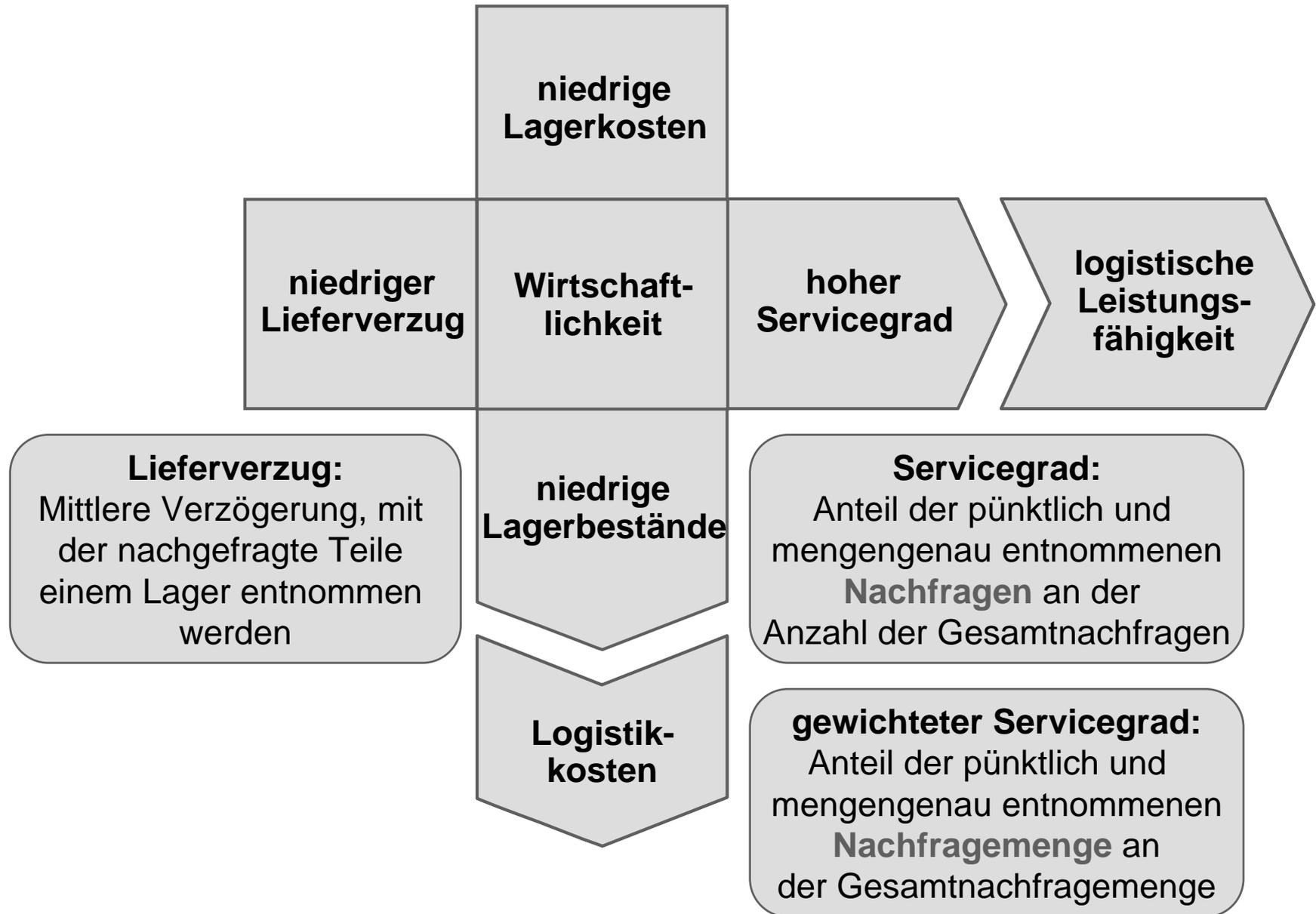
## Bestandswert

- ca. 23 % des Umsatzes

## Probleme

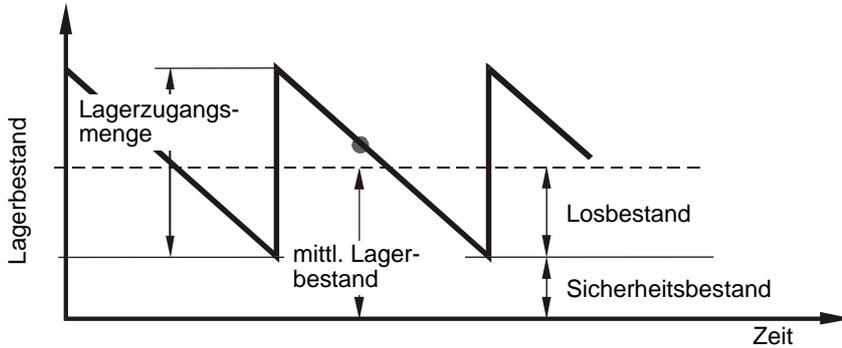
- schlechte Lieferbereitschaft trotz hoher Bestände
- kein systematisches Lagermanagement

# Zielsystem des Lagermanagements

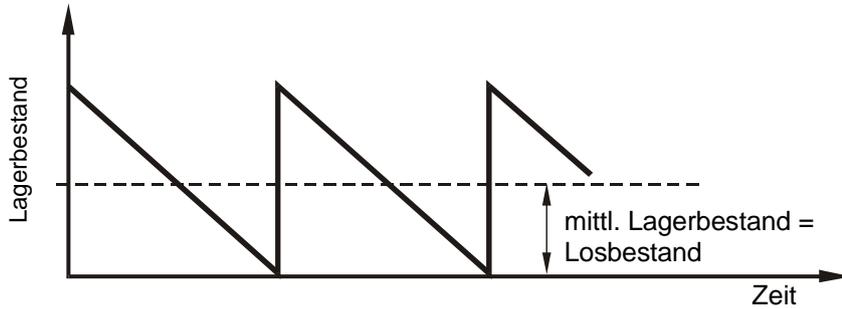


# Entwicklung der idealen Servicegradkennlinie

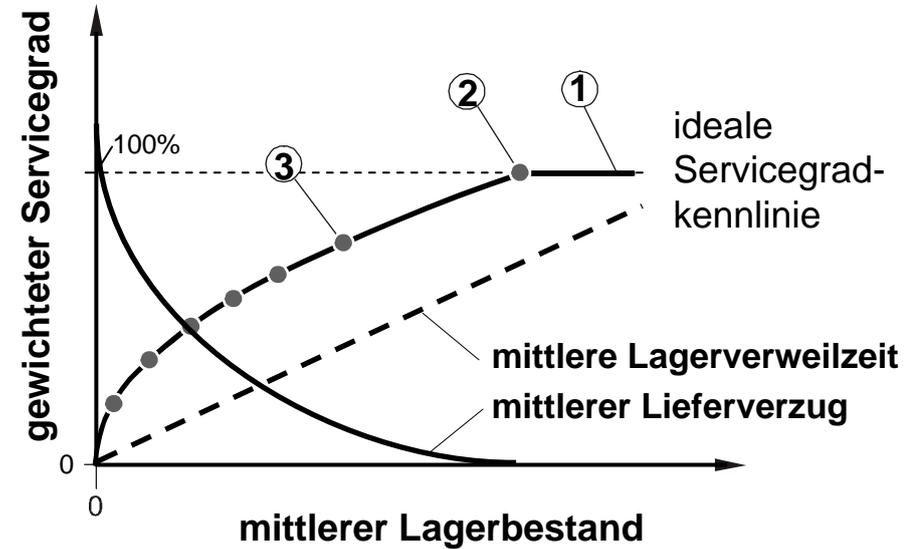
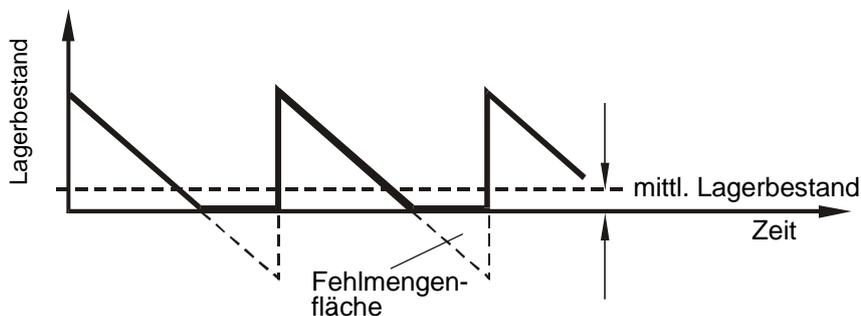
## ① mit Sicherheitsbestand



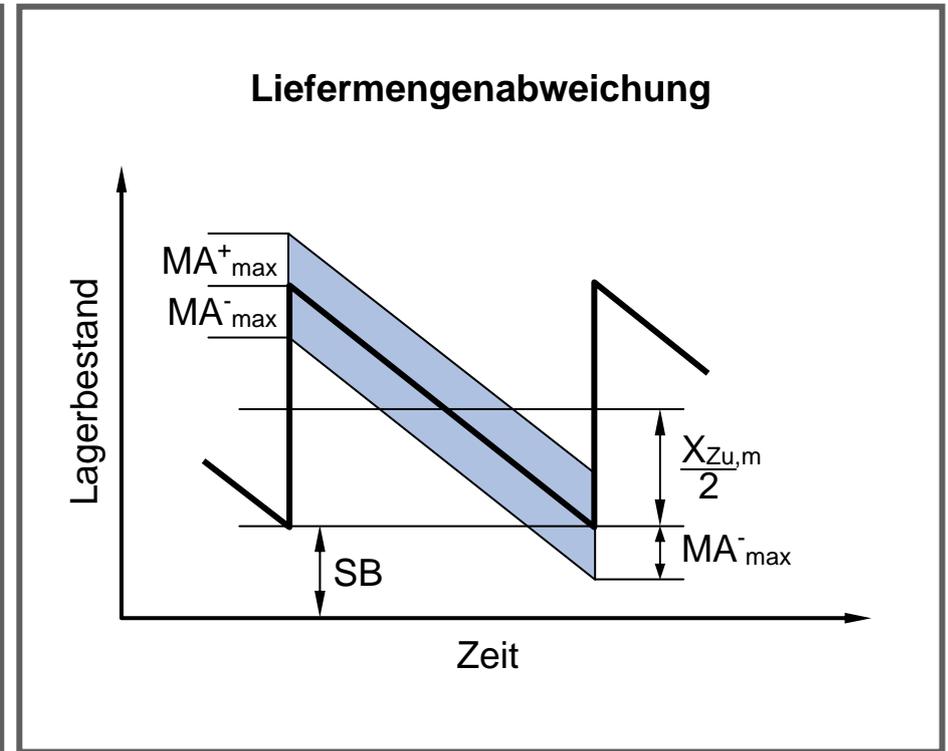
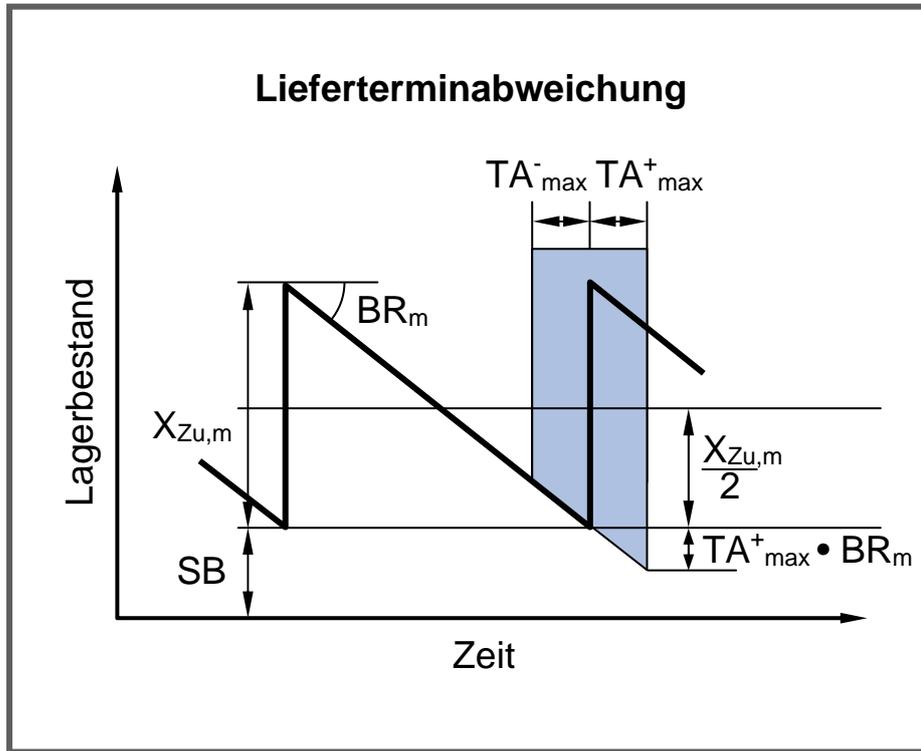
## ② ohne Sicherheitsbestand, ohne Fehlbestand



## ③ mit Fehlbestand



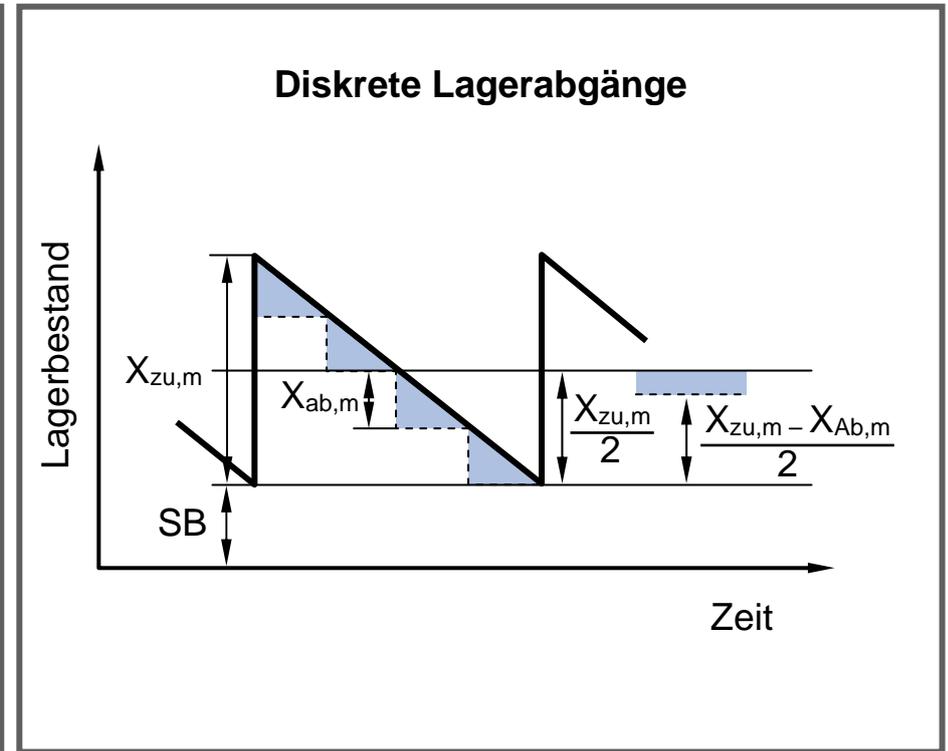
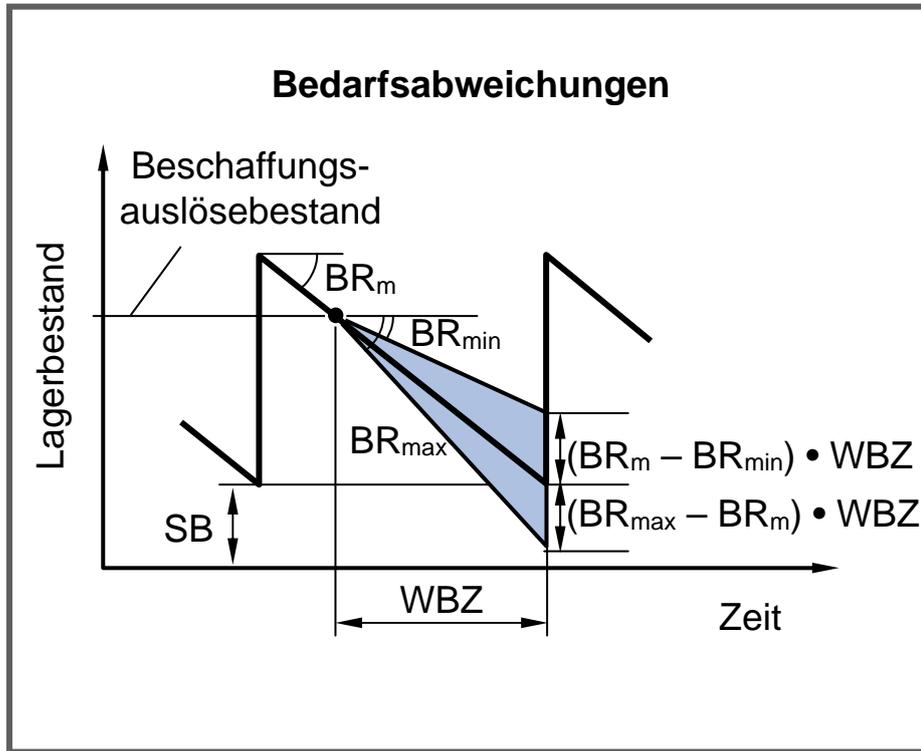
# Auswirkungen von Zugangs-Planabweichungen im allgemeinen Lagermodell



$X_{Zu,m}$  : mittlere Lagerzugangsmenge  
 $BR_m$  : mittlere Bedarfsrate  
 $SB$  : Sicherheitsbestand

$TA_{max}^+$  : max. positive Terminabweichung  
 $TA_{max}^-$  : max. negative Terminabweichung  
 $MA_{max}^+$  : max. positive Mengenabweichung  
 $MA_{max}^-$  : max. negative Mengenabweichung

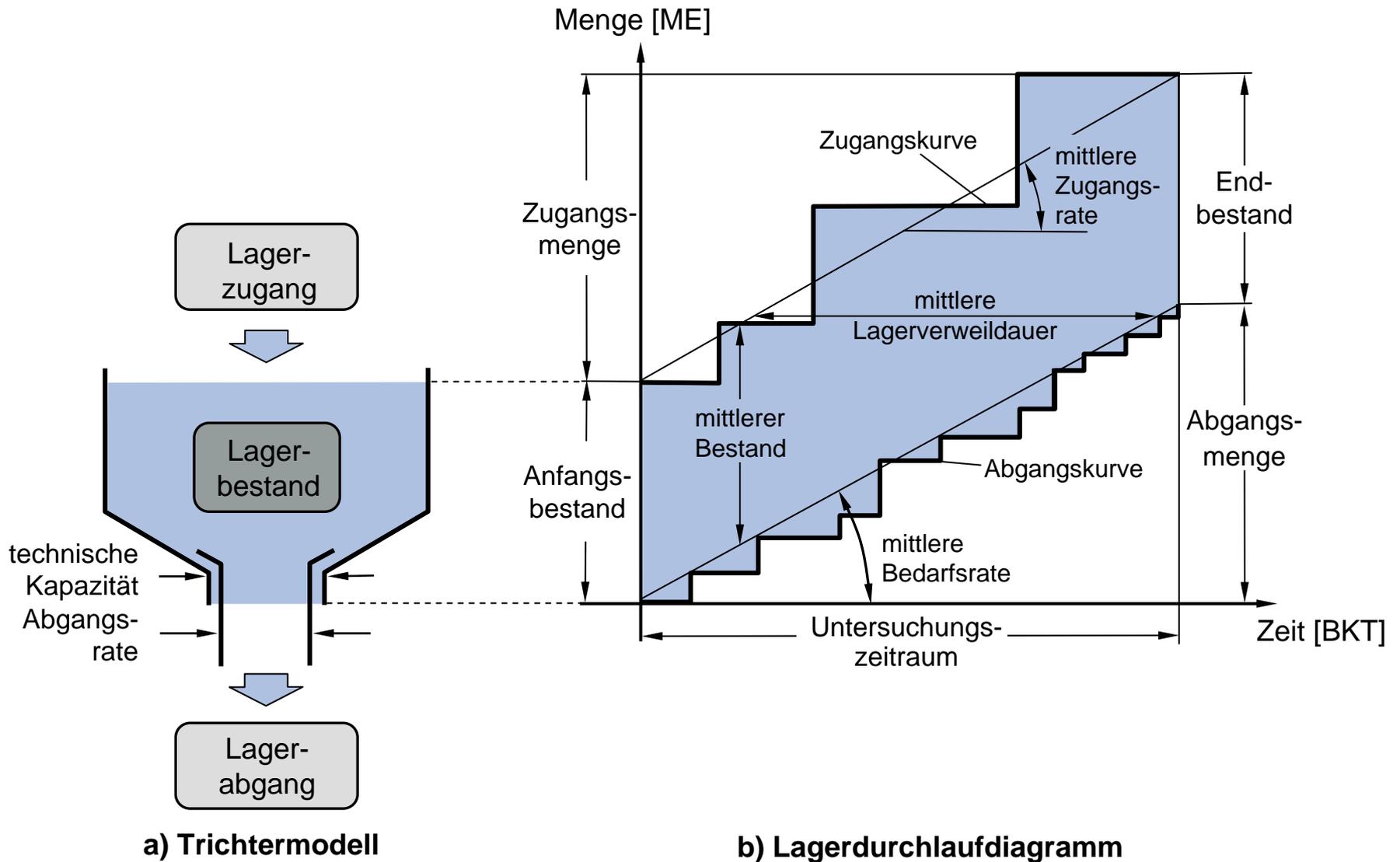
# Auswirkungen von Abgangs-Planabweichungen im allgemeinen Lagermodell



- $BR_m$  : mittlere Lagerabgangsrate
- $BR_{max}$  : maximale Lagerabgangsrate
- $BR_{min}$  : minimale Lagerabgangsrate
- WBZ : Wiederbeschaffungszeit

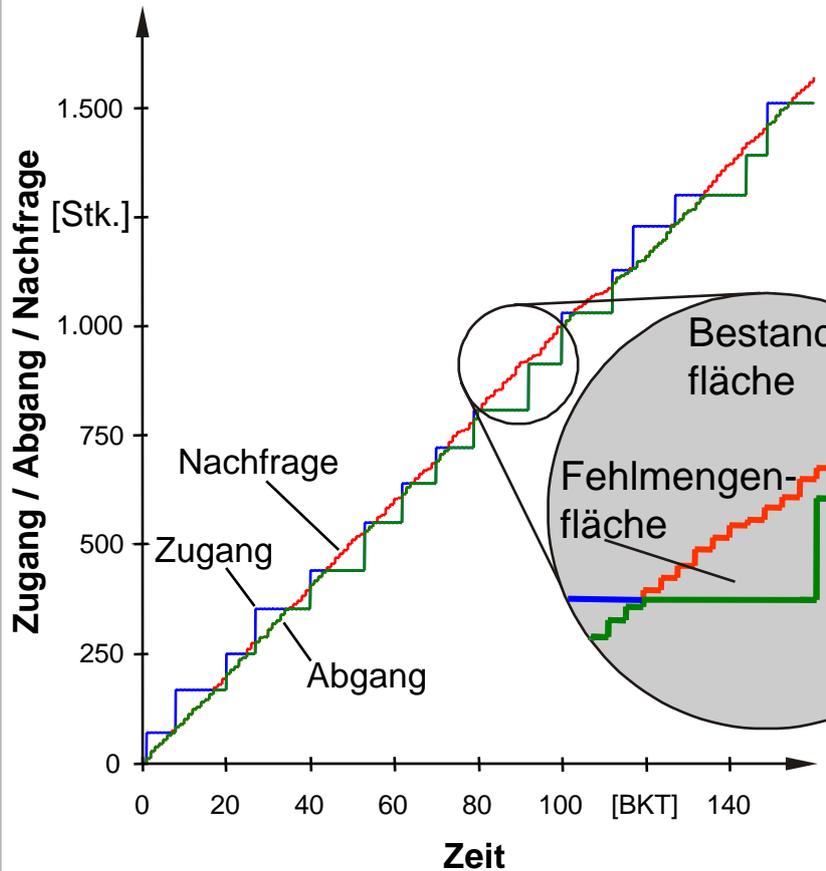
- $X_{zu,m}$  : mittlere Lagerzugangsmenge
- $X_{ab,m}$  : mittlere Lagerabgangsmenge
- SB : Sicherheitsbestand

# Trichtermodell und Lagerdurchlaufdiagramm



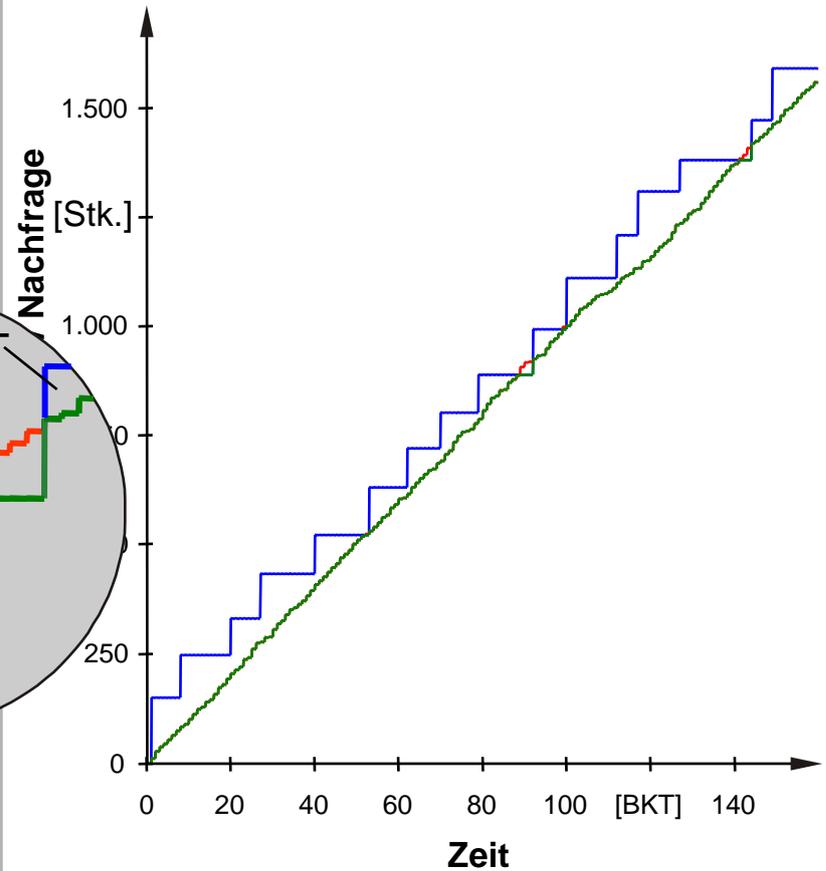
# Lagerdurchlaufdiagramme (Ausschnitt: 150 BKT)

**Simulationslauf Nr. 7  
niedriger mittlerer Bestand**



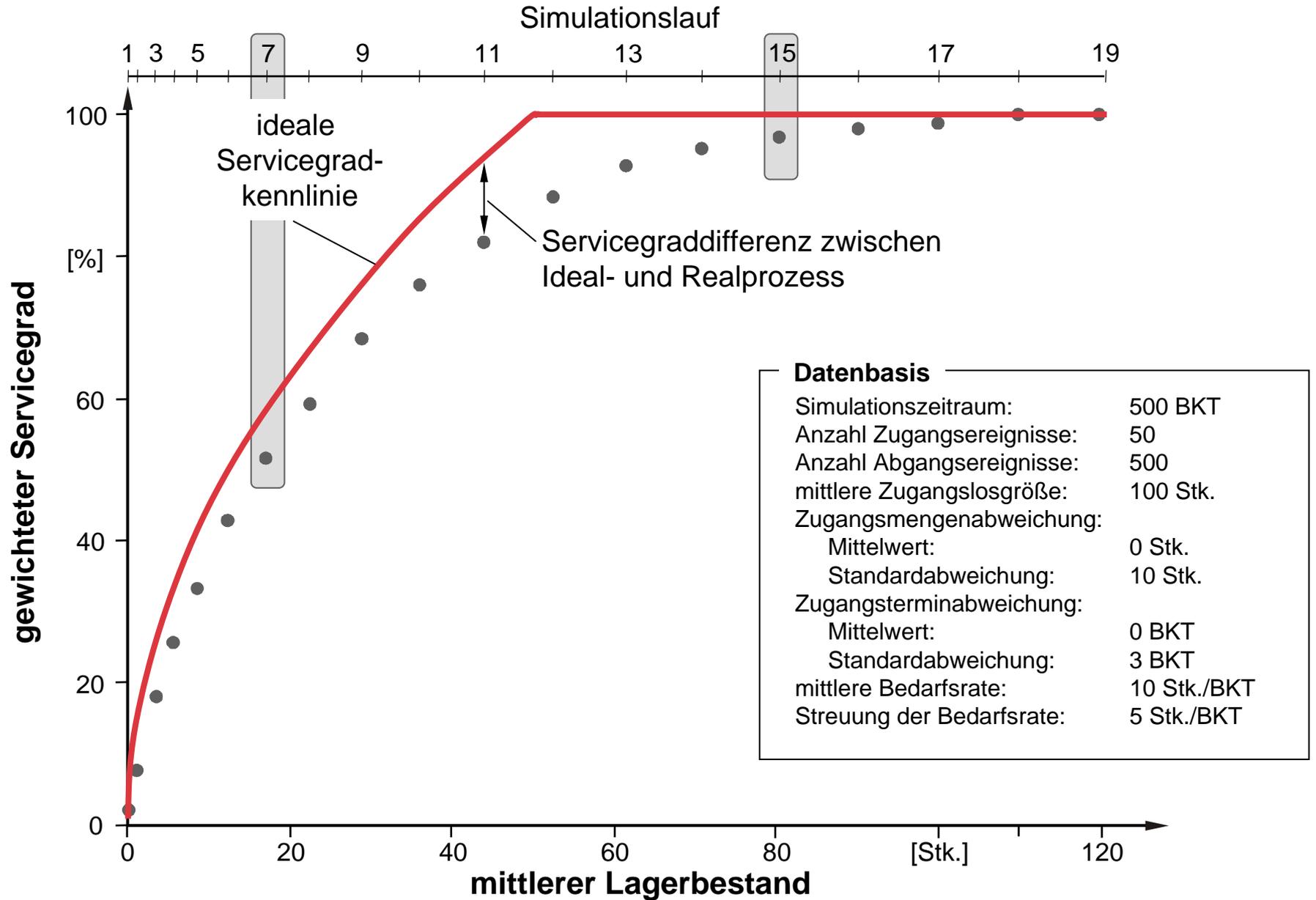
**mittlerer Lagerbestand: 17,0 Stk.  
gewichteter Servicegrad: 51,6 %**

**Simulationslauf Nr. 15  
hoher mittlerer Bestand**

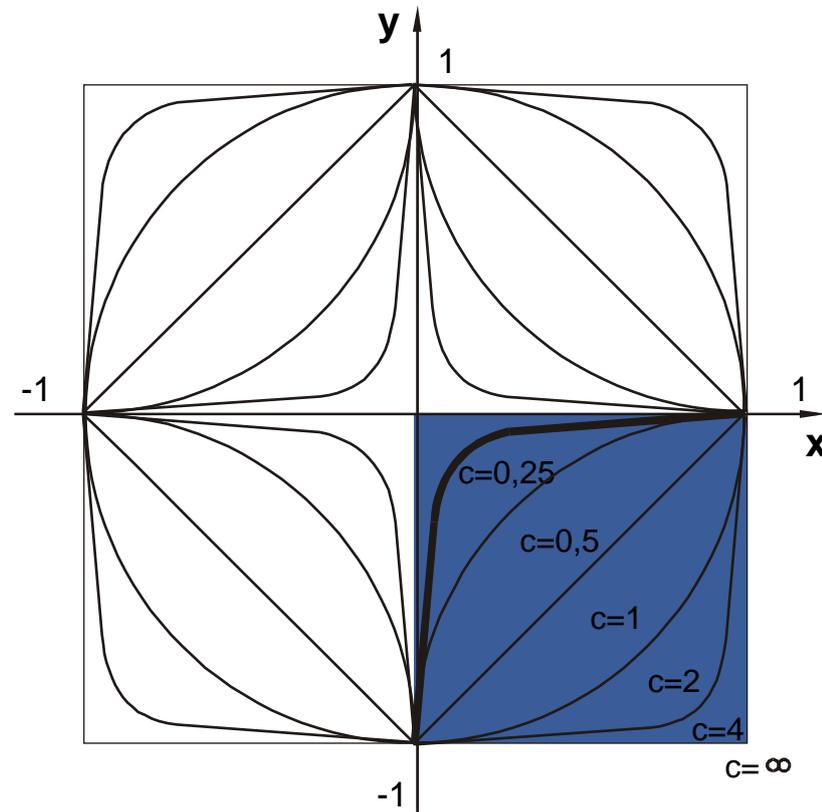


**mittlerer Lagerbestand: 80,4 Stk.  
gewichteter Servicegrad: 96,8 %**

# Simulation von Servicegradkennlinien



# Die C-Norm Funktion



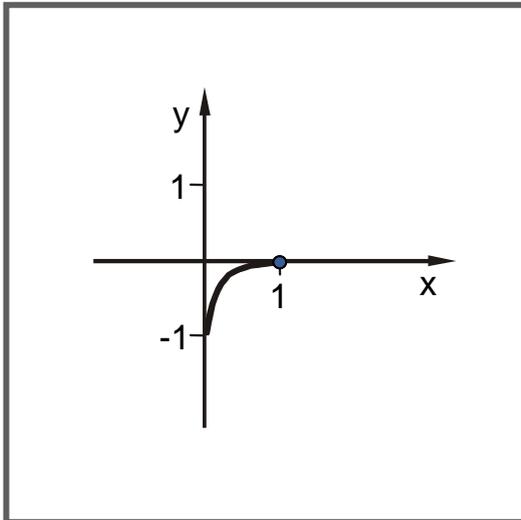
**Gleichungssystem der C-Norm Funktion**

$$\left. \begin{aligned} x(t) &= t \\ y(t) &= 1 - \sqrt[C]{1-t^C} \end{aligned} \right\}$$

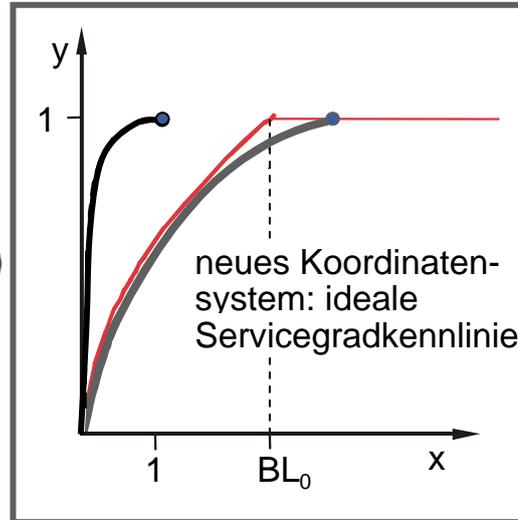
C: C-Norm Parameter  
t: Laufparameter,  $t \in [0;1]$

# Entwicklung der Servicegradkennlinie aus der C-Norm Funktion

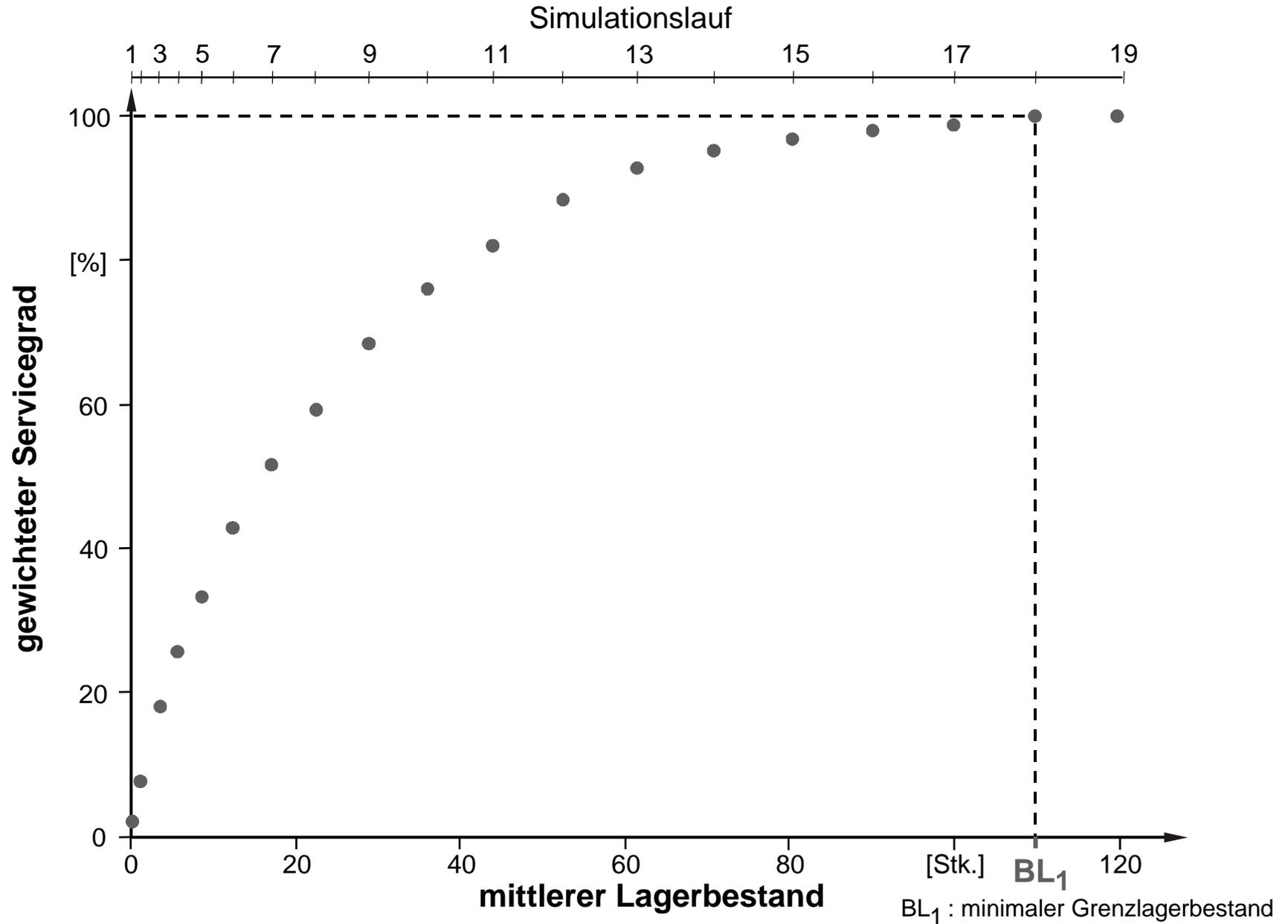
## 1) Verschieben (y-Richtung)



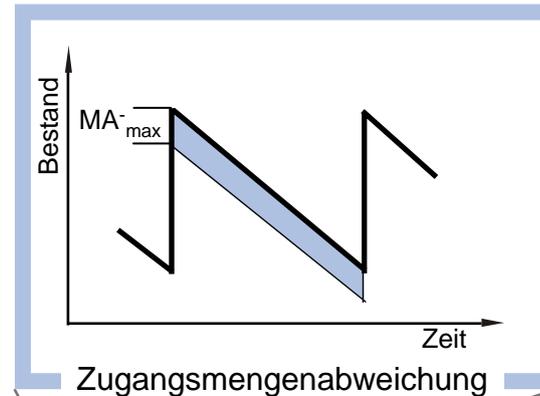
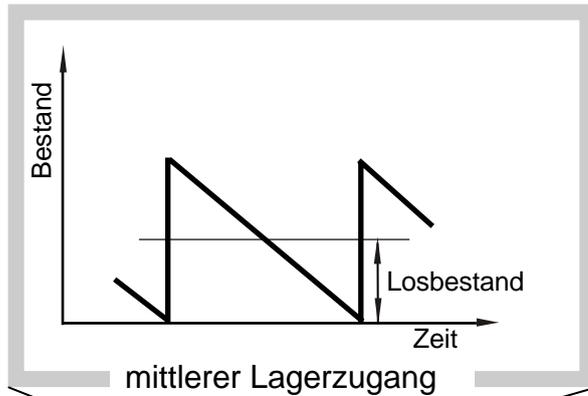
## 2) Scheren (x-Richtung)



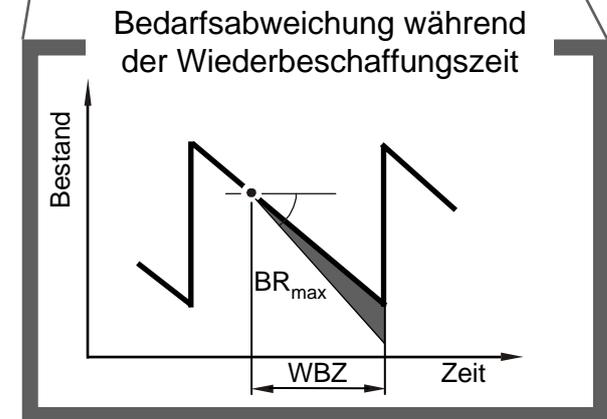
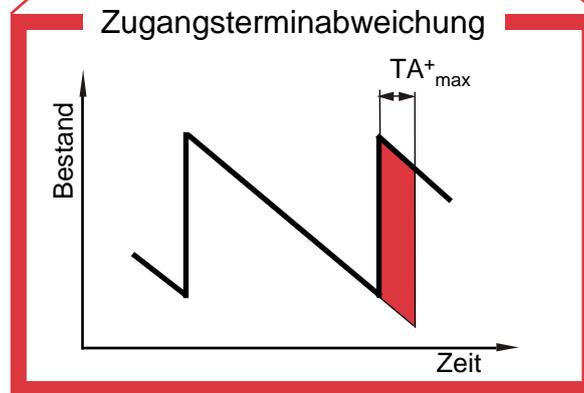
# Simulation von Servicegradkennlinien



# Einflüsse auf den Grenzlagerbestand (BL<sub>1</sub>)



$$BL_1 = \frac{X_{zu}}{2} + \sqrt{(TA_{max}^+ \cdot BR_m)^2 + (MA_{max}^-)^2 + ((BR_{max} - BR_m) \cdot WBZ)^2}$$



BL<sub>1</sub> : minimaler Grenzlagerbestand

BR<sub>max</sub> : maximale Lagerabgangsrate

MA<sub>max</sub><sup>-</sup> : max. negative Mengenabweichung

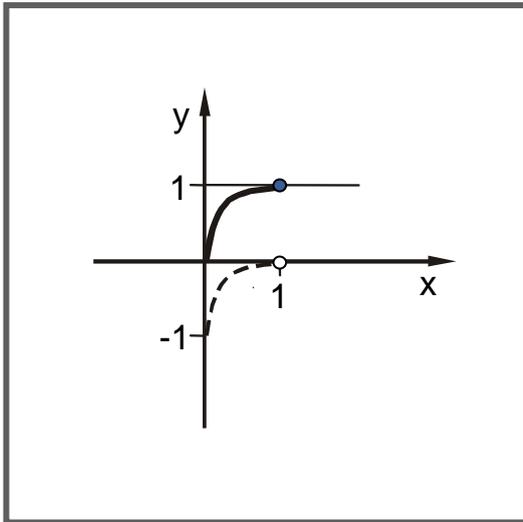
TA<sub>max</sub><sup>+</sup> : max. positive Terminabweichung

WBZ : Wiederbeschaffungszeit

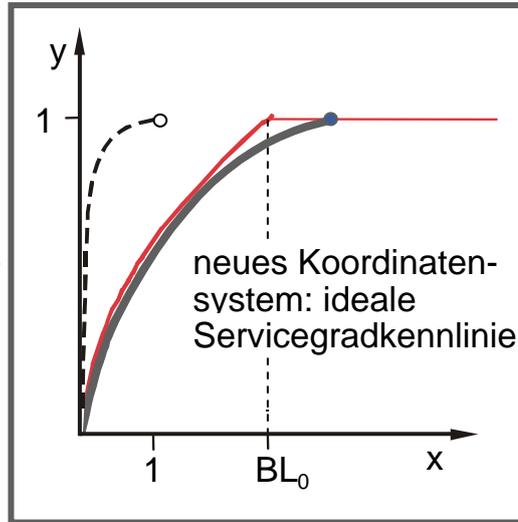
X<sub>zu</sub> : Zugangslosgröße

# Entwicklung der Servicegradkennlinie aus der C-Norm Funktion

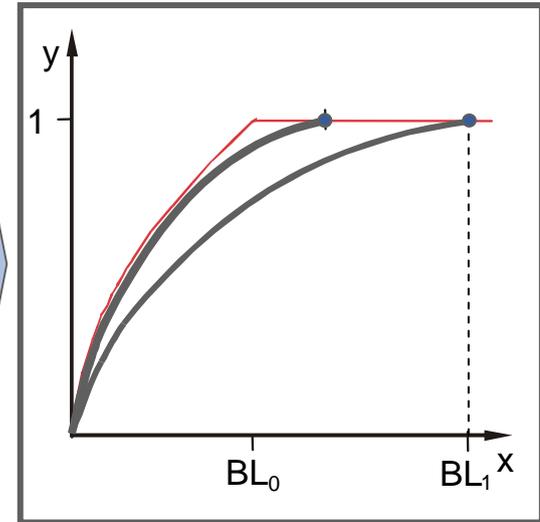
1) Verschieben (y-Richtung)



2) Scheren (x-Richtung)



3) Strecken (x-Richtung)



## Gleichungssystem der Servicegradkennlinie

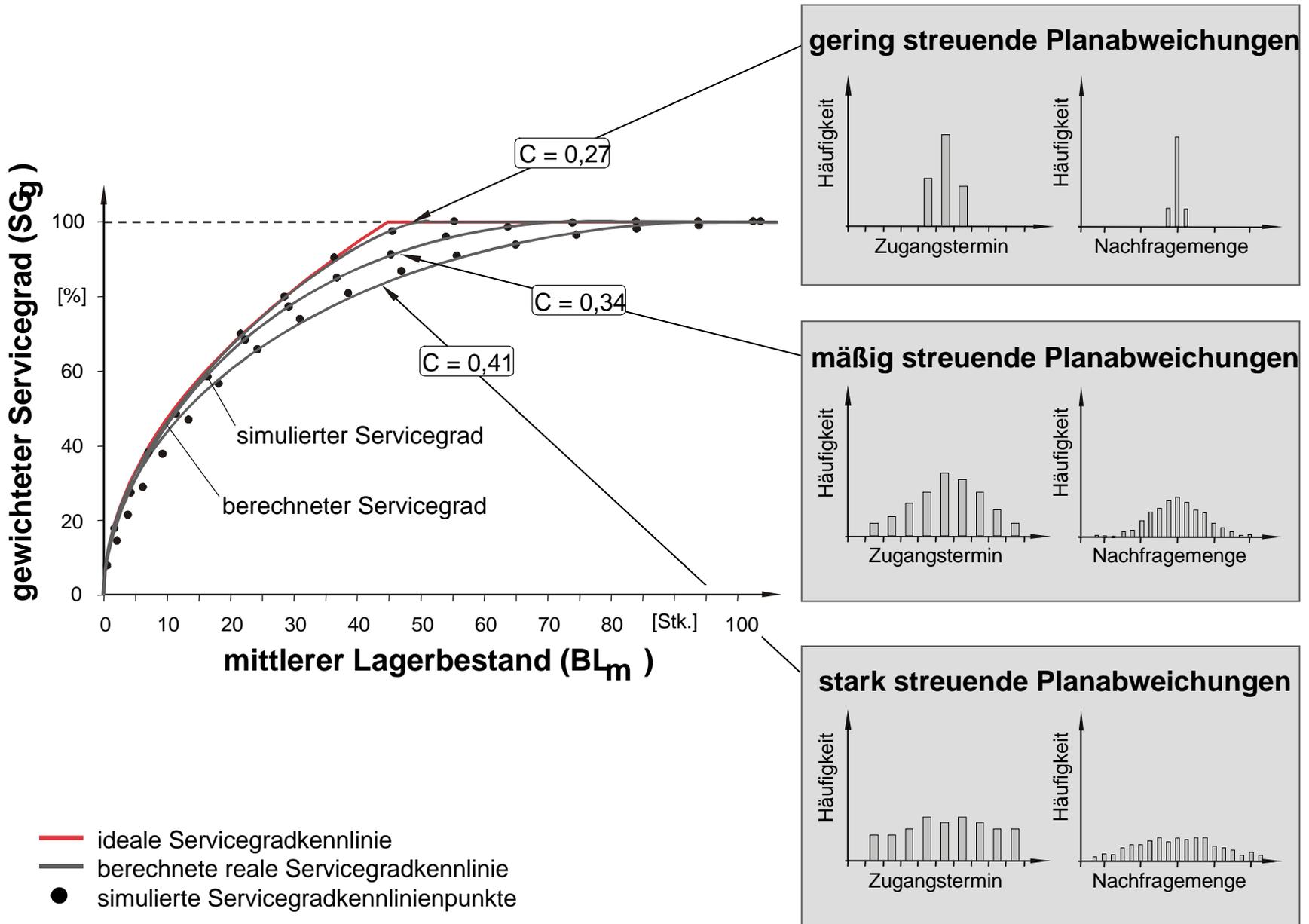
$$BL_m(t) = BL_0 \cdot \left(1 - \sqrt[C]{1-t^C}\right)^2 + t \cdot (BL_1 - BL_0)$$

$$SG_g(t) = 1 - \sqrt[C]{1-t^C}$$

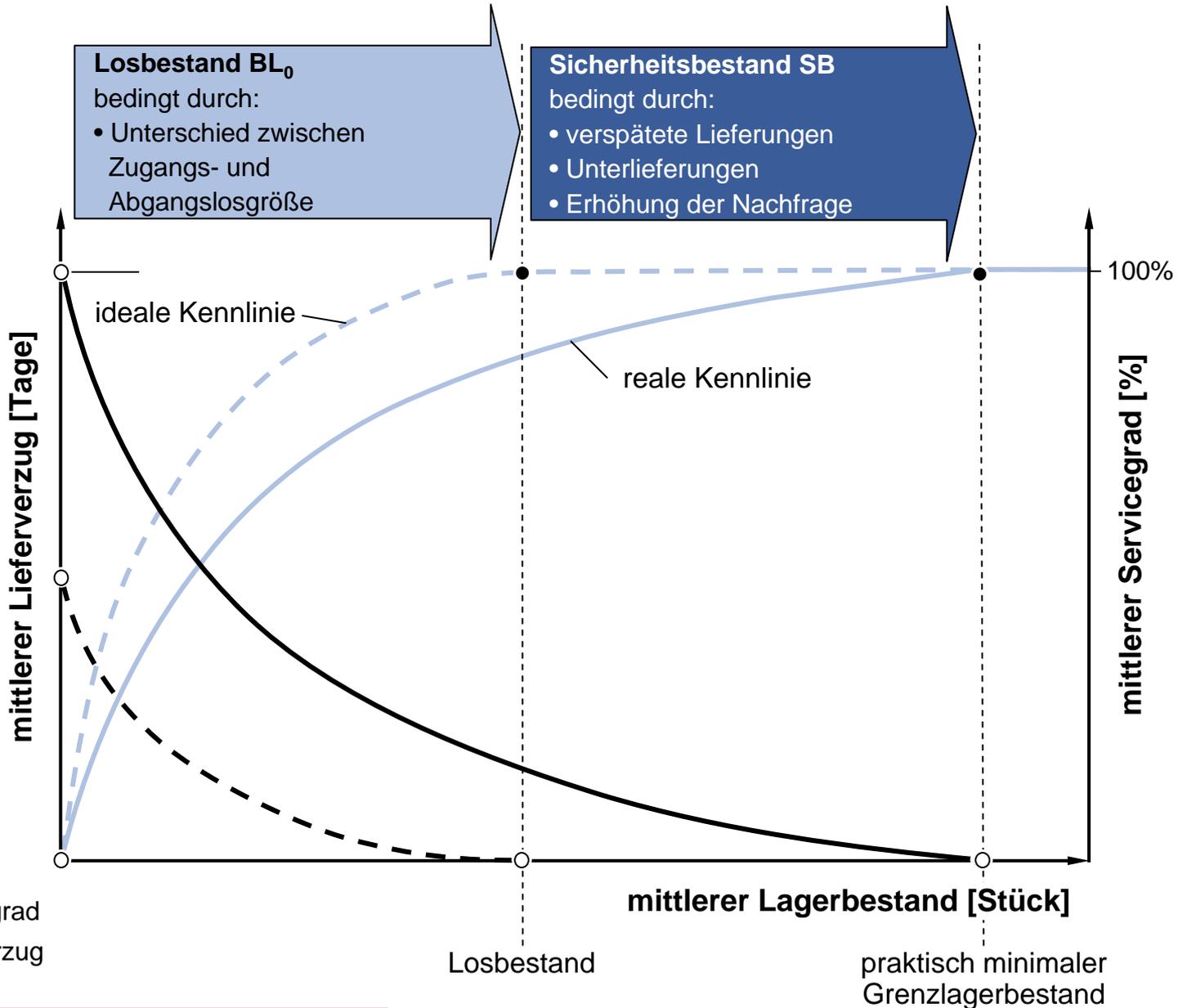
$BL_m$ : mittlerer Lagerbestand  
 $BL_0$ : Losbestand  
 $BL_1$ : prakt. min. Grenzlagerbestand

$C$ : C-Norm Parameter  
 $SG_g$ : gewichteter Servicegrad  
 $t$ : Laufparameter,  $t \in [0;1]$

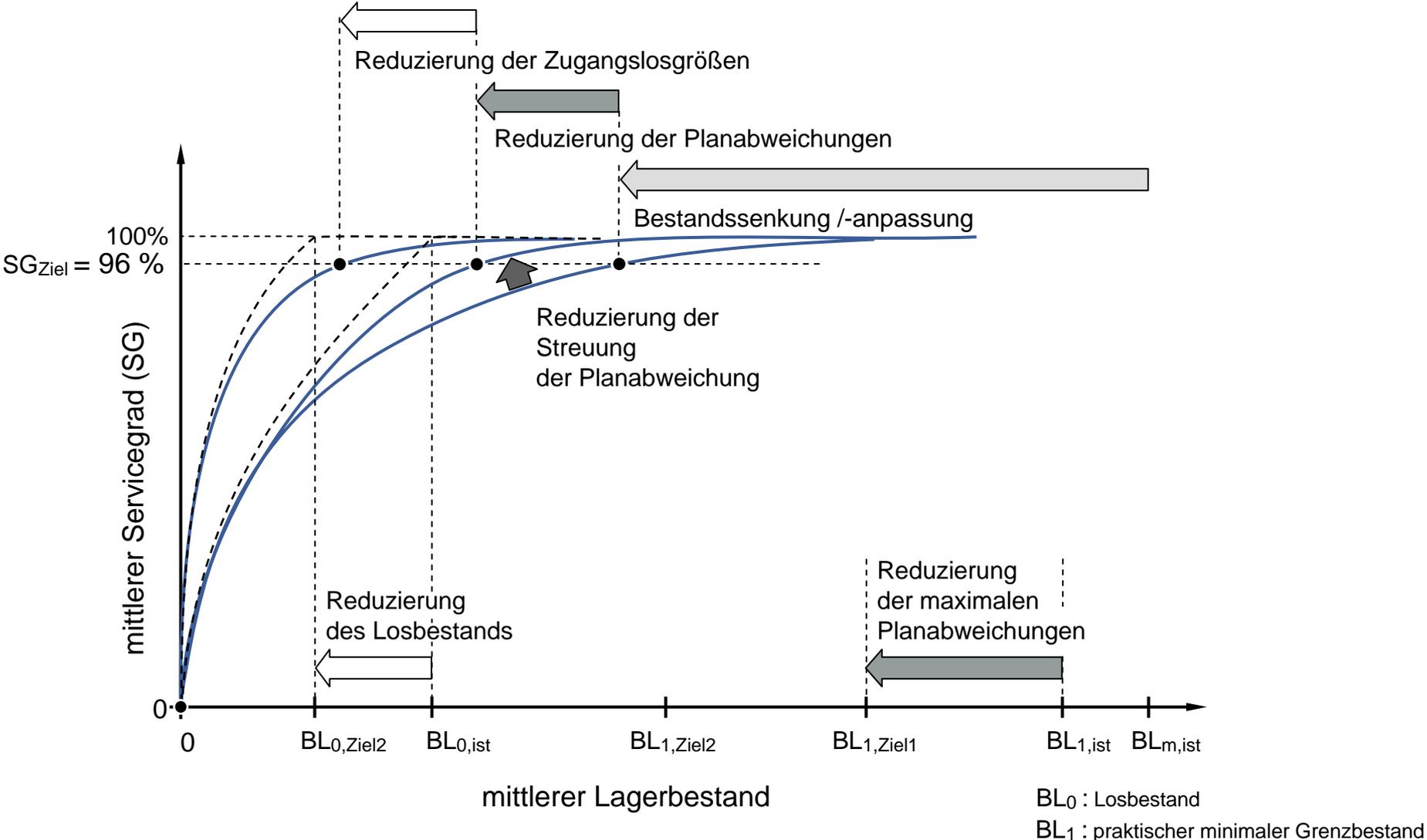
# Vergleich der Servicegradkennlinien unterschiedlich stark streuender Planabweichungen



# Reale Lieferverzugs- und Servicegradkennlinie

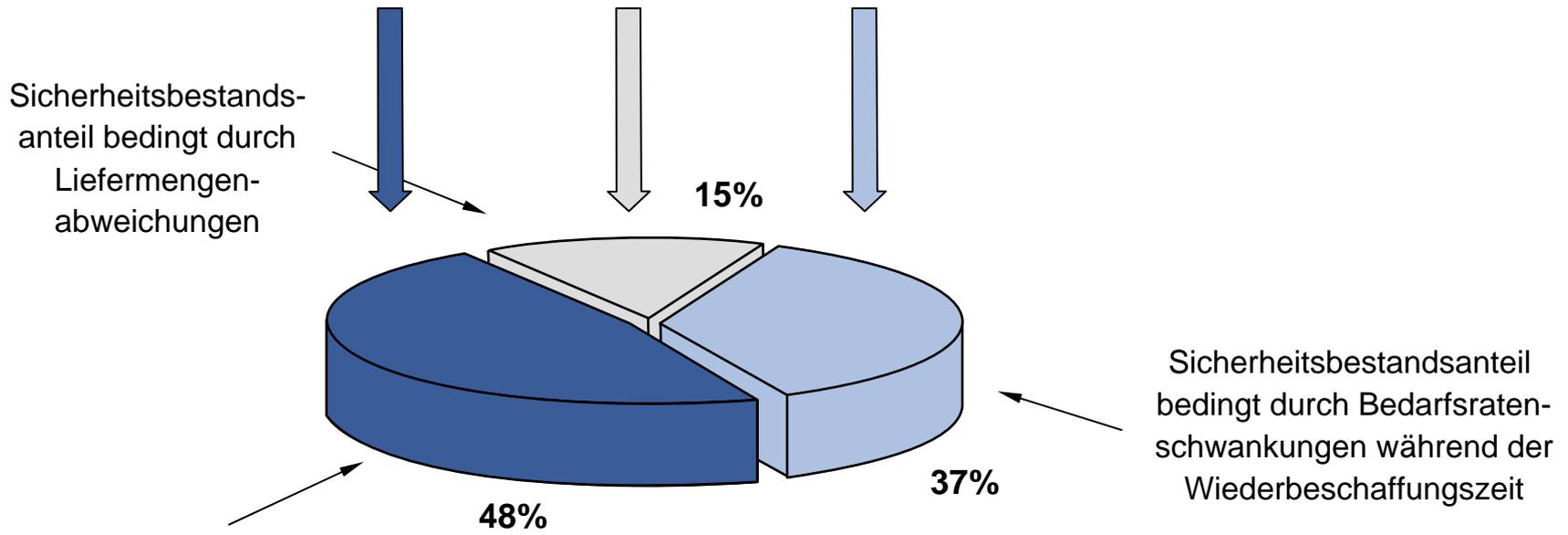


# Stufen zur Bestandsreduzierung im Lager



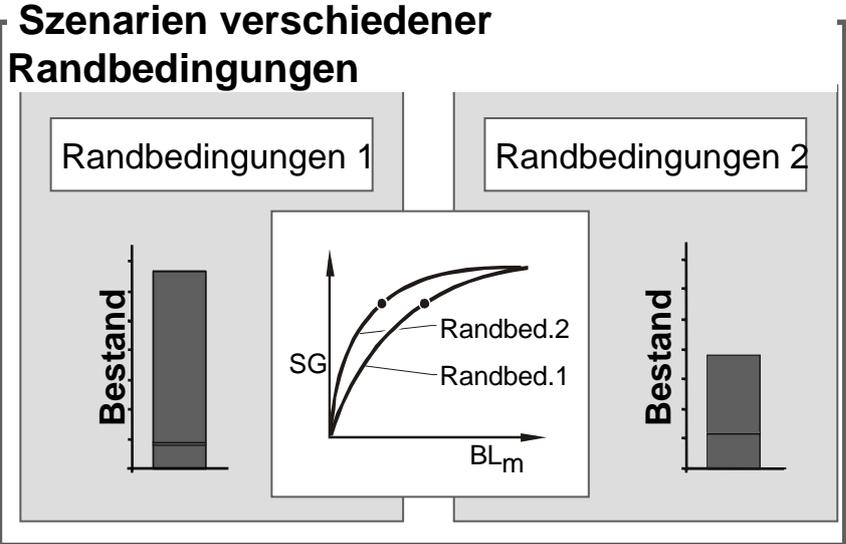
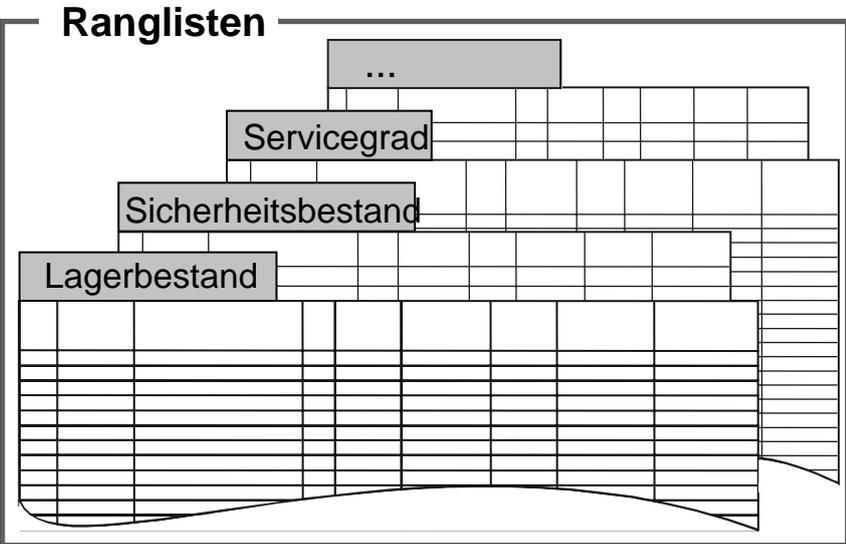
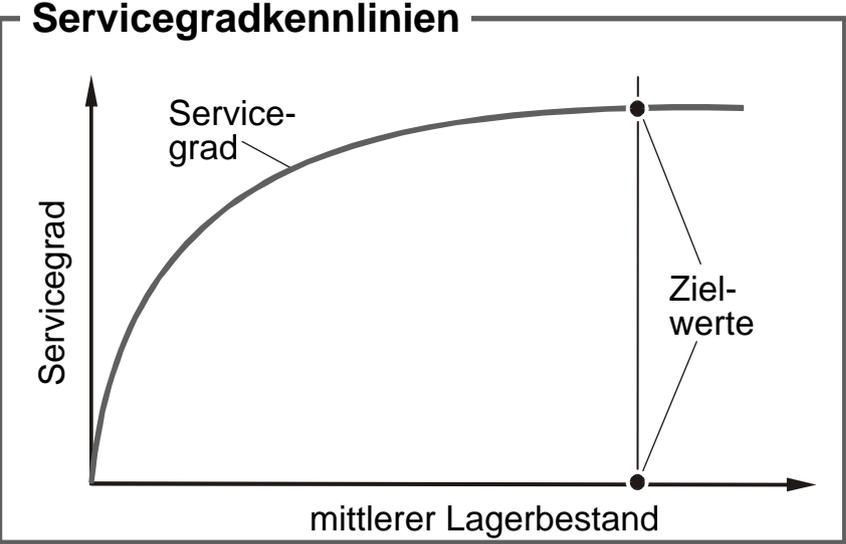
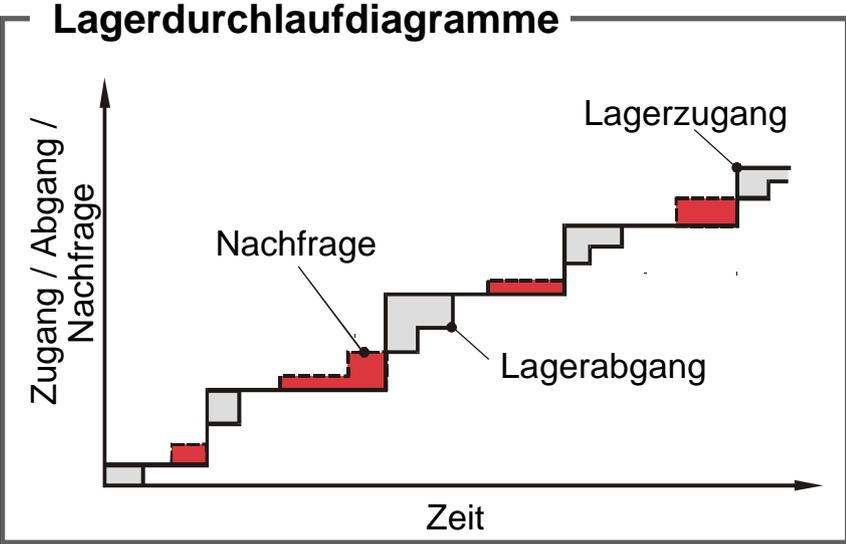
# Aufteilung des Sicherheitsbestands nach Verursachern (Beispiel)

$$SB_{(SG=100\%)} = \sqrt{(TA_{max}^+ * BR_m)^2 + (MA_{max}^-)^2 + [(BR_{max} - BR_m) * WBZ]^2}$$

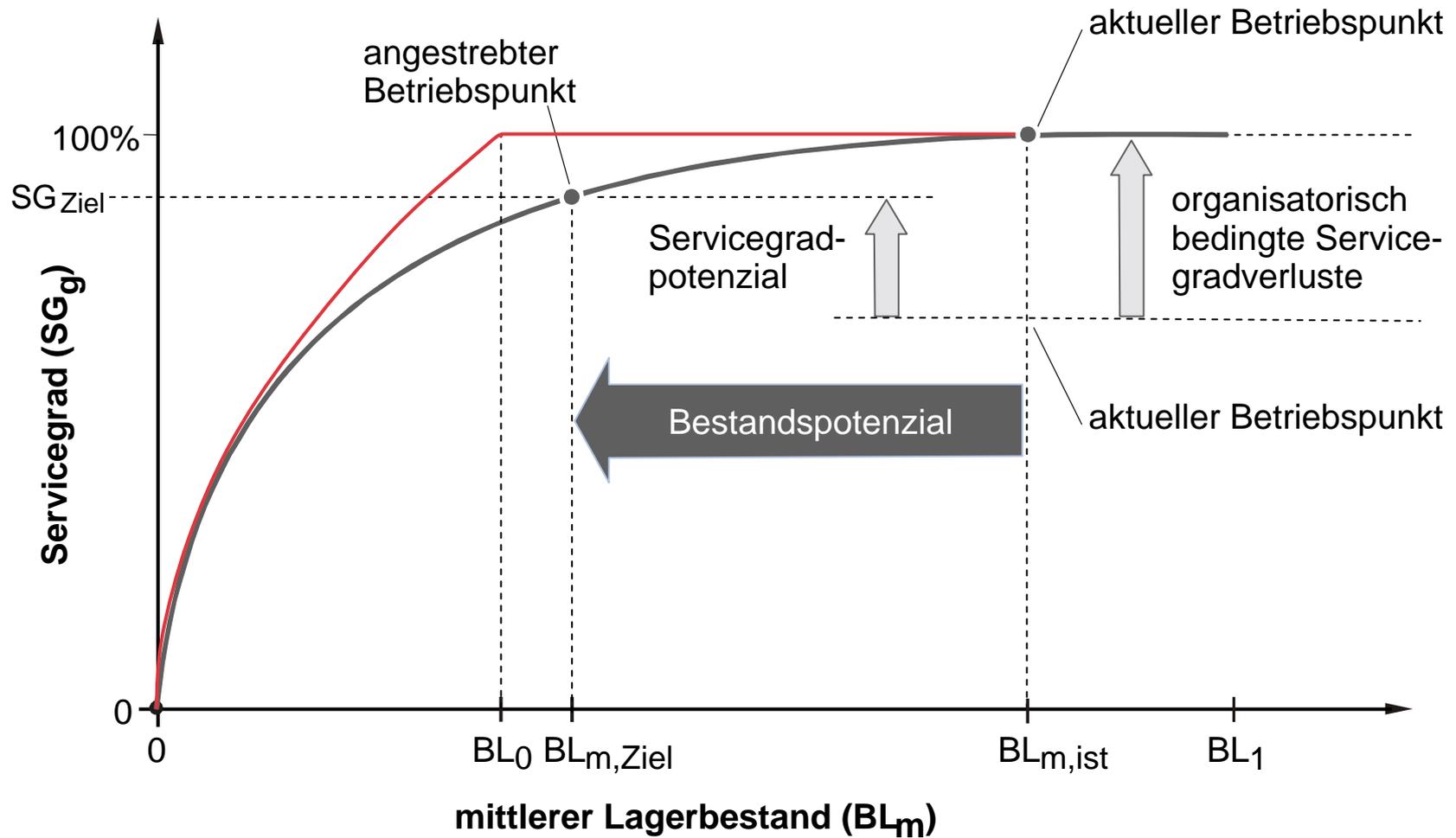


- SB : Sicherheitsbestand
- TA<sup>+</sup><sub>max</sub> : max. positive Terminabweichung
- BR<sub>m</sub> : mittlere Bedarfsrate
- MA<sup>-</sup><sub>max</sub> : max. negative Mengenabweichung
- BR<sub>max</sub> : max. Bedarfsrate
- WBZ : Wiederbeschaffungszeit

# Methoden und Ergebnisse der logistischen Lageranalyse

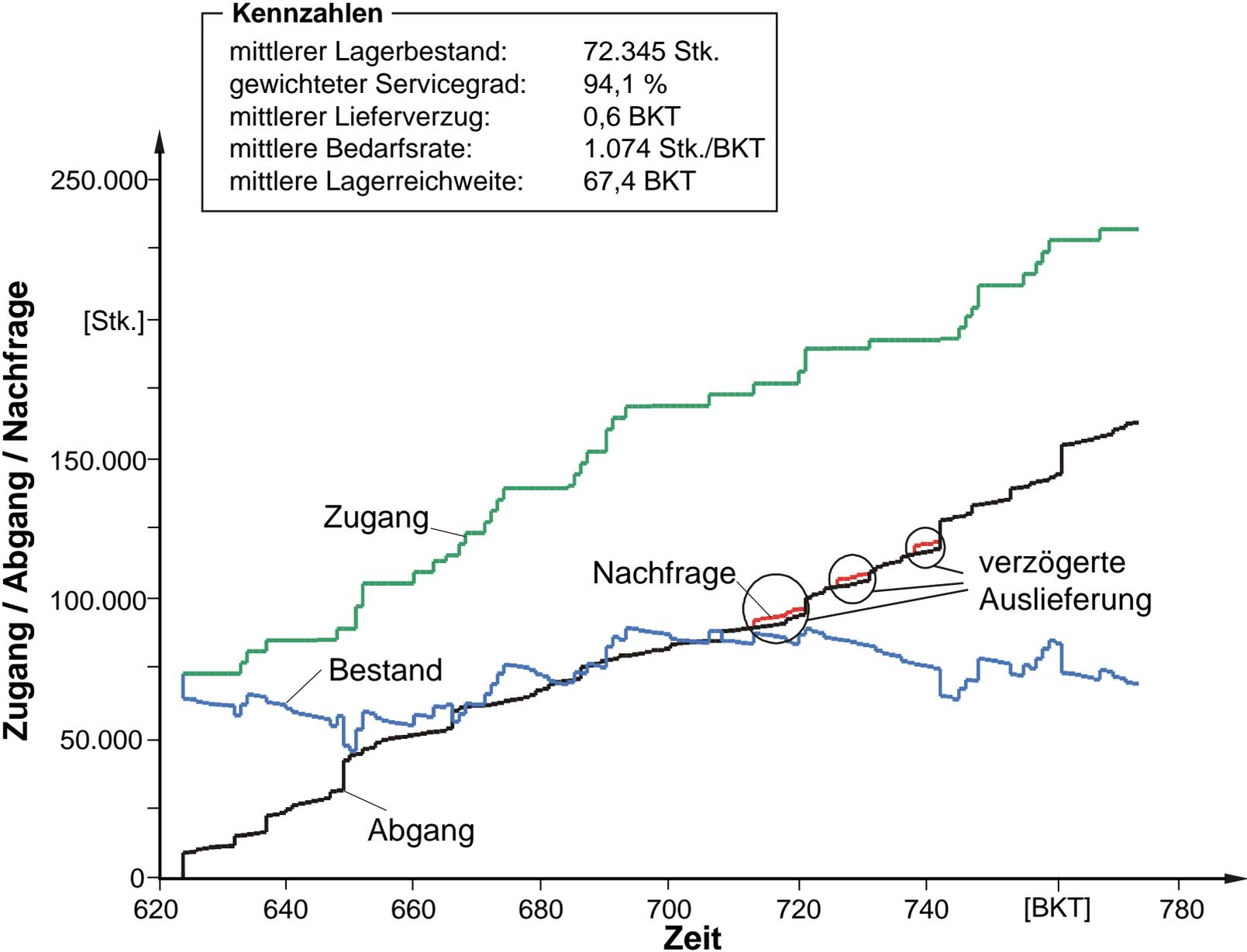


# Ziel- und Potenzialbestimmung mit Servicegradkennlinien

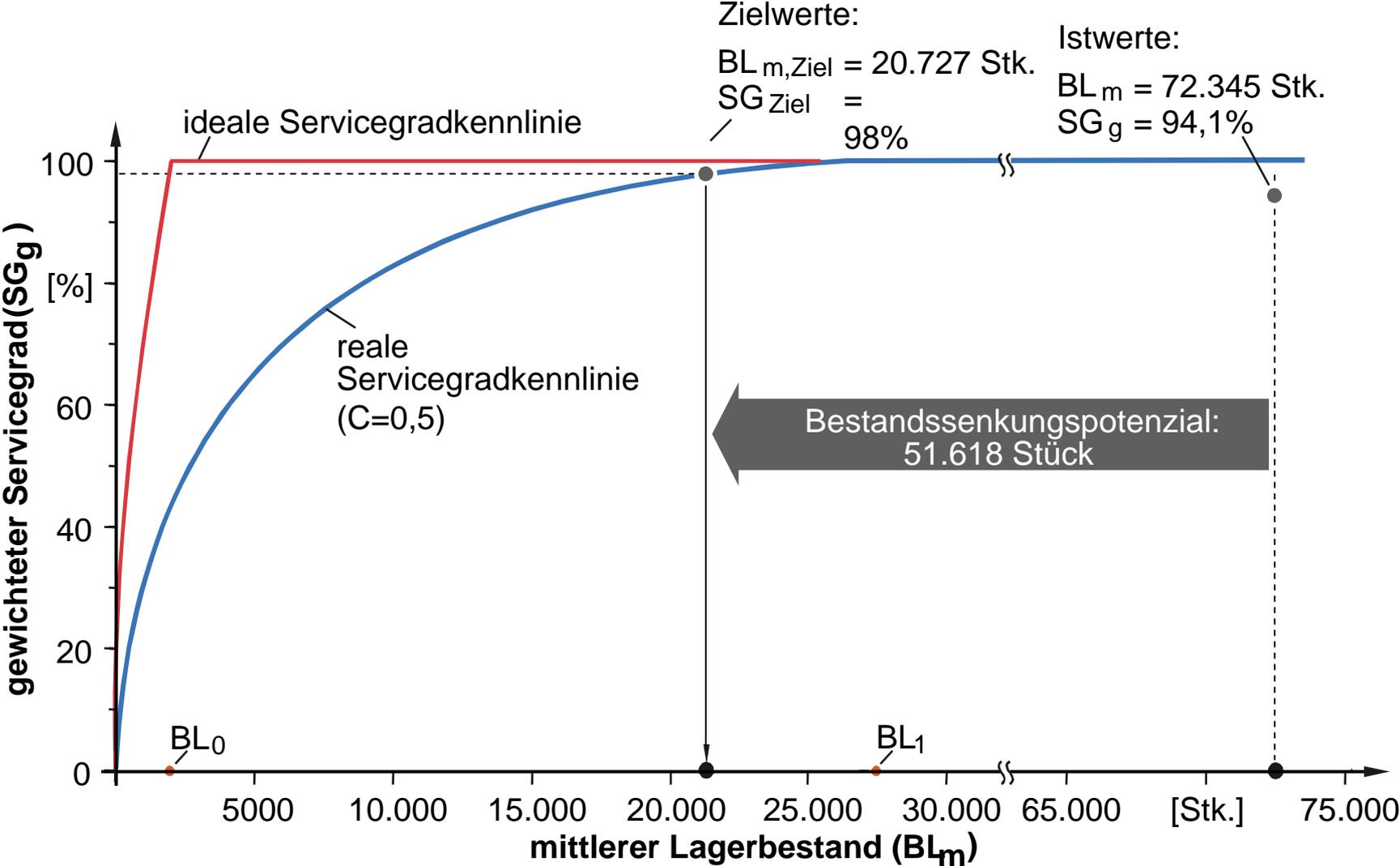


BL<sub>0</sub> : Losbestand  
 BL<sub>1</sub> : prakt. minimaler Grenzbestand  
 — reale Kennlinie  
 — ideale Kennlinie

# Lagerdurchlaufdiagramm des Artikels 347121



# Servicegradkennlinie des Artikels 347121



$BL_0$  : Losbestand  
 $BL_1$  : minimaler Grenzlagerbestand  
— reale Kennlinie  
— ideale Kennlinie

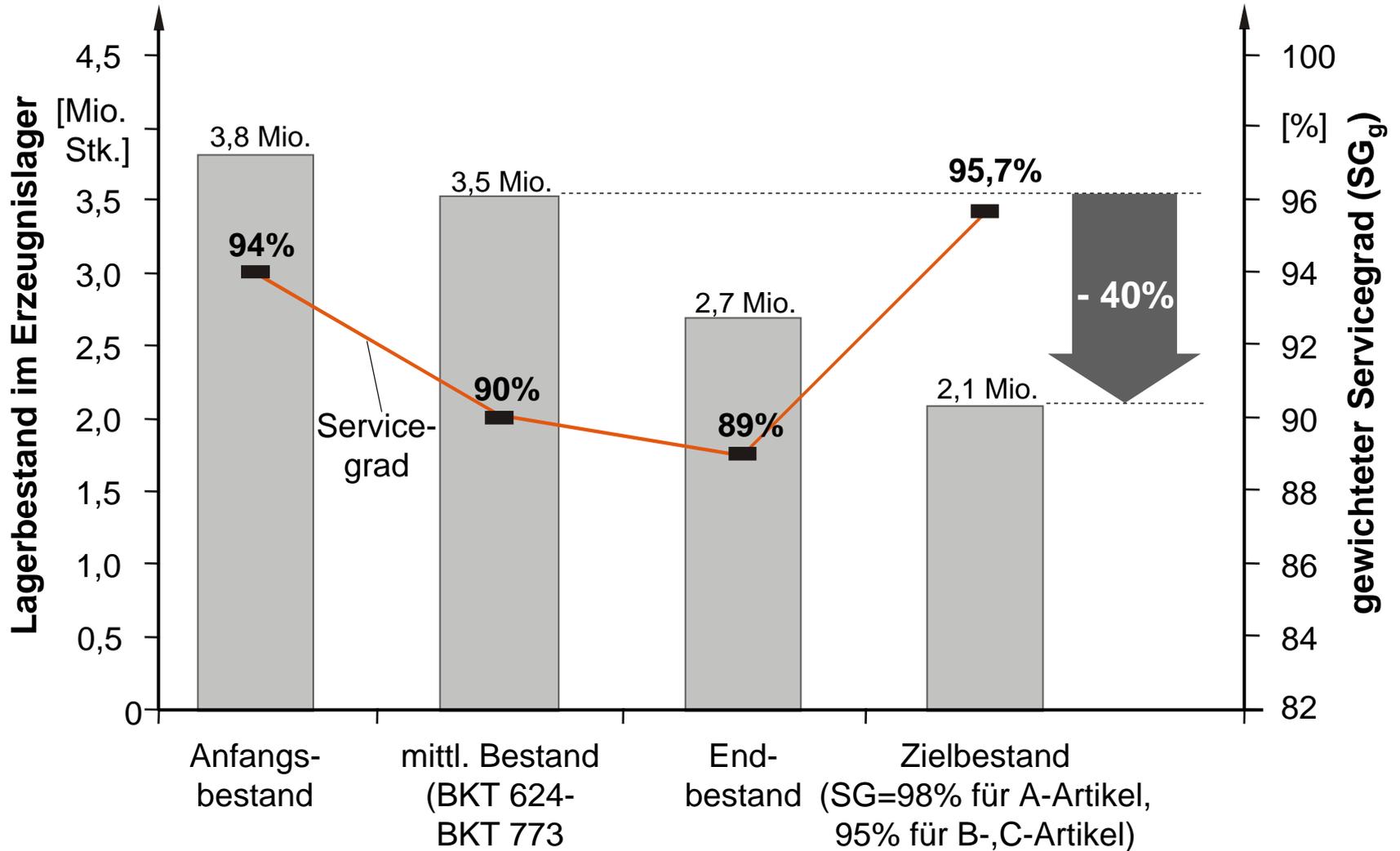
# Rangliste der Artikel im Erzeugnislager (sortiert nach Bestandssenkungspotenzial)

Rang	Artikelbezeichnung	ABC (Umsatz)	mittlerer Lagerbestand [Stück]	Ziellagerbestand [Stück]	Bestandsenkungspotenzial [Stück]	relatives Potenzial zur Bestandssenkung [%]
1	347121	A	72.345	20.727	51.618	71,3
2	366826	A	57.527	16.137	41.391	71,9
3	366255	A	36.484	11.453	25.032	68,6
4	366827	A	32.455	12.732	19.723	60,8
5			19.699	5.767	13.933	70,7
	337953	C				
2244	324221	C	301	301	0	0,0
2245	338158	C	233	234	-1	-0,4
2246	332129	C	353	354	-1	-0,3
				445	-1	
	339158	A				
3160	367071	B	872	4.897	-4.026	-461,8
3161	347129	A	1.386	8.139	-6.753	-487,2
<b>Gesamt:</b>			<b>3.538.030</b>	<b>2.094.875</b>	<b>1.443.155</b>	<b>40,8</b>

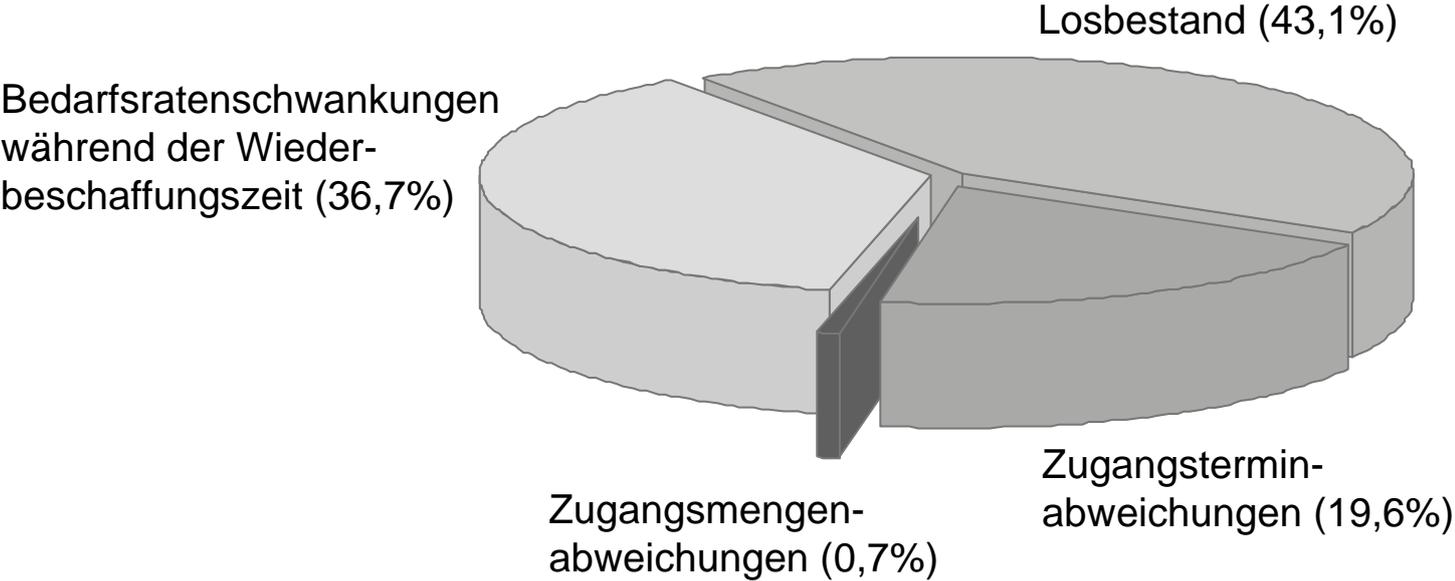
Bestands-  
senkung

Bestands-  
anhebung

# Gesamtpotenzial im Erzeugnislager



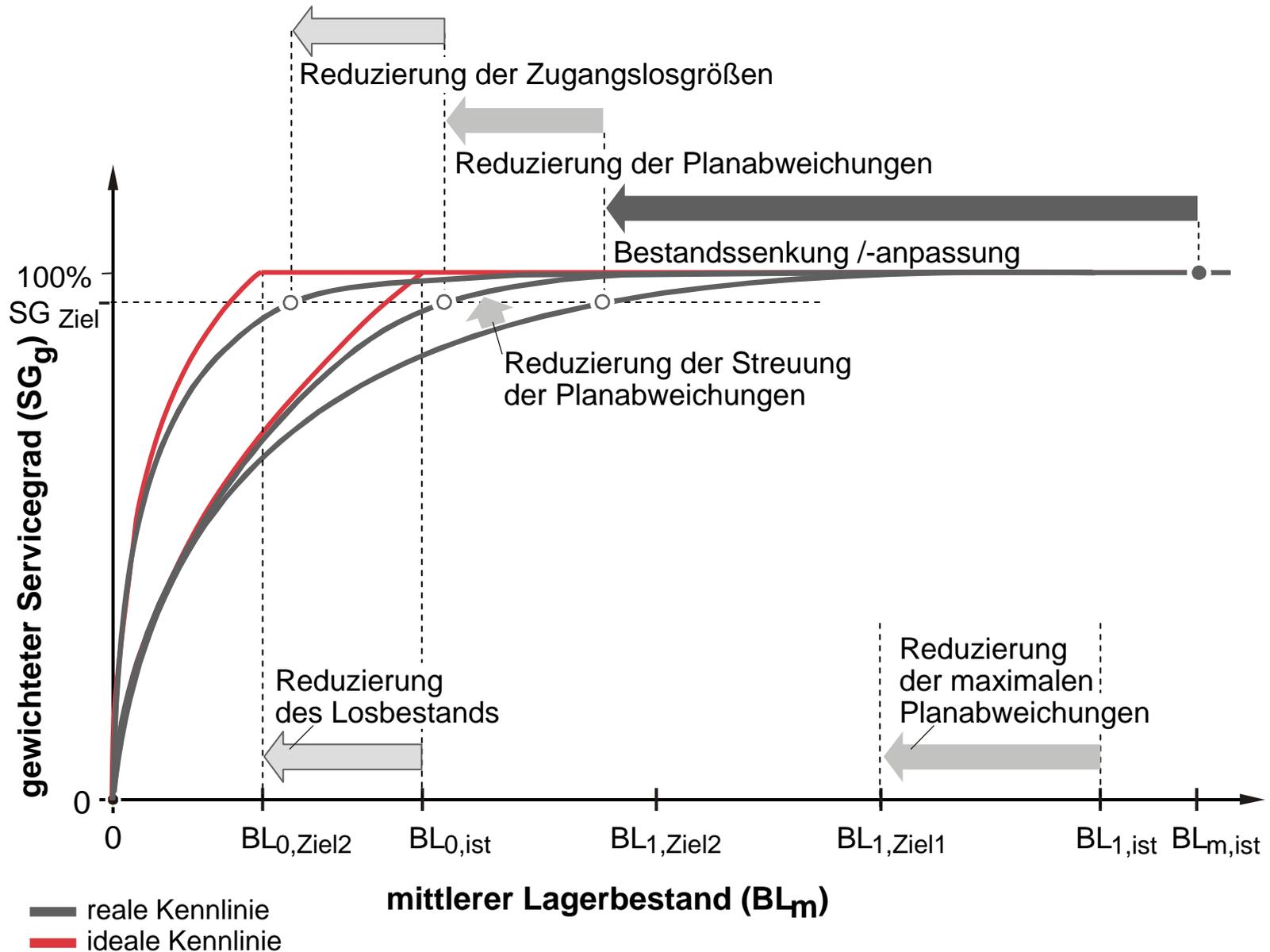
# Zusammensetzung des Ziel-Lagerbestands nach Ursachen



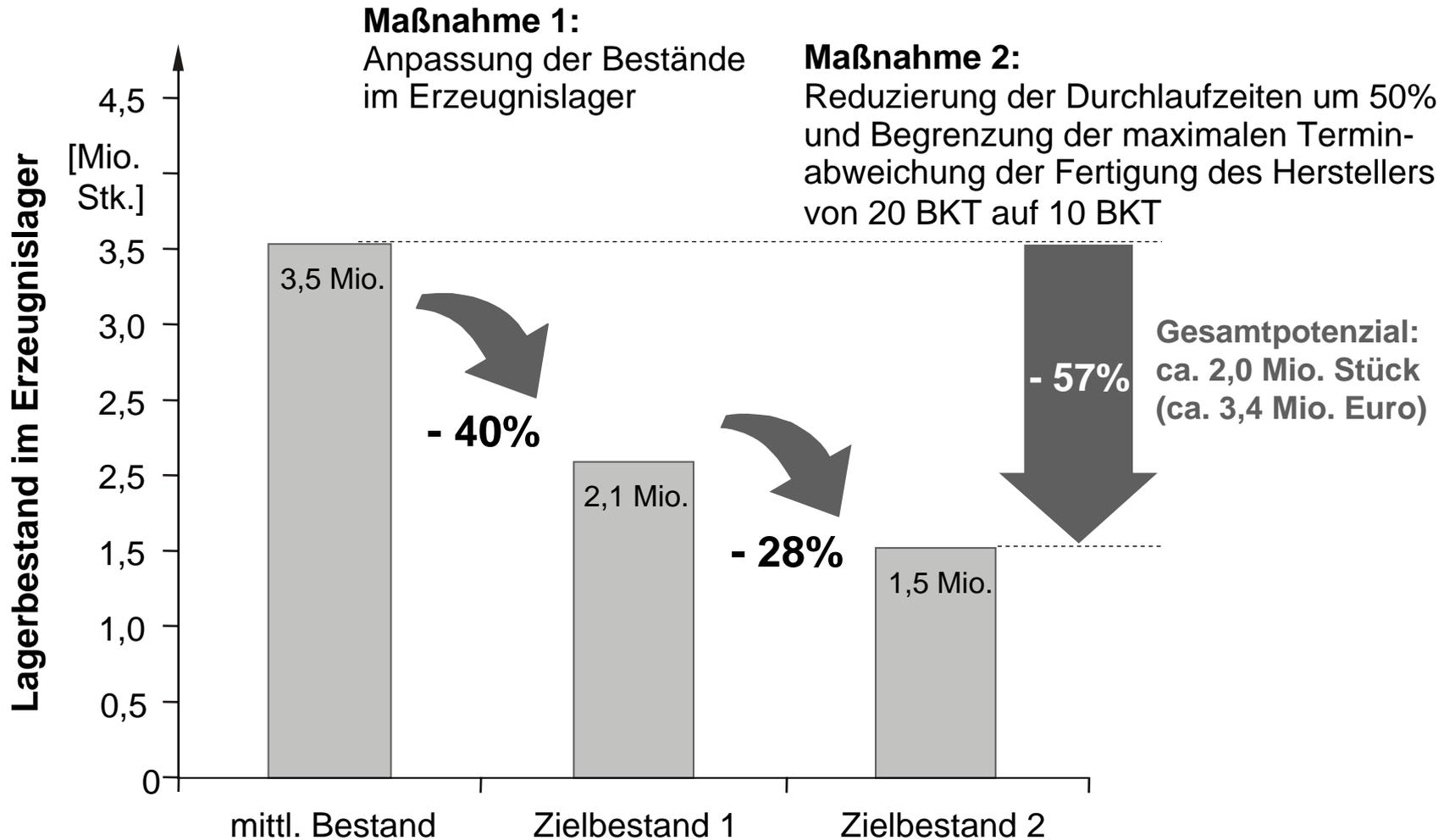
100%  $\hat{=}$  2,1 Mio. Stück

**⇒ Ableitung geeigneter Maßnahmen**

# Abfolge der Maßnahmen zur Verringerung der Lagerbestände



# Abfolge der Maßnahmen und Bestandspotenziale im Erzeugnislager



# Zusammenfassung

