Beispiel zum Verfahren von Haase

Das folgende Beispiel mit $K = 3$ Produkten und $T = 10$ Perioden veranschaulicht den Verfahrensablauf. Die Bedarfsmengen sind in Tabelle D.1 wiedergegegeben. Die Lagerkostensätze sind $\{2, 1.5, 1\}$ und die Rüstkostensätze sind $\{400, 150, 100\}$. Alle Stückbearbeitungszeiten sind gleich 1.

$k \backslash t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	30	–	–	–	80	–	–	–	40
2	–	–	–	–	–	60	–	–	–	90
3	–	–	–	–	–	40	–	–	–	60

Tabelle D.1: Bedarfsmengen

Die Kapazität beträgt in jeder Periode 50 Zeiteinheiten. Für die Berechnungen verwenden wir $\gamma = 0.8$, $\epsilon = 1$ und $\delta = 1$.

Beispiel zum Verfahren von Haase

Initialisierung:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120	120	40	40	40	40
2	150	150	150	150	150	150	90	90	90	90
3	100	100	100	100	100	100	60	60	60	60

D_{kt}-Werte

$TD = 400$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	2	2	2	6	6	6	6	10
2	0	0	0	0	0	6	6	6	6	10
3	0	0	0	0	0	6	6	6	6	10

n_{kt}-Werte

Schritt 1, $\tau = 10$:

k	1	2	3
p_k	-304	-93	-68
π_k	0.0022	0.4711	0.5267

Prioritätsziffern und Auswahlwahrscheinlichkeiten.

Zufallszahl = 0.705548 $\Rightarrow$ Produkt 3

Schritt 2, $\tau = 10$, $D_{3,10} = 60$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 3 am Ende der Periode 10

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{3,10} = C_{10} = 50$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120	120	40	40	40	40
2	150	150	150	150	150	150	90	90	90	90
3	50	50	50	50	50	50	10	10	10	10

D_{kt}-Werte

Schritt 2, $\tau = 9$, $D_{3,9} = 10$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 3 am Ende der Periode 9

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{39} = D_{39} = 10$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120	120	40	40	40	
2	150	150	150	150	150	150	90	90	90	
3	40	40	40	40	40	40	0	0	0	

D_{kt}-Werte

Schritt 1, $\tau = 9$:

k	1	2	3
p_k	-304	-93	$-\infty$
π_k	0.0047	0.9953	–

Prioritätsziffern und Auswahlwahrscheinlichkeiten:
Da $n_{39} = 6$, wird für Produkt 3 die Produktion in Periode 6 geprüft. Da die kumulierte Kapazität in den Perioden 1 bis 6 ($\widehat{C}_6$=300) nicht ausreicht, um $TD = 340$ zu decken, wird Produkt 3 verboten ($p_k = -\infty$).

Zufallszahl = 0.533424 ⇒ Produkt 2

Schritt 2, $\tau = 9$*,* $D_{29} = 90$*:*

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 2 am Anfang der Periode 9 (bzw. Ende der Periode 8)

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	40	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{29} = C_9 = 40$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120	120	40	40	40	
2	110	110	110	110	110	110	50	50	50	
3	40	40	40	40	40	40	0	0	0	

D_{kt}-Werte

Schritt 2, $\tau = 8$*,* $D_{28} = 50$*:*

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 2 am Anfang der Periode 8 (bzw. Ende der Periode 7)

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	50	40	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{28} = C_8 = D_{28} = 50$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120	120	40			
2	60	60	60	60	60	60	0			
3	40	40	40	40	40	40	0			

D_{kt}-Werte

Schritt 1, $\tau = 7$:

k	1	2	3
p_k	-304	18	$-\infty$
π_k	0.0031	0.9969	–

Prioritätsziffern und Auswahlwahrscheinlichkeiten

Zufallszahl = 0.579519 $\Rightarrow$ Produkt 2

Da $n_{27} = 6$, zurückspringen zur Periode 6.

Schritt 2, $\tau = 6,\ D_{26} = 60$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 2 am Ende der Periode 6 und Fortschreiben des Rüstzustands in Periode 7

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	50	–	50	40	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{26} = C_6 = 50$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120	120				
2	10	10	10	10	10	10				
3	40	40	40	40	40	40				

D_{kt}-Werte

Schritt 2, $\tau = 5,\ D_{25} = 10$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 2 am Ende der Periode 5

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	10	50	–	50	40	–
3	–	–	–	–	–	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{25} = D_{25} = 10$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120	120					
2	0	0	0	0	0					
3	40	40	40	40	40					

D_{kt}-Werte

Schritt 1, $\tau = 5$:

k	1	2	3
p_k	-272	$-\infty$	-72
π_k	0.005	–	0.995

Prioritätsziffern und Auswahlwahrscheinlichkeiten

Zufallszahl = 0.289563 ⇒ Produkt 3

Schritt 2, $\tau = 5$, $D_{35} = 40$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–
3	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 3 am Anfang der Periode 5

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	10	50	–	50	40	–
3	–	–	–	–	40	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge = $q_{35} = D_{35} = 40$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	120	120						
2	0	0	0	0						
3	0	0	0	0						

D_{kt}-Werte

Schritt 1, $\tau = 4$:

k	1	2	3
p_k	-272	$-\infty$	$-\infty$
π_k	1.0000	–	–

Prioritätsziffern und Auswahlwahrscheinlichkeiten

Zufallszahl = 0.301948 ⇒ Produkt 1

Schritt 2, $\tau = 4$, $D_{14} = 120$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–
3	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 1 am Anfang der Periode 4

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	50	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	10	50	–	50	40	–
3	–	–	–	–	40	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{14} = C_4 = 50$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100	100	70	70						
2	0	0	0	0						
3	0	0	0	0						

D_{kt}-Werte

Schritt 2, $\tau = 3$, $D_{13} = 70$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–
3	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 1 am Ende der Periode 3

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	50	50	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	10	50	–	50	40	–
3	–	–	–	–	40	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{13} = C_3 = 50$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50	50	20							
2	0	0	0							
3	0	0	0							

D_{kt}-Werte

Schritt 2, $\tau = 2$, $D_{12} = 50$:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–
3	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1

ω_{kt}-Werte, Einplanung von Produkt 1 am Ende der Periode 2

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	50	50	50	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	10	50	–	50	40	–
3	–	–	–	–	40	–	–	–	10	50

q_{kt}-Werte, Produktionsmenge $q_{12} = C_2 = 50$

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0							
2	0	0	0							
3	0	0	0							

D_{kt}-Werte

Schritt 4, Ende:

$k \setminus t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
3	–	–	–	1	–	–	–	–	1	–

γ_{kt}-Werte, abgeleitet aus den den ω_{kt}-Werten gemäß Beziehung (C.141)

Die gefundene Lösung ist in Bild D.10 wiedergegeben. Die Kosten liegen mit 2005 ca. 3 % über dem exakten Minimalwert, der 1945 beträgt. Die Qualität der auf diese Weise gefundenen Lösungen hängt von mehreren Einflußgrößen ab. Zunächst ist die Anzahl der Durchläufe des Verfahrens mit unterschiedlichen Zufallszahlen zu nennen. Startet man mit einer anderen Zufallszahl, dann erhält man i. d. R. eine andere Lösung. Die Wahrscheinlichkeit für das Auffinden einer guten Lösung steigt mit der Anzahl erzeugter Lösungen – allerdings um den Preis eines erhöhten Rechenaufwands. Darüberhinaus haben aber auch die Parameter γ, ϵ und δ einen Einfluß auf die Qualität der Lösung, da sie die Auswahlwahrscheinlichkeiten der Produkte beeinflussen.

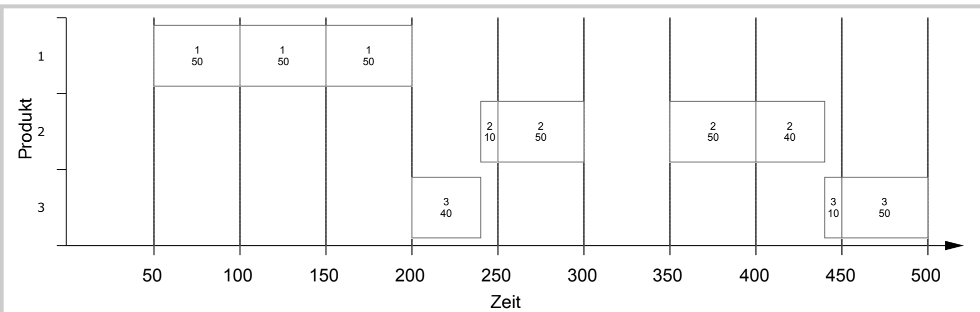

Bild D.10: Lösung