

Kapitel 3: Transport- und Zuordnungsprobleme

Vorlesung Quantitative Methoden

SS 2006

Prof. Dr. Jörg Schlüchtermann

Lehrstuhl BWL 5: Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre

Universität Bayreuth

Einführungsbeispiel zu Transportproblemen

Von drei Werken W_1 , W_2 und W_3 , die alle das gleiche Produkt herstellen, werden vier Auslieferungsläger A_1 , A_2 , A_3 und A_4 wöchentlich beliefert. Der wöchentliche Bedarf der Auslieferungsläger beträgt 150 bzw. 170 bzw. 210 bzw. 270 Erzeugniseinheiten. Die wöchentliche Kapazität der Werke liegt bei 350 bzw. 250 bzw. 200 Erzeugniseinheiten. Die folgende Tabelle enthält die Entfernungen - gemessen in km - von den einzelnen Werken zu den verschiedenen Auslieferungslägern:

Lager Werke		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
	W ₁	140	160	120	40	350
	W ₂	130	120	100	50	250
	W ₃	120	180	100	70	200
Bedarf		150	170	210	270	<u>800</u>

hier: einfacher Fall, dass Gesamtbedarf=Gesamtbestand

Die Transportkosten pro Erzeugniseinheit und km betragen EUR 0,10. Bestimmen Sie den kostenminimalen Transportplan für die wöchentlich vorzunehmende Versorgung der Auslieferungsläger.

Vorgehen

1. Aufstellen der Transportkostenmatrix
2. Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung
 - Nord-West-Ecken-Methode
 - Matrix-Minimum-Methode
 - Vogelsche Approximationsmethode
3. Bestimmung der optimalen Lösung
 - Stepping-Stone
 - (Modi-Verfahren)

Allgemeines Vorgehen

1. Aufstellen der Transportkostenmatrix

Lager Werke		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
	W ₁	14	16	12	4	350
	W ₂	13	12	10	5	250
	W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf		150	170	210	270	<u>800</u>

LP-Ansatz

x_{ij} : Transportmenge von Werk i nach Lager j

Zielfunktion:

$$z = \sum_i \sum_j c_{ij} \cdot x_{ij} = 14x_{11} + 16x_{12} + 12x_{13} + 4x_{14} + 13x_{21} \dots + 7x_{34} \rightarrow \min$$

Restriktionen:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 350 && \text{der Bestand} \\ x_{21} + x_{22} \dots &= 250 && \text{muss verschickt werden} \\ \dots &= 200 && \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 150 && \text{der Bedarf muss} \\ x_{12} + x_{22} \dots &= 170 && \text{erfüllt werden} \\ \dots &= 210 \\ \dots \dots &= 270 \end{aligned}$$

NNB

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>4</u>	350
W ₂	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	250
W ₃	<u>12</u>	<u>18</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	16	12	4	350
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	16	12	4	350
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	16	12	4	350 <u>200</u>
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	16	12	4	350 200
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	170 16	12	4	350 <u>200</u>
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	170 16	30 12	<u> </u> 4	350 200
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210 180	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	170 16	30 12	<u> </u> 4	350 200
W ₂	13	12	180 10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210 180	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	170 16	30 12	<u> </u> 4	350 200
W ₂	 13	 12	180 10	70 5	250
W ₃	 12	 18	 10	200 7	200
Bedarf	150	170	210 180	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.1 Nord-West-Ecken-Regel

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	150 14	170 16	30 12	<u> </u> 4	350 <u>200</u>
W ₂	13	12	180 10	70 5	250
W ₃	12	18	10	200 7	200
Bedarf	150	170	210 <u>180</u>	270	<u>800</u>

$$K_o = 150 \cdot 14 + 170 \cdot 16 + 30 \cdot 12 + 180 \cdot 10 + 70 \cdot 5 + 200 \cdot 7 = 8.730 \text{ €}$$

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>4</u>	350
W ₂	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	250
W ₃	<u>12</u>	<u>18</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	16	12	270 4	350
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>







3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	16	12	4	350
W ₂	13	12	10	5	250
W ₃	12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>










3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	 14	16	 12	270 4	350
W ₂	 13	12	210 10	 5	250
W ₃	150 12	18	 10	 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	 14	16	 12	270  4	350
W ₂	 13	40 12	210  10	 5	250
W ₃	150  12	18	 10	 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>







3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	80 16	12	270 4	350
W ₂	13	40 12	210 10	5	250
W ₃	150 12	18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	 14	80 16	 12	270 4	350
W ₂	 13	40 12	210 10	 5	250
W ₃	150 12	50 18	 10	 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.2 Matrix-Minimum-Methode

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	<u>14</u>	80 <u>16</u>	<u>12</u>	270 <u>4</u>	350
W ₂	<u>13</u>	40 <u>12</u>	210 <u>10</u>	<u>5</u>	250
W ₃	150 <u>12</u>	50 <u>18</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

$$K_o = 80 \cdot 16 + 4 \cdot 270 + 40 \cdot 12 + 210 \cdot 10 + 150 \cdot 12 + 50 \cdot 18 = 7.640 \text{ €}$$

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A_1	A_2	A_3	A_4	Bestand	Δ_i
W_1	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>4</u>	350	
W_2	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	250	
W_3	<u>12</u>	<u>18</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	200	
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j						

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>4</u>	350	8
W ₂	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	250	5
W ₃	<u>12</u>	<u>18</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	200	3
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A_1	A_2	A_3	A_4	Bestand	Δ_i
W_1	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>4</u>	350	8
W_2	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	250	5
W_3	<u>12</u>	<u>18</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	200	3
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	270	350	8
W ₂	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>10</u>		250	5
W ₃	<u>12</u>	<u>18</u>	<u>10</u>		200	3
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	14	16	12	270	350	8 2
W ₂	13	12	10		250	5 2
W ₃	12	18	10		200	3 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1 1	4 4	0 0	1		

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i	
W ₁	14	16	12	270	4	350	8 2
W ₂	13	12	10		5	250	5 2
W ₃	12	18	10		7	200	3 2
Bedarf	150	170	210	270		<u>800</u>	
Δ_j	1 1	4 4	0 0	1			

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	14	16	12	270	350	8 2
W ₂	13	170	10	5	250	5 2
W ₃	12	18	10	7	200	3 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		
	1	4	0			

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	14	16	12	270	350	8 2 2
W ₂	13	170	10	5	250	5 2 3
W ₃	12	18	10	7	200	3 2 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		
	1	4	0			
	1		0			

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	14	16	12	270	350	8 2 2
W ₂	13	170	10	5	250	5 2 3
W ₃	12	18	10	7	200	3 2 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		
	1	4	0			
	1		0			

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	14	16	12	270	350	8 2 2
W ₂	13	170	80	10	250	5 2 3
W ₃	12	18	10	7	200	3 2 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		
	1	4	0			
	1		0			

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	14	16	12	270	350	8 2 2
W ₂	13	170	80	10	250	5 2 3
W ₃	12	18	10	7	200	3 2 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1	4	0	1		
	1	4	0			
	1		0			

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ_i
W ₁	80 14	16	12	270 4	350	8 2 2
W ₂	13	170 12	80 10	5	250	5 2 3
W ₃	70 12	18	130 10	7	200	3 2 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ_j	1 1 1	4 4	0 0 0	1		

3.1 Heuristiken zur Ermittlung einer zulässigen Ausgangslösung

3.2.3 Vogelsche Approximation

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand	Δ _i
W ₁	80 14	16	12	270 4	350	8 2 2
W ₂	13	170 12	80 10	5	250	5 2 3
W ₃	70 12	18	130 10	7	200	3 2 2
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>	
Δ _j	1	4	0	1		
	1	4	0			
	1		0			

$$K_o = 80 \cdot 14 + 270 \cdot 4 + 170 \cdot 12 + 80 \cdot 10 + 70 \cdot 12 + 130 \cdot 10 = 7.180 \text{ €}$$

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	80	12	270	350
W ₂	13	40	210	5	250
W ₃	150	50	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand		
W ₁	+ 14	- 80	16	12	270	4	350
W ₂	13	40	12	10	210	5	250
W ₃	- 150	12	18	10		7	200
Bedarf	150	170	210	270			<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand		
W ₁	+ 14	- 80	16	12	270	4	350
W ₂	13	40	12	10	210	5	250
W ₃	- 150	12	18	10	7	200	
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>		

Bewertung der Zelle W₁/A₁: $+14-16+18-12 = +4$
(nicht lohnenswert)

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16	12	270 4	350
W ₂	13	40 12	210 10	5	250
W ₃	150 12	50 18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16	12	270 4	350
W ₂	+ 13	- 40 12	210 10	5	250
W ₃	- 150 12	+ 50 18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

Bewertung der Zelle W₂/A₁: $+13-12+18-12 = +7$

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16	12	270 4	350
W ₂	+7 13	40 12	210 10	5	250
W ₃	150 12	50 18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16	12 270	4	350
W ₂	+7 13	40 12	210 10	5	250
W ₃	150 12	50 18	10	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16	12	270 4	350
W ₂	+7 13	40 12	210 10	5	250
W ₃	150 12	50 18	10	+1 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16	-2 12	270 4	350
W ₂	+7 13	40 12	210 10	+5 5	250
W ₃	150 12	50 18	-6 10	+1 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

(Ausgehend von der Lösung nach der Matrix-Minimum-Methode)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	+4 14	80 16 -2	12	270 4	350
W ₂	+7 13	+ 40 12 -	210 10	+5 5	250
W ₃	150 12	- 50 18 -6	10	+1 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

Die größte Kosteneinsparung ergibt sich bei Feld W₃/A₃ : - 6 EUR/ME → also wird jetzt versucht, soviel wie möglich über dieses Feld zu transportieren: maximal: 50 = (min)(50, 210)

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	80	12	270	350
W ₂	13	90	160	5	250
W ₃	150	18	50	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	-2 14	80 16	-2 12	270 4	350
W ₂	+1 13	90 12	160 10	+5 5	250
W ₃	150 12	18	50 10	+7 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	-2 14	80 16	-2 12	270 4	350
W ₂	+1 13	90 12	160 10	+5 5	250
W ₃	150 12	18	50 10	+7 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	-2 14	80 16	-2 12	270 4	350
W ₂	+1 13	90 12	160 10	+5 5	250
W ₃	150 12	18	50 10	+7 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

Maximale Transportmenge = $\min(80, 160) = 80$

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	14	16	80	270	350
W ₂	13	170	80	5	250
W ₃	150	18	50	7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	<u>0</u> 14	<u>2</u> 16	80 12	270 4	350
W ₂	<u>+1</u> 13	170 12	80 10	<u>+3</u> 5	250
W ₃	150 12	<u>+6</u> 18	50 10	<u>+5</u> 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

3.3 Bestimmung der Optimallösung

3.3.1 Stepping Stone

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	Bestand
W ₁	<u>0</u> 14	<u>2</u> 16	80 12	270 4	350
W ₂	<u>+1</u> 13	170 12	80 10	<u>+3</u> 5	250
W ₃	150 12	<u>+6</u> 18	50 10	<u>+5</u> 7	200
Bedarf	150	170	210	270	<u>800</u>

Die Lösung ist mehrdeutig aber optimal.

$$K = 7180$$