

13. Modellieren Sie die folgenden logischen Bedingungen durch entsprechende binäre Variablen und Nebenbedingungen:

- (a) aus  $L_1$  folgt  $L_2$  und  $L_3$ .
- (b) aus  $L_1$  folgt  $L_2$  oder  $L_3$ .
- (c) ist  $L_1$  oder  $L_2$  erfüllt, so muss auch  $L_3$  erfüllt sein
- (d) es ist  $L_1$  oder ( $L_2$  und  $L_3$ ) erfüllt (oder nicht ausschließliche)
- (e)  $L_3$  kann (muss aber nicht) nur dann erfüllt sein, wenn  $L_1$  und  $L_2$  erfüllt sind

14. Von den beiden Nebenbedingungen muss nur eine erfüllt sein

$$\begin{aligned} 2x_1 - x_2 &\leq 1 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 &\leq 3 \end{aligned}$$

Verwenden Sie dazu eine binäre Variable  $\delta$  und eine sehr grosse Zahl  $M$ .

15. Betrachten Sie einen Prozess, wo fünf Operationen an einer CNC Maschine durchgeführt werden sollen. Die Rüstzeit für jede Operation hängt von der unmittelbar vorangehenden Operation ab, wie es folgende Tabelle zeigt:

		Rüstzeit				
		Auftrag				
		1	2	3	4	5
	<i>keiner</i>	4	5	8	9	4
unmittelbar vorangehender Auftrag	1	–	7	12	10	9
	2	8	–	10	14	11
	3	10	11	–	12	10
	4	7	8	15	–	7
	5	12	9	8	16	–

Das Ziel ist es, die Reihenfolge der Operationen so festzulegen, dass die Summe der resultierenden Rüstzeiten minimiert wird. Lösen Sie diese Aufgabe mit einem Branch & Bound Algorithmus.

16. Lösen Sie folgendes IP mit dem additiven Algorithmus von Egon Balas:

$$\begin{aligned} \min \quad & 5x_1 + 6x_2 + 7x_3 + 8x_4 + 9x_5 \\ \text{s.t.} \quad & 3x_1 - x_2 + x_3 + x_4 - 2x_5 \geq 2 \\ & x_1 + 3x_2 - x_3 - 2x_4 + x_5 \geq 0 \\ & -x_1 - x_2 + 3x_3 + x_4 + x_5 \geq 1 \\ \text{NNC :} \quad & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \text{ binär} \end{aligned}$$