

# Anhang A

## Ergebnisse für die Testproblemgruppe $OR^{opt}$

$\gamma = 1$	vorwärts				rückwärts			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$OR_A^{opt}$	9,7%	4,8%	5,6%	3,0%	4,2%	1,0%	0,8%	2,0%
$OR_B^{opt}$	36,3%	27,4%	0,7%	2,4%	18,0%	10,7%	9,3%	7,1%
$OR_C^{opt}$	10,0%	9,1%	9,9%	12,1%	3,8%	5,1%	1,3%	2,4%
$OR_D^{opt}$	17,4%	4,0%	11,6%	2,4%	1,6%	3,8%	2,1%	3,4%
$OR_E^{opt}$	75,2%	44,1%	23,2%	17,5%	41,5%	26,6%	14,8%	16,0%
$OR_F^{opt}$	50,6%	31,0%	15,0%	0,0%	19,0%	23,8%	21,8%	4,9%

Tabelle A.1: Abweichungen für die Heuristik ohne Zusatzrestriktionen für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\gamma = 1$	vorwärts				rückwärts			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$OR_A^{opt}$	5,0%	7,8%	7,7%	1,8%	3,3%	0,7%	0,7%	0,0%
$OR_B^{opt}$	28,4%	28,7%	0,7%	2,4%	1,7%	0,0%	0,3%	0,3%
$OR_C^{opt}$	36,2%	18,7%	14,7%	5,3%	3,0%	1,9%	0,0%	0,0%
$OR_D^{opt}$	14,4%	4,0%	11,6%	1,0%	1,6%	4,4%	1,1%	0,8%
$OR_E^{opt}$	30,9%	21,6%	23,4%	22,5%	2,4%	0,3%	0,0%	4,2%
$OR_F^{opt}$	25,9%	15,7%	15,0%	0,0%	12,1%	4,0%	4,0%	3,0%

Tabelle A.2: Abweichungen für die Heuristik mit den Zusatzrestriktionen für die minimale Rüstanzahl für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\gamma = 1$	vorwärts				rückwärts			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$\rho = 1$								
$OR_A^{opt}$	6,1%	5,0%	3,4%	1,6%	2,6%	1,3%	0,2%	0,2%
$OR_B^{opt}$	27,2%	23,8%	0,7%	2,4%	10,0%	10,7%	9,5%	0,7%
$OR_C^{opt}$	10,3%	22,2%	14,7%	5,3%	0,7%	5,1%	1,9%	1,3%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	11,6%	1,0%	1,6%	8,1%	0,8%	0,8%
$OR_E^{opt}$	49,1%	34,0%	23,4%	23,1%	41,5%	26,6%	14,8%	6,6%
$OR_F^{opt}$	39,2%	15,7%	15,0%	0,0%	25,1%	23,8%	21,8%	4,9%
$\rho = 2$								
$OR_A^{opt}$	4,8%	5,0%	3,4%	1,6%	2,6%	1,5%	0,3%	0,4%
$OR_B^{opt}$	27,2%	23,8%	0,7%	2,4%	27,4%	10,7%	9,3%	0,7%
$OR_C^{opt}$	23,0%	22,2%	14,7%	5,3%	6,9%	2,1%	1,7%	1,3%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	11,6%	1,0%	2,8%	3,7%	0,8%	0,7%
$OR_E^{opt}$	33,5%	21,6%	23,4%	22,5%	33,7%	26,6%	14,8%	10,1%
$OR_F^{opt}$	25,9%	15,7%	15,0%	0,0%	24,7%	23,8%	4,5%	4,9%
$\rho = 3$								
$OR_A^{opt}$	4,8%	5,0%	3,4%	1,6%	3,9%	1,7%	0,2%	0,5%
$OR_B^{opt}$	27,2%	23,8%	0,7%	2,4%	24,2%	9,9%	9,5%	0,7%
$OR_C^{opt}$	23,0%	22,2%	14,7%	5,7%	4,6%	0,1%	0,1%	0,6%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	11,6%	1,0%	2,8%	3,7%	1,1%	0,7%
$OR_E^{opt}$	30,9%	21,6%	23,4%	23,1%	33,7%	28,8%	14,8%	10,1%
$OR_F^{opt}$	25,9%	15,7%	15,0%	0,0%	12,1%	4,0%	4,0%	1,3%

Tabelle A.3: Abweichungen für die Heuristik mit (I,S)-Ungleichungen für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\gamma = 1$	vorwärts				rückwärts			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$\xi = 1$								
$OR_A^{opt}$	6,1%	5,0%	3,4%	1,6%	2,8%	1,3%	0,6%	0,1%
$OR_B^{opt}$	27,2%	23,8%	0,7%	2,4%	18,0%	10,7%	9,3%	0,7%
$OR_C^{opt}$	10,3%	22,2%	14,7%	5,3%	0,7%	4,1%	1,5%	1,3%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	11,6%	1,0%	1,6%	10,3%	1,1%	0,8%
$OR_E^{opt}$	49,1%	34,0%	23,4%	22,5%	41,5%	26,6%	14,8%	13,4%
$OR_F^{opt}$	39,2%	15,7%	15,0%	0,0%	25,1%	23,8%	21,9%	4,9%
$\xi = 2$								
$OR_A^{opt}$	4,8%	5,0%	3,4%	1,6%	3,4%	1,6%	0,0%	0,0%
$OR_B^{opt}$	27,2%	23,8%	0,7%	2,4%	22,7%	10,7%	9,5%	0,7%
$OR_C^{opt}$	13,3%	22,2%	14,7%	5,3%	6,8%	4,8%	1,5%	1,3%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	11,6%	1,0%	0,2%	0,9%	0,9%	0,7%
$OR_E^{opt}$	33,5%	21,6%	23,4%	22,5%	33,7%	26,6%	14,8%	13,4%
$OR_F^{opt}$	25,9%	15,7%	15,0%	0,0%	25,1%	23,8%	6,4%	4,9%
$\xi = 3$								
$OR_A^{opt}$	4,8%	5,0%	3,4%	1,6%	2,6%	1,6%	0,2%	0,3%
$OR_B^{opt}$	27,2%	23,8%	0,7%	2,4%	24,6%	9,9%	9,5%	0,7%
$OR_C^{opt}$	13,3%	22,2%	14,7%	5,3%	3,5%	3,7%	1,0%	0,9%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	11,6%	1,0%	3,5%	1,7%	0,6%	0,7%
$OR_E^{opt}$	30,9%	21,6%	23,4%	22,5%	33,7%	28,8%	14,8%	10,9%
$OR_F^{opt}$	25,9%	15,7%	15,0%	0,0%	12,1%	4,0%	4,0%	0,0%

Tabelle A.4: Abweichungen für die Heuristik mit den MIR-Ungleichungen für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\gamma = 1$	vorwärts				rückwärts			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$\phi = 1$								
$OR_A^{opt}$	9,7%	4,8%	1,7%	3,0%	4,2%	1,0%	0,8%	2,0%
$OR_B^{opt}$	36,3%	27,4%	0,7%	2,4%	18,0%	10,7%	9,3%	7,1%
$OR_C^{opt}$	10,0%	9,1%	9,9%	12,1%	3,8%	5,1%	1,3%	2,4%
$OR_D^{opt}$	17,4%	4,0%	11,6%	2,4%	1,6%	3,8%	2,1%	3,4%
$OR_E^{opt}$	75,2%	44,1%	23,2%	17,5%	41,5%	26,6%	14,8%	16,0%
$OR_F^{opt}$	50,6%	31,0%	15,0%	0,0%	19,0%	23,8%	21,8%	4,9%
$\phi = 2$								
$OR_A^{opt}$	10,1%	4,8%	4,0%	2,6%	5,1%	1,5%	0,5%	1,8%
$OR_B^{opt}$	36,3%	27,4%	0,7%	2,4%	18,0%	10,7%	9,3%	7,1%
$OR_C^{opt}$	10,0%	9,1%	9,9%	12,1%	3,8%	5,1%	1,3%	2,4%
$OR_D^{opt}$	17,4%	4,0%	11,6%	4,0%	6,0%	3,9%	3,6%	7,3%
$OR_E^{opt}$	75,2%	44,1%	23,2%	17,5%	41,5%	26,6%	14,8%	16,0%
$OR_F^{opt}$	50,6%	31,0%	15,0%	0,0%	19,0%	23,8%	21,8%	4,9%
$\phi = 3$								
$OR_A^{opt}$	10,1%	4,8%	5,2%	1,6%	5,1%	0,8%	1,1%	2,6%
$OR_B^{opt}$	36,3%	27,4%	0,7%	2,4%	18,0%	10,7%	9,3%	7,1%
$OR_C^{opt}$	10,0%	9,1%	9,9%	2,3%	8,7%	2,4%	1,3%	2,3%
$OR_D^{opt}$	17,4%	4,0%	11,6%	4,4%	2,5%	11,2%	3,3%	3,4%
$OR_E^{opt}$	75,2%	44,1%	23,2%	17,5%	41,5%	26,6%	14,8%	16,0%
$OR_F^{opt}$	50,6%	31,0%	15,0%	0,0%	19,0%	23,8%	21,8%	4,9%

Tabelle A.5: Abweichungen für die Heuristik mit Restkapazitätsrestriktionen für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\gamma = 1$	rückwärts			
	1	2	3	4
$\rho = 1$				
$OR_A^{opt}$	3,4%	1,9%	0,6%	0,0%
$OR_B^{opt}$	2,1%	0,0%	0,0%	0,3%
$OR_C^{opt}$	3,9%	0,0%	0,2%	0,0%
$OR_D^{opt}$	2,9%	3,9%	0,9%	0,9%
$OR_E^{opt}$	2,4%	3,0%	0,0%	0,3%
$OR_F^{opt}$	12,1%	4,0%	4,0%	3,0%
$\rho = 2$				
$OR_A^{opt}$	3,4%	0,9%	0,7%	0,3%
$OR_B^{opt}$	2,1%	0,0%	0,3%	0,0%
$OR_C^{opt}$	4,1%	0,0%	0,0%	0,6%
$OR_D^{opt}$	2,8%	3,7%	0,8%	0,7%
$OR_E^{opt}$	2,4%	1,6%	0,3%	4,0%
$OR_F^{opt}$	12,1%	4,0%	4,0%	3,0%
$\rho = 3$				
$OR_A^{opt}$	3,1%	1,4%	1,1%	0,1%
$OR_B^{opt}$	6,2%	0,0%	0,3%	0,0%
$OR_C^{opt}$	4,6%	0,0%	0,0%	1,0%
$OR_D^{opt}$	2,8%	3,7%	0,6%	0,7%
$OR_E^{opt}$	2,4%	0,3%	0,0%	4,0%
$OR_F^{opt}$	12,1%	4,0%	4,0%	1,3%

Tabelle A.6: Abweichungen für die Heuristik mit (I,S)-Ungleichungen und den Ungleichungen für die minimale Rüstanzahl für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

	<i>rückwärts</i>			
$\gamma = 1$	1	2	3	4
$\xi = 1$				
$OR_A^{opt}$	1,5%	0,9%	0,4%	0,0%
$OR_B^{opt}$	2,1%	0,0%	0,3%	0,0%
$OR_C^{opt}$	3,9%	0,0%	0,0%	0,0%
$OR_D^{opt}$	0,7%	3,9%	0,8%	0,2%
$OR_E^{opt}$	2,4%	0,3%	0,0%	0,0%
$OR_F^{opt}$	12,1%	4,0%	5,8%	3,0%
$\xi = 2$				
$OR_A^{opt}$	2,9%	0,7%	1,0%	0,0%
$OR_B^{opt}$	2,1%	0,0%	0,0%	0,3%
$OR_C^{opt}$	3,5%	0,0%	0,0%	1,0%
$OR_D^{opt}$	4,3%	4,0%	1,7%	0,7%
$OR_E^{opt}$	2,4%	0,3%	0,6%	6,9%
$OR_F^{opt}$	12,1%	4,0%	4,0%	3,0%
$\xi = 3$				
$OR_A^{opt}$	4,8%	1,2%	1,0%	0,0%
$OR_B^{opt}$	1,6%	0,0%	0,3%	0,0%
$OR_C^{opt}$	3,5%	0,0%	0,0%	0,6%
$OR_D^{opt}$	8,3%	1,7%	0,9%	1,7%
$OR_E^{opt}$	2,4%	1,6%	0,3%	3,2%
$OR_F^{opt}$	12,1%	4,0%	4,0%	3,0%

Tabelle A.7: Abweichungen für die Heuristik mit MIR-Ungleichungen und den Ungleichungen für die minimale Rüstanzahl für die Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

# Anhang B

## Ergebnisse für die Testproblemgruppe $MR^{opt}$

$\eta =$	Abweichung vom Optimum vorwärts			Abweichung vom Optimum rückwärts		
	0	1	2	0	1	2
$\gamma = 1$						
$MR_A^{opt}$	4,1	3,6	2,7	-	-	2,8
$MR_B^{opt}$	33,3	33,3	33,3	-	11,7	11,7
$MR_C^{opt}$	20,8	20,8	20,8	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,3	11,3	11,3	-	-	-
$MR_E^{opt}$	49,4	49,4	49,4	33,8	33,8	33,8
$MR_F^{opt}$	39,3	39,3	39,3	18,9	18,9	18,9
$\gamma = 2$						
$MR_A^{opt}$	1,2	1,7	2,5	-	-	-
$MR_B^{opt}$	32,4	32,4	32,4	7,3	7,3	7,3
$MR_C^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,0	11,0	11,0	-	-	-
$MR_E^{opt}$	25,8	25,8	25,8	26,5	26,5	26,5
$MR_F^{opt}$	16,3	16,3	16,3	24,1	24,1	24,1
$\gamma = 3$						
$MR_A^{opt}$	-	1,5	1,2	-	-	2,4
$MR_B^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_C^{opt}$	14,4	14,4	14,4	0,9	0,9	0,9
$MR_D^{opt}$	7,4	7,4	7,4	0,0	0,0	0,0
$MR_E^{opt}$	22,3	22,3	22,3	16,4	16,4	16,4
$MR_F^{opt}$	15,1	15,1	15,1	21,8	21,8	21,8

Tabelle B.1: Ergebnisse der Heuristik mit der (I,S)-Ungleichung mit  $\rho = 1$  vorwärts und rückwärts für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\eta =$	Abweichung vom Optimum vorwärts			Abweichung vom Optimum rückwärts		
	0	1	2	0	1	2
$\gamma = 1$						
$MR_A^{opt}$	2,9	2,9	3,5	-	-	-
$MR_B^{opt}$	33,3	33,3	33,3	-	11,7	11,7
$MR_C^{opt}$	23,2	13,5	13,5	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,3	11,3	11,3	-	4,4	6,8
$MR_E^{opt}$	33,6	33,6	33,6	33,8	33,8	33,8
$MR_F^{opt}$	25,2	25,2	25,2	-	-	-
$\gamma = 2$						
$MR_A^{opt}$	-	1,6	1,6	-	-	-
$MR_B^{opt}$	32,4	32,4	32,4	7,3	7,3	7,3
$MR_C^{opt}$	5,7	5,7	5,7	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,0	11,0	11,0	2,9	2,9	2,9
$MR_E^{opt}$	21,7	21,7	21,7	26,5	26,5	26,5
$MR_F^{opt}$	16,3	16,3	16,3	24,1	24,1	24,1
$\gamma = 3$						
$MR_A^{opt}$	-	2,1	2,1	-	-	0,0
$MR_B^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_C^{opt}$	16,9	16,9	16,9	-	-	-
$MR_D^{opt}$	7,4	7,4	7,4	-	0,0	0,0
$MR_E^{opt}$	22,3	22,3	22,3	16,4	16,4	16,4
$MR_F^{opt}$	15,1	15,1	15,1	6,3	6,3	6,3

Tabelle B.2: Ergebnisse der Heuristik mit der (I,S)-Ungleichung mit  $\rho = 2$  vorwärts und rückwärts für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\eta =$	Abweichung vom Optimum vorwärts			Abweichung vom Optimum rückwärts		
	0	1	2	0	1	2
$\gamma = 1$						
$MR_A^{opt}$	4,1	3,6	2,7	-	-	2,8
$MR_B^{opt}$	33,3	33,3	33,3	-	11,7	11,7
$MR_C^{opt}$	20,8	20,8	20,8	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,3	11,3	11,3	-	-	-
$MR_E^{opt}$	49,4	49,4	49,4	33,8	33,8	33,8
$MR_F^{opt}$	39,3	39,3	39,3	18,9	18,9	18,9
$\gamma = 2$						
$MR_A^{opt}$	1,2	1,7	1,4	-	-	-
$MR_B^{opt}$	32,4	32,4	32,4	7,3	7,3	7,3
$MR_C^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,0	11,0	11,0	-	-	-
$MR_E^{opt}$	25,8	25,8	25,8	26,5	26,5	26,5
$MR_F^{opt}$	16,3	16,3	16,3	24,1	24,1	24,1
$\gamma = 3$						
$MR_A^{opt}$	-	1,5	1,9	-	-	1,9
$MR_B^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_C^{opt}$	14,4	14,4	14,4	0,9	0,9	0,9
$MR_D^{opt}$	7,4	7,4	7,4	0,0	0,0	0,0
$MR_E^{opt}$	19,1	19,1	25,9	16,4	16,4	16,4
$MR_F^{opt}$	15,1	15,1	15,1	21,8	21,8	21,8

Tabelle B.3: Ergebnisse der Heuristik mit der MIR-Ungleichung mit  $\xi = 1$  vorwärts und rückwärts für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\eta =$	Abweichung vom Optimum vorwärts			Abweichung vom Optimum rückwärts		
	0	1	2	0	1	2
$\gamma = 1$						
$MR_A^{opt}$	3,5	2,9	6,1	-	-	-
$MR_B^{opt}$	33,3	33,3	33,3	-	11,7	11,7
$MR_C^{opt}$	14,5	14,5	14,5	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,3	11,3	11,3	-	4,4	6,8
$MR_E^{opt}$	33,6	33,6	33,6	33,8	33,8	33,8
$MR_F^{opt}$	25,2	25,2	25,2	-	-	-
$\gamma = 2$						
$MR_A^{opt}$	-	1,6	1,7	-	-	-
$MR_B^{opt}$	32,4	32,4	32,4	7,3	7,3	7,3
$MR_C^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_D^{opt}$	11,0	11,0	11,0	3,6	2,9	2,9
$MR_E^{opt}$	21,7	21,7	21,7	26,5	26,5	26,5
$MR_F^{opt}$	16,3	16,3	16,3	24,1	24,1	24,1
$\gamma = 3$						
$MR_A^{opt}$	-	0,1	0,8	-	-	0,0
$MR_B^{opt}$	23,5	23,5	23,5	-	-	-
$MR_C^{opt}$	14,4	14,4	14,4	-	-	-
$MR_D^{opt}$	7,4	7,4	7,4	-	0,0	0,0
$MR_E^{opt}$	25,9	22,3	22,3	16,4	16,4	16,4
$MR_F^{opt}$	15,1	15,1	15,1	6,3	6,3	6,3

Tabelle B.4: Ergebnisse der Heuristik mit der MIR-Ungleichung mit  $\xi = 2$  vorwärts und rückwärts für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\eta =$	Abweichung vom Optimum vorwärts			Abweichung vom Optimum rückwärts		
	0	1	2	0	1	2
$\gamma = 1$						
$MR_A^{opt}$	-	-	-	-	-	-
$MR_B^{opt}$	39,5	35,1	24,2	-	7,3	-
$MR_C^{opt}$	12,6	18,0	23,6	-	-	0,9
$MR_D^{opt}$	15,5	10,9	3,5	-	-	1,9
$MR_E^{opt}$	72,8	44,6	23,2	33,8	26,5	16,4
$MR_F^{opt}$	50,8	50,8	50,8	18,9	18,9	18,9
$\gamma = 2$						
$MR_A^{opt}$	-	-	-	-	-	-
$MR_B^{opt}$	39,5	35,1	24,2	11,7	7,3	-
$MR_C^{opt}$	12,6	18,0	27,2	-	-	0,9
$MR_D^{opt}$	15,5	10,9	5,4	-	-	1,4
$MR_E^{opt}$	72,8	44,6	23,2	33,8	26,5	16,4
$MR_F^{opt}$	33,2	33,2	33,2	24,1	24,1	24,1
$\gamma = 3$						
$MR_A^{opt}$	-	-	1,6	-	-	-
$MR_B^{opt}$	39,5	35,1	24,2	11,7	7,3	-
$MR_C^{opt}$	12,6	18,0	14,1	-	-	0,9
$MR_D^{opt}$	15,5	10,9	1,4	-	-	5,0
$MR_E^{opt}$	72,8	44,6	23,2	33,8	26,5	16,4
$MR_F^{opt}$	15,1	15,1	15,1	21,8	21,8	21,8

Tabelle B.5: Ergebnisse der Heuristik mit der Ungleichung für die Restkapazität mit  $\phi = 1$  vorwärts und rückwärts für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

$\eta =$	Abweichung vom Optimum vorwärts			Abweichung vom Optimum rückwärts		
	0	1	2	0	1	2
$\gamma = 1$						
$MR_A^{opt}$	-	-	2,3	-	-	-
$MR_B^{opt}$	39,5	35,1	24,2	-	7,3	-
$MR_C^{opt}$	12,6	18,0	23,6	-	-	0,9
$MR_D^{opt}$	15,5	10,9	8,3	-	-	5,8
$MR_E^{opt}$	72,8	44,6	23,2	33,8	26,5	16,4
$MR_F^{opt}$	50,8	50,8	50,8	18,9	18,9	18,9
$\gamma = 2$						
$MR_A^{opt}$	-	-	-	-	-	-
$MR_B^{opt}$	39,5	35,1	24,2	11,7	7,3	-
$MR_C^{opt}$	12,6	18,0	27,2	-	-	0,9
$MR_D^{opt}$	15,5	12,2	8,3	-	-	0,7
$MR_E^{opt}$	72,8	44,6	23,2	33,8	26,5	16,4
$MR_F^{opt}$	33,2	33,2	33,2	24,1	24,1	24,1
$\gamma = 3$						
$MR_A^{opt}$	-	-	-	-	-	1,7
$MR_B^{opt}$	39,5	35,1	24,2	11,7	7,3	-
$MR_C^{opt}$	12,6	18,0	14,1	-	-	0,9
$MR_D^{opt}$	15,5	15,7	3,1	-	-	1,6
$MR_E^{opt}$	72,8	44,6	23,2	33,8	26,5	16,4
$MR_F^{opt}$	15,1	15,1	15,1	21,8	21,8	21,8

Tabelle B.6: Ergebnisse der Heuristik mit der Ungleichung für die Restkapazität mit  $\phi = 2$  vorwärts und rückwärts für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$

	rückwärts			vorwärts
	$\mu = 1, \rho = 3$	$\mu = 1, \xi = 3$	$\mu = 1, \rho = 3, \xi = 3$	$\mu = 1, \rho = 3, \xi = 3$
$\gamma = 1$				
$MR_A^{opt}$	51,4	50,5	50,5	1,1
$MR_B^{opt}$	2,6	2,6	2,6	33,3
$MR_C^{opt}$	2,8	2,8	2,8	13,5
$MR_D^{opt}$	4,4	4,4	4,4	11,3
$MR_E^{opt}$	1,9	1,9	1,9	31,1
$MR_F^{opt}$	9,9	9,9	9,9	25,2
$\gamma = 2$				
$MR_A^{opt}$	46,8	46,8	46,8	0,9
$MR_B^{opt}$	5,0	5,0	5,0	32,4
$MR_C^{opt}$	0,4	0,4	0,4	5,7
$MR_D^{opt}$	2,9	2,9	2,9	11,0
$MR_E^{opt}$	0,4	0,4	0,4	21,7
$MR_F^{opt}$	4,0	4,0	4,0	16,3
$\gamma = 3$				
$MR_A^{opt}$	38,6	38,5	38,5	0,9
$MR_B^{opt}$	0,0	0,0	0,0	23,5
$MR_C^{opt}$	0,4	0,4	0,4	16,9
$MR_D^{opt}$	0,0	0,0	0,0	7,4
$MR_E^{opt}$	0,0	0,0	0,0	22,3
$MR_F^{opt}$	3,9	3,9	3,9	15,1

Tabelle B.7: Ergebnisse der Heuristik mit Kombinationen von Ungleichungen für Testproblemgruppe  $MR^{opt}$



# Anhang C

## Ergebnisse für die Testproblemgruppe D

$\gamma = 1$	Anteil an zul. Lsg. in %				mittlere Abweichung in %			
	$\rho = 0$	$\rho = 1$	$\rho = 2$	$\rho = 3$	$\rho = 0$	$\rho = 1$	$\rho = 2$	$\rho = 3$
90/90/90	25	83	50	25	4,7	3,8	7,3	9,1
70/70/70	100	100	94	88	4,5	3,7	1,6	3,5
50/50/50	100	100	100	100	4,2	3,8	0,9	0,8
90/70/50	88	100	94	88	3,5	2,6	1,4	2,9
50/70/90	86	93	100	93	6,6	1,3	-1,0	0,7

Tabelle C.1: Ergebnisse der Heuristik für Testproblemgruppe D

# Anhang D

## Ergebnisse der Berechnungen der unteren Schranken

Die maximale Produktion wurde bei  $M^{prod} = 0$  durch BigM, bei  $M^{prod} = 1$  durch den kumulierten Nettobedarf, bei  $M^{prod} = 2$  durch das Minimum aus kumulierten Nettobedarf und Kapazität und bei  $M^{prod} = 3$  durch das Minimum aus kumulierten Nettobedarf, Kapazität und Restkapazität ermittelt.  $\mu$  gibt an, ob Restriktionen für die minimale Rüstanzahl verwendet wurden ( $\mu = 1$ ) oder nicht ( $\mu = 0$ ). Über  $\rho, \xi$  und  $\phi$  werden die Anzahl der (I,S)-, der MIR- und der Restkapazitäts-Ungleichungen gesteuert.

	mittlere Abw. in %				mittlere Dauer in Sek.			
$M^{prod}$	0	3	3	3	0	3	3	3
$\mu =$	0	0	1	1	0	0	1	1
$\rho =$	0	0	3	T	0	0	3	T
$\xi =$	0	0	3	T	0	0	3	T
$\phi =$	0	0	3	T	0	0	3	T
g511130	37	31	24	24	15	14	21	52
g511131	40	32	31	30	16	19	27	110
g511132	49	34	32	32	13	17	30	94
g511140	31	24	17	17	12	12	17	40
g511141	34	22	21	20	12	17	30	63
g511142	44	25	23	22	12	19	27	79

Tabelle D.1: LP-Lösungen für einige Probleme mit SPL-Formulierung

$M^{prod}$	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
$\mu =$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$\rho =$	0	0	0	0	1	3	T	0	0	0	0	0
$\xi =$	0	0	0	0	0	0	0	1	3	T	0	0
$\phi =$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3
mittlere Abweichung in %												
g511130	394	133	98	47	36	34	33	43	43	43	74	74
g511131	289	97	88	62	34	33	32	43	43	42	79	79
g511132	222	81	77	55	36	34	34	41	41	40	71	71
g511140	342	102	75	31	27	26	25	34	33	32	56	56
g511141	246	66	60	39	24	23	22	29	29	28	53	53
g511142	199	58	55	35	26	25	25	30	30	28	50	50
mittlere Dauer in Sek.												
g511130	0	0	0	0	1	2	4	1	3	13	1	1
g511131	0	0	0	1	1	3	7	1	3	11	1	1
g511132	0	0	0	0	1	2	5	1	2	9	0	0
g511140	0	0	0	0	1	2	6	1	3	12	0	0
g511141	1	0	0	0	1	2	5	1	3	12	0	0
g511142	0	0	1	1	1	2	4	1	2	8	0	0

Tabelle D.2: LP-Lösungen für einige Probleme mit Standard-Formulierung

$M^{prod}$	mittlere Abw. in %						mittlere Dauer in Sek.					
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
$\mu =$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$\rho =$	3	T	3	0	3	T	3	T	3	0	3	
$\xi =$	0	0	0	3	3	T	0	0	0	3	3	
$\phi =$	0	0	3	0	3	T	0	0	3	0	3	
g511130	25	24	25	31	25	24	3	7	3	3	4	
g511131	31	31	31	38	31	30	4	11	3	2	7	
g511132	33	33	32	37	32	32	3	8	3	1	4	
g511140	18	17	18	22	18	17	3	7	3	2	4	
g511141	21	21	21	25	21	20	3	9	3	3	5	
g511142	23	23	23	25	23	22	2	8	2	3	4	

Tabelle D.3: LP-Lösungen für einige Probleme mit Standard-Formulierung und mehreren Ungleichungen