

## Praktikum 5 GK1

(SP.01: Logikrätsel (Zebrarätsel))

(SP (V, D, C))

V:

$$i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

Farbe = F<sub>i</sub>

Nationalität = N<sub>i</sub>

Hausier = H<sub>i</sub>

Gewürk = G<sub>i</sub>

Zigaretten = Z<sub>i</sub>

D:

$$D_F = \{\text{blau, gelb, rot, grün, weiß}\}$$

$$D_N = \{\text{Ukrainer, Engländer, Japaner, Spanier}\}$$

$$D_H = \{\text{Pferd, Fuchs, Schnecken, Zebra, Hund}\}$$

$$D_G = \{\text{Tee, Waren, O-Sort, Kaffee}\}$$

$$D_Z = \{\text{Kools, Old Gold, Chesterfield, Parliament, Lucky Strike}\}$$

$$D_W = \{\text{Norweger}\}$$

$$D_M = \{\text{Mild}\}$$

Eigenschaften sind Variablen ist der beste Weg!

Der Jüd ist bestimmt dann das Haus.

Häuser Dom ären

a = dürfen wir nicht zuweisen

(Das ist die Lösung!)

Cg: Mild == 3

Engländer ≠ Spanier ≠ Japaner ...

rot ≠ grün ≠ weiß ...

Rot: {1...5}

Spanier: {1...5}

Hund: {1...5}

(Hinweise im Text  $\Rightarrow$  Regeln)

C:  $\forall i \neq j | i \neq j \text{ und } i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

$c_1 = F_i \neq F_j$

$c_2 = N_i \neq N_j$

$c_3 = HT_i \neq HT_j$

$c_4 = G_i \neq G_j$

$c_5 = Z_i \neq Z_j$

$c_6 = N_i = \text{Engländer} \Rightarrow F_i = \text{rot}$

$c_7 = N_i = \text{Spanier} \Rightarrow HT_i = \text{Hand}$

$c_8 = G_i = \text{kaffee} \Rightarrow F_i = \text{grün}$

$c_9 = N_i = \text{Ukrainer} \Rightarrow G_i = \text{Tee}$

$c_{10} = F_i = \text{grün} \Rightarrow F_{i+1} = \text{weiß}$

$c_{11} = Z_i = \text{Old Gold} \Rightarrow HT_i = \text{Schnecken}$

$c_{12} = Z_i = \text{Kools} \Rightarrow F_i = \text{gelb}$

$c_{13} = G_i = \text{Milch}$

$c_{14} = N_i = \text{Norweger}$

$c_{15} = Z_i = \text{Chesterfield} \Rightarrow HT_{i+1} = \text{Fuchs} \quad i \neq 1$

$c_{16} = Z_i = \text{Kools} \Rightarrow HT_{i+1} = \text{Pferd} \text{ oder } HT_{i+1} = \text{Pferd} \quad i \neq 1$

$c_{17} = Z_i = \text{Lucky Strike} \Rightarrow G_i = \text{O-Saft}$

$c_{18} = N_i = \text{Japaner} \Rightarrow Z_i = \text{Parlament}$

$c_{19} = N_i = \text{Norweger} \Rightarrow F_{i+1} = \text{blau} \text{ oder } F_{i+1} = \text{blau} \quad i \neq 1$

Keine mehrfache Belohnung durch  
globale Constraints erlaubt!

CSP. 02

{blau, gelb, rot, grün, weiß}

Fehler, da mit  
einem Ausgabewert  
gesiebt wurde.

1.

$F_1 = \text{blau}$

Konflikt!

{blau, gelb, rot, grün, weiß}

$F_2 = \text{gelb}$

{blau, gelb, rot, grün, weiß}

$F_3 = \text{rot}$

{blau, rot, grün, weiß}

$F_4 = \text{grün}$

{rot, grün, weiß}

$F_5 = \text{weiß}$

Konflikt!

{weiß}

zweite zwisch

$F_6 = \text{weiß}$

{grün, weiß}

$F_7 = \text{grün}$

{grün}

$N_1 = \text{Ukrainer}$

{Ukrainer, Spanier, Engländer, Japaner}

$N_2 = \text{Spanier}$

{Spanier, Engländer, Japaner}

$N_3 = \text{Engländer}$

Konflikt!

{Engländer, Japaner}

$N_4 = \text{Japaner}$

{Engländer, Japaner}

$N_5 = \text{Engländer}$

Konflikt!

{Engländer}

{Engländer}

{Spanier, Engländer, Japaner}

{Engländer, Spanier, Japaner}

{Spanier, Japaner}

{Japaner}

$N_6 = \text{Engländer}$

$N_7 = \text{Spanier}$

$N_8 = \text{Japaner}$

$HT_1 = \text{Pferd}$  Konflikt!

{Pferd, Fuchs, Schnecken, Zebra, Hund}

$HT_2 = \text{Fuchs}$

{Pferd, Fuchs, Schnecken, Zebra, Hund}

$HT_3 = \text{Schnecken}$

{Pferd, Schnecken, Zebra, Hund}

$HT_4 = \text{Zebra}$  Konflikt!

{Schnecken, Zebra, Hund}

$HT_5 = \text{Hund}$

{Zebra, Hund}

$HT_6 = \text{Zebra}$

{Zebra}

$G_1 = \text{Tee}$

$G_2 = \text{Wasser Konflikt!}$

$\{\text{Tee}, \text{Wasser}, \text{O-Saft}, \text{Kaffee}\}$

$\{\text{Tee}, \text{Wasser}, \text{O-Saft}, \text{Kaffee}\}$

Wasser und Kaffee sind Konflikt!

$G_1 = \text{Wasser}$

$G_2 = \text{Tee}$

$G_3 = \text{Mild Vorgele!}$

$G_4 = \text{O-Saft}$

$G_5 = \text{Kaffee}$

$Z_1 = \text{Kools}$

$\{\text{Kools}, \text{Old Gold}, \text{Chesterfield}, \text{Parliament}, \text{Lucky Strike}\}$

$Z_2 = \text{Old Gold Konflikt!}$

$\{\text{Kools}, \text{Old Gold}, \text{Chesterfield}, \text{Parliament}, \text{Lucky Strike}\}$

$Z_2 = \text{Chesterfield}$

$\{\text{Kools}, \text{Old Gold}, \text{Chesterfield}, \text{Parliament}, \text{Lucky Strike}\}$

$Z_3 = \text{Old Gold}$

$\{\text{Kools}, \text{Old Gold}, \text{Chesterfield}, \text{Parliament}, \text{Lucky Strike}\}$

$Z_4 = \text{Parliament}$

$\{\text{Kools}, \text{Old Gold}, \text{Chesterfield}, \text{Parliament}, \text{Lucky Strike}\}$

$Z_5 = \text{Lucky-Strike Konflikt!}$

$\{\text{Kools}, \text{Old Gold}, \text{Chesterfield}, \text{Parliament}, \text{Lucky Strike}\}$

$Z_6 = \text{Lucky Strike}$

$Z_7 = \text{Parliament}$

## 2.2

MRV (Variable mit den wenigsten freien Werten zuerst betrachten)  
(Betrachten immer Nachbarn nach Belegung aus Sicht der selekteten Variablen)

Gradheuristik (Erweiterung von MRV bei Gleichstand)

Szenario MRV: Variablen mit gleicher Anzahl an freien Werten

→ Wähle Variable mit meisten Constraints auf offene Variablen (Einfach die Anzahl der Kanten)

$N_1 = \text{Norwegen}$	$\{\text{Norwegen}\}$
$G_1 = \text{Mild}$	$\{\text{Mild}\}$
$G_2 = \text{Tee}$	$\{\text{Tee}, \text{Wasser}, \text{O-Saft}, \text{Kaffee}\}$ (keine Belegungen vorhanden, deshalb ohne Wdh)
$G_3 = \text{Wasser}$	$\{\text{Wasser}, \text{O-Saft}, \text{Kaffee}\}$
$G_4 = \text{O-Saft}$	$\{\text{O-Saft}, \text{Kaffee}\}$
$G_5 = \text{Kaffee}$	$\{\text{Kaffee}\}$

$N_2 = \text{Ukrainer}$	konflikt!	$\{\text{Ukrainer, Engländer, Spanier, Spanier}\}$
$N_2 = \text{Engländer}$		
$N_3 = \text{Ukrainer}$	konflikt!	
$N_3 = \text{Spanier}$		
$N_4 = \text{Ukrainer}$	konflikt!	

Backtracking mit Tiefensuche arbeitet sehr ineffizient und MRV sowie Gradheuristik, tragen kaum einen Unterschied in meiner Modellierung von der Laufzeit und den Ergebnissen. In meiner Modellierung sorgen sie für eine viel schlechtere Laufzeit.

## 2.3

(AC-3 kürzt Domänen)

$c_{14} = N_1 = \text{Norweger}$

$c_{13} = G_3 = \text{Möldn}$

$c_{ij} = N_i = \text{Norwegen} \Rightarrow F_{i+1} = \text{blau}$  oder  $F_{i-1} = \text{blau}$  für  $i \neq 1$

$(G_3, N_3), (G_3, F_3), (G_3, Z_3) \quad (N_1, N_2)$   
 $(N_3, G_3), (F_3, G_3), (Z_3, G_3)$

$(N_1, G_1), (N_1, F_1), (N_1, Z_1), (N_1, H, F_1)$   
 $(G_1, N_1), (F_1, N_1), (Z_1, N_1), (H, F_1, N_1)$

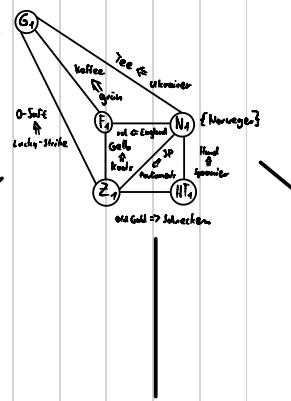
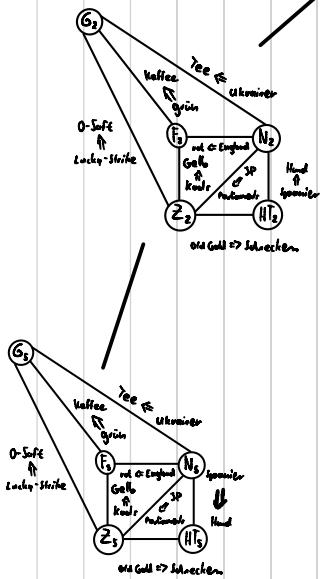
## 2.4

- MinConflicts hat Probleme bzw. verhängt sich

## Modellierung

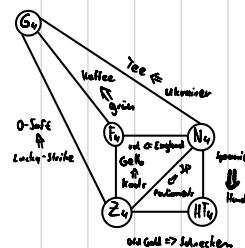
Modellierungstechnisch falsch in meiner Herangehensweise,  
bietet jedoch Übersicht, wenn man die mögliche Iteration kennt.

Norweger haben blauen Hosen (+1/-1)  
(Haus 2 oder 5)



Grüne Hosen ist direkt rechts vom weißen Hosen  
(Haus 4)

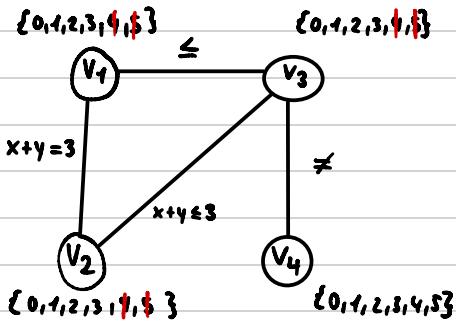
Chesterfield Raunder neben Mann mit Fuchs (+/-1)  
Koalr Raunder neben Hause mit Pferd (+/-1)



## Erklärung Algo:

- Tiefenwöde mit Backtracking
- Start mit unbelegtem CSP-Assignment
- Auswahl einer noch nicht belegten Variable
- Reihe nach alle Werte aus ihrer Domäne ausprobieren
- consistent (...)
  - ↳ Prüfen vor dem Eintragen, ob var = value mit dem bisherigen assignment verträglich ist  
(beklagte Variablen nicht verletzt)
  - ↳ Wenn consistent true wird var = value als Assignment übernehmen
- Inferenz
  - ↳ Nachbarn anschauen
  - ↳ Werte ausschließen, die mit var = value nicht kompatibel sind
  - ↳ Nachbar Domäne leer? Failure!
  - ↳ Wenn Inferene (...) != failure
    - ↳ Heißt keine Domäne leer
    - ↳ + die aktuelle Belegung sowie allen bisher abgeleiteten Einschränkungen sind konsistent
    - ↳ Wir gehen tiefer in die Suche mit dieser Belegung und den zgf. beschaffbaren Domänen
    - ↳ Rekursion führt zur Endlösung und wir kommen zurück  $\rightarrow \text{assignment} := \{ \text{var} = \text{value} \}$   
(Domänen rückgängig machen)
- return result  $\Leftarrow$  Lösung

CSP.03



$$\begin{aligned}
 D \times D = & (0,0), (0,1), (0,2), (0,3), (0,4), (0,5) \\
 & (1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5) \\
 & (2,0), (2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5) \\
 & (3,0), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5) \\
 & (4,0), (4,1), (4,2), (4,3), (4,4), (4,5) \\
 & (5,0), (5,1), (5,2), (5,3), (5,4), (5,5)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_1 = & \{(0,3), (1,2), (2,1), (3,0)\} \\
 D_{v_1} = & \{0, 1, 2, 3\} \\
 D_{v_2} = & \{0, 1, 2, 3\} \\
 D_{v_3} = & \{0, 1, 2, 3, 4, 5\} \\
 D_{v_4} = & \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}
 \end{aligned}$$

Wir brauchen mindestens ein Wert in der Domäne, welche die Bedingung erfüllt.

$$\text{Queue} = [(v_1, v_2), (v_2, v_1), (v_1, v_3), (v_3, v_1), (v_2, v_3), (v_3, v_2), (v_3, v_4), (v_4, v_3)]$$

$$\begin{aligned}
 & [(v_1, v_2), (v_2, v_1), (v_1, v_3), (v_3, v_1), (v_2, v_3), (v_3, v_2), (v_3, v_4), (v_4, v_3)] \\
 & [(v_1, v_2), (v_2, v_1), (v_1, v_3), (v_3, v_1), (v_2, v_3), (v_3, v_2), (v_3, v_4), (v_4, v_3)]
 \end{aligned}$$

$$\text{für } 4,5 = \text{change} = \text{true} \quad D_{v_1} = \{0, 1, 2, 3\}$$

Nachbarn:

$$\begin{aligned}
 & (v_2, v_1) \\
 & (v_3, v_1) \\
 & (v_3, v_4)
 \end{aligned}$$

Wird hinten jetzt angehängt und doppelte Elemente kommen in einer Menge nicht vor

$\left[ \overrightarrow{(v_1, v_3)}, (v_2, v_3), (v_3, v_2), (v_3, v_4), (v_4, v_3), (v_2, v_1), (v_3, v_1) \right]$

Keine Werte gestrichen change = false  $D_{v_1} = \{0, 1, 2, 3\}$  Kein ARL-Reduce und keine Nachbarn drücken

$\left[ \overrightarrow{(v_2, v_3)}, (v_3, v_2), (v_3, v_4), (v_4, v_3), (v_2, v_1), (v_3, v_1) \right]$

für 4,5 = change = true  $D_{v_2} = \{0, 1, 2, 3\}$

Nachbarn:

$(v_3, v_2)$

$(v_3, v_4)$

$\left[ \overrightarrow{(v_3, v_4)}, (v_4, v_3), (v_2, v_1), (v_3, v_2), (v_3, v_1) \right]$

change = false  $D_{v_3} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$

$\left[ \overrightarrow{(v_4, v_3)}, (v_2, v_1), (v_3, v_2), (v_3, v_1) \right]$

change = false  $D_{v_4} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$

$\left[ \overrightarrow{(v_2, v_1)}, (v_3, v_2), (v_3, v_1) \right]$

change = false  $D_{v_2} = \{0, 1, 2, 3\}$

$\left[ \overrightarrow{(v_3, v_2)}, (v_3, v_1) \right]$

für 4,5 change = true  $D_{v_3} = \{0, 1, 2, 3\}$

Nachbarn:

$(v_1, v_3)$

$(v_2, v_3)$

$(v_4, v_3)$

$[(v_3, v_4), (v_1, v_3), (v_2, v_3), (v_4, v_3)]$

change = false     $D_{v_3} = \{0, 1, 2, 3\}$

$[(v_1, v_3), (v_2, v_3), (v_4, v_3)]$

change = false     $D_{v_1} = \{0, 1, 2, 3\}$

$[(v_2, v_3), (v_4, v_3)]$

change = false

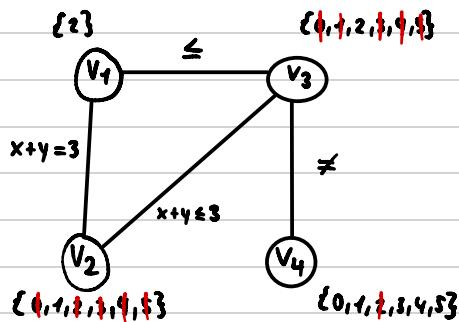
$[(v_4, v_3)]$

change = false

[ ]

CSP.04

1.



$$\begin{aligned} D \times D = & (0,0), (0,1), (0,2), (0,3), (0,4), (0,5) \\ & (1,0), (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5) \\ & (2,0), (2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5) \\ & (3,0), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5) \\ & (4,0), (4,1), (4,2), (4,3), (4,4), (4,5) \\ & (5,0), (5,1), (5,2), (5,3), (5,4), (5,5) \end{aligned}$$

$$c_1 = (0,3), (1,2), (2,1), (3,0)$$

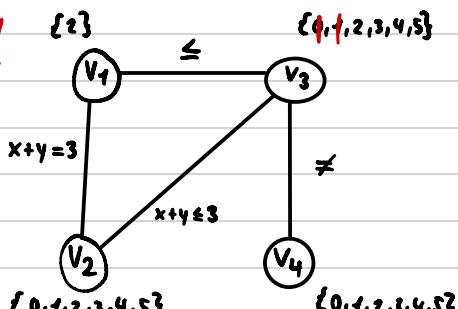
$$D_{v_1} = \{2\} \quad \text{Änderung!}$$

$$D_{v_2} = \{0,1,2,3\}$$

$$D_{v_3} = \{0,1,2,3,4,5\}$$

$$D_{v_4} = \{0,1,2,3,4,5\}$$

2.



$$\{0,1,2,3,4,5\}$$

Richtige Lösung unterscheidet!

Im Vergleich zu 1. prüfen wir nun aus einer Perspektive und vernachlässigen bestehende Inkonsistenzen. (Konsistenz nur für alle gerade betrachteten (belegten) Variablen) (einseitig)

$$\alpha = \{v_1 \rightarrow 2\}$$

CSP.05       $\text{Hüpfblögen} = \text{HB}$   
 CSP.CV,D,C     $\text{Go-Kart-Bahn} = \text{GKB}$   
 V:               $\text{Kletterberg} = \text{KB}$   
 GKB  
 KB  
 HB  
 BAR

Sie sind für die Planung von Indoor-Spielplätzen zuständig.

Ein Spielplatz hat eine rechteckige Form, etwa 40x100 m. Zur Vereinfachung wird diese Fläche in ein gleichmäßiges Raster unterteilt, beispielsweise 10x10 cm. Es gibt am Rand mehrere Türen (normaler Eingang, Notausgänge).

Auf dieser Grundfläche sollen verschiedene Spielgeräte angeordnet werden, beispielsweise Go-Kart-Bahnen, Hüpfburgen und Kletterberge. Diese Spielgeräte haben selbst eine rechteckige Grundfläche, wobei die Abmessungen rastergenau fest stehen (also Vielfache der Rastergröße). Weiterhin gibt es eine Bar, die als größerer rechteckiger Bereich modelliert werden kann (keine Unterscheidung in Tresen plus Tische plus Stühle o.ä. notwendig).

Die Aufgabe besteht darin, die Spielgeräte und den Bar-Bereich nach bestimmten Randbedingungen anzurorden. Zu diesen Vorgaben gehört, dass sich die Spielgeräte nicht überlappen oder berühren, dass bestimmte Sicherheitsabstände eingehalten werden (Im zw. den Spielgeräten), dass Entspannungszeonen eingerichtet werden und dass Sichtlinien gewährleistet sind (z.B. sollten die Aktivitäten am Kletterberg vom Barberbereich aus beobachtet werden können). Die Bar ist bevorzugt direkt am Eingang zu finden. Notausgänge dürfen nicht versteckt werden.

## Domänen

$$D = \{1, 2, 3, 4\} \times \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$D_{\text{GKB}} = D_{\text{KB}} = D_{\text{HO}} = D_{\text{BAR}} = D$$

		Spalte			
		1	2	3	4
Zeile	10			x	
	9		x		
8					
7					
6				x	
5					
4					
3					
2					
1	x				

Abstrahieren Sie das gegebene Problem angemessen und geben Sie eine geeignete Modellierung als CSP an. Definieren Sie sich ein paar Spielgeräte und lösen Sie das Problem mit Hilfe von MAC und Min-Conflicts.

Thema: Modellierung eines Real-World-Problems

## Constraints:

$$C_1 = \text{GKB} \notin \text{KB} \notin \text{HB} \notin \text{BAR} \quad (\text{Kein Überlappen})$$

$$C_2 = (2,1) \notin \text{GKB}, \text{KB}, \text{BAR}$$

$$C_3 = (4,10) \notin \text{GKB}, \text{KB}, \text{BAR}$$

$$C_4 = (4,6) \notin \text{GKB}, \text{KB}, \text{BAR}$$

$$C_5 = (x,y) \in \text{BAR} \mid y < 2$$

$$C_6 = (\text{Bar}, \text{KB}) \mid (x,y) \in D \mid x = x$$

$$C_7 = (\text{GKB}, \text{KB}) \mid (x,y) \in D \mid |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 2$$

$$C_8 = (\text{KB}, \text{GKB}) \mid (x,y) \in D \mid |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 2$$

$$C_9 = (\text{HB}, \text{GKB}) \mid (x,y) \in D \mid |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 2$$

$$C_{10} = (\text{GKB}, \text{HB}) \mid (x,y) \in D \mid |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 2$$

$$C_{11} = (\text{HB}, \text{KB}) \mid (x,y) \in D \mid |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 2$$

$$C_{12} = (\text{KB}, \text{HB}) \mid (x,y) \in D \mid |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 2$$

$$C_{13} = (x,y) \in \text{BAR}, \text{GKB}, \text{KB} \mid y > 2$$

$$C_{14} = |\text{BAR}| = 1$$

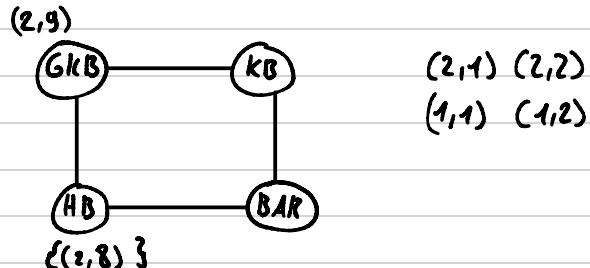
$$C_{15} = |\text{GKB}| = 1 \quad |x - x'| + |y - y'| \geq 2$$

$$C_{16} = |\text{KB}| = 1$$

Height Breite+1 Position (2,1) = Tür

Position (4,6) = Notausgang 1

Position (4,10) = Notausgang 2

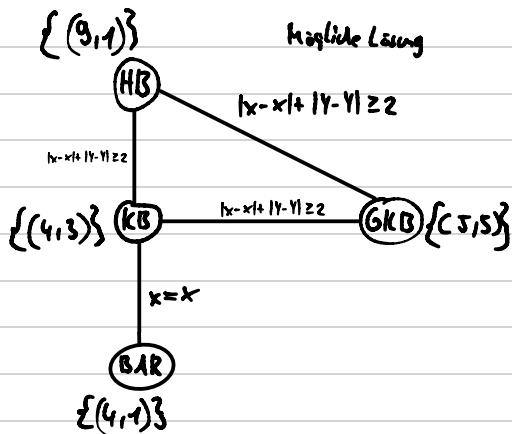


kein Berühren ✓

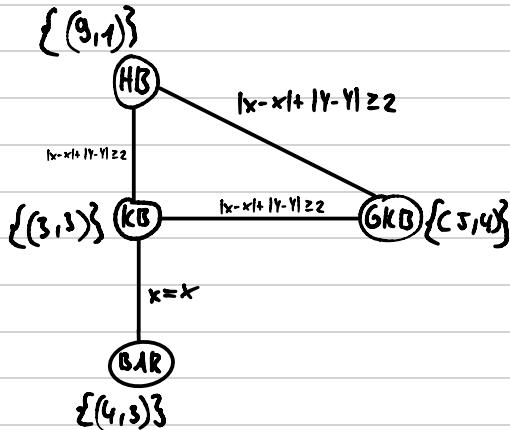
Sicherheitsabstände zwischen Spielgeräten

MAC (Pfeile mit AC-3 Inferenz)

0 + 1



Mac und Min-Conflicts CSP:



Gewertete zufälliges CSP:

Süde Knoten mit mehr Konflikte und wähle Konfliktvariable:

$$\text{BAR} = \{4, 3\} \quad 2 \text{ Konflikte}$$

$$KB = \{3, 2\} \quad 1 \text{ Konflikt}$$

Variable BAR wird neu belegt

$$\text{BAR} = \{4, 1\} = 1 \text{ Konflikt}$$

$$KB = \{3, 2\} = 1 \text{ Konflikt}$$

Süde Knoten mit mehr Konflikte und wähle Konfliktvariable:

$$\text{BAR} = \{4, 1\} = 1 \text{ Konflikt}$$

$$KB = \{3, 2\} = 1 \text{ Konflikt}$$

Variable BAR wird neu belegt

$$\text{BAR} = \{3, 1\} = 0 \text{ Konflikte}$$

$$KB = \{3, 2\} = 0 \text{ Konflikte}$$