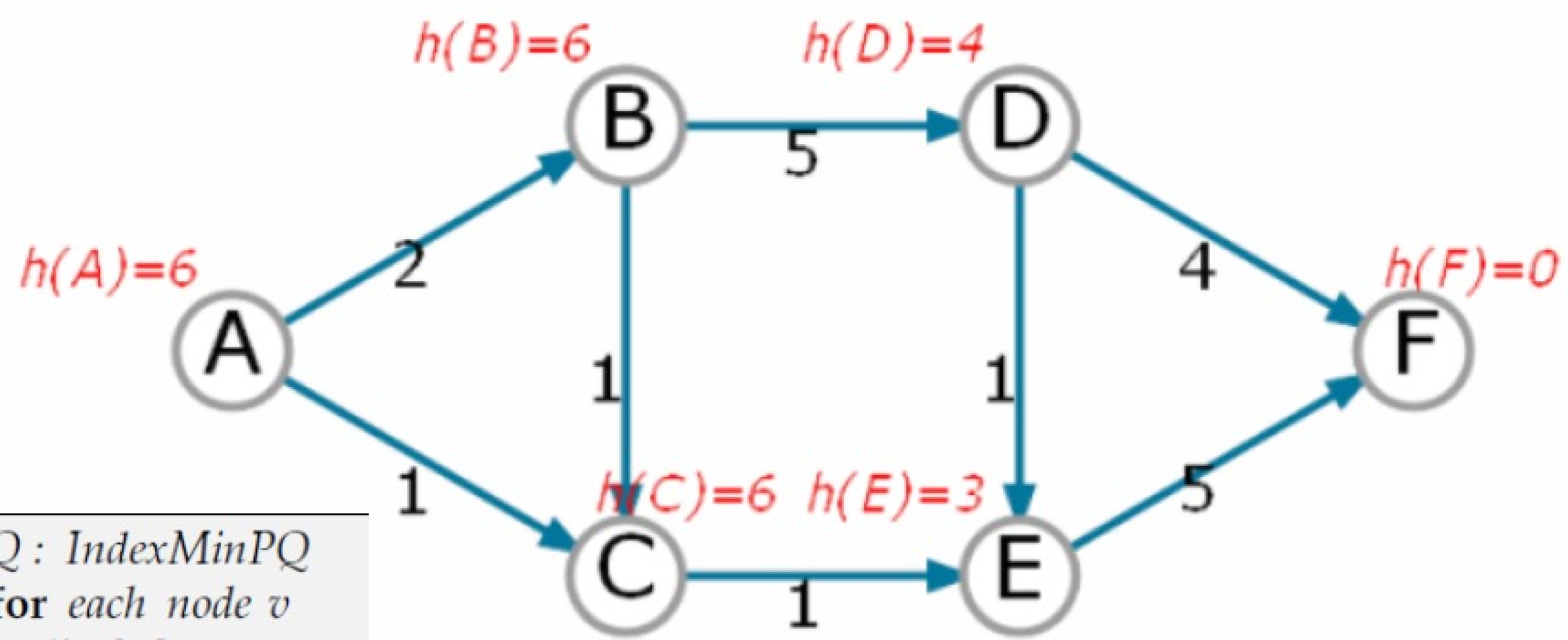
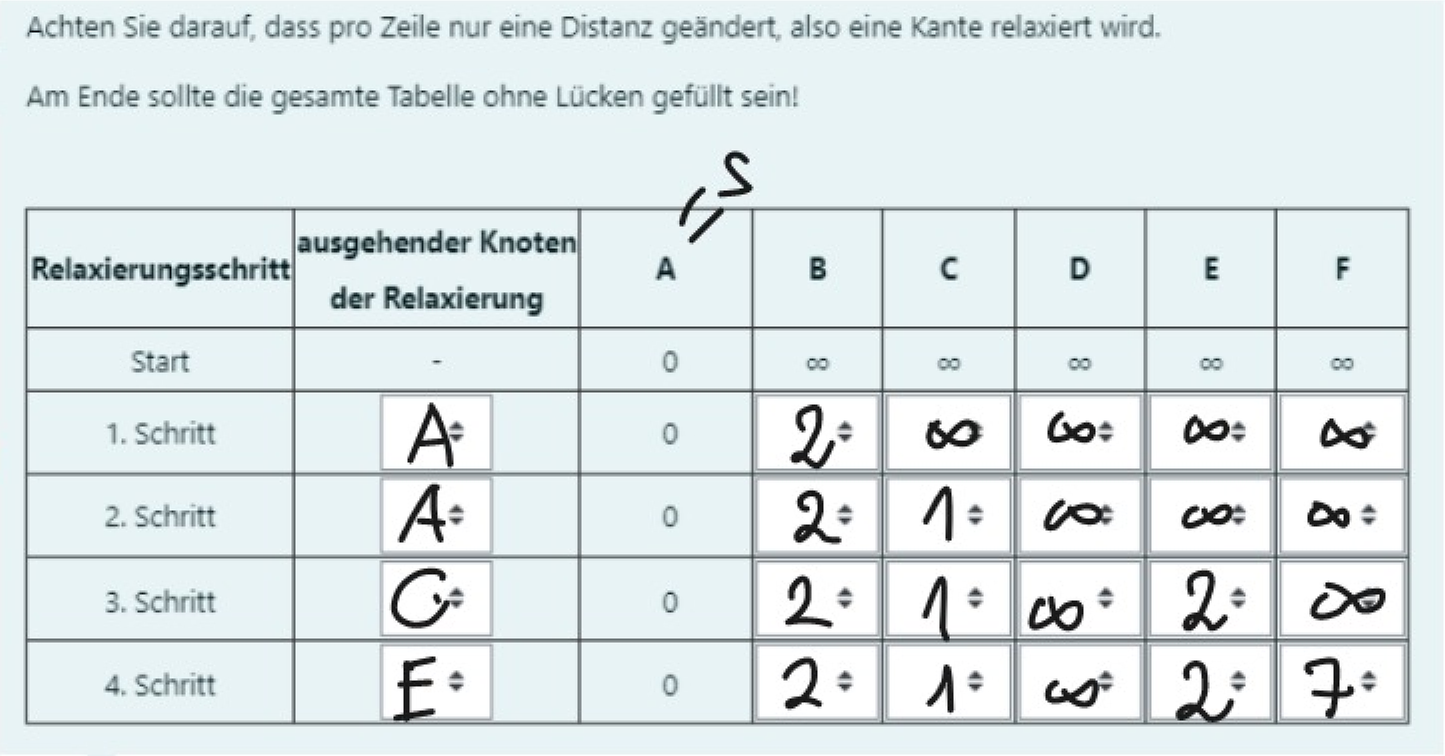
Simulieren Sie die ersten 3 Schritte des A*-Algorithmus auf dem Graphen und tragen Sie die Distanzen in die unten stehende Tabelle ein.



```
Q : IndexMinPQ
for each node v
    dist[v] ← ∞
end
dist[s] ← 0
add(Q, s, h(s))
while Q ≠ ∅
    v ← poll(Q)
    if v = t
        return dist[t]
    end
    for each w with v→w ∈ E
        relaxAStar(v→w)
    end
end
return inf                    // no path from s to t

procedure relaxAStar(v→w)
if dist[w] > dist[v] + weight(v→w)
    parent[w] = v
    dist[w] = dist[v] + weight(v→w)
    if contains(Q, w)
        decreaseKey(Q, w, dist[w] + h(w))
    else
        add(Q, w, dist[w] + h(w))
    end
end
```



Achten Sie darauf, dass pro Zeile nur eine Distanz geändert, also eine Kante relaxiert wird.

Am Ende sollte die gesamte Tabelle ohne Lücken gefüllt sein!

Relaxierungsschritt	ausgehender Knoten der Relaxierung	S A	B	C	D	E	F
Start	-	0	∞	∞	∞	∞	∞
1. Schritt	A	0	2	∞	∞	∞	∞
2. Schritt	A	0	2	1	∞	∞	∞
3. Schritt	C	0	2	1	∞	2	∞
4. Schritt	E	0	2	1	∞	2	7

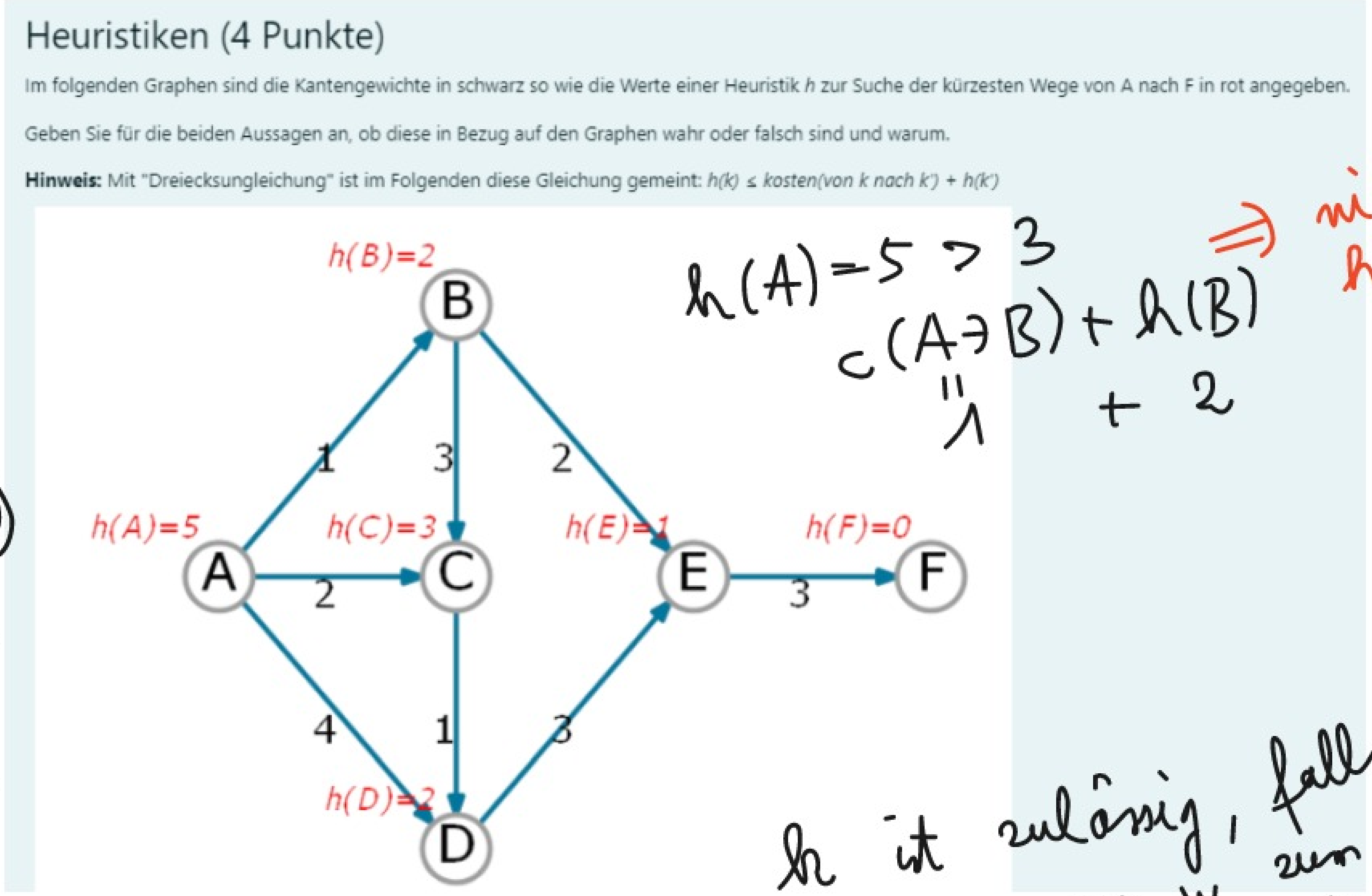
Q: (A,0)

Q: (B, 8)

Q: (C,7); (B,8)

Q: (B,8); (E,5)

Q: (B,8); (F,7)



Heuristiken (4 Punkte)

Im folgenden Graphen sind die Kantengewichte in schwarz so wie die Werte einer Heuristik *h* zur Suche der kürzesten Wege von A nach F in rot angegeben.

Geben Sie für die beiden Aussagen an, ob diese in Bezug auf den Graphen wahr oder falsch sind und warum.

Hinweis: Mit "Dreiecksungleichung" ist im Folgenden diese Gleichung gemeint: *h(k) ≤ kosten(von k nach k') + h(k')*

$h(A) = 5 > 3$ ⇒ nicht konsistent

$c(A \to B) + h(B)$

$\overset{\parallel}{1} \quad + \quad 2$

$h(A) = 5 \leq 6 =$

$c(A \to D) + h(D)$

$\overset{\parallel}{4} \qquad \overset{\parallel}{2}$

$h(B) = 2 \leq 6 =$

$= c(B \to C) + h(C)$

$\overset{\parallel}{3} \qquad 3$

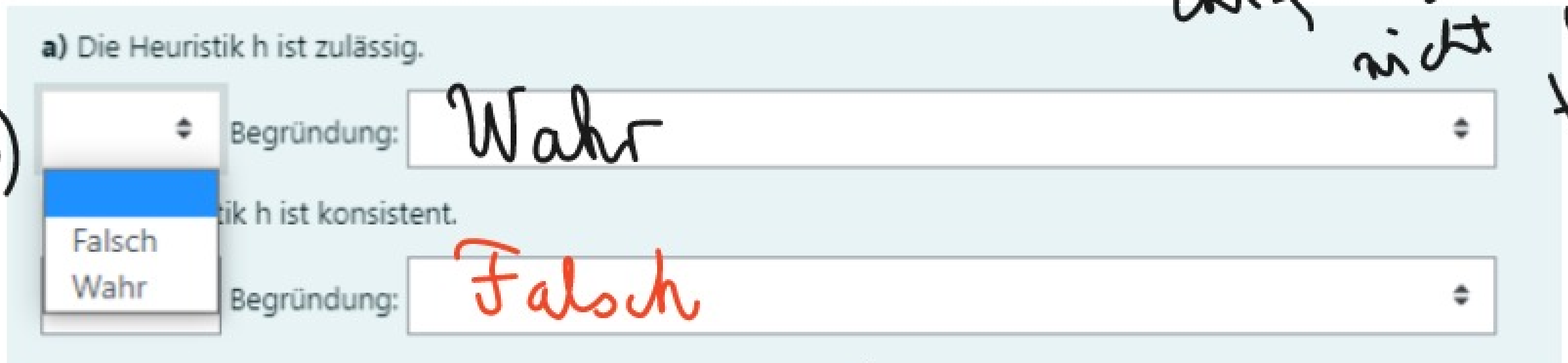
$h(C) = 3 \leq 3$

$c(C \to D) + h(D)$

$\overset{\parallel}{1} \qquad 2$

h ist zulässig, falls $\forall w \in V$: Entfernung von w zum Endknoten wird nicht überschätzt, d.h. $\forall$ Pfade p von w nach F:

$c(p) \geq h(w)$



a) Die Heuristik h ist zulässig.

Begründung: Wahr

Falsch

Wahr

ik h ist konsistent.

Begründung: Falsch

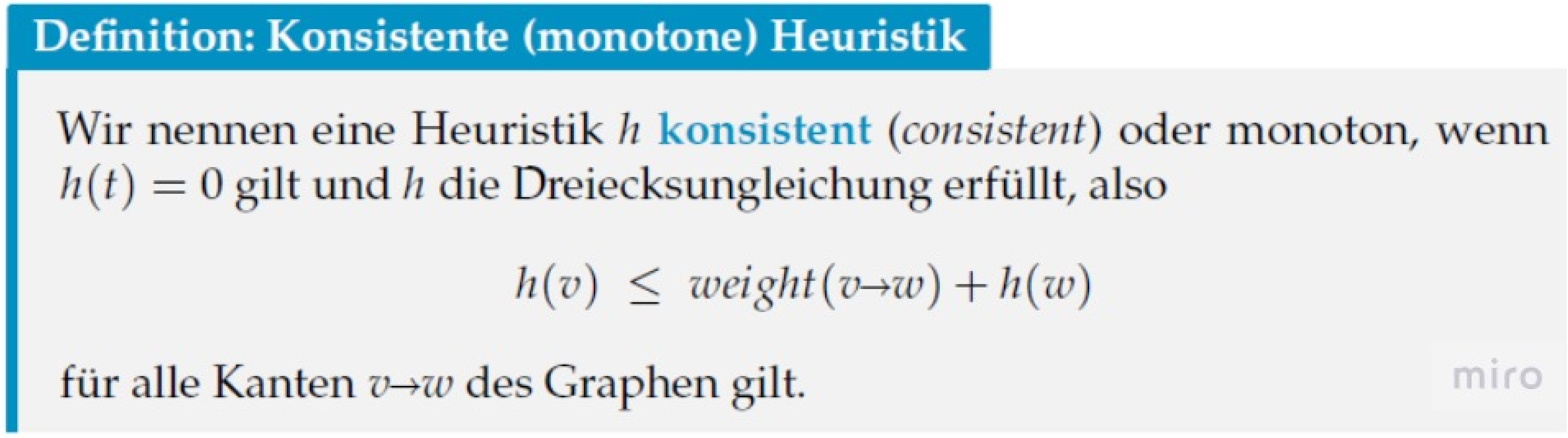
$h(D) = 2 \leq 3 + \overset{}{1}$

$= c(D \to E) + \overset{\parallel}{h(E)}$

h ist konsistent, wenn gilt:

$\forall v, w \in V$ mit $w \to v \in E$:

$h(w) \leq c(w \to v) + h(v)$

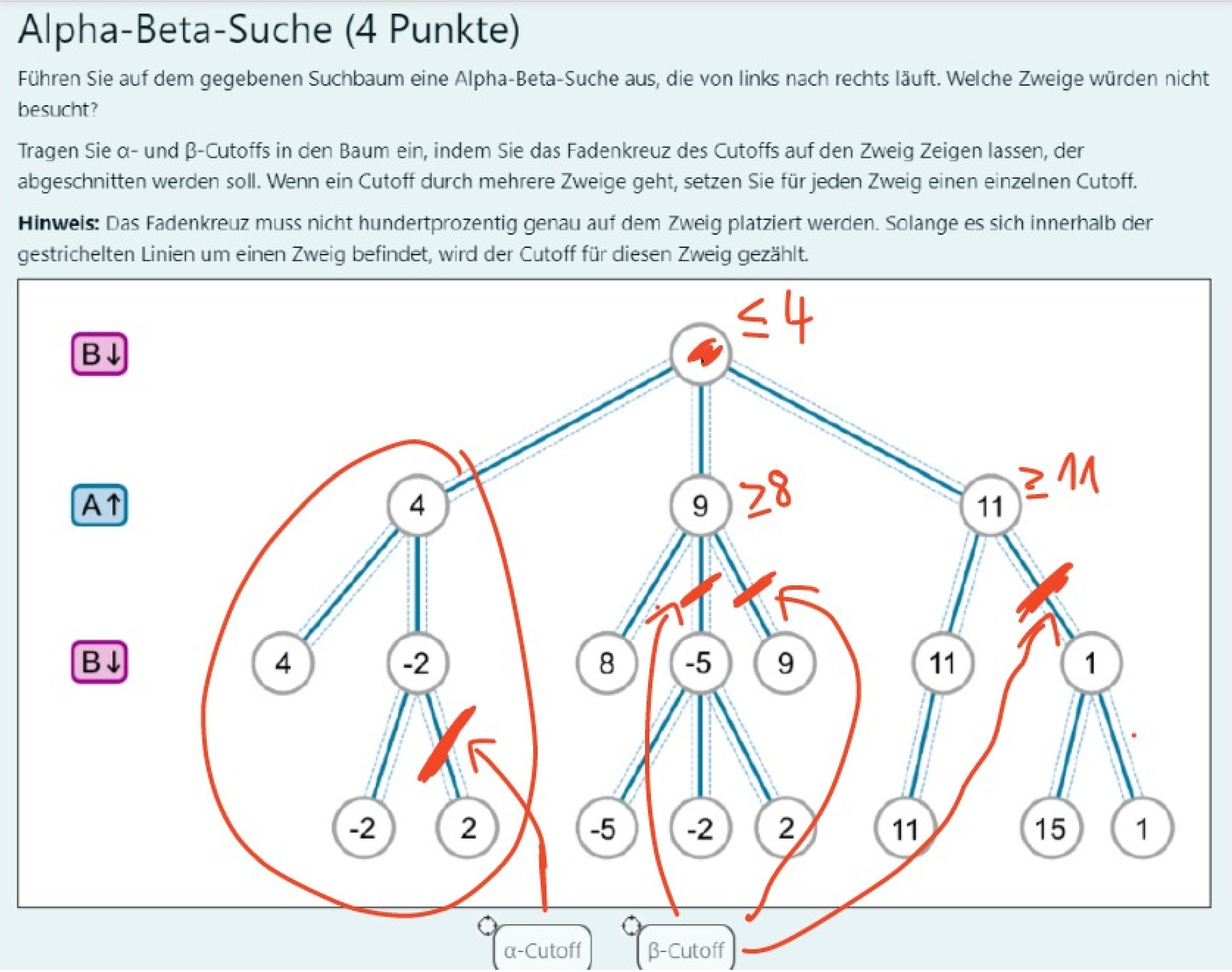


Definition: Konsistente (monotone) Heuristik

Wir nennen eine Heuristik h **konsistent** (*consistent*) oder monoton, wenn $h(t) = 0$ gilt und h die Dreiecksungleichung erfüllt, also

$$h(v) \leq weight(v \to w) + h(w)$$

für alle Kanten $v \to w$ des Graphen gilt.

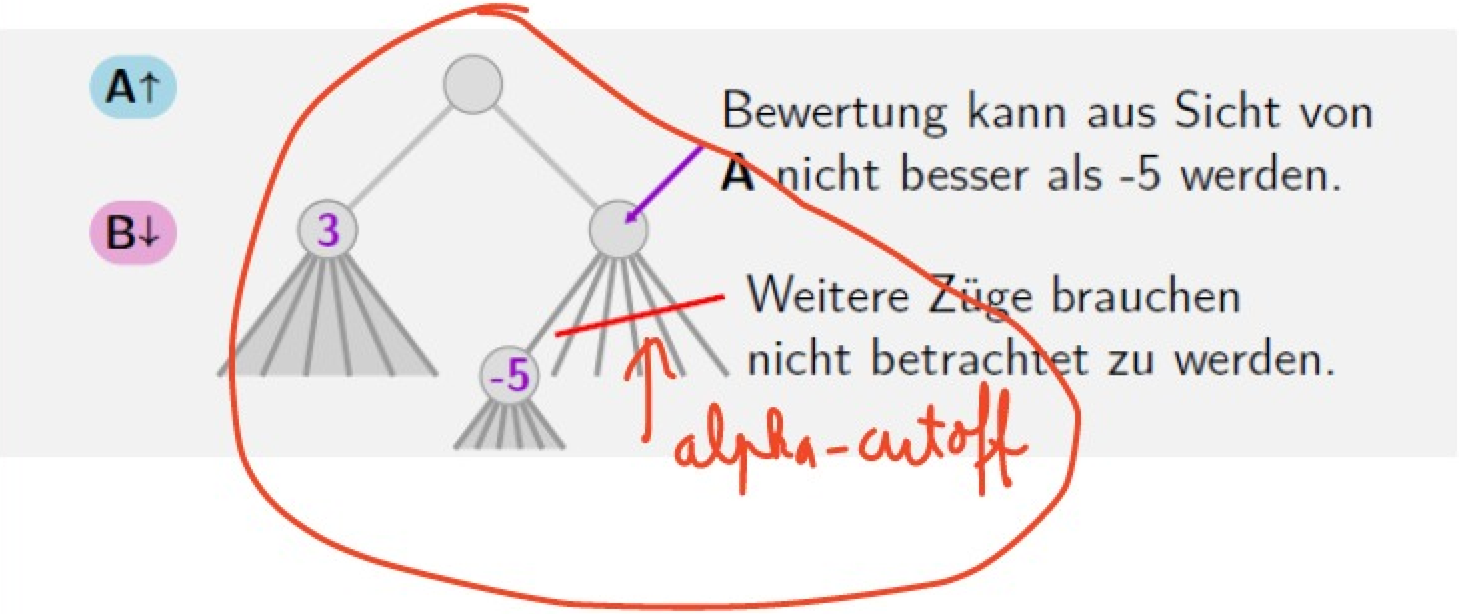


Alpha-Beta-Suche (4 Punkte)

Führen Sie auf dem gegebenen Suchbaum eine Alpha-Beta-Suche aus, die von links nach rechts läuft. Welche Zweige würden nicht besucht?

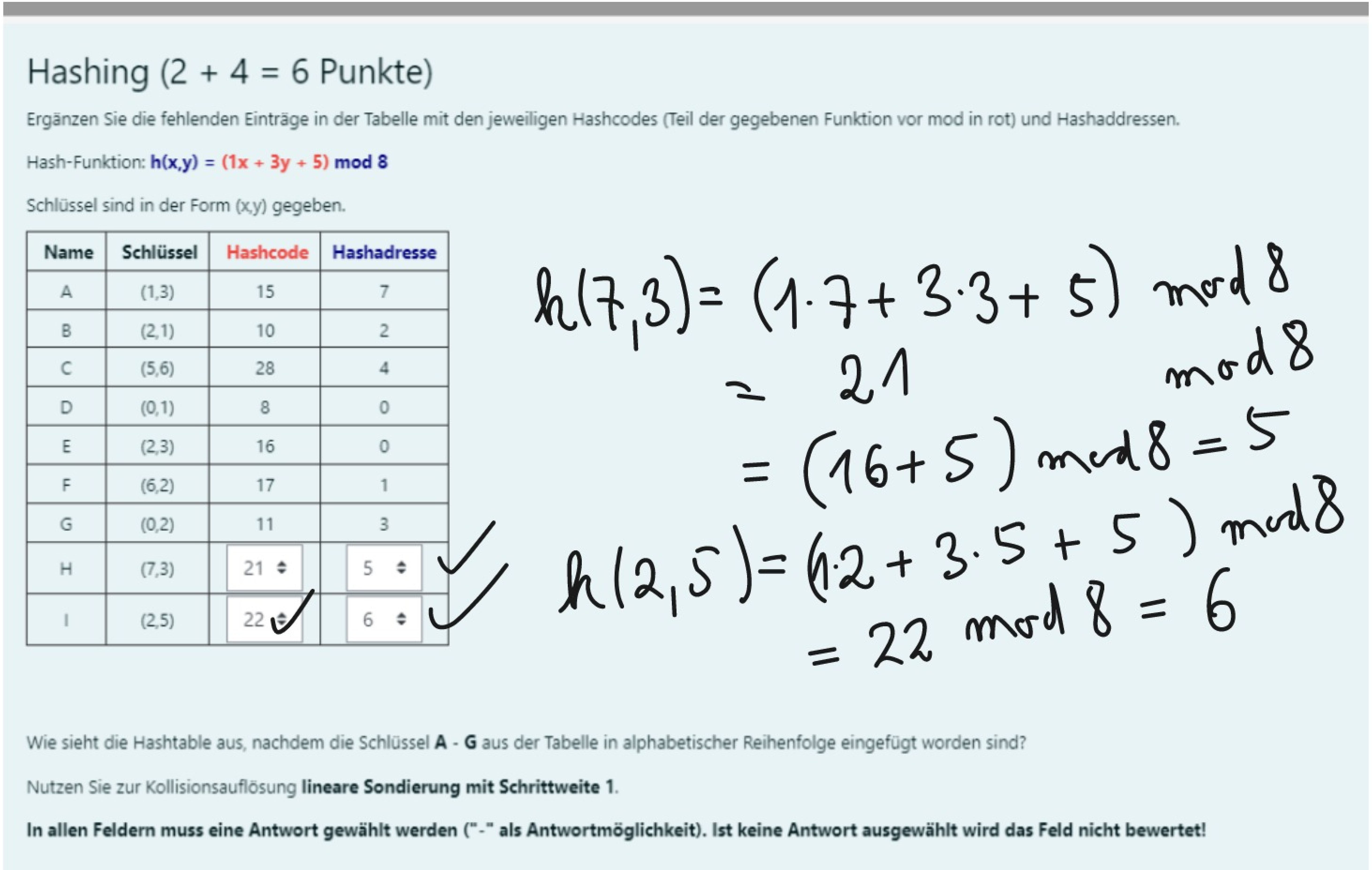
Tragen Sie α- und β-Cutoffs in den Baum ein, indem Sie das Fadenkreuz des Cutoffs auf den Zweig Zeigen lassen, der abgeschnitten werden soll. Wenn ein Cutoff durch mehrere Zweige geht, setzen Sie für jeden Zweig einen einzelnen Cutoff.

Hinweis: Das Fadenkreuz muss nicht hundertprozentig genau auf dem Zweig platziert werden. Solange es sich innerhalb der gestrichelten Linien um einen Zweig befindet, wird der Cutoff für diesen Zweig gezählt.



Bewertung kann aus Sicht von **A** nicht besser als -5 werden.

Weitere Züge brauchen nicht betrachtet zu werden.



Hashing (2 + 4 = 6 Punkte)

Ergänzen Sie die fehlenden Einträge in der Tabelle mit den jeweiligen Hashcodes (Teil der gegebenen Funktion vor mod in rot) und Hashaddressen.

Hash-Funktion: **$h(x,y)$ = $(1x + 3y + 5)$ mod 8**

Schlüssel sind in der Form (x,y) gegeben.

Name	Schlüssel	Hashcode	Hashadresse
A	(1,3)	15	7
B	(2,1)	10	2
C	(5,6)	28	4
D	(0,1)	8	0
E	(2,3)	16	0
F	(6,2)	17	1
G	(0,2)	11	3
H	(7,3)	21	5 ✓
I	(2,5)	22 ✓	6 ✓

$$h(7,3) = (1\cdot 7 + 3\cdot 3 + 5) \bmod 8$$
$$= 21 \bmod 8$$
$$= (16 + 5) \bmod 8 = 5$$
$$h(2,5) = (1\cdot 2 + 3\cdot 5 + 5) \bmod 8$$
$$= 22 \bmod 8 = 6$$

Wie sieht die Hashtable aus, nachdem die Schlüssel **A** - **G** aus der Tabelle in alphabetischer Reihenfolge eingefügt worden sind?

Nutzen Sie zur Kollisionsauflösung **lineare Sondierung mit Schrittweite 1**.

In allen Feldern muss eine Antwort gewählt werden ("-" als Antwortmöglichkeit). Ist keine Antwort ausgewählt wird das Feld nicht bewertet!