

Offline Bewegungsplanung: Kritische Orientierungen

Elmar Langetepe
University of Bonn

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet,

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten
- Startrotation θ : C_{frei}^θ

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten
- Startrotation θ : C_{frei}^θ
- C_{frei}^θ :

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten
- Startrotation θ : C_{frei}^θ
- C_{frei}^θ : Komplexität: $O(mn)$,

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

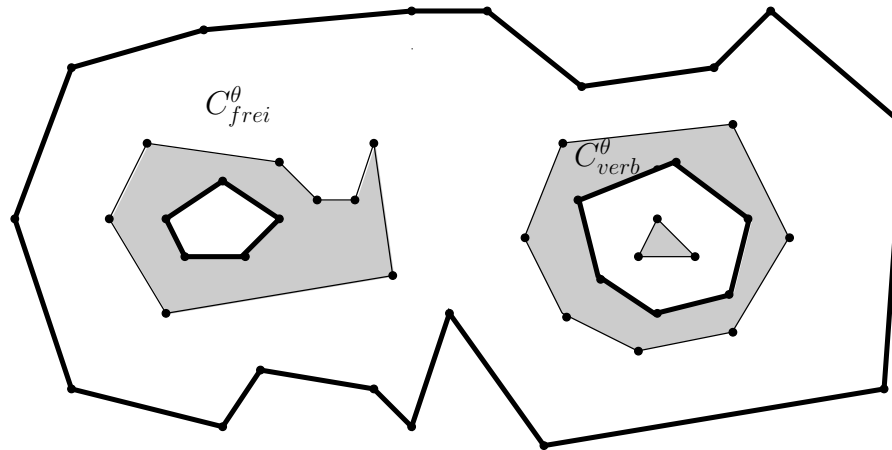
- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten
- Startrotation θ : C_{frei}^θ
- C_{frei}^θ : Komplexität: $O(mn)$, Berechnung: $O(mn \log^2(mn))$

2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten
- Startrotation θ : C_{frei}^θ
- C_{frei}^θ : Komplexität: $O(mn)$, Berechnung: $O(mn \log^2(mn))$
- Rand um Szene: Alle C_{frei}^θ beschränkt

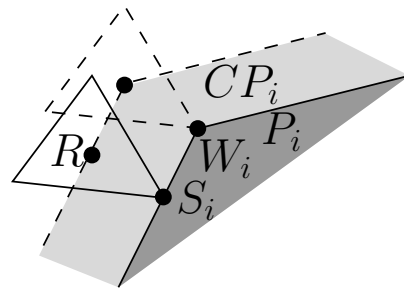
2.3.2 Kantengraph und Knotengraph

- T^+ berechnet, wichtigste Berechnung
- Idee: Bewegung durch $3D$ in C_{frei} und Änderungen des Konfigurationsraumes beobachten
- Startrotation θ : C_{frei}^θ
- C_{frei}^θ : Komplexität: $O(mn)$, Berechnung: $O(mn \log^2(mn))$
- Rand um Szene: Alle C_{frei}^θ beschränkt

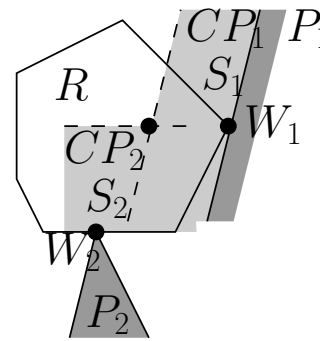


Knoten in C_{frei}^θ betrachten

- Konkave oder konvexe Knoten in pol. Szene
- Entsteht durch beteiligte Kontaktpaare und Referenzpunkt
- Ecke/Ecke oder zwei Ecke/Kante Kontaktpaare, Name!
- Änderungen über θ ermitteln

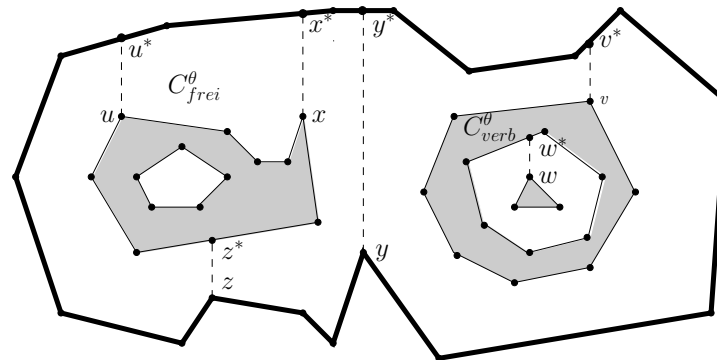


(i) konvex



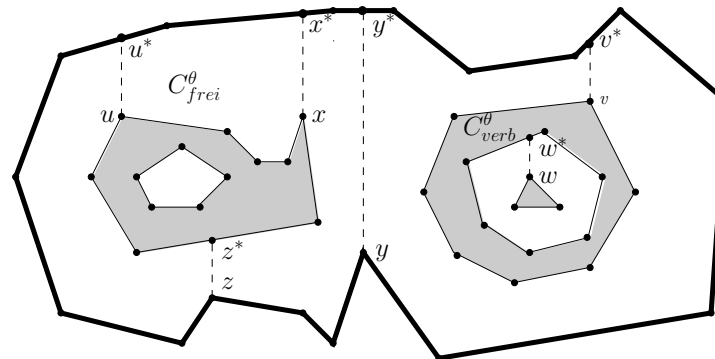
(ii) konkav

Knotengraph V^θ : Def.:2.39



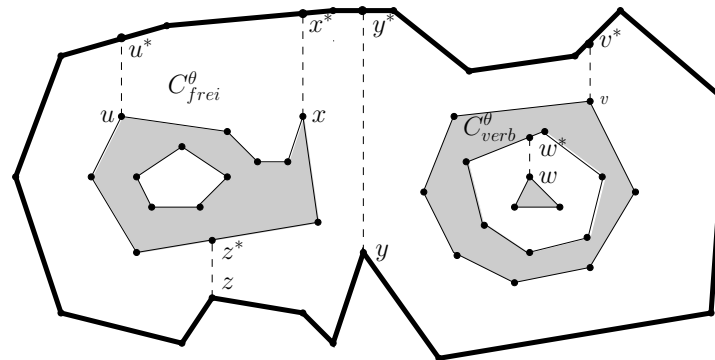
Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ



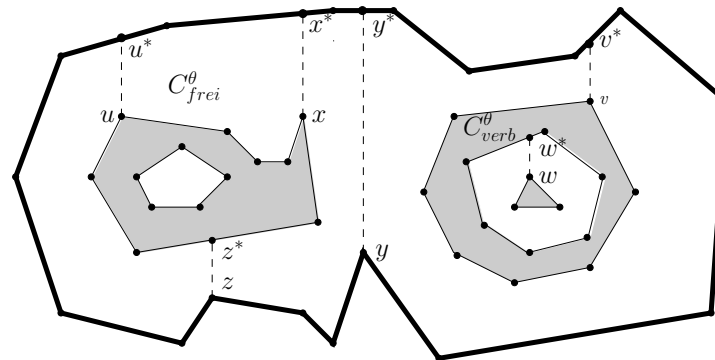
Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ
- Knoten der Polygone von C_{frei}^θ



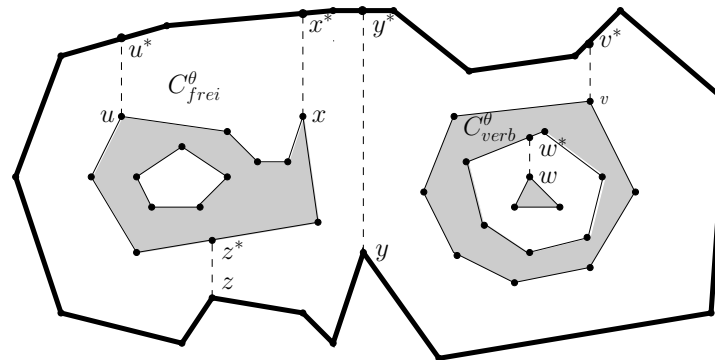
Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ
- Knoten der Polygone von C_{frei}^θ
- Lokal Y -max. Knoten u ,



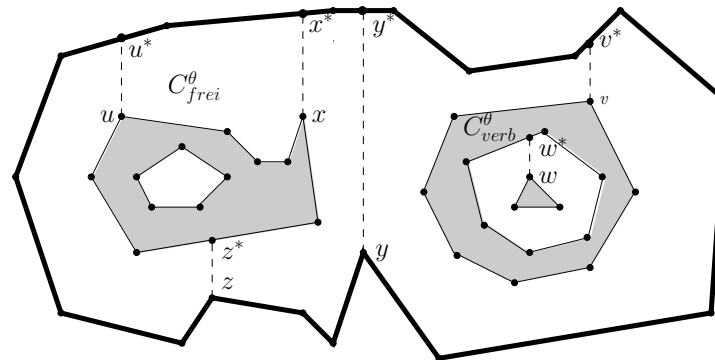
Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ
- Knoten der Polygone von C_{frei}^θ
- Lokal Y -max. Knoten u , darüberl. Knoten u^* ,
- Kanten uu^* und Kanten zwischen adjazenten Knoten



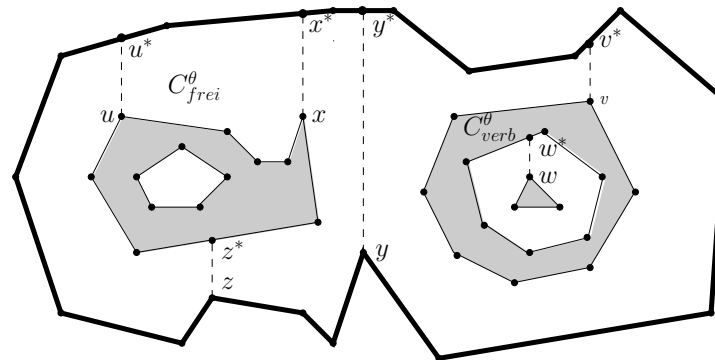
Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ
- Knoten der Polygone von C_{frei}^θ
- Lokal Y -max. Knoten u , darüberl. Knoten u^* ,
- Kanten uu^* und Kanten zwischen adjazenten Knoten
- Beschriftung der Knoten und Kanten nach Entstehung:
 - Konvex: Ecke/Ecke Paar (W_i, S_i)



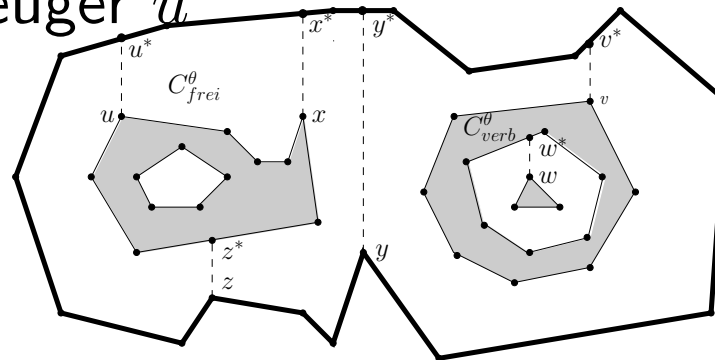
Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ
- Knoten der Polygone von C_{frei}^θ
- Lokal Y -max. Knoten u , darüberl. Knoten u^* ,
- Kanten uu^* und Kanten zwischen adjazenten Knoten
- Beschriftung der Knoten und Kanten nach Entstehung:
 - Konvex: Ecke/Ecke Paar (W_i, S_i)
 - Konkav: Ecke/Kante Paare $(W_i, S_i) (W_j, S_j)$

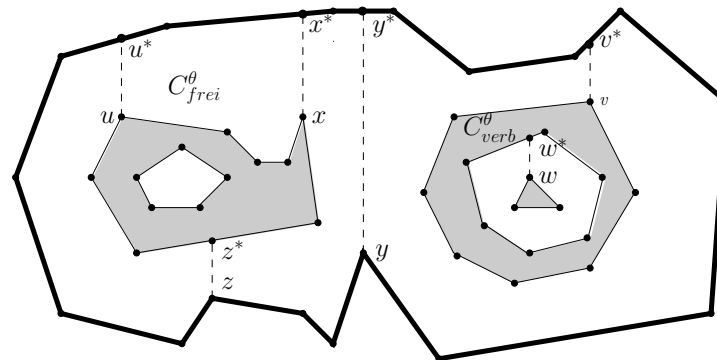


Knotengraph V^θ : Def.:2.39

- Graph, repräsentiert die Struktur von C_{frei}^θ
- Knoten der Polygone von C_{frei}^θ
- Lokal Y -max. Knoten u , darüberl. Knoten u^* ,
- Kanten uu^* und Kanten zwischen adjazenten Knoten
- Beschriftung der Knoten und Kanten nach Entstehung:
 - Konvex: Ecke/Ecke Paar (W_i, S_i)
 - Konkav: Ecke/Kante Paare $(W_i, S_i) (W_j, S_j)$
 - Knoten u^* : Erzeuger u

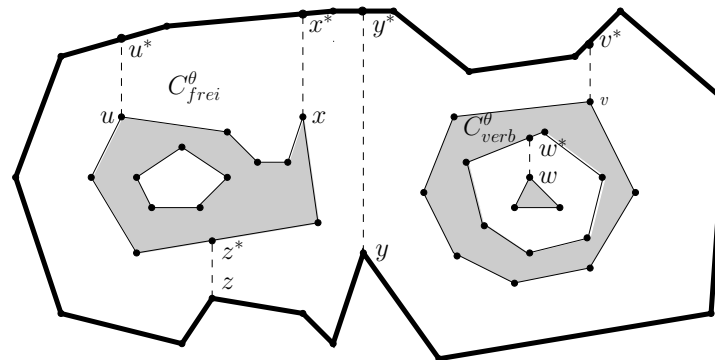


Eigenschaften V^θ : **Bem.:2.40**



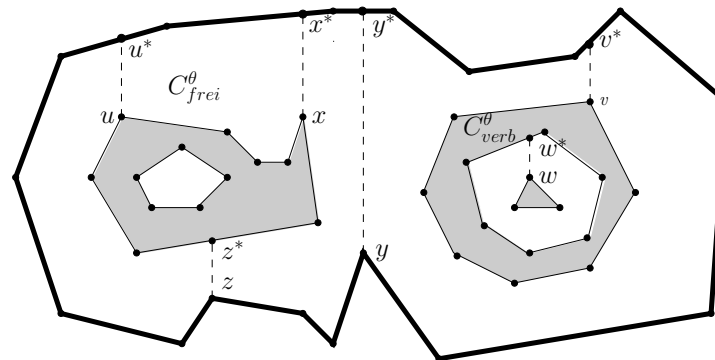
Eigenschaften V^θ : **Bem.:2.40**

i) V^θ planarer Graph mit $O(mn)$ Knoten und Kanten.



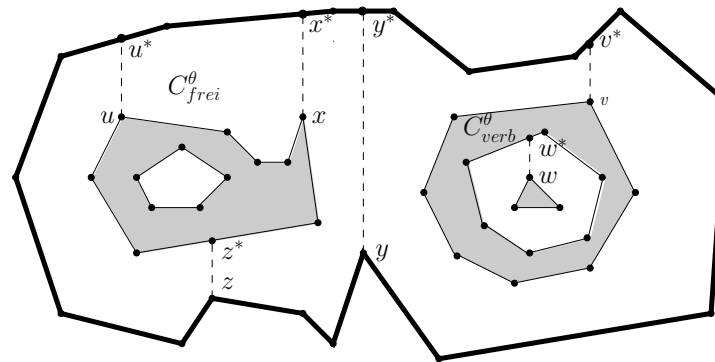
Eigenschaften V^θ : **Bem.:2.40**

- i) V^θ planarer Graph mit $O(mn)$ Knoten und Kanten.
- ii) Jeder Knoten hat Grad ≤ 3 .



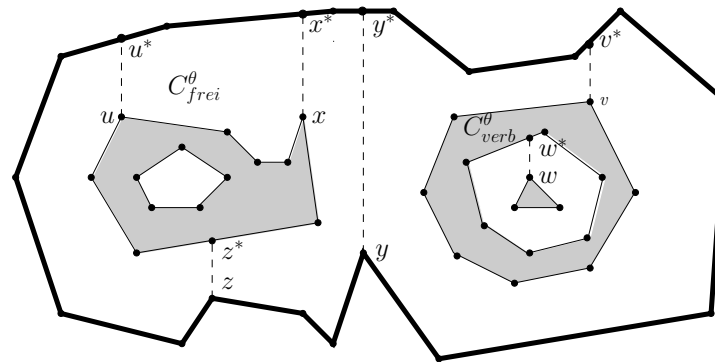
Eigenschaften V^θ : **Bem.:2.40**

- i) V^θ planarer Graph mit $O(mn)$ Knoten und Kanten.
- ii) Jeder Knoten hat Grad ≤ 3 .
- iii) V^θ in Zeit $O(mn \log^2(mn))$ berechnen.

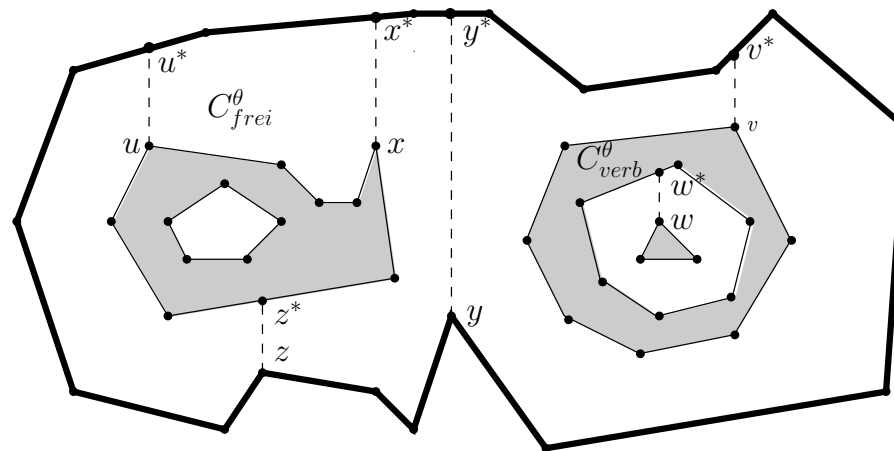


Eigenschaften V^θ : **Bem.:2.40**

- i) V^θ planarer Graph mit $O(mn)$ Knoten und Kanten.
- ii) Jeder Knoten hat Grad ≤ 3 .
- iii) V^θ in Zeit $O(mn \log^2(mn))$ berechnen.
- iv) Zu einer Beschriftung findet man den Knoten/die Kante in Zeit $O(\log(mn))$.

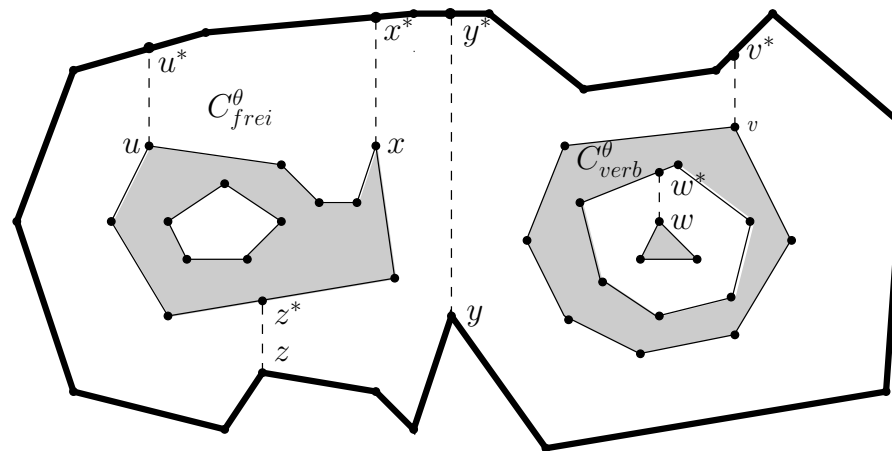


Eigenschaften V^θ : **Lem.:2.41**



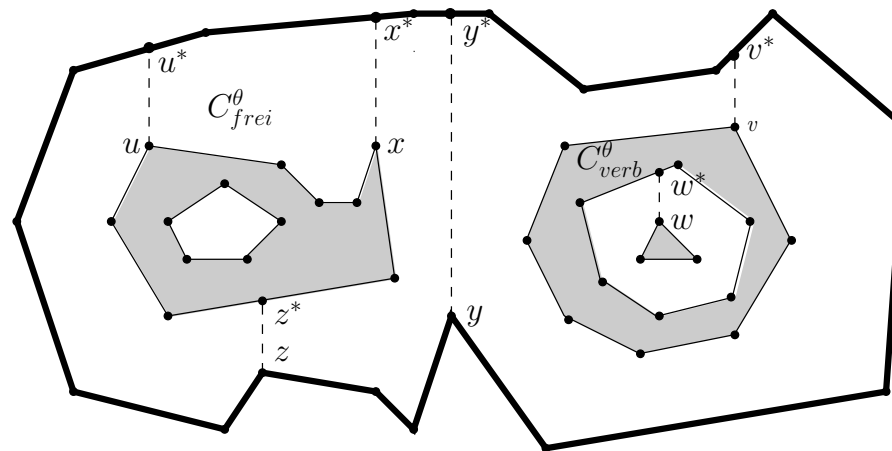
Eigenschaften V^θ : Lem.:2.41

- u, v Knoten von V^θ



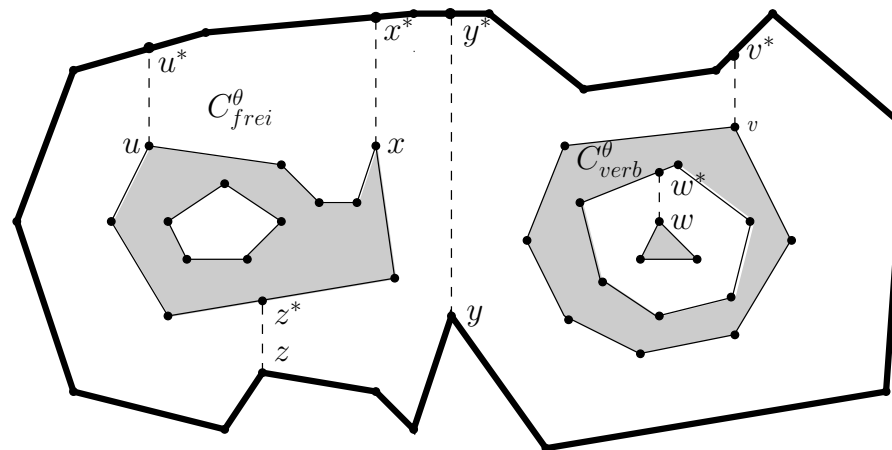
Eigenschaften V^θ : Lem.:2.41

- u, v Knoten von V^θ
- u, v liegen in derselben Zusammenhangskomponente von V^θ
 $\iff u, v$ liegen auf dem Rand derselben
Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ

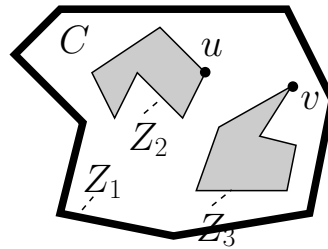


Eigenschaften V^θ : Lem.:2.41

- u, v Knoten von V^θ
- u, v liegen in derselben Zusammenhangskomponente von V^θ
 $\iff u, v$ liegen auf dem Rand derselben
Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ
- Beweis: \implies einfach (Tafel)

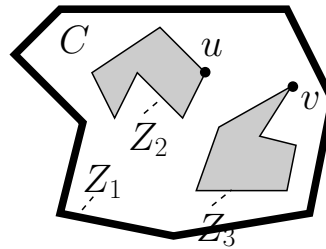


Lem.:2.41: " \Leftarrow "



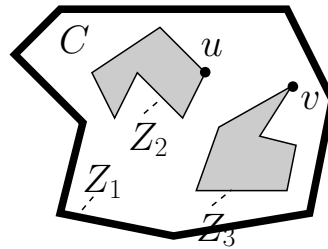
Lem.:2.41: " \Leftarrow "

- u, v liegen auf dem Rand derselben Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ



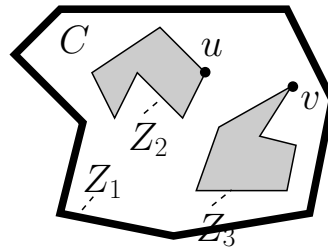
Lem.:2.41: " \Leftarrow "

- u, v liegen auf dem Rand derselben Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ
- Mehrere Komponenten Z_1, Z_2, \dots, Z_i



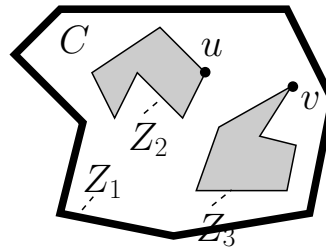
Lem.:2.41: " \Leftarrow "

- u, v liegen auf dem Rand derselben Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ
- Mehrere Komponenten Z_1, Z_2, \dots, Z_i
- u, v auf einem $Z_i \Rightarrow$ fertig



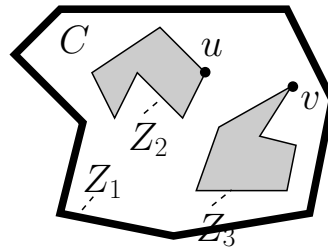
Lem.:2.41: " \Leftarrow "

- u, v liegen auf dem Rand derselben Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ
- Mehrere Komponenten Z_1, Z_2, \dots, Z_i
- u, v auf einem $Z_i \Rightarrow$ fertig
- Sonst: Verbindung u nach v über äußere Komp. Z_1



Lem.:2.41: " \Leftarrow "

- u, v liegen auf dem Rand derselben Zusammenhangskomponente von C_{frei}^θ
- Mehrere Komponenten Z_1, Z_2, \dots, Z_i
- u, v auf einem $Z_i \Rightarrow$ fertig
- Sonst: Verbindung u nach v über äußere Komp. Z_1
- Beweis: V_u^θ (V_v^θ) hat Elemente aus Z_1 (Tafel)



Änderungen von V^θ

Änderungen von V^θ

- Stetige Veränderung des Winkel θ

Änderungen von V^θ

- Stetige Veränderung des Winkel θ
- Strukturelle Veränderung von V^θ

Änderungen von V^θ

- Stetige Veränderung des Winkel θ
- Strukturelle Veränderung von V^θ
- Definition: **Kritische Orientierungen**

Änderungen von V^θ

- Stetige Veränderung des Winkel θ
- Strukturelle Veränderung von V^θ
- Definition: **Kritische Orientierungen**
- Alle Arten systematisch betrachten

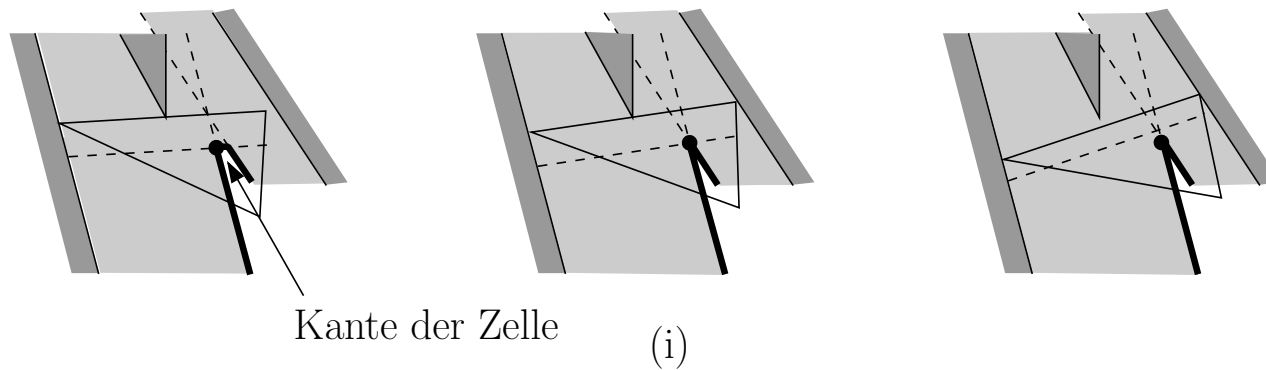
Änderungen von V^θ

- Stetige Veränderung des Winkel θ
- Strukturelle Veränderung von V^θ
- Definition: **Kritische Orientierungen**
- Alle Arten systematisch betrachten
- Insgesamt: $O(mn\lambda_6(mn))$ viele Änderungen von 0 bis 2π

Änderungen von V^θ

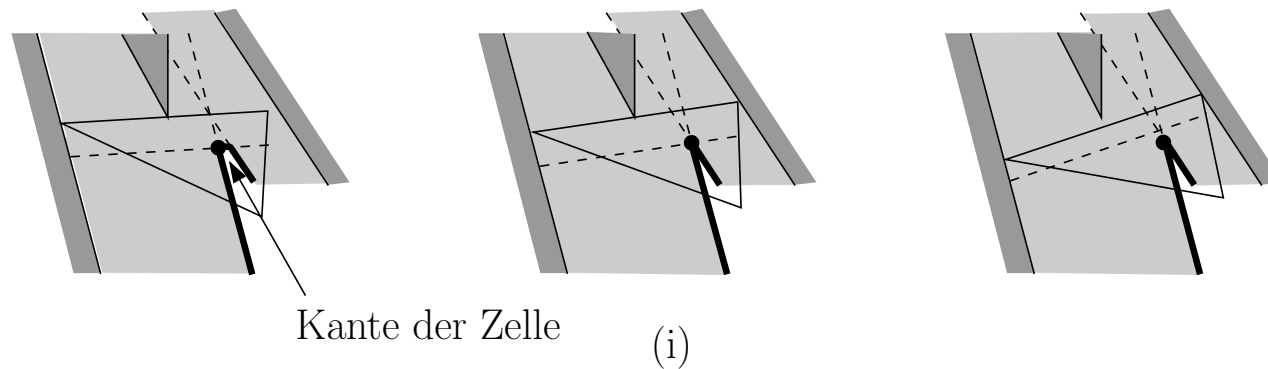
- Stetige Veränderung des Winkel θ
- Strukturelle Veränderung von V^θ
- Definition: **Kritische Orientierungen**
- Alle Arten systematisch betrachten
- Insgesamt: $O(mn\lambda_6(mn))$ viele Änderungen von 0 bis 2π
- In $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ Durchführen

Kritische Orientierungen i)



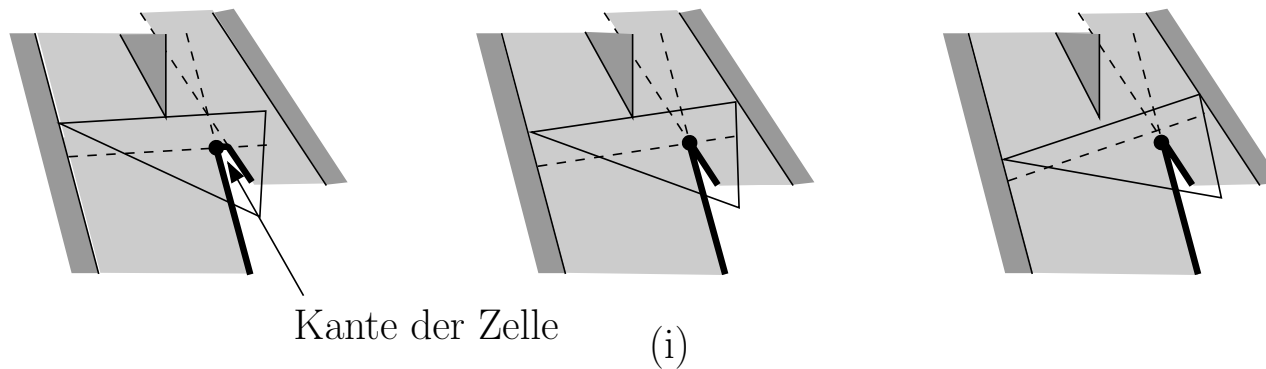
Kritische Orientierungen i)

- Kante von ∂C_{frei} verschwindet beim Übergang



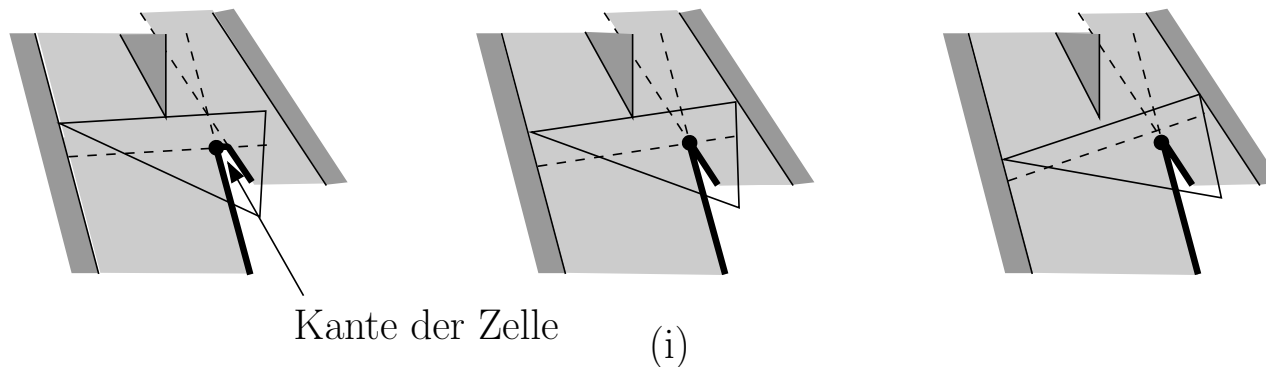
Kritische Orientierungen i)

- Kante von ∂C_{frei} verschwindet beim Übergang
- Drei Ecke/Kante Kontaktpaare

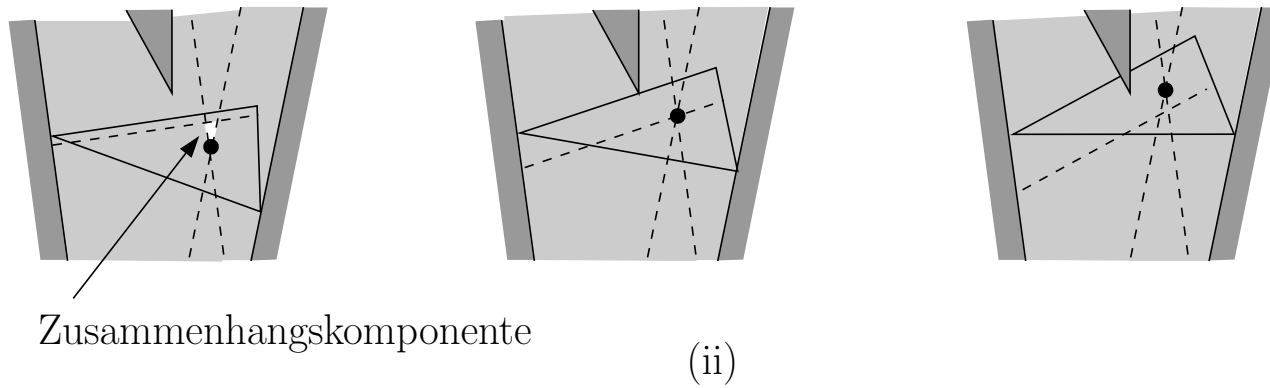


Kritische Orientierungen i)

- Kante von ∂C_{frei} verschwindet beim Übergang
- Drei Ecke/Kante Kontaktpaare
- Kritische Platzierung: $O(mn\lambda_6(mn))$ viele

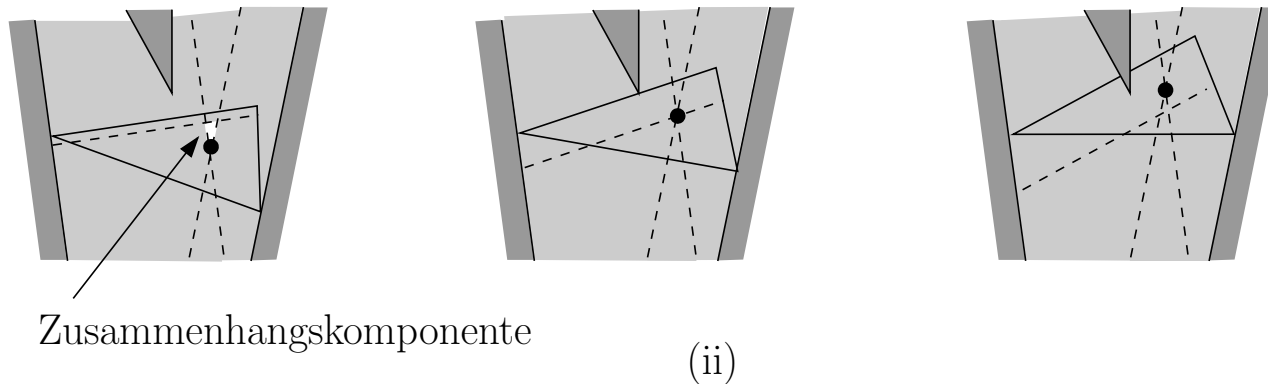


Kritische Orientierungen ii)



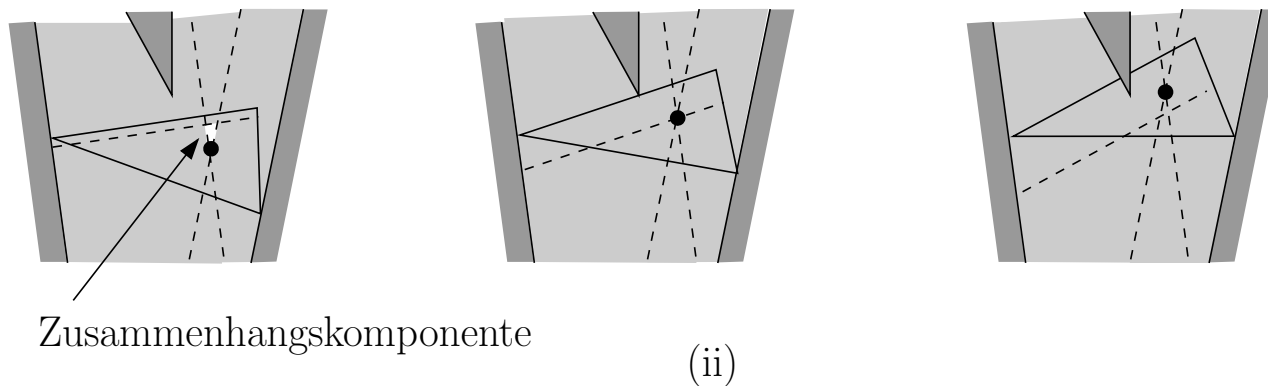
Kritische Orientierungen ii)

- Komponente von C_{frei} verschwindet beim Übergang



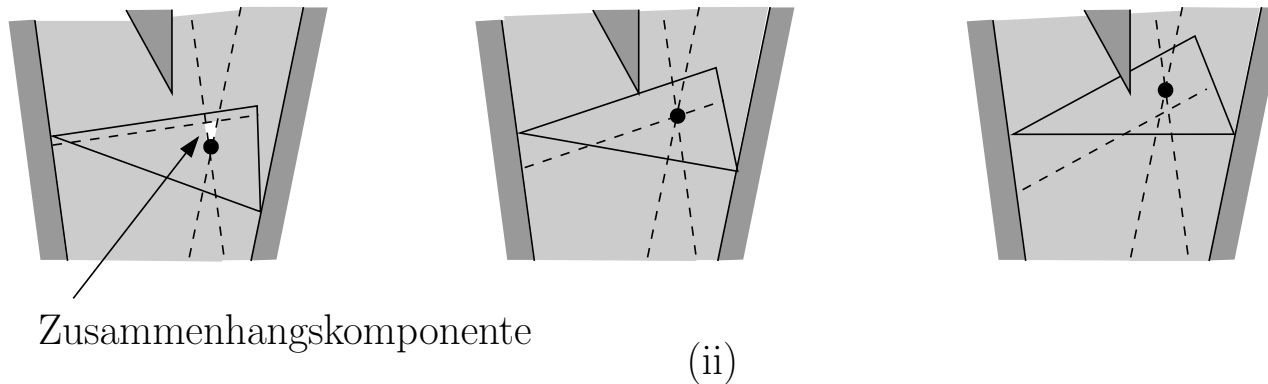
Kritische Orientierungen ii)

- Komponente von C_{frei} verschwindet beim Übergang
- Drei Ecke/Kante Kontaktpaare

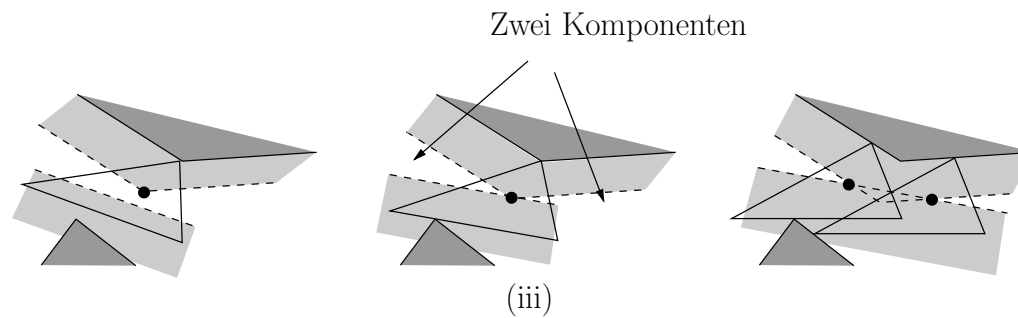


Kritische Orientierungen ii)

- Komponente von C_{frei} verschwindet beim Übergang
- Drei Ecke/Kante Kontaktpaare
- Kritische Platzierung: $O(mn\lambda_6(mn))$ viele

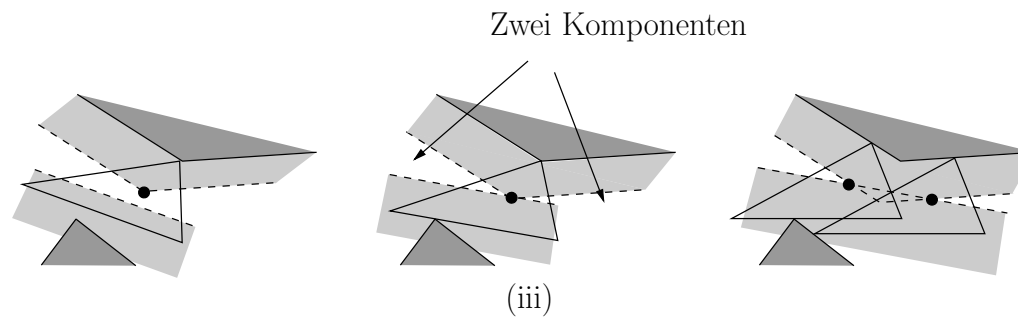


Kritische Orientierungen iii)



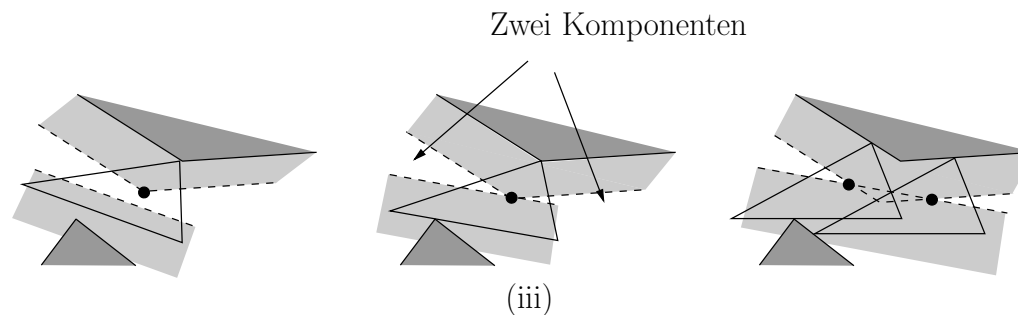
Kritische Orientierungen iii)

- Zusammenhang von C_{frei} verschwindet beim Übergang durch **konvexe Ecke**



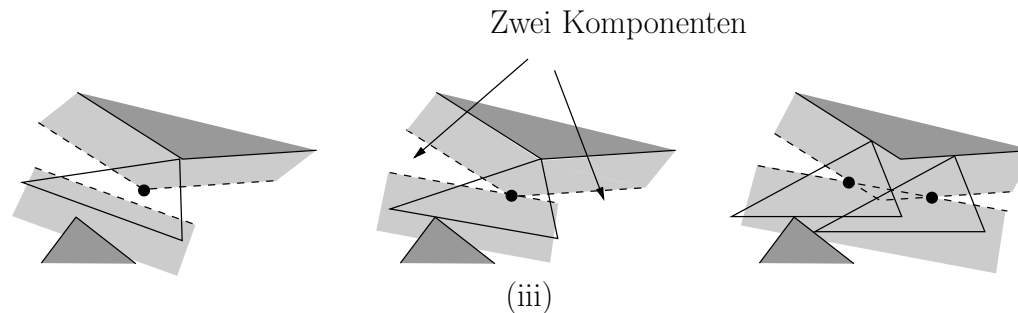
Kritische Orientierungen iii)

- Zusammenhang von C_{frei} verschwindet beim Übergang durch **konvexe Ecke**
- Ein Ecke/Ecke Kontaktpaar, ein Ecke/Kante Kontaktpaar

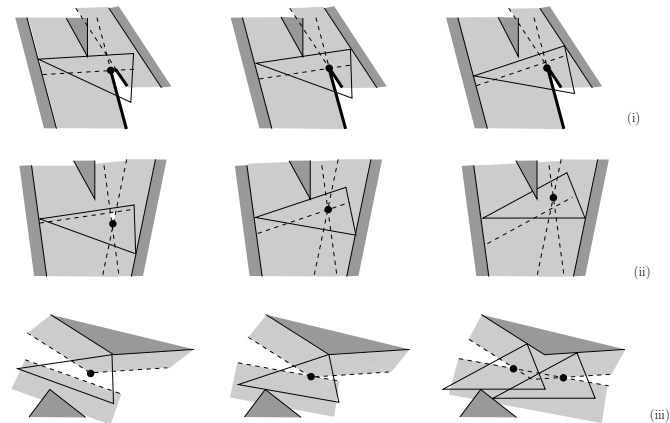


Kritische Orientierungen iii)

- Zusammenhang von C_{frei} verschwindet beim Übergang durch **konvexe Ecke**
- Ein Ecke/Ecke Kontaktpaar, ein Ecke/Kante Kontaktpaar
- Kritische Platzierung: $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Übungsaufgabe!!)

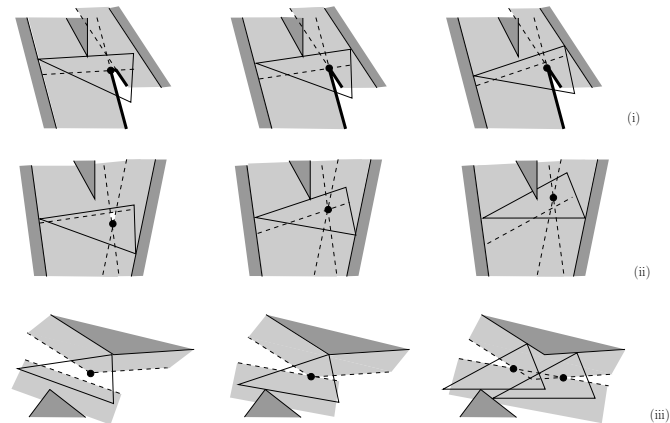


Kritische Orientierungen i)-iii)



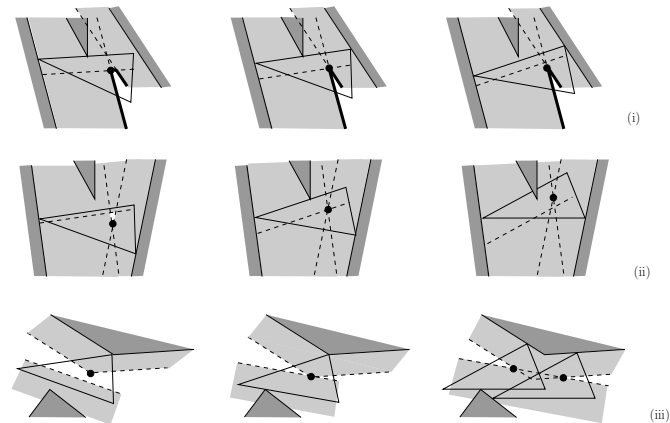
Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen



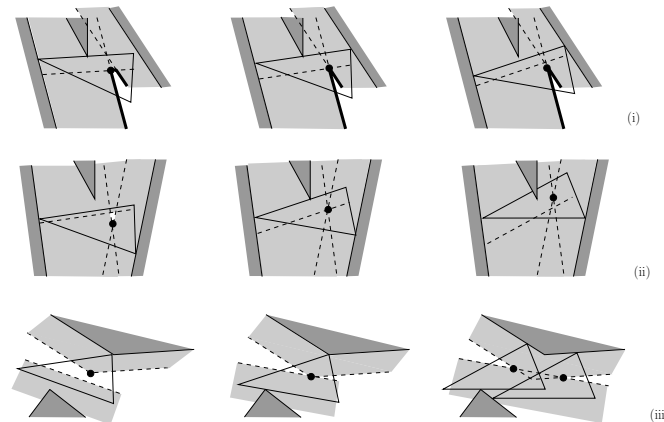
Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen
- $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Kandidaten)



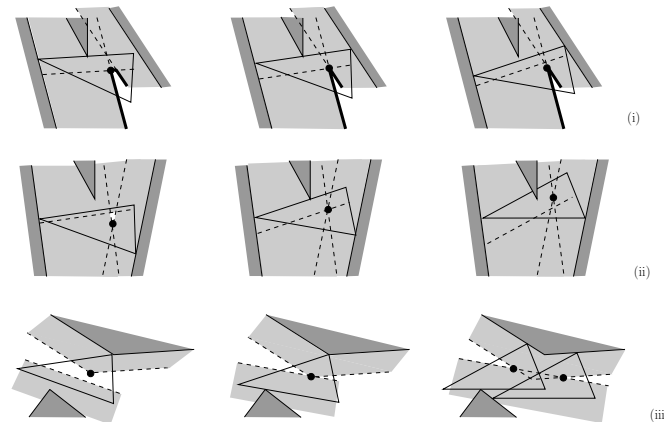
Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen
- $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Kandidaten)
- Aufwand Aktualisierung von V^θ : jeweils $O(\log mn)$



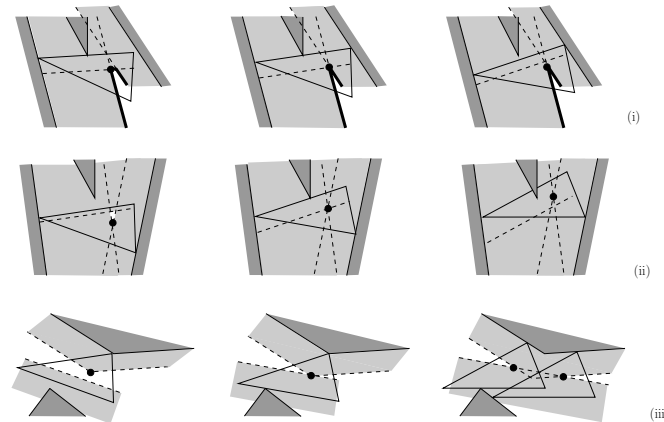
Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen
- $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Kandidaten)
- Aufwand Aktualisierung von V^θ : jeweils $O(\log mn)$
- Komplexität V^θ : $O(mn)$



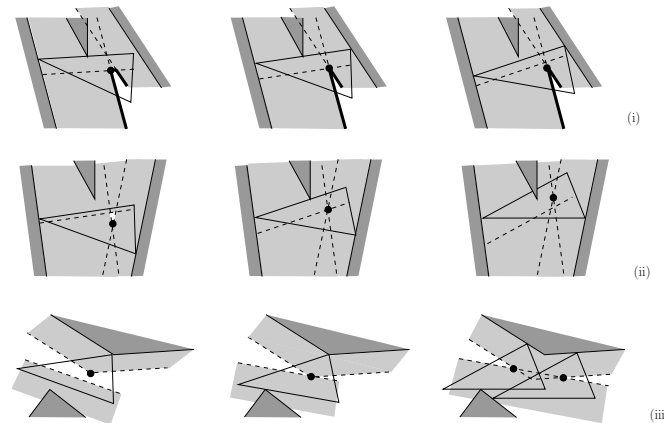
Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen
- $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Kandidaten)
- Aufwand Aktualisierung von V^θ : jeweils $O(\log mn)$
- Komplexität V^θ : $O(mn)$
- Über Benamsung darauf zugreifen



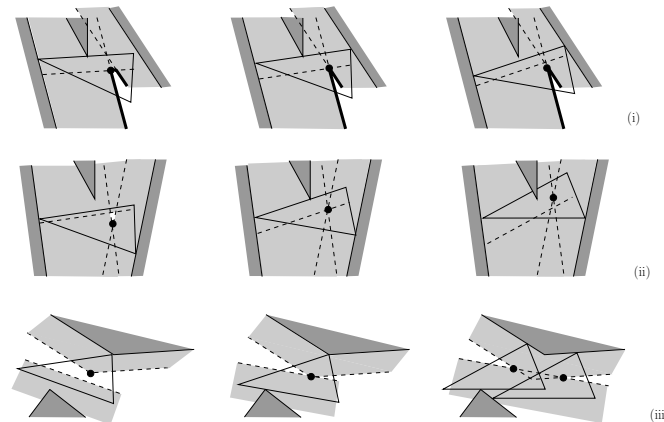
Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen
- $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Kandidaten)
- Aufwand Aktualisierung von V^θ : jeweils $O(\log mn)$
- Komplexität V^θ : $O(mn)$
- Über Benamung darauf zugreifen
- Kandidaten T^+ : $O(mn\lambda_6(mn) \log(mn))$ berechn. und sort.

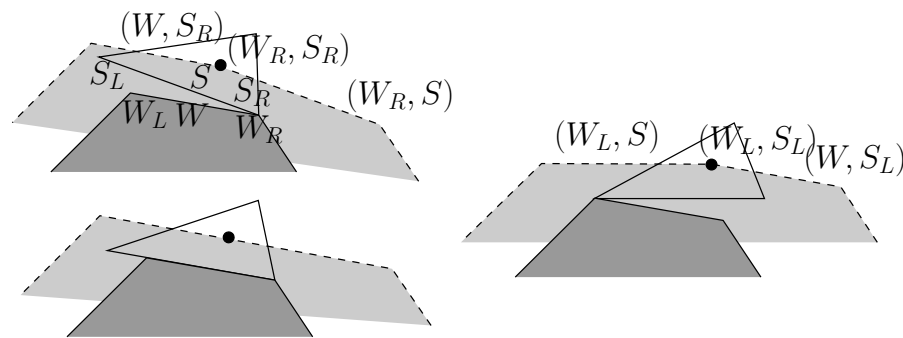


Kritische Orientierungen i)-iii)

- Kritische Platzierungen
- $O(mn\lambda_6(mn))$ viele (Kandidaten)
- Aufwand Aktualisierung von V^θ : jeweils $O(\log mn)$
- Komplexität V^θ : $O(mn)$
- Über Benennung darauf zugreifen
- Kandidaten T^+ : $O(mn\lambda_6(mn) \log(mn))$ berechn. und sort.
- Leider evtl. nicht alle korrekt

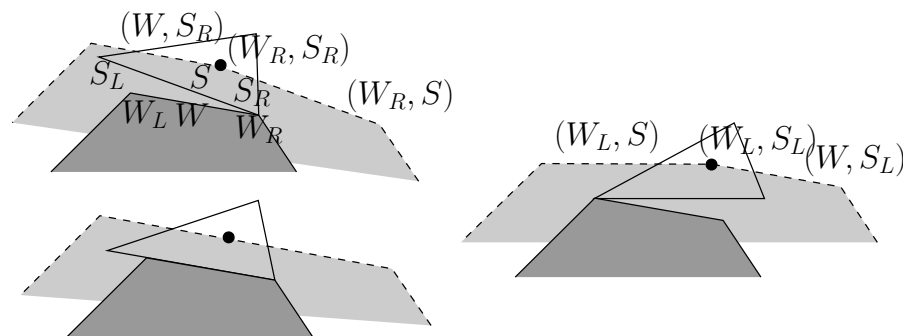


Kritische Orientierungen iv)



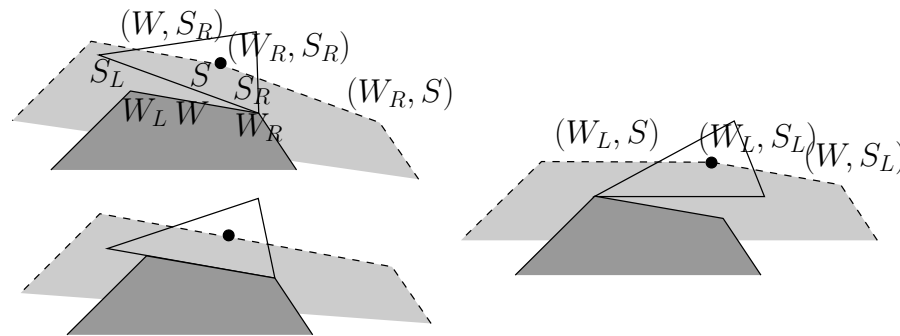
Kritische Orientierungen iv)

- Knoten und Kanten von ∂C_{frei} wechselt Beschriftung beim Übergang,



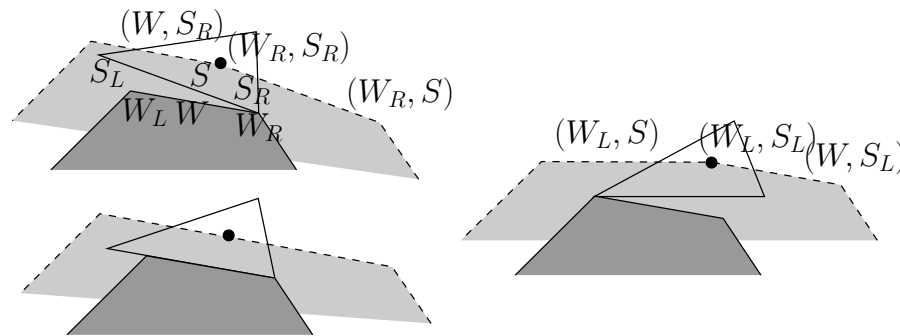
Kritische Orientierungen iv)

- Knoten und Kanten von ∂C_{frei} wechselt Beschriftung beim Übergang, zwei benachbarte Kanten werden kollinear



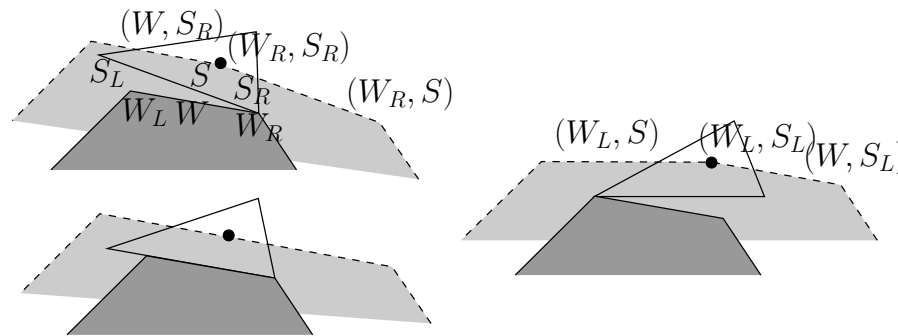
Kritische Orientierungen iv)

- Knoten und Kanten von ∂C_{frei} wechselt Beschriftung beim Übergang, zwei benachbarte Kanten werden kollinear
- Ecke/Ecke Kontaktpaar und angrenzendes Ecke/Kante Kontaktpaar



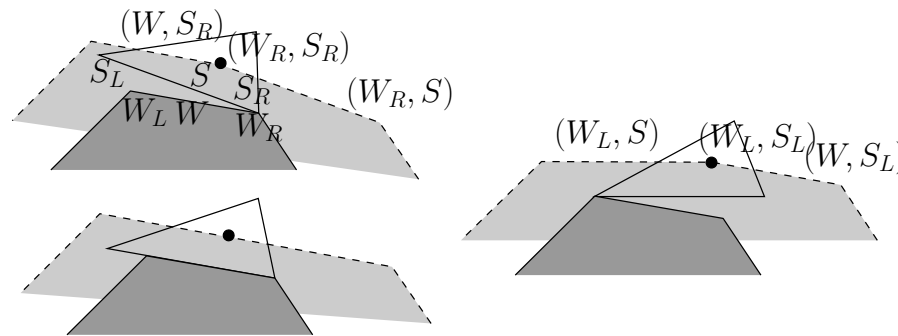
Kritische Orientierungen iv)

- Knoten und Kanten von ∂C_{frei} wechselt Beschriftung beim Übergang, zwei benachbarte Kanten werden kollinear
- Ecke/Ecke Kontaktpaar und angrenzendes Ecke/Kante Kontaktpaar
- Kante von R und Kante von P_i parallel

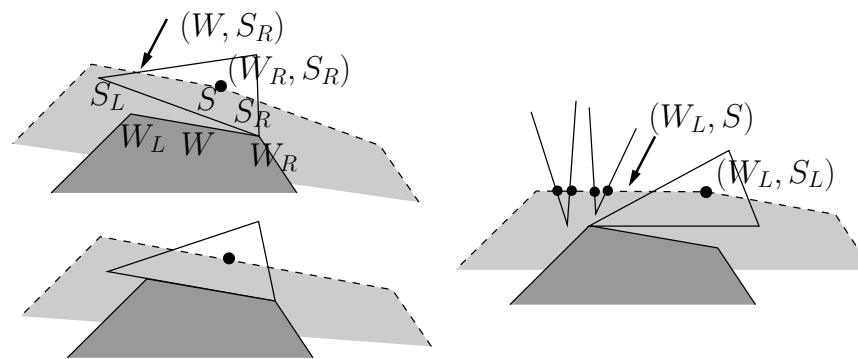


Kritische Orientierungen iv)

- Knoten und Kanten von ∂C_{frei} wechselt Beschriftung beim Übergang, zwei benachbarte Kanten werden kollinear
- Ecke/Ecke Kontaktpaar und angrenzendes Ecke/Kante Kontaktpaar
- Kante von R und Kante von P_i parallel
- $O(mn)$ mal kann das vorkommen

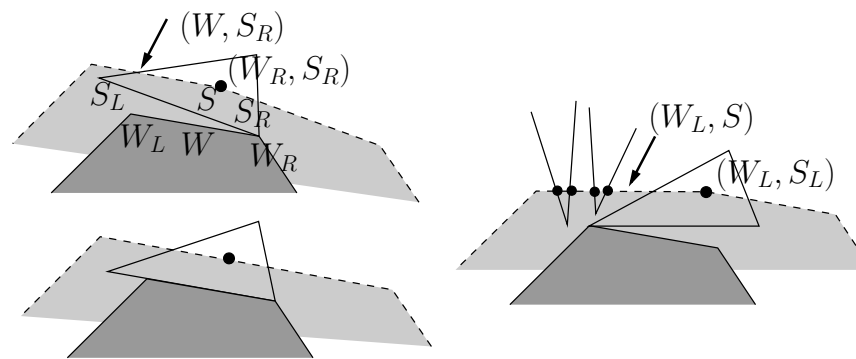


Kritische Orientierungen iv)



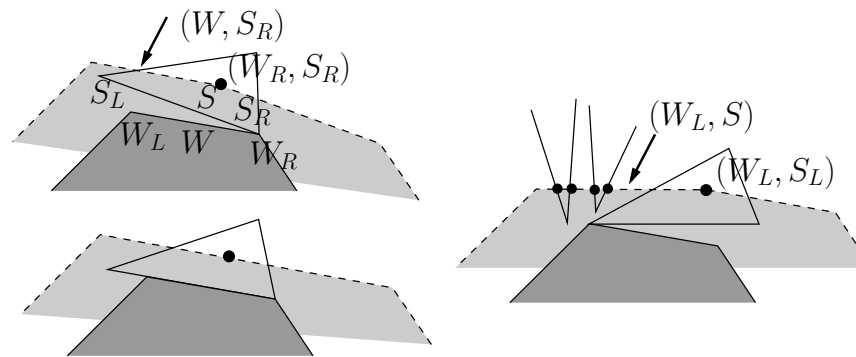
Kritische Orientierungen iv)

- Aktualisierung der Beschriftung: Von (W_R, S_R) nach (W_L, S_L)



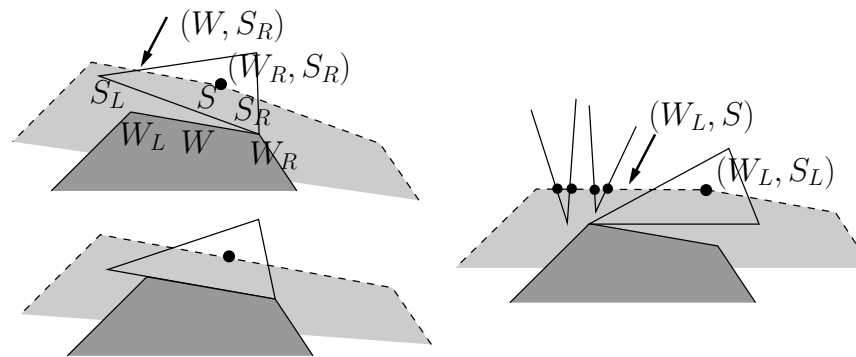
Kritische Orientierungen iv)

- Aktualisierung der Beschriftung: Von (W_R, S_R) nach (W_L, S_L)
- Bis zu $O(mn)$ Knoten in V^θ sind mit (W_L, S) entstanden



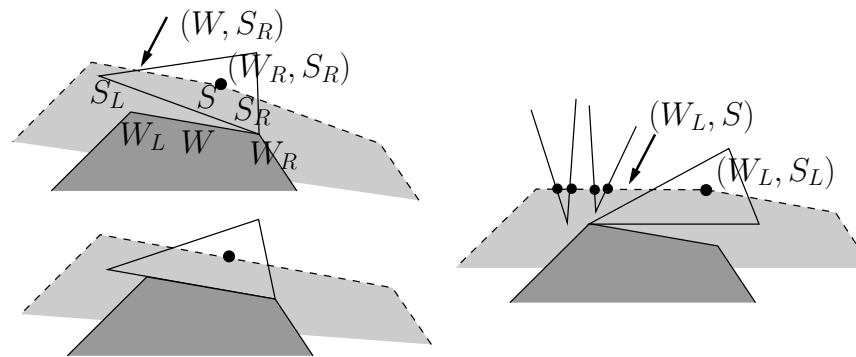
Kritische Orientierungen iv)

- Aktualisierung der Beschriftung: Von (W_R, S_R) nach (W_L, S_L)
- Bis zu $O(mn)$ Knoten in V^θ sind mit (W_L, S) entstanden
- Konkave Ecken mit zwei Kontakten



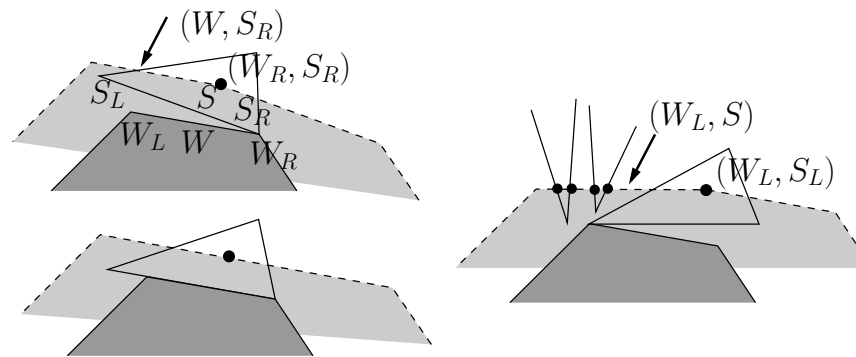
Kritische Orientierungen iv)

- Aktualisierung der Beschriftung: Von (W_R, S_R) nach (W_L, S_L)
- Bis zu $O(mn)$ Knoten in V^θ sind mit (W_L, S) entstanden
- Konkave Ecken mit zwei Kontakten
- Jeweils $O(\log mn)$ für Aktualisierung

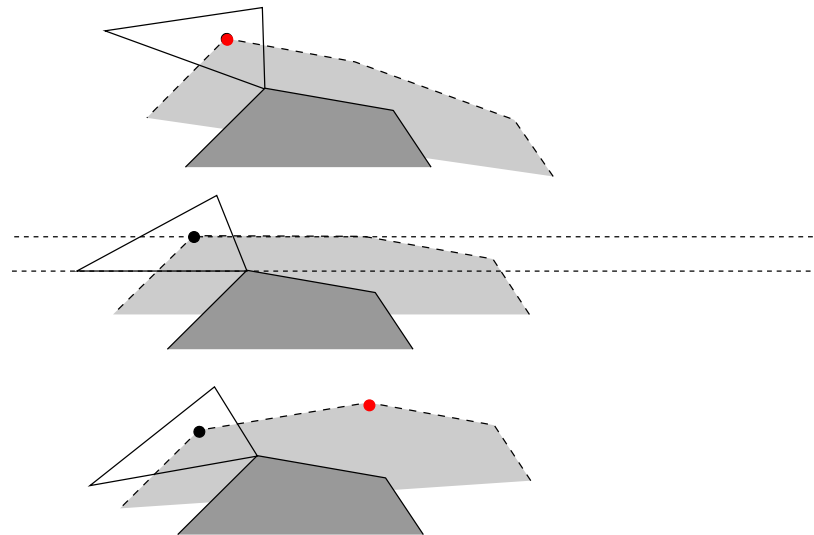


Kritische Orientierungen iv)

- Aktualisierung der Beschriftung: Von (W_R, S_R) nach (W_L, S_L)
- Bis zu $O(mn)$ Knoten in V^θ sind mit (W_L, S) entstanden
- Konkave Ecken mit zwei Kontakten
- Jeweils $O(\log mn)$ für Aktualisierung
- $O(mn)$ mal kann das vorkommen: $O((mn)^2 \log mn)$

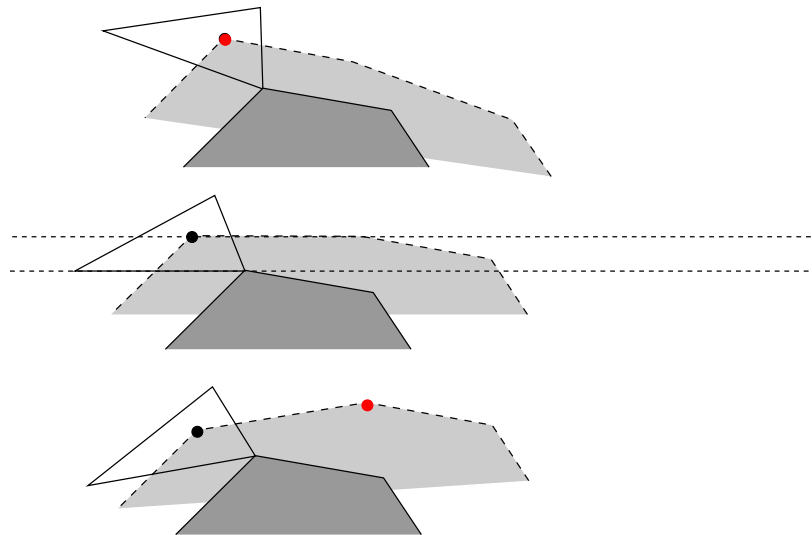


Kritische Orientierungen v)



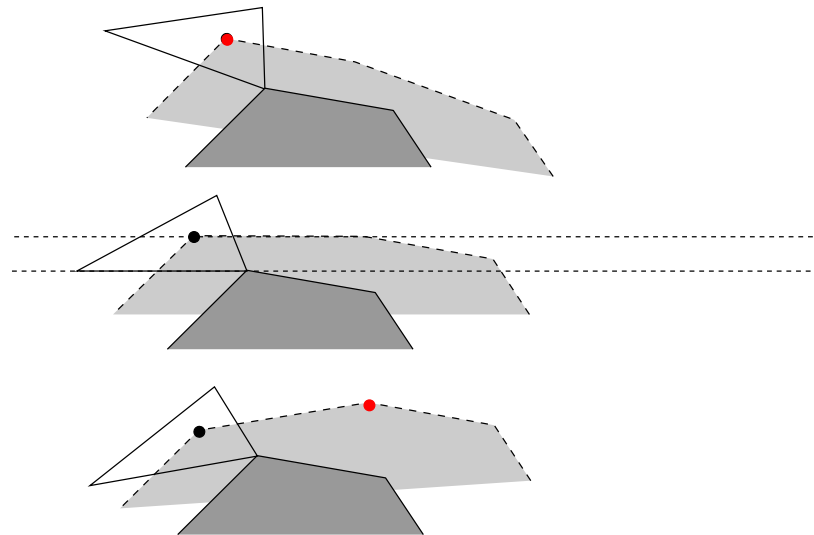
Kritische Orientierungen v)

- Lokales Y Maximum ändert sich

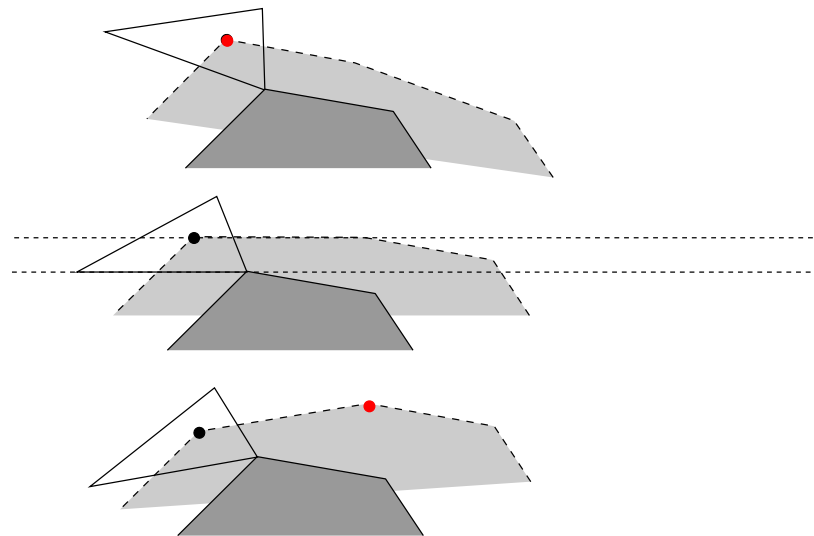


Kritische Orientierungen v)

- Lokales Y Maximum ändert sich
- Ecke/Kante Kontaktpaar und waagerechte Kante in C_{frei}

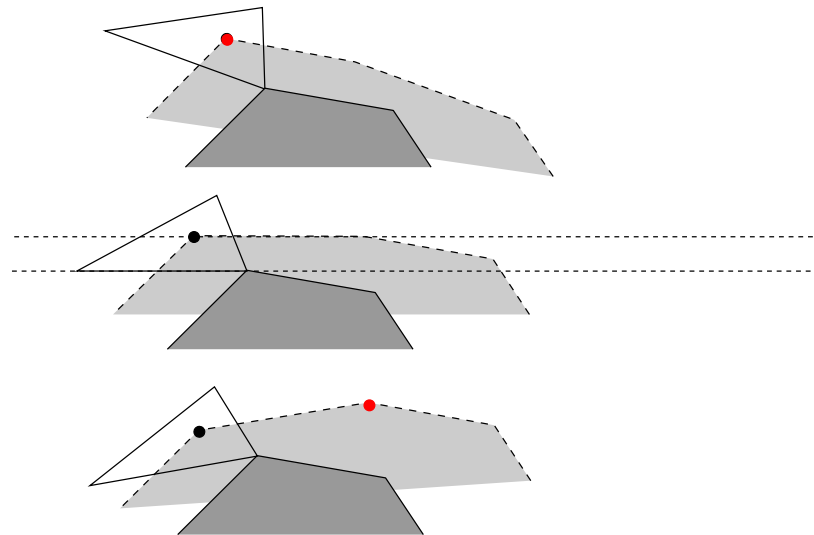


Kritische Orientierungen v)



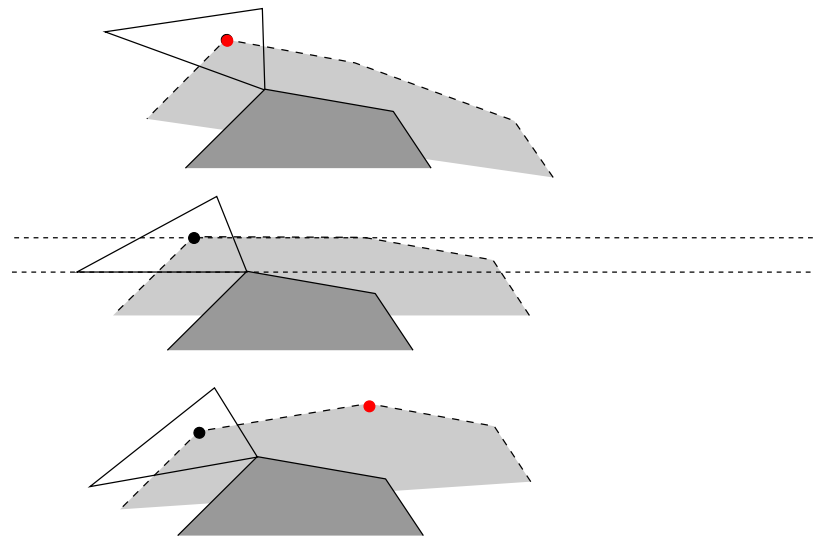
Kritische Orientierungen v)

- Für jede Kante von R kann das passieren: m Orient.



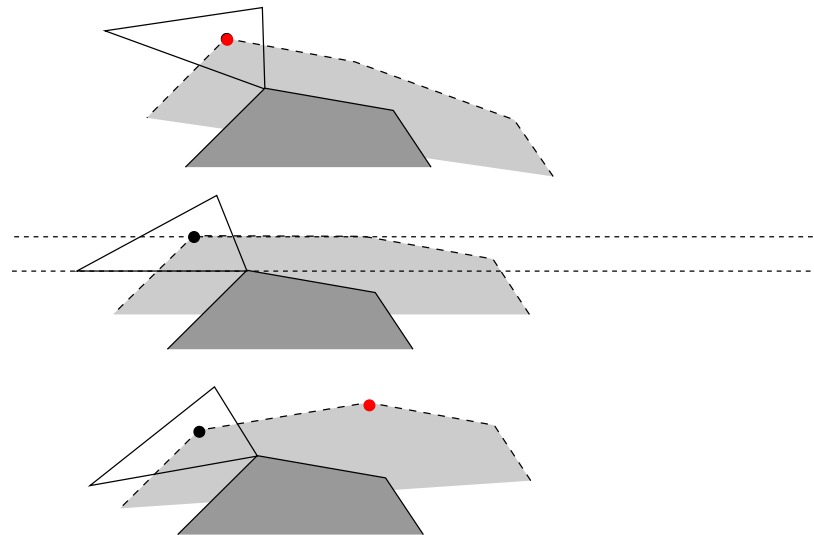
Kritische Orientierungen v)

- Für jede Kante von R kann das passieren: m Orient.
- Für jeden Knoten aller P_i Änderung möglich



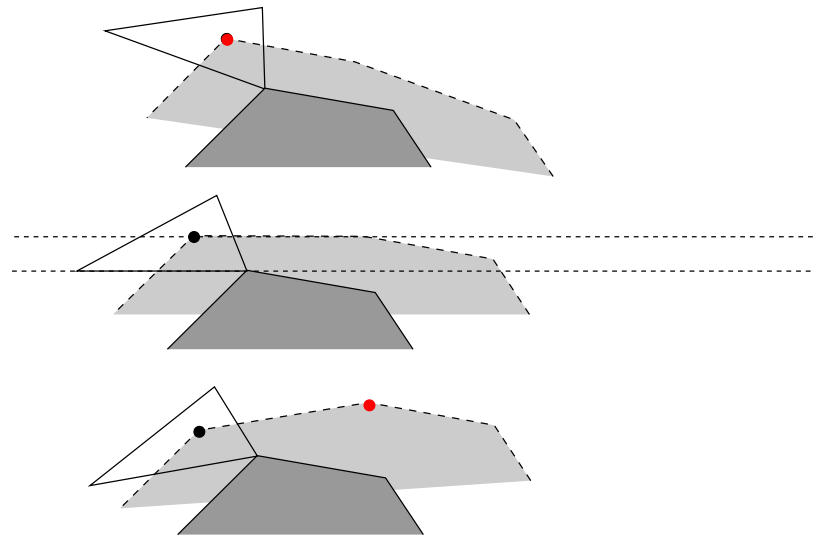
Kritische Orientierungen v)

- Für jede Kante von R kann das passieren: m Orient.
- Für jeden Knoten aller P_i Änderung möglich
- Knoten u, u^* löschen



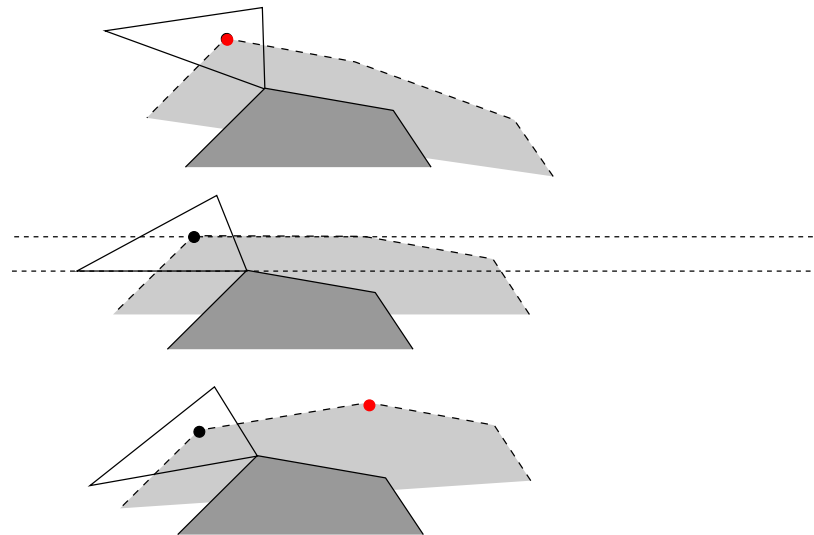
Kritische Orientierungen v)

- Für jede Kante von R kann das passieren: m Orient.
- Für jeden Knoten aller P_i Änderung möglich
- Knoten u, u^* löschen , Knoten v, v^* einfügen



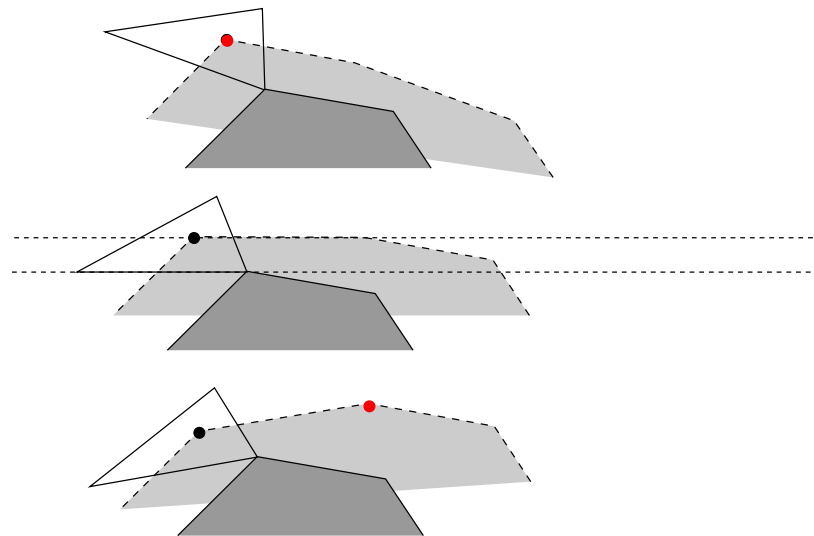
Kritische Orientierungen v)

- Für jede Kante von R kann das passieren: m Orient.
- Für jeden Knoten aller P_i Änderung möglich
- Knoten u, u^* löschen, Knoten v, v^* einfügen
- Ein voller Sweep über V^θ in $O(mn \log mn)$

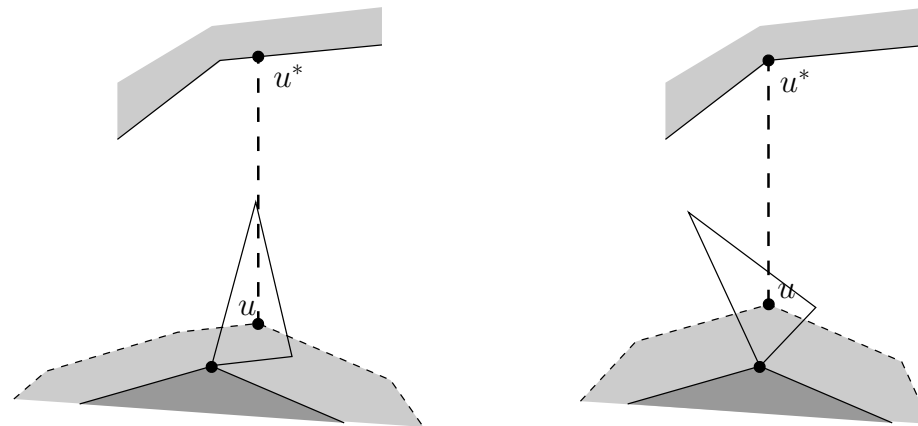


Kritische Orientierungen v)

- Für jede Kante von R kann das passieren: m Orient.
- Für jeden Knoten aller P_i Änderung möglich
- Knoten u, u^* löschen, Knoten v, v^* einfügen
- Ein voller Sweep über V^θ in $O(mn \log mn)$
- Bei m Orientierungen: $O(m^2 n \log mn)$

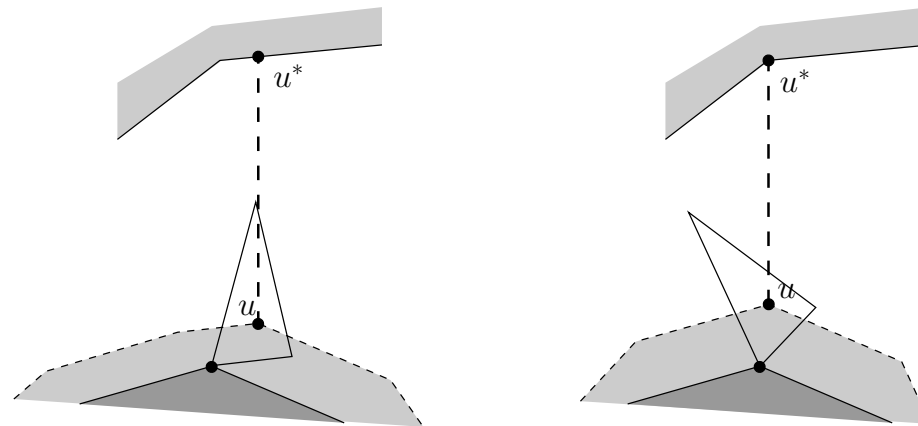


Kritische Orientierungen vi)



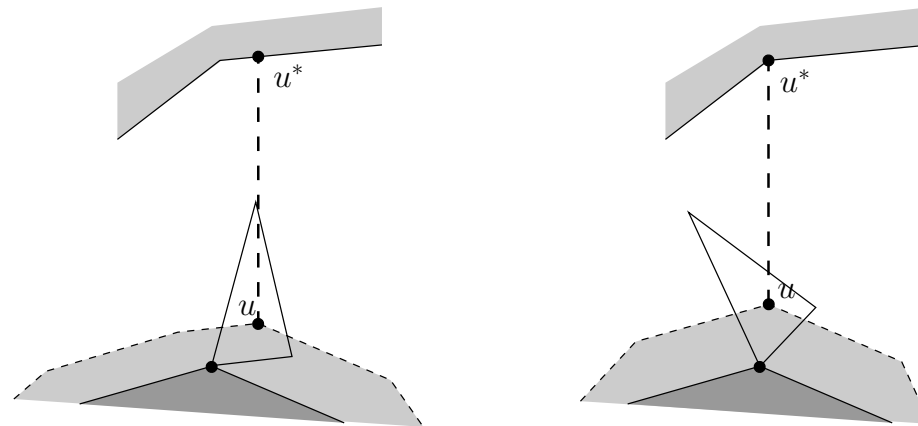
Kritische Orientierungen vi)

- Wechsel einer Ecke u^*



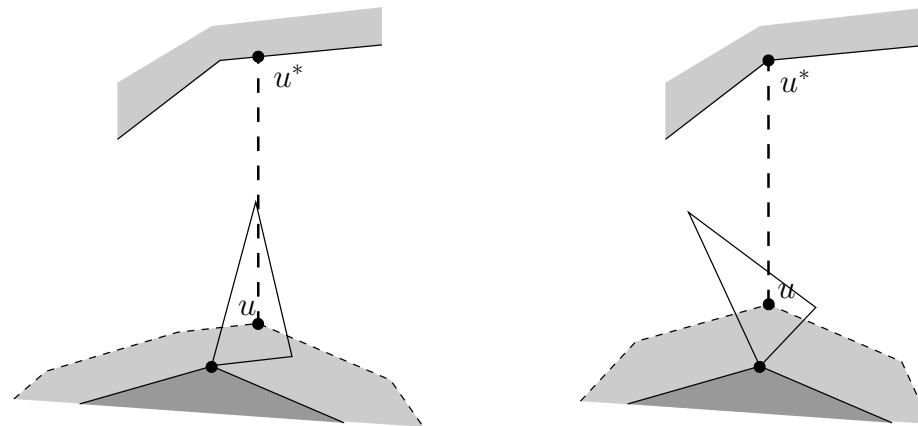
Kritische Orientierungen vi)

- Wechsel einer Ecke u^*
- Ecke/Ecke Kontaktpaar erzeugt konvexen Knoten



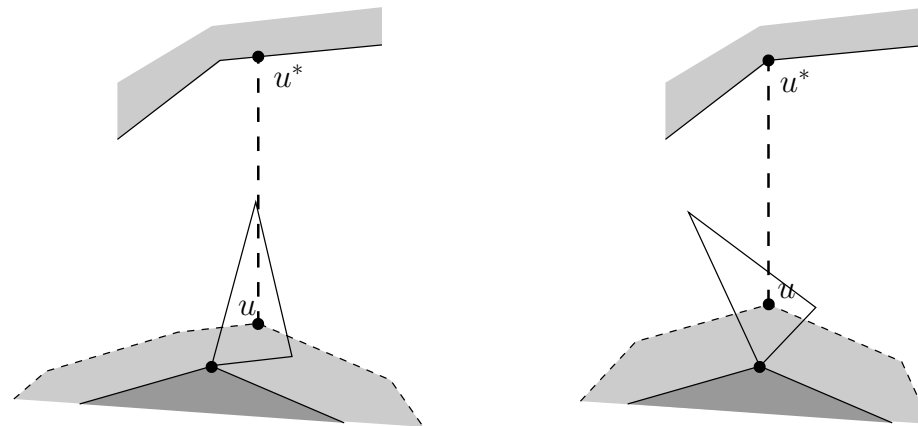
Kritische Orientierungen vi)

- Wechsel einer Ecke u^*
- Ecke/Ecke Kontaktpaar erzeugt konvexen Knoten
- Aktualisierung/neue Beschriftung: $O(\log mn)$



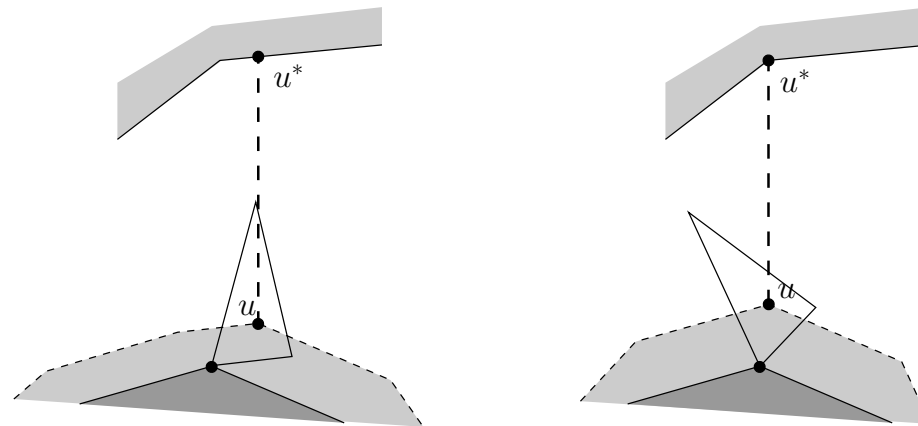
Kritische Orientierungen vi)

- Wechsel einer Ecke u^*
- Ecke/Ecke Kontaktpaar erzeugt konvexen Knoten
- Aktualisierung/neue Beschriftung: $O(\log mn)$
- Vorkommen: $O(mn\lambda_6(mn))$,



Kritische Orientierungen vi)

- Wechsel einer Ecke u^*
- Ecke/Ecke Kontaktpaar erzeugt konvexen Knoten
- Aktualisierung/neue Beschriftung: $O(\log mn)$
- Vorkommen: $O(mn\lambda_6(mn))$, Technik wie Krit.Platz



Kritische Orientierungen i)-vi)

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8
- iii) und iv) Übungsaufgabe/Alg.2.9

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8
- iii) und iv) Übungsaufgabe/Alg.2.9
- Kandidaten für v)-vi): auch in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8
- iii) und iv) Übungsaufgabe/Alg.2.9
- Kandidaten für v)-vi): auch in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8
- iii) und iv) Übungsaufgabe/Alg.2.9
- Kandidaten für v)-vi): auch in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- **Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ bearbeiten**

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8
- iii) und iv) Übungsaufgabe/Alg.2.9
- Kandidaten für v)-vi): auch in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- **Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ bearbeiten**
- Alle Kandidaten in Winkel-Reihenfolge bearbeiten!

Kritische Orientierungen i)-vi)

- Insgesamt nicht mehr als $O(mn\lambda_6(mn))$ Kandidaten
- Alle Aktualisierungen in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$
- Kandidaten für i)-iv) in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Kandidaten für i) und ii): Alg. 2.8
- iii) und iv) Übungsaufgabe/Alg.2.9
- Kandidaten für v)-vi): auch in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ berechnen
- **Alle Kandidaten in $O(mn\lambda_6(mn) \log mn)$ bearbeiten**
- Alle Kandidaten in Winkel-Reihenfolge bearbeiten!
- Problem: Sind die auch tatsächlich bereits frei?