

Disputation

Dynamic Label Placement in Practice

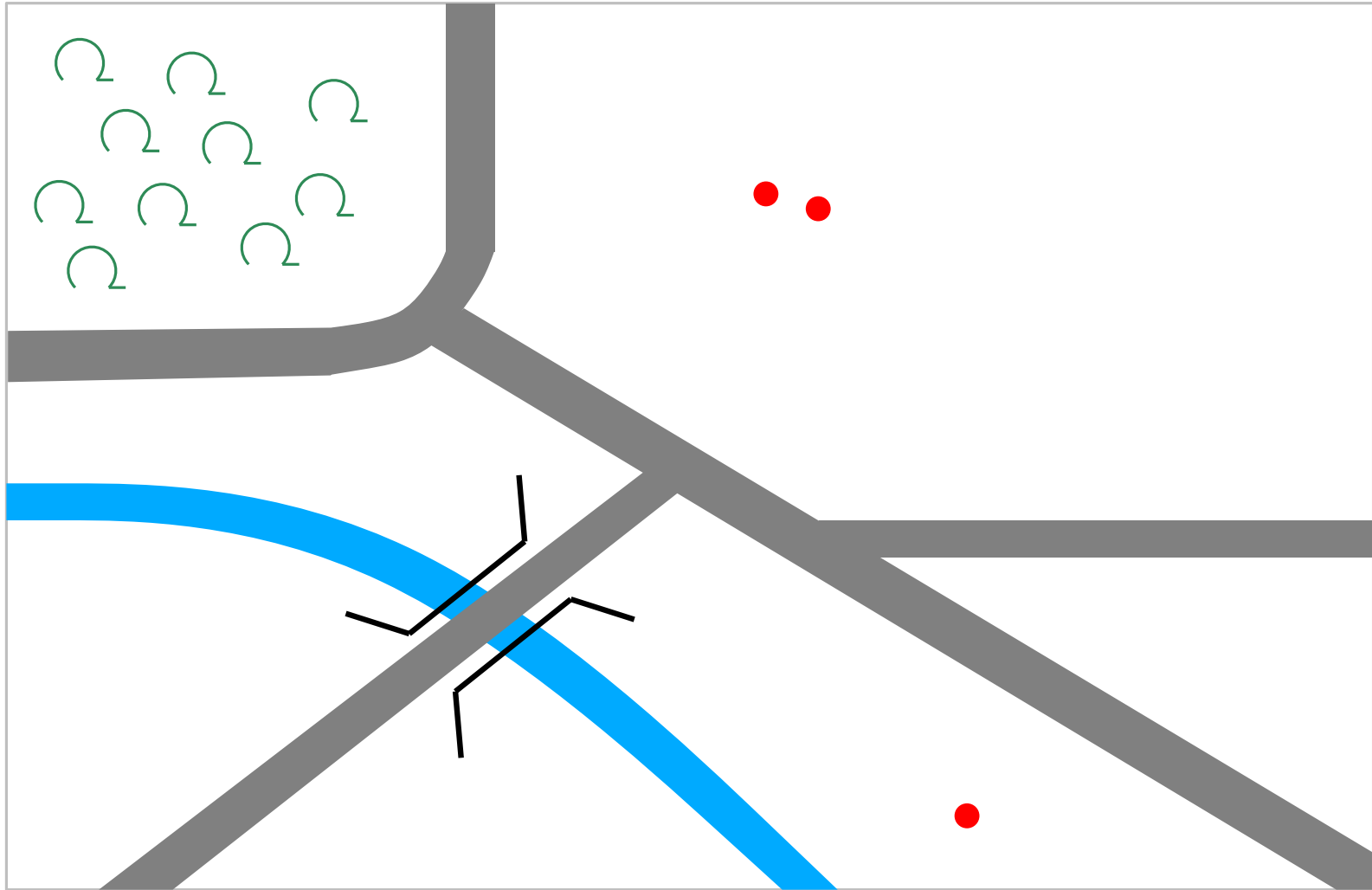
Beschriftungsplatzierung in interaktiven Karten in der Praxis

Nadine Schwartges

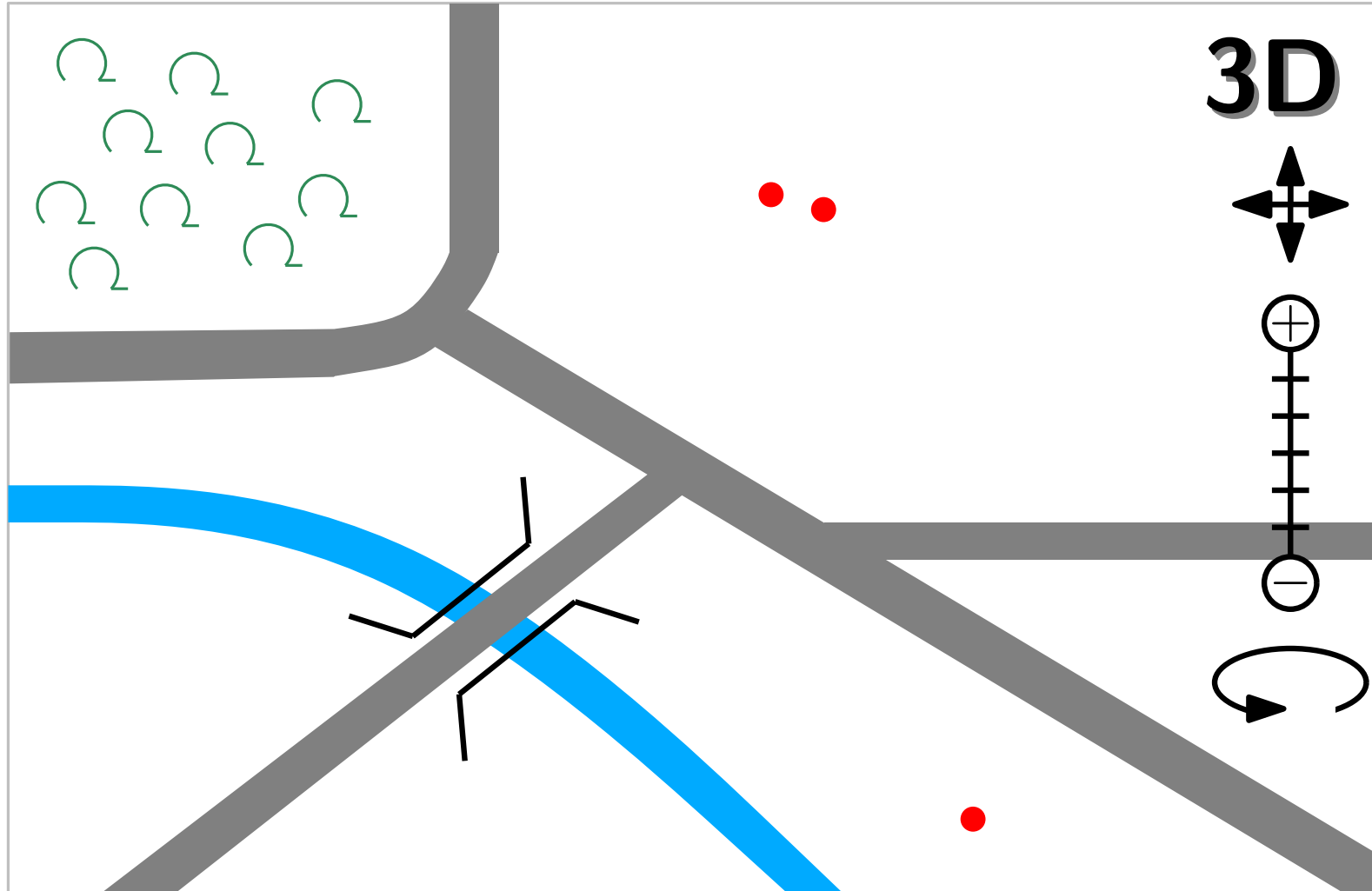
Lehrstuhl für Informatik I, Universität Würzburg

17.04.2015

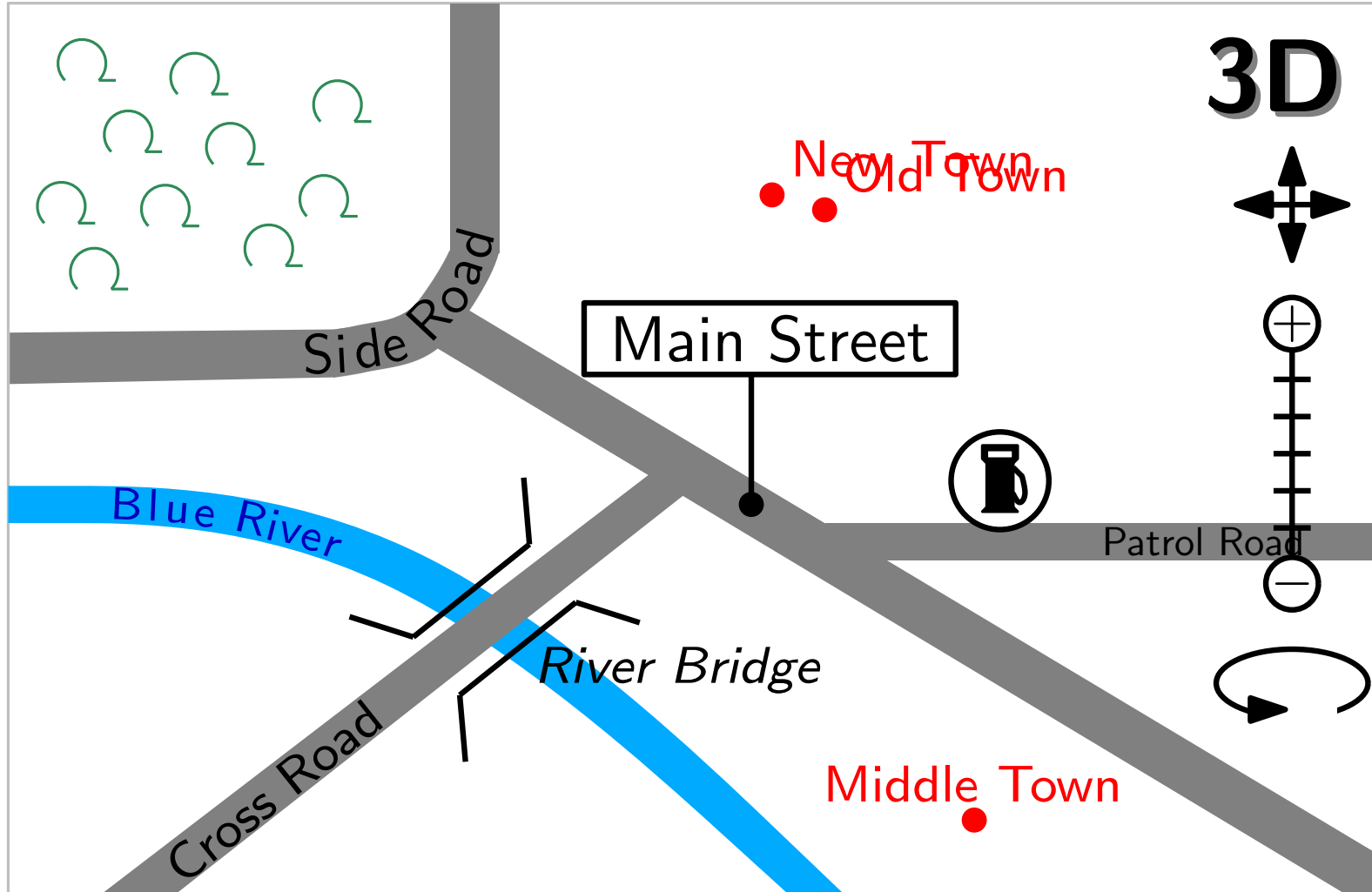
Interaktive Karten und Labeling



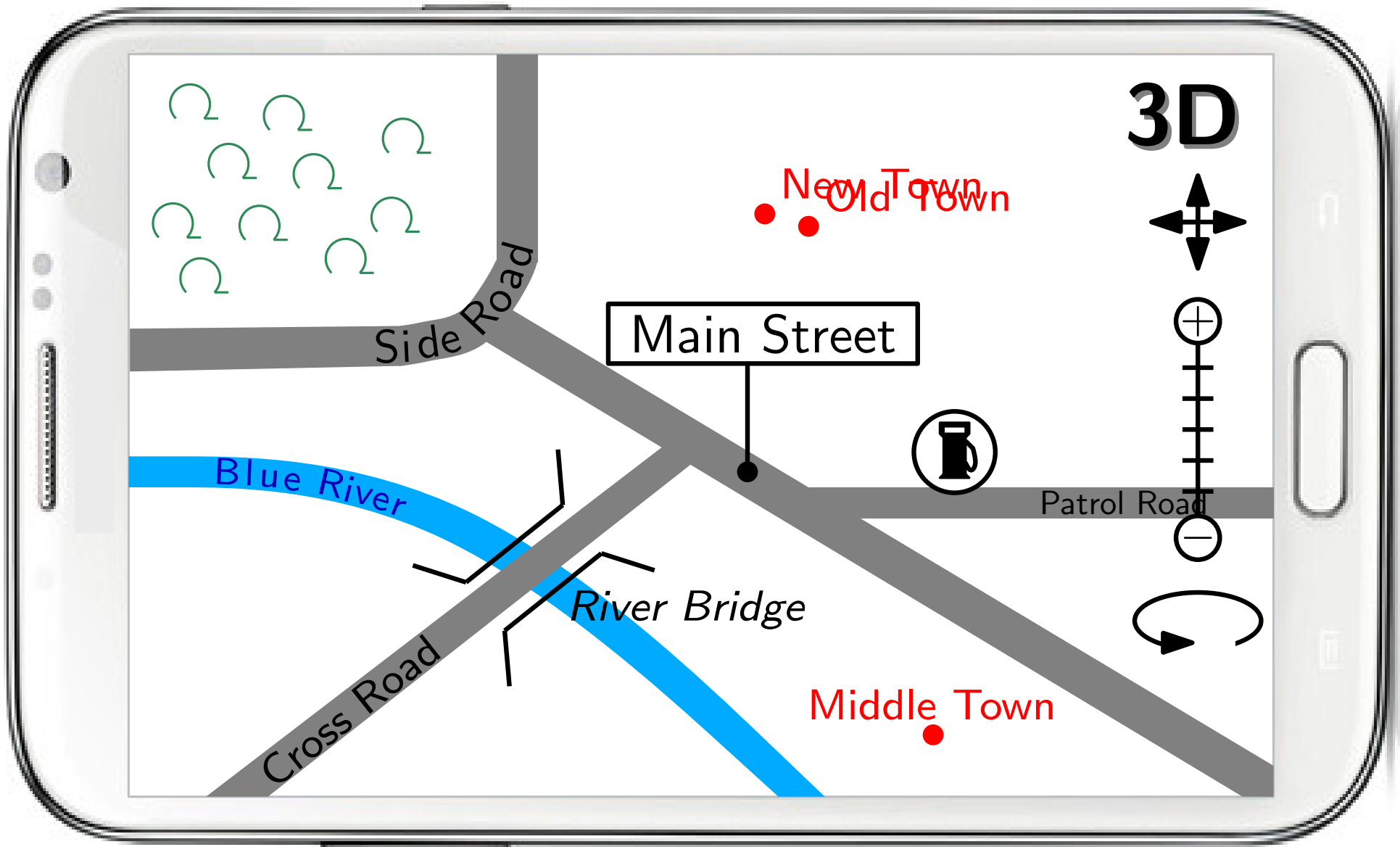
Interaktive Karten und Labeling



Interaktive Karten und Labeling



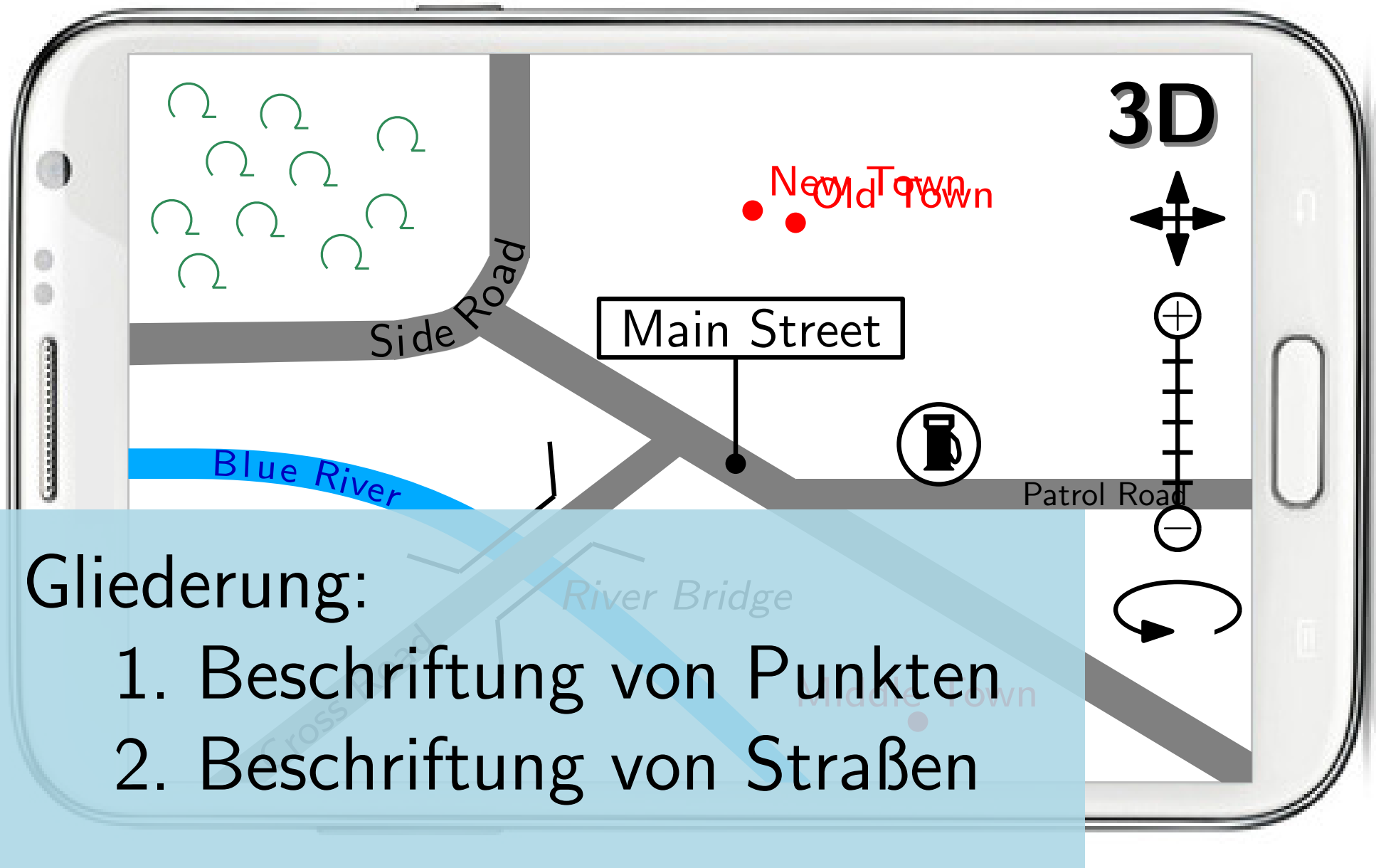
Interaktive Karten und Labeling



Interaktive Karten und Labeling



Interaktive Karten und Labeling



Interaktive Karten und Labeling



**Beschriftungsplatzierung
in interaktiven Karten
in der Praxis**

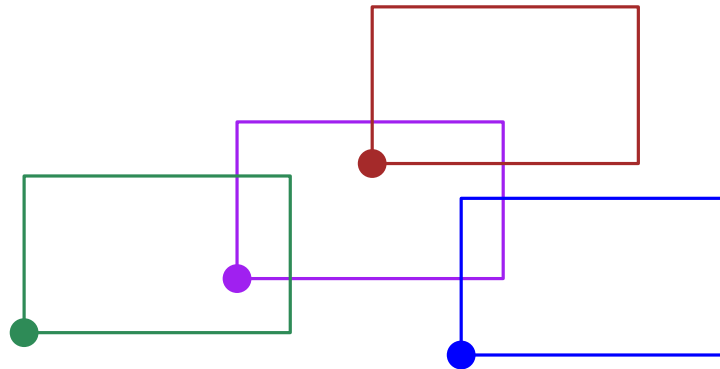
Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



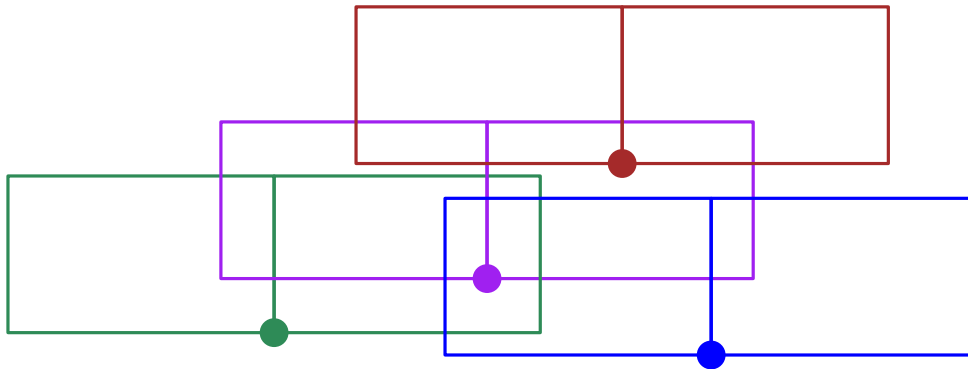
Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



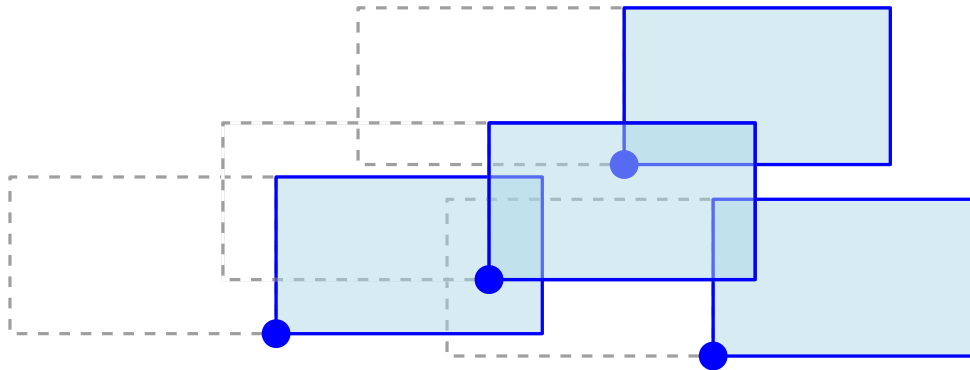
Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



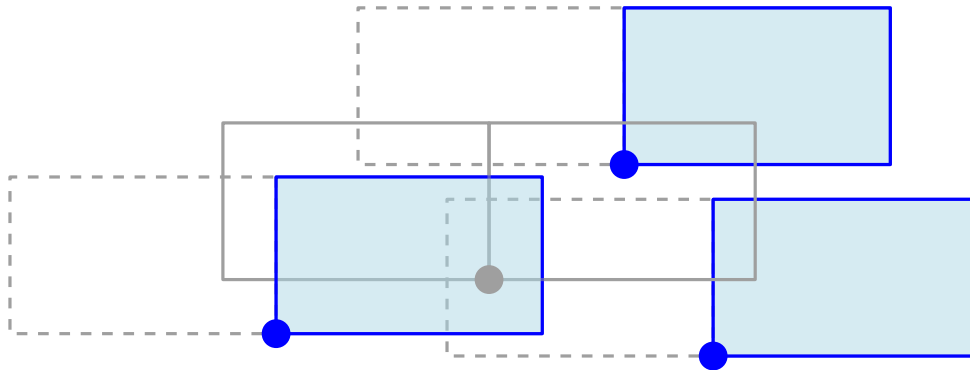
Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



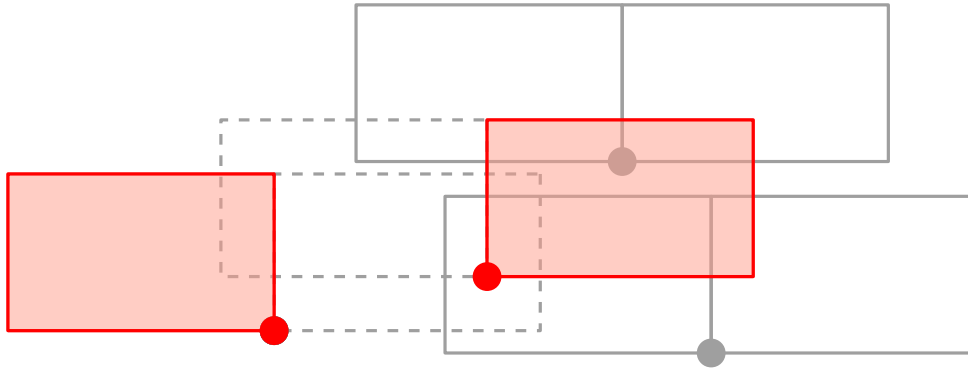
Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



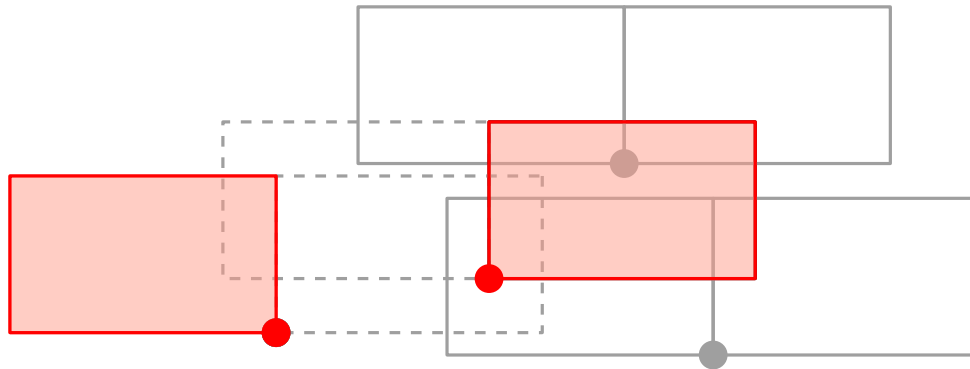
Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



Das allgemeine Beschriftungsproblem

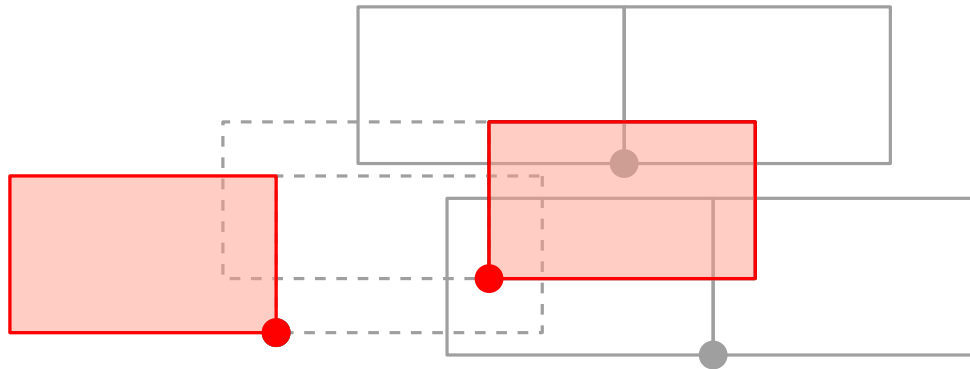
Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.



Maximiere die Anzahl von angezeigten Beschriftungen, sodass jedes Referenzobjekt höchstens eine Beschriftung besitzt und keine zwei Beschriftungen überlappen.

Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.

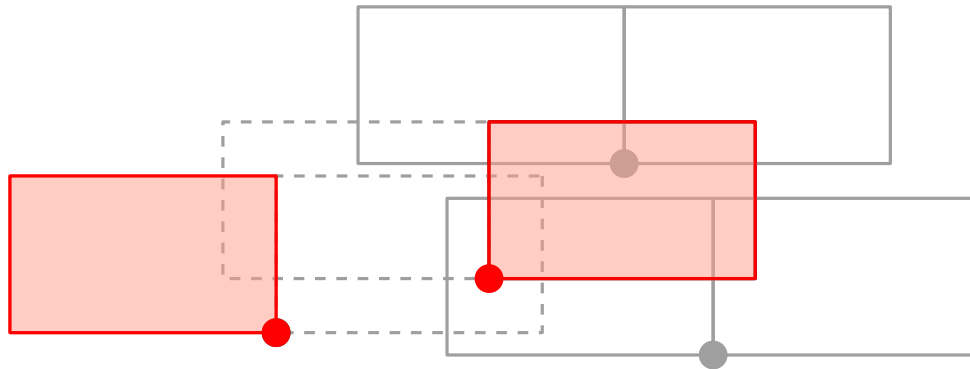


Maximiere die Anzahl von angezeigten Beschriftungen, sodass jedes Referenzobjekt höchstens eine Beschriftung besitzt und keine zwei Beschriftungen überlappen.

NP-schwer \Rightarrow Heuristiken

Das allgemeine Beschriftungsproblem

Gegeben sei eine Menge von zu beschriftenden geometrischen Objekten (*Referenzobjekte*) in der Ebene und für jedes Referenzobjekt eine Menge von Beschriftungspositionen.

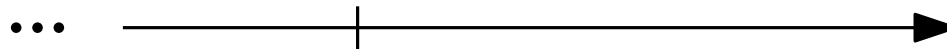
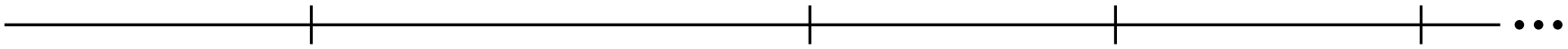


Maximiere die Anzahl von angezeigten Beschriftungen, sodass jedes Referenzobjekt höchstens eine Beschriftung besitzt und keine zwei Beschriftungen überlappen.

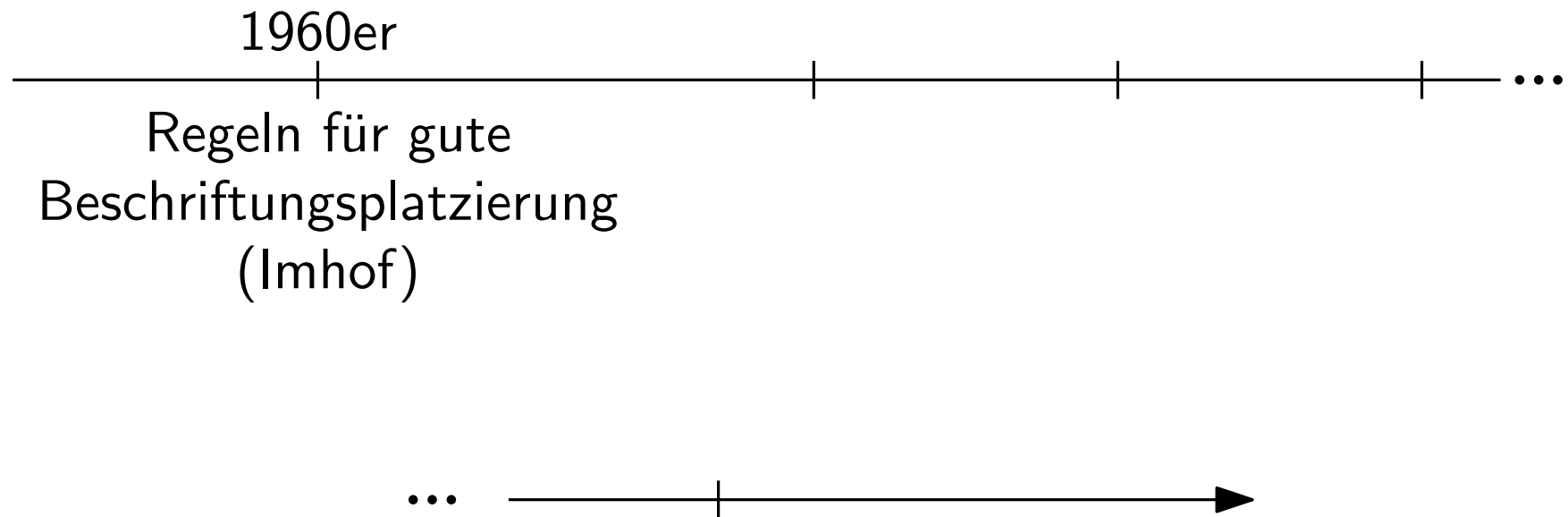
NP-schwer \Rightarrow Heuristiken

Anwendung: Kartografie

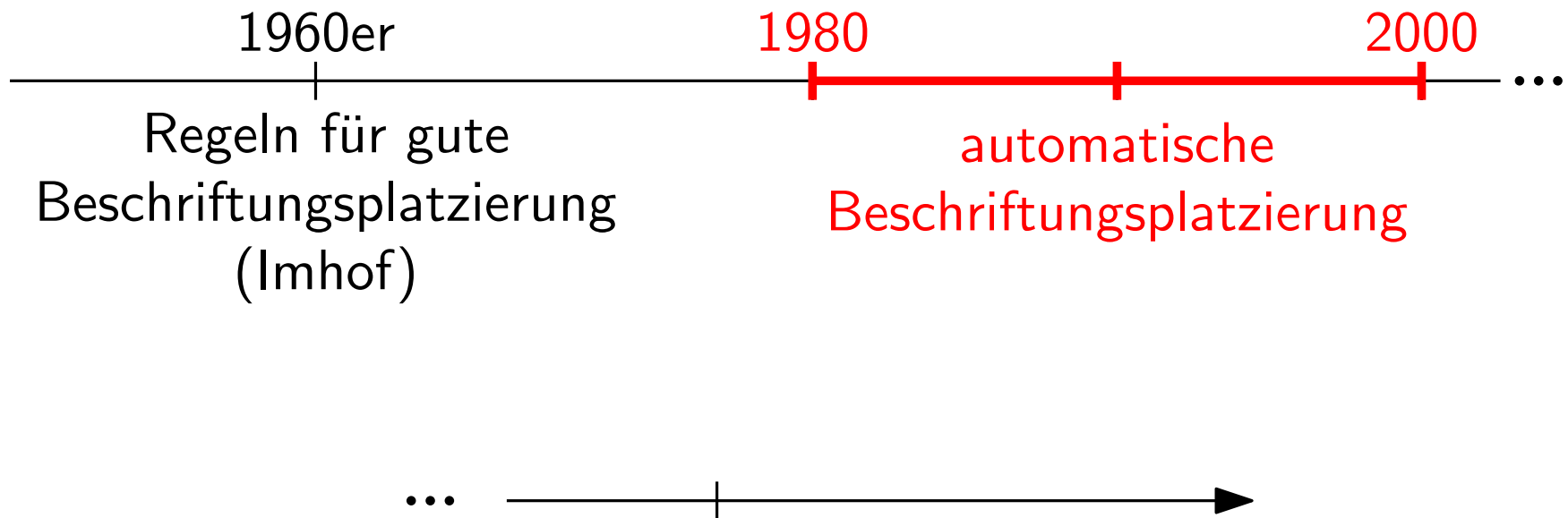
Geschichte



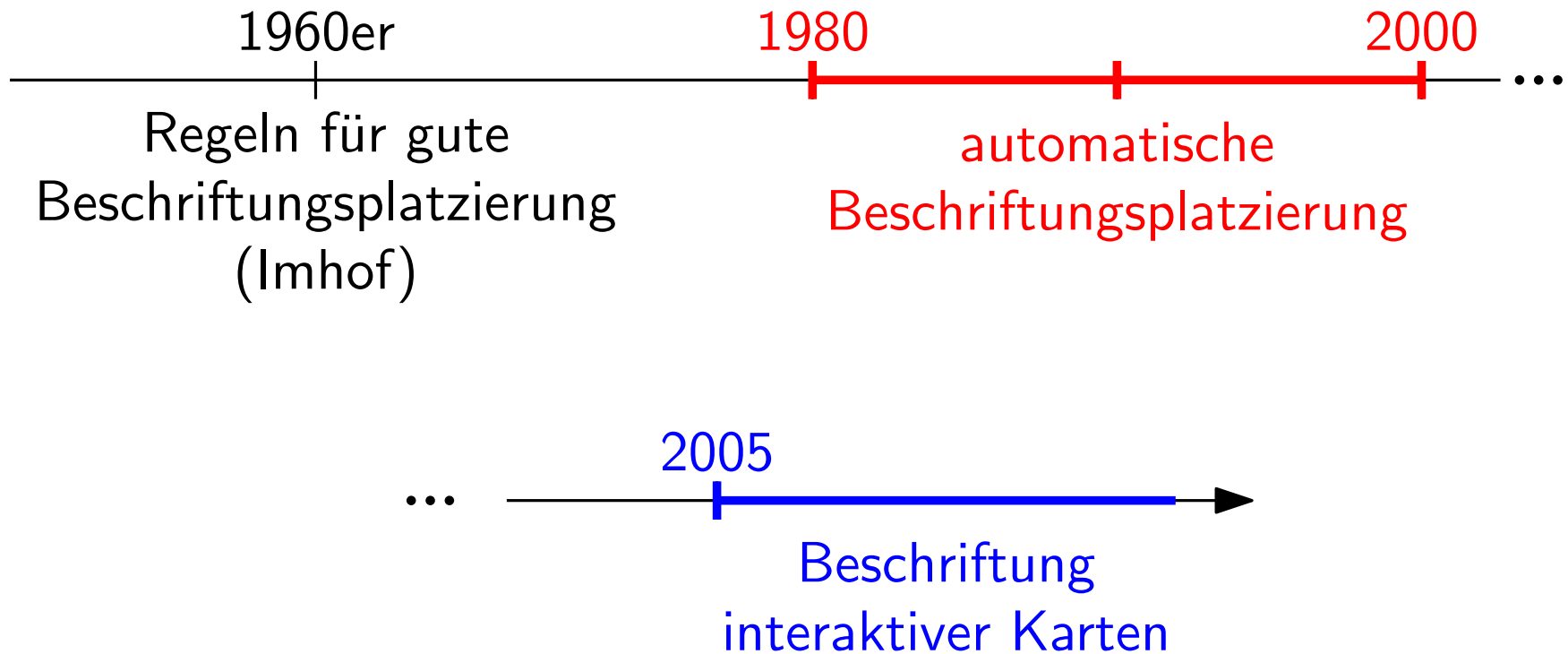
Geschichte



Geschichte



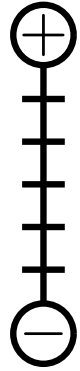
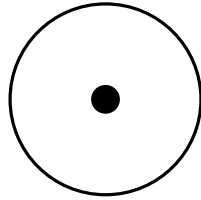
Geschichte



Beschriftung von Punkten

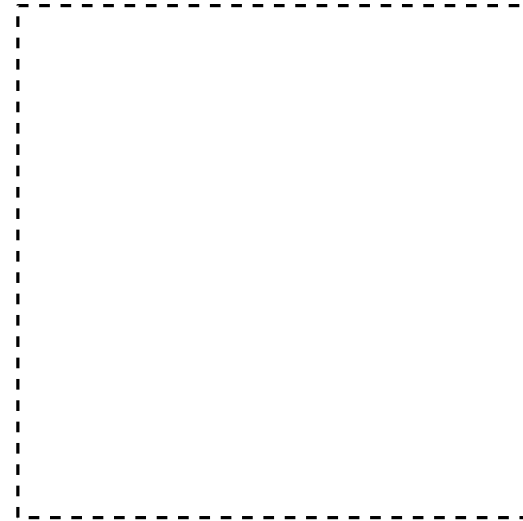
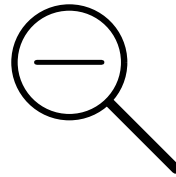
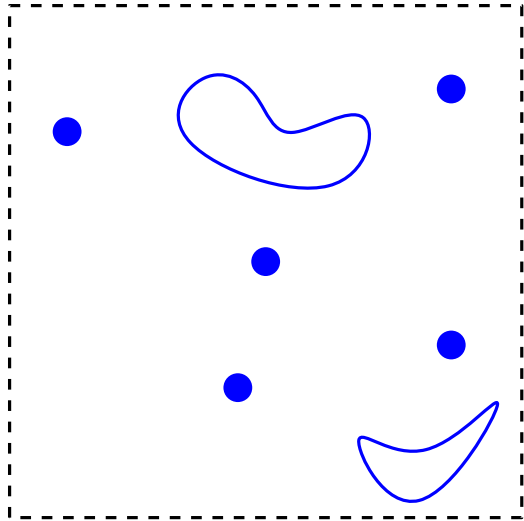
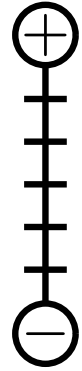
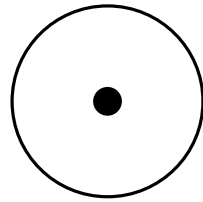
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Problem



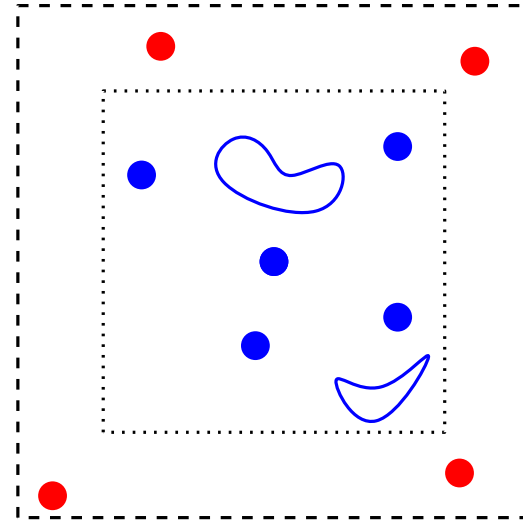
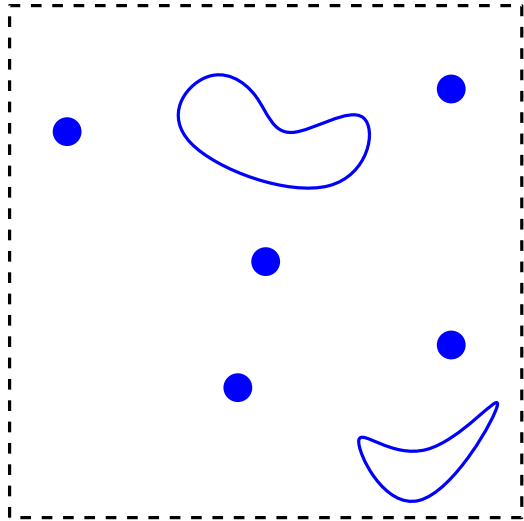
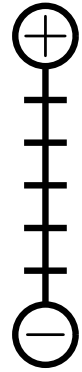
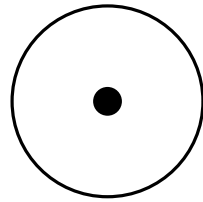
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Problem



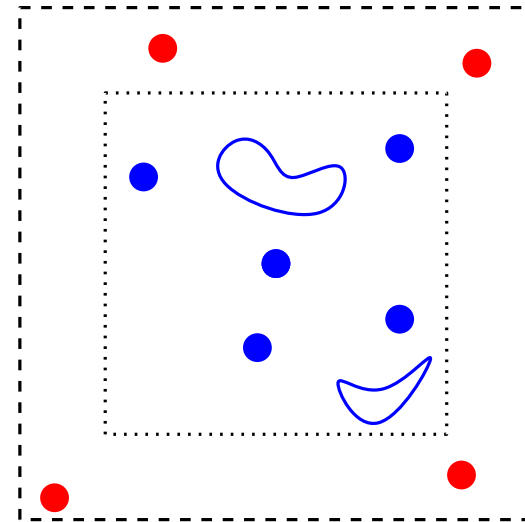
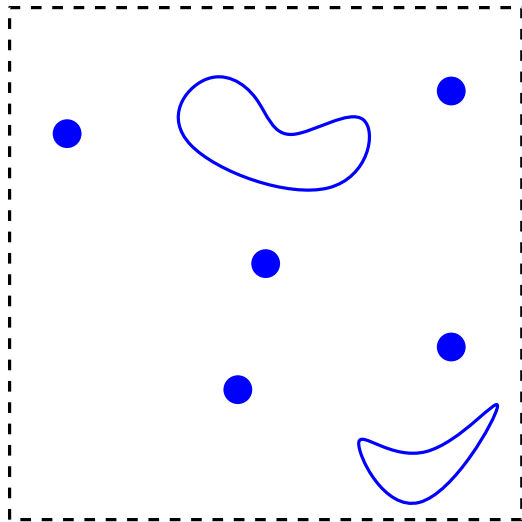
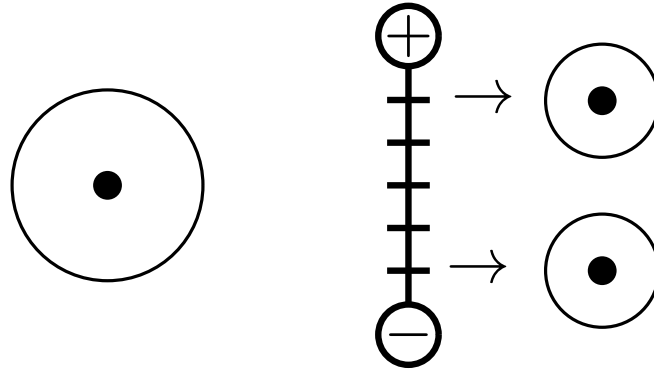
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Problem



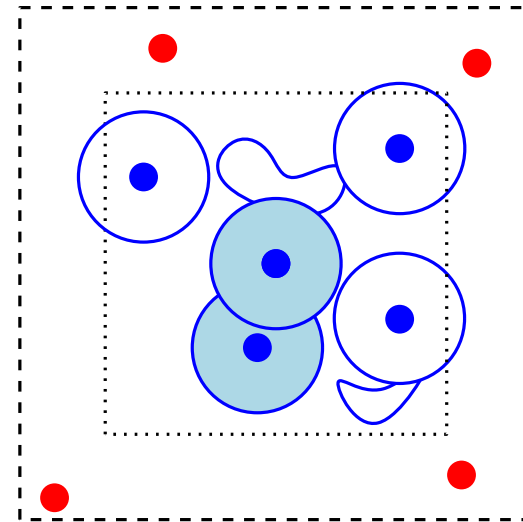
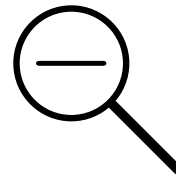
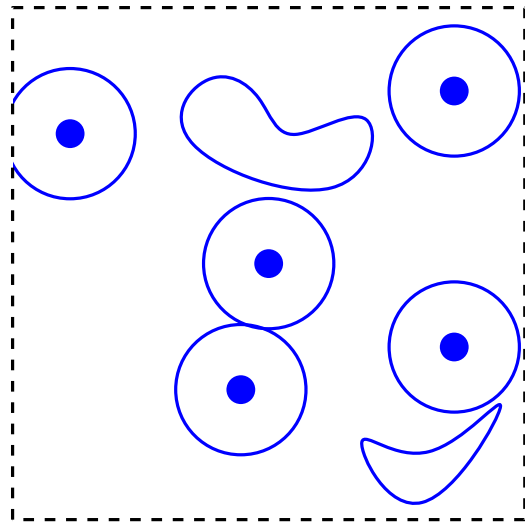
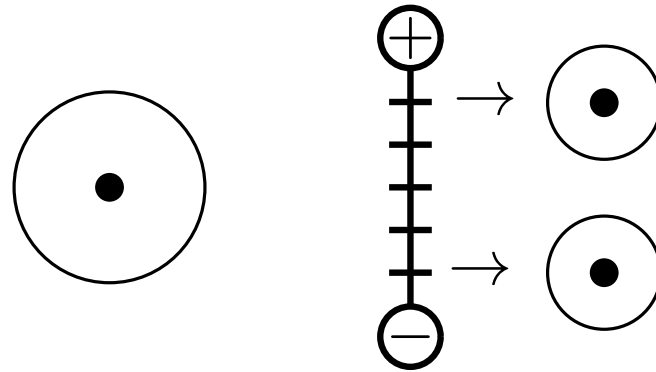
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Problem



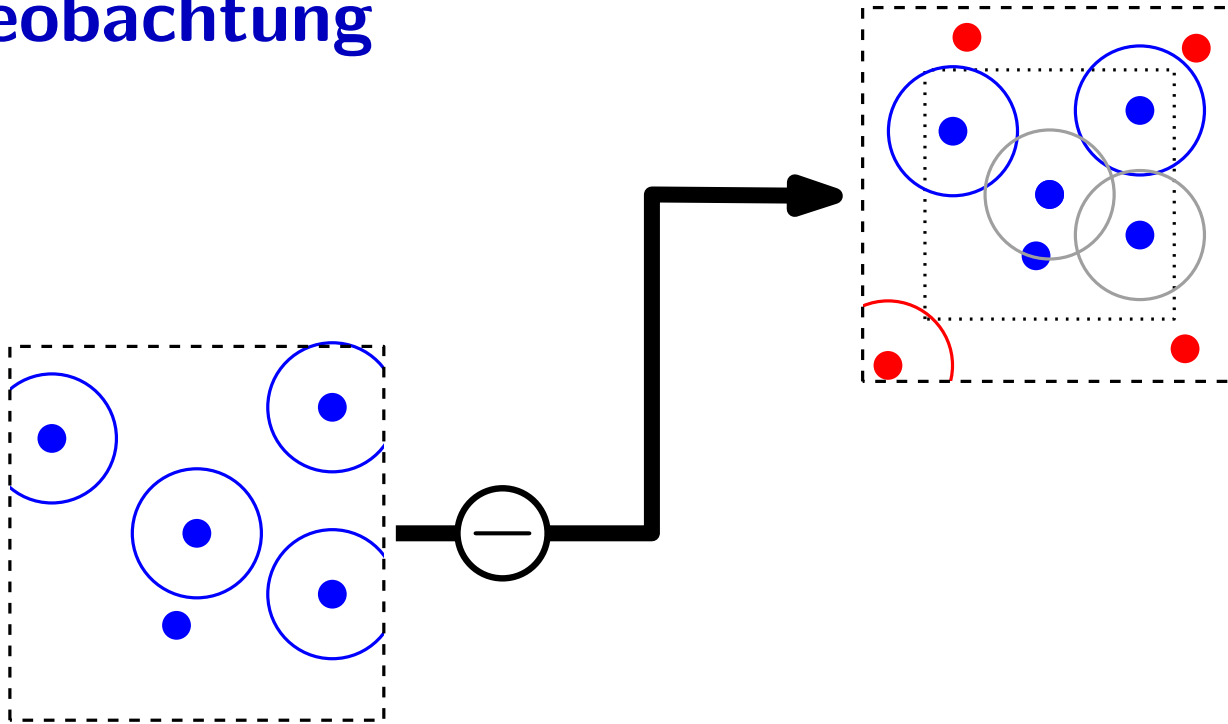
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Problem



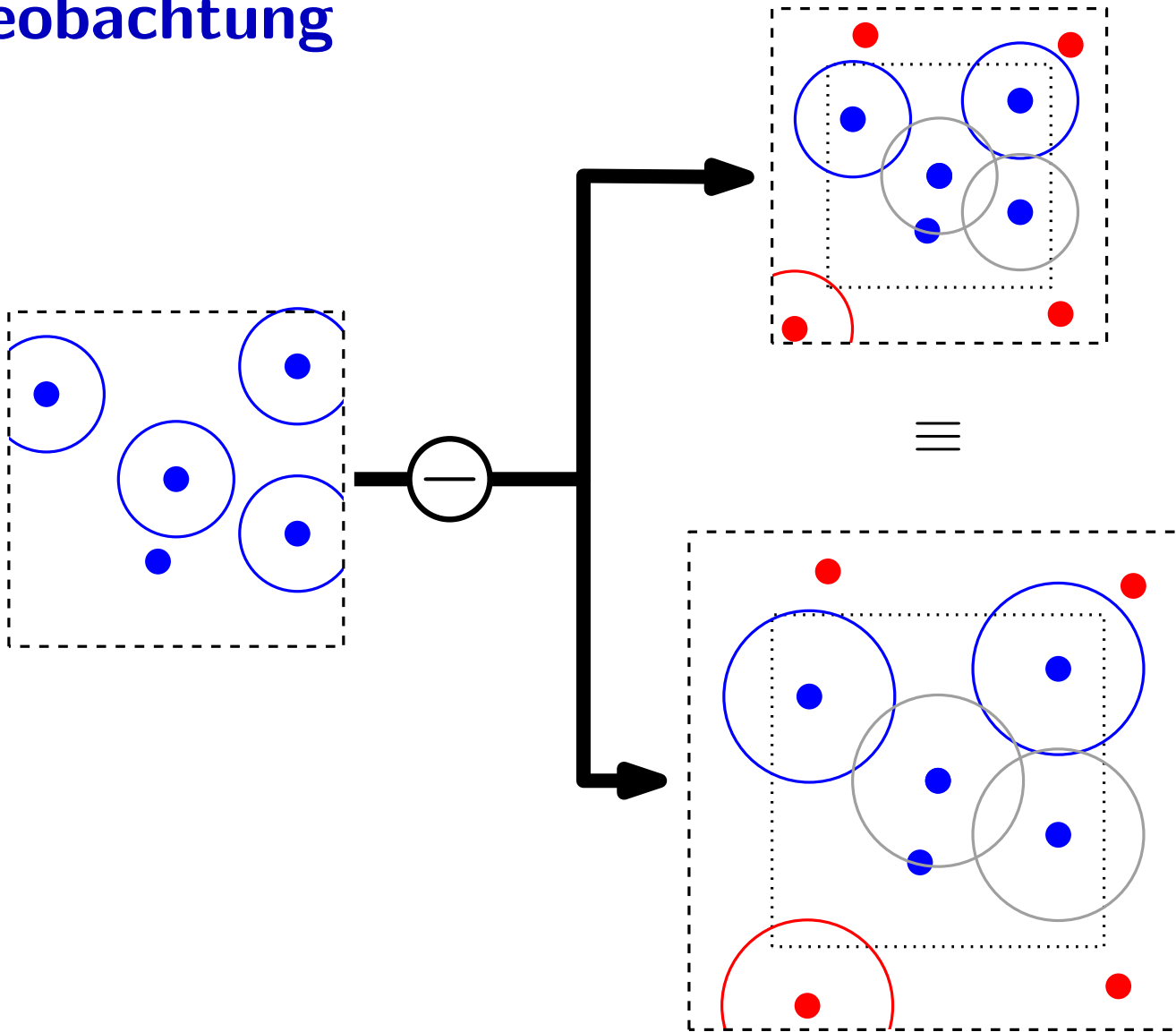
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Beobachtung



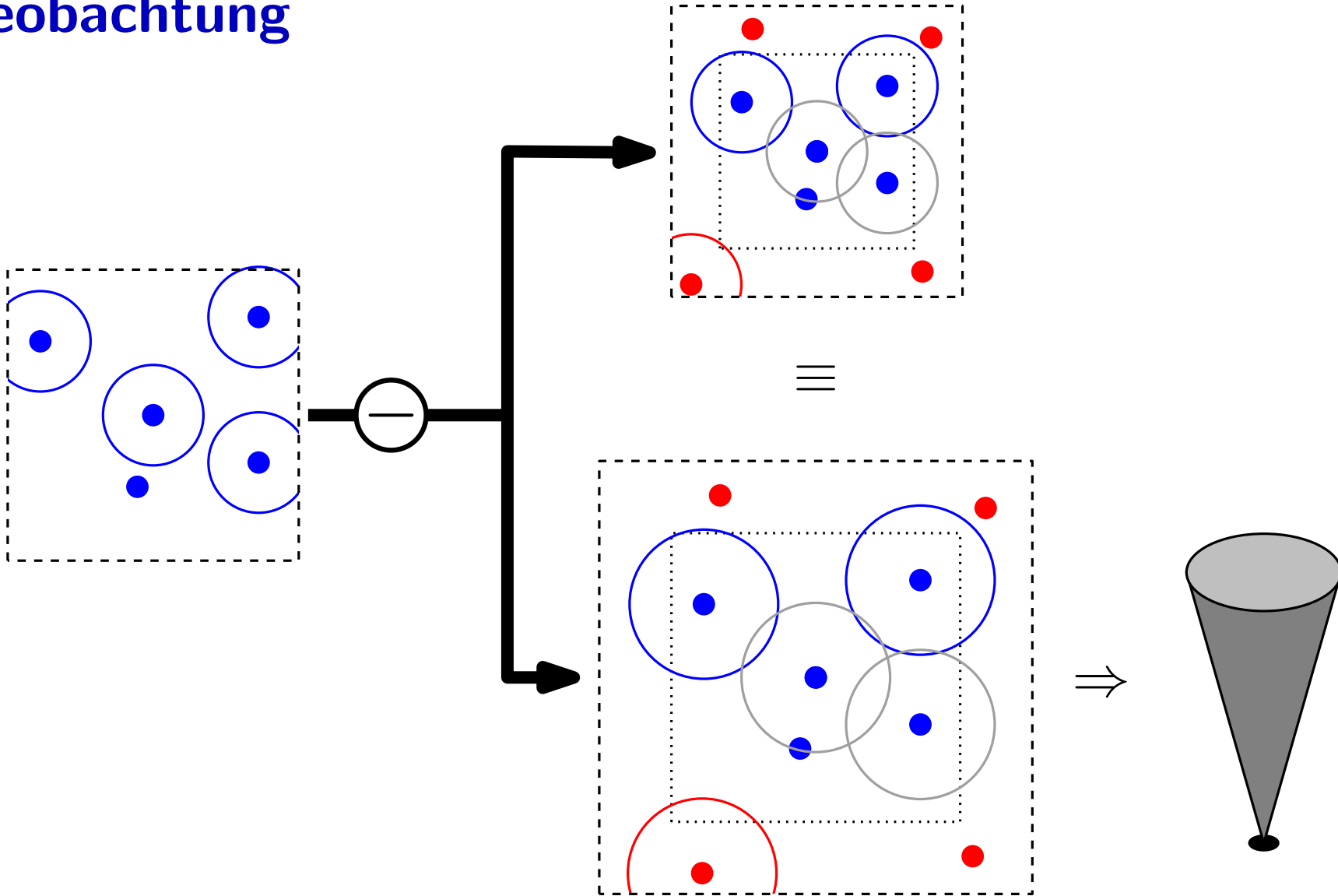
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Beobachtung



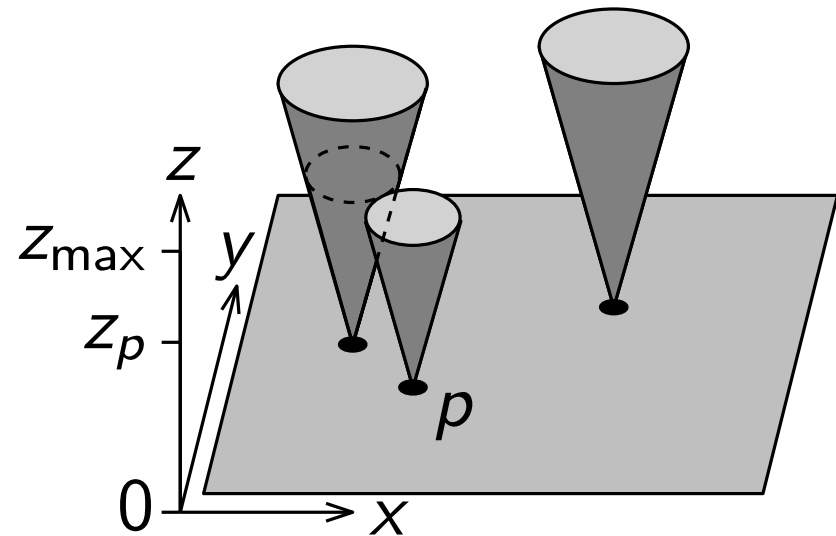
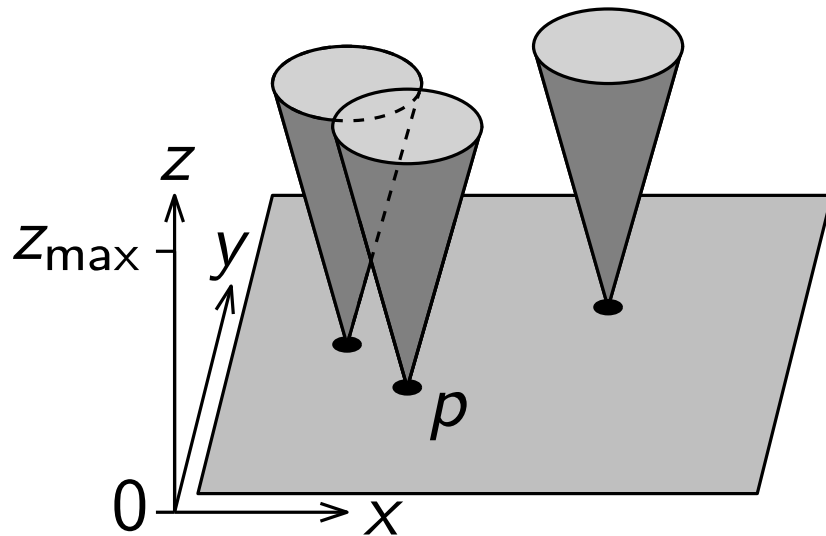
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Beobachtung



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Lösung

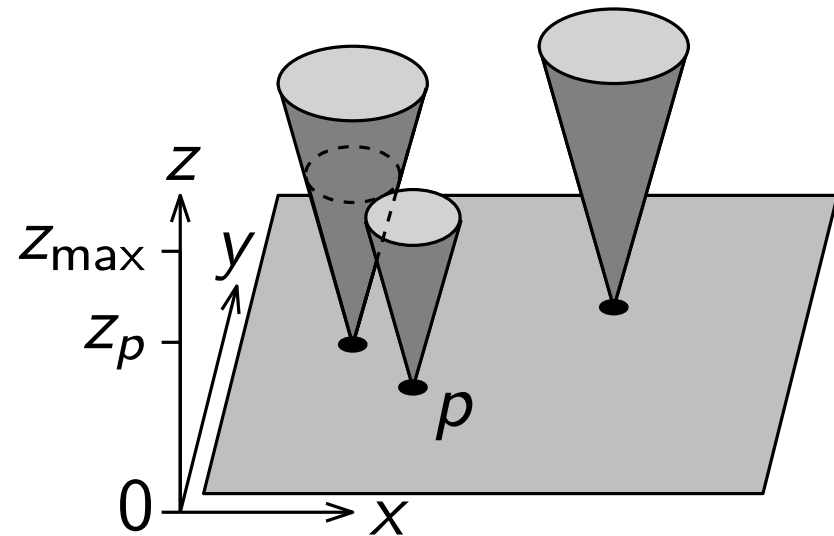
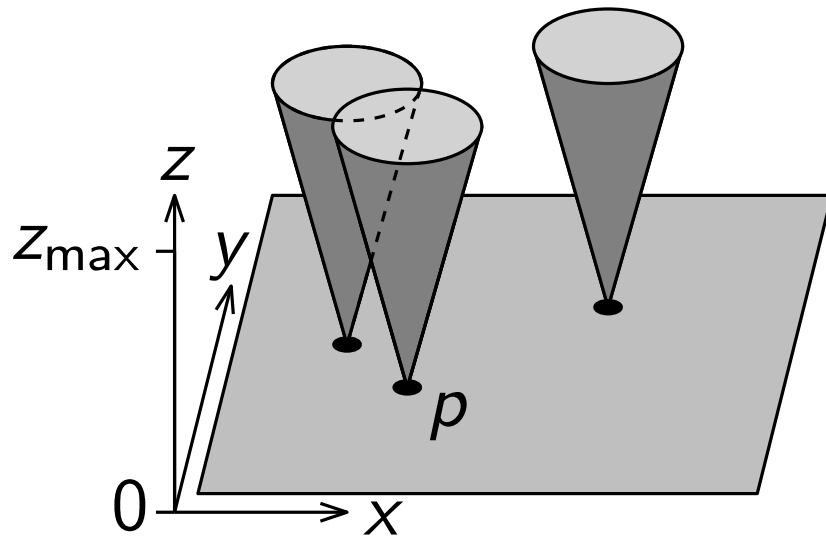


Finde für jeden Referenzpunkt p
einen *active range* $A(p) = (0; z_p]$, $z_p \leq z_{\max}$,
sodass sich keine zwei Kegel schneiden und
 $\sum_p z_p$ maximal.

Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Lösung

⇒ kein Flackern
⇒ kein Springen

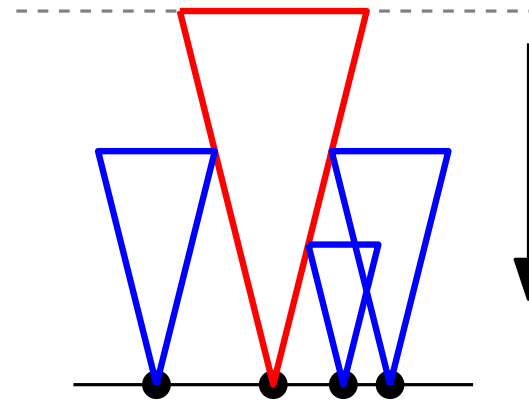
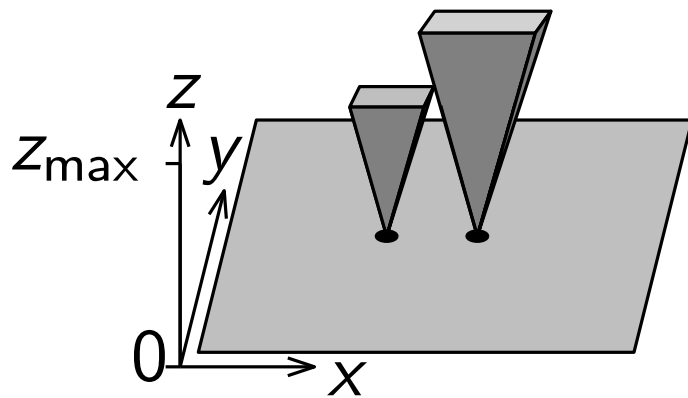


Finde für jeden Referenzpunkt p
einen *active range* $A(p) = (0; z_p]$, $z_p \leq z_{\max}$,
sodass sich keine zwei Kegel schneiden und
 $\sum_p z_p$ maximal.

Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Stand der Forschung

Been et al. (2006 & 2010)

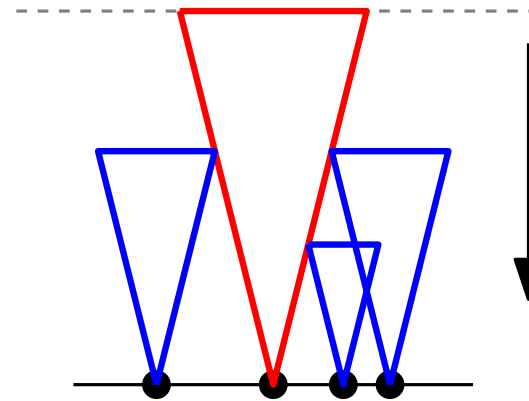
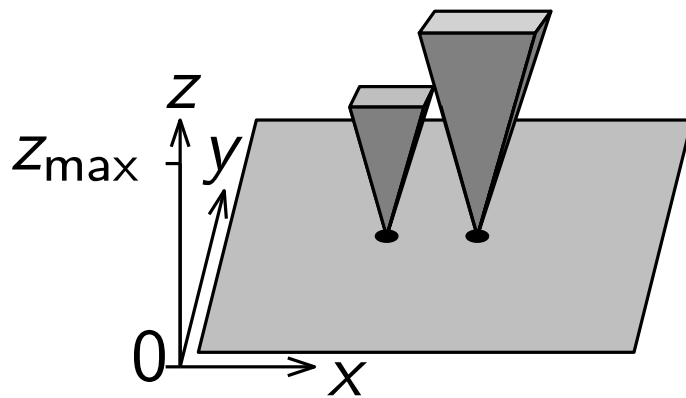


Theorie

Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Stand der Forschung

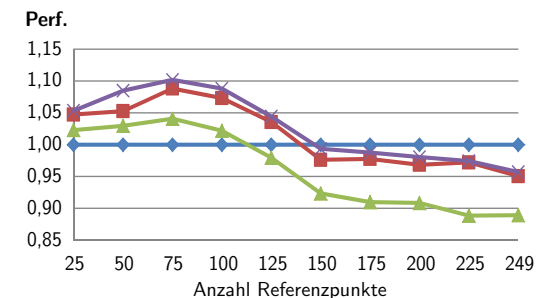
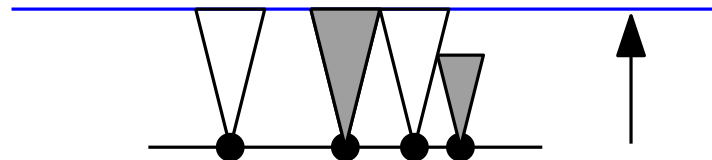
Been et al. (2006 & 2010)



Theorie

Meine Forschung

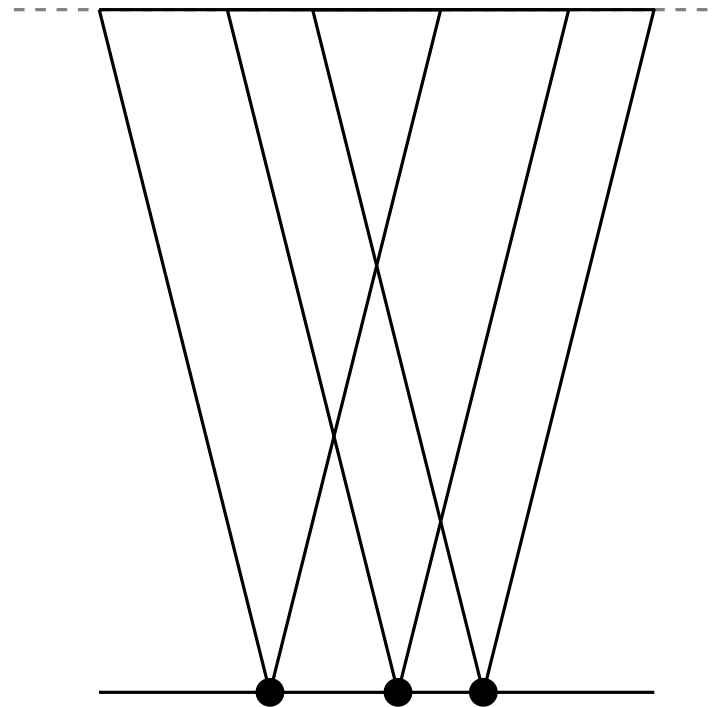
MIP



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

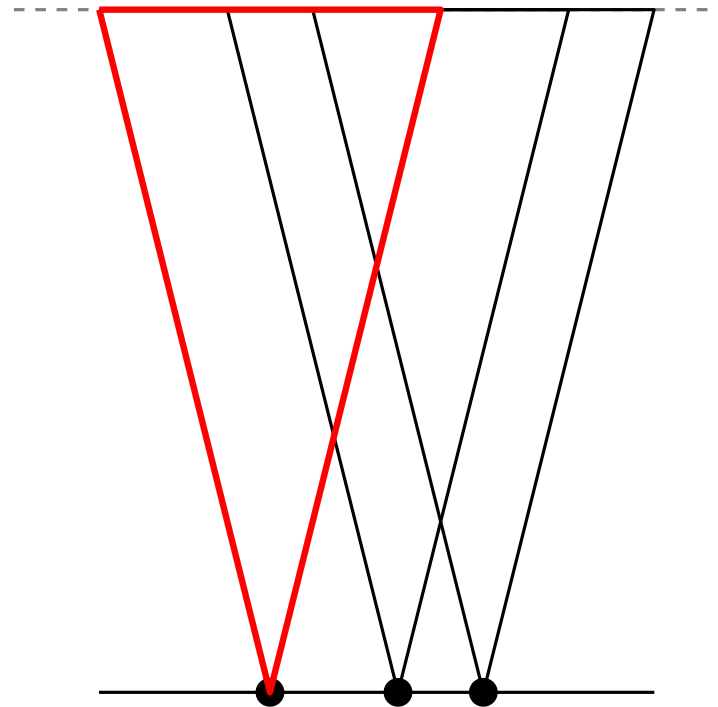
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

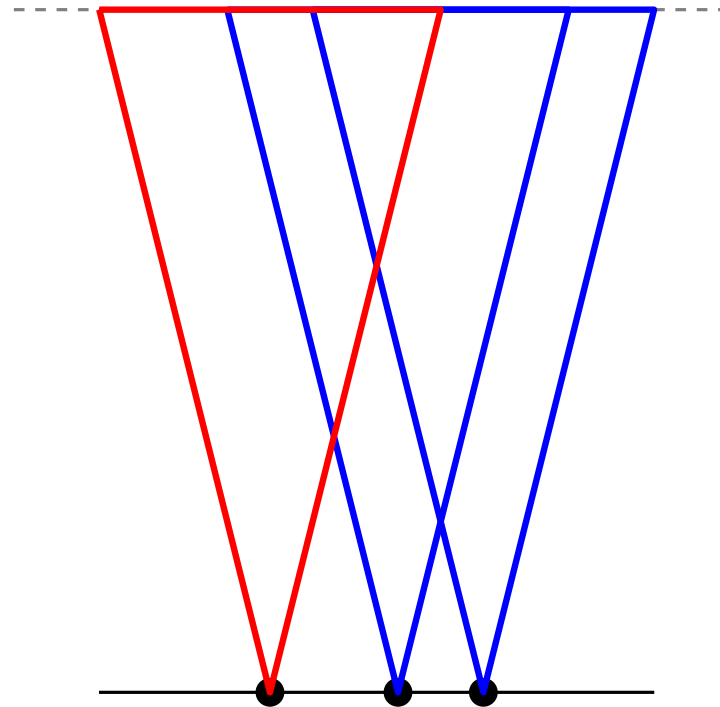
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

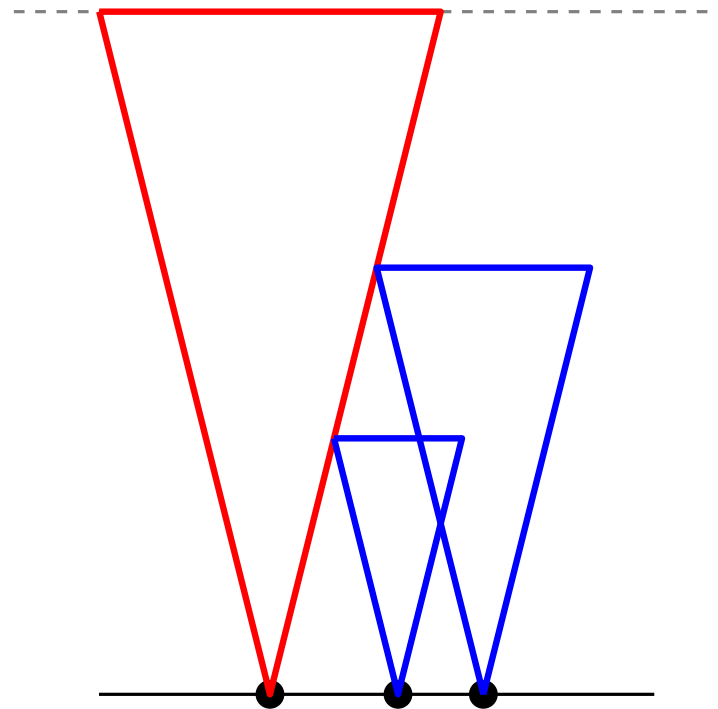
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

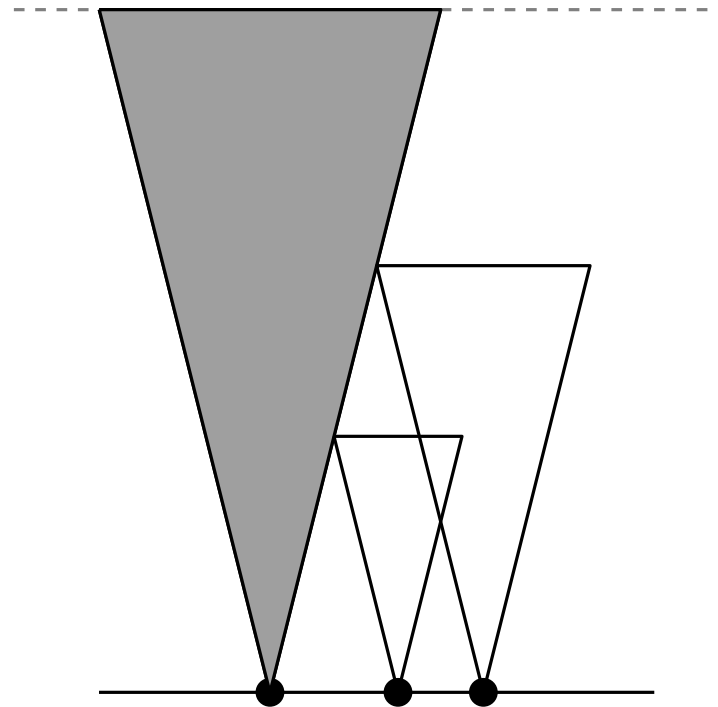
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

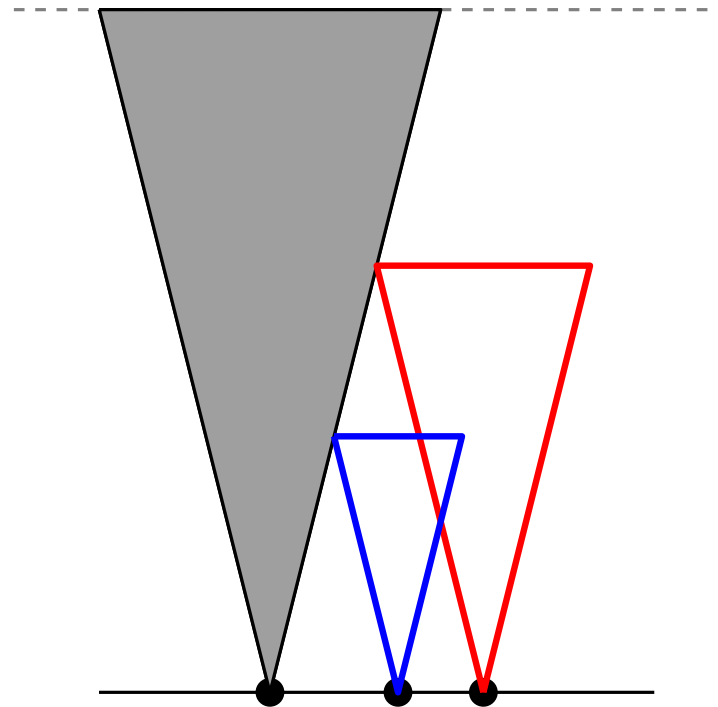
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

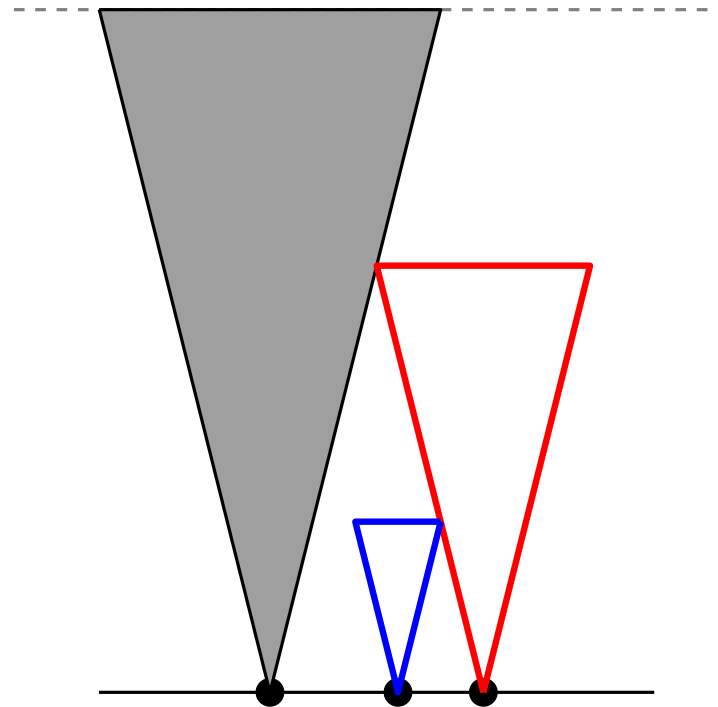
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Schrumpfende Kegel

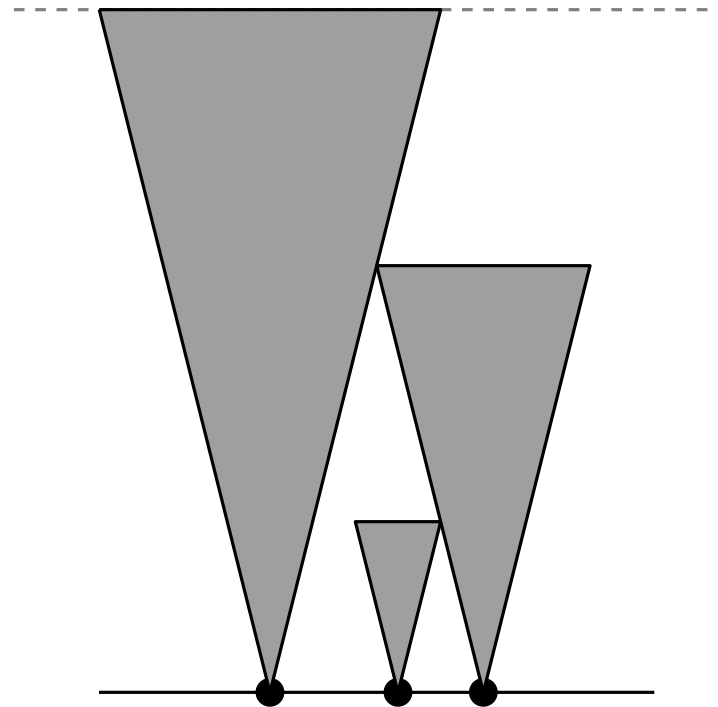
(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

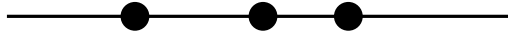
Schrumpfende Kegel

(Been et al., 2006 / Been et al., 2010)



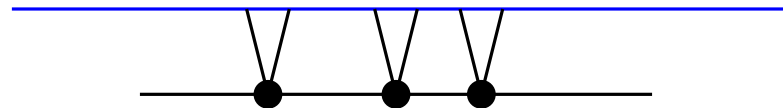
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



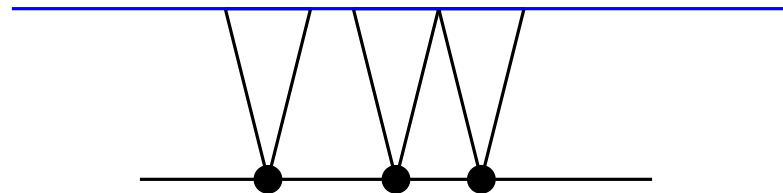
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



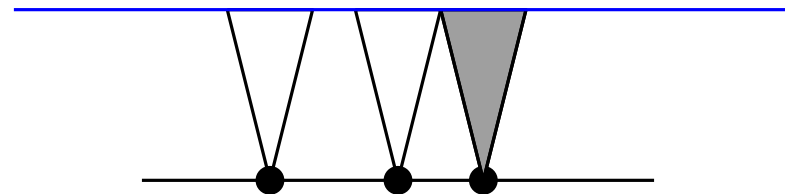
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



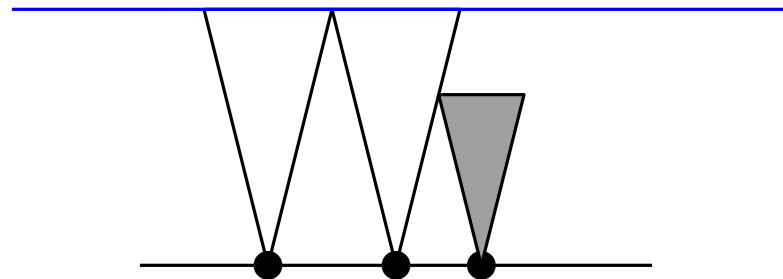
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



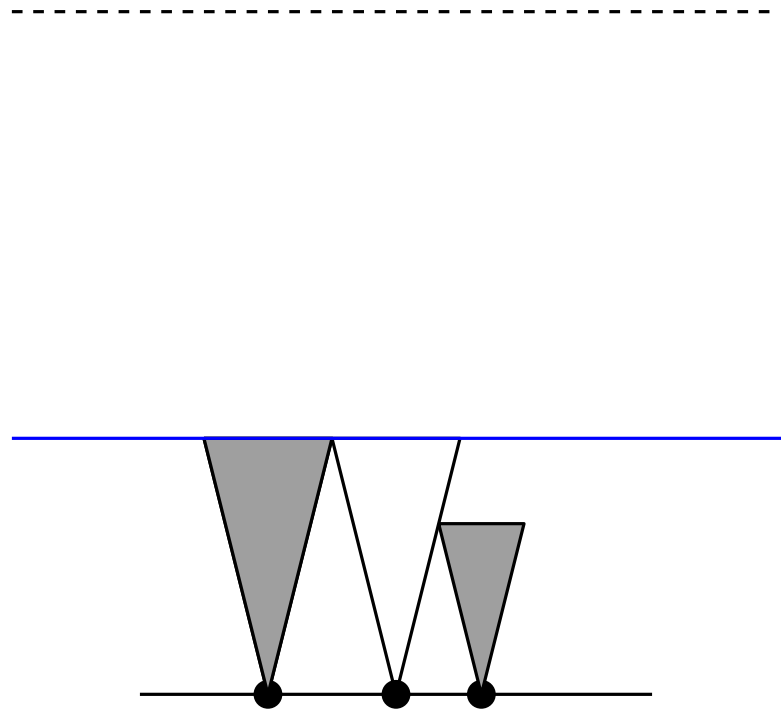
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



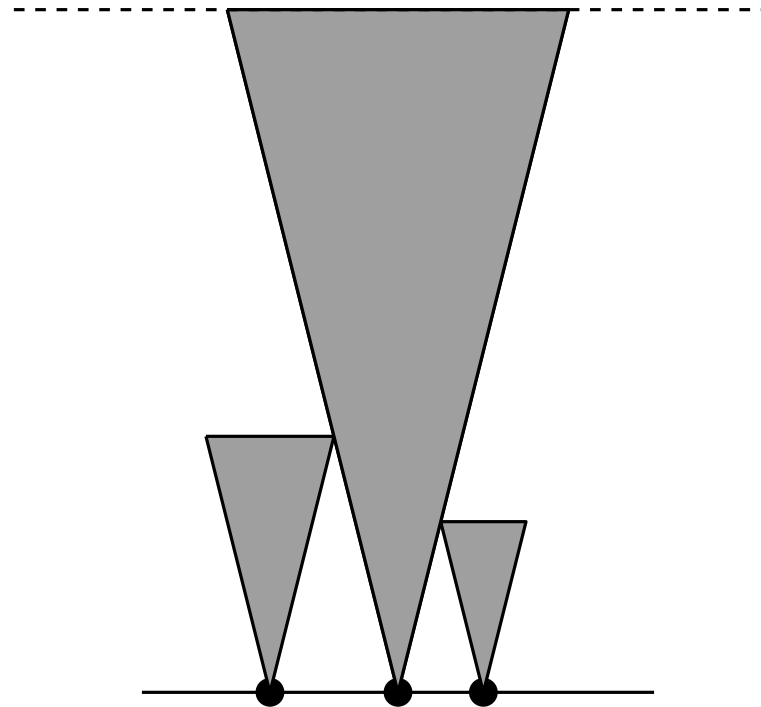
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



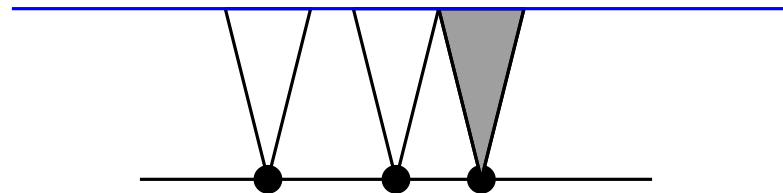
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V0)



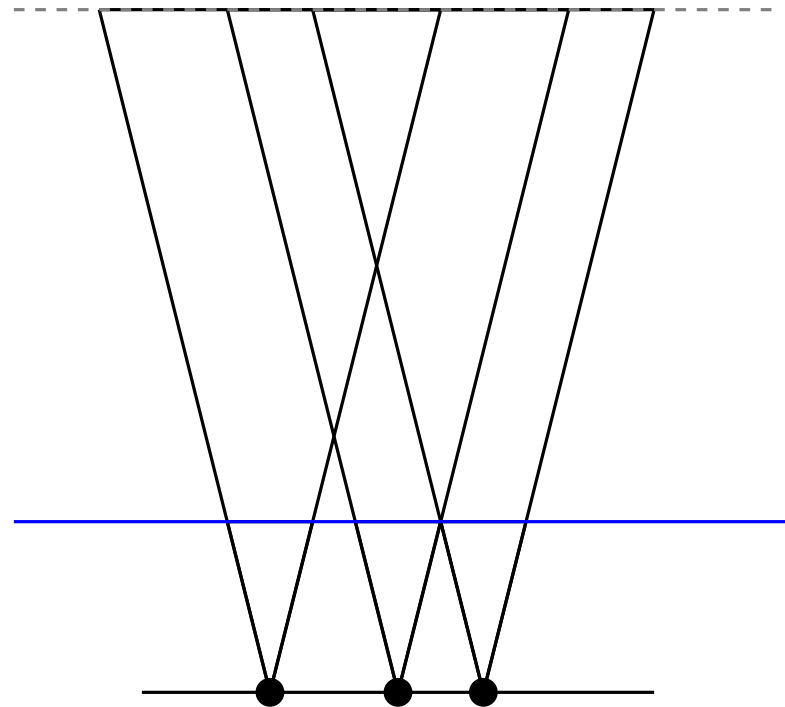
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V1)



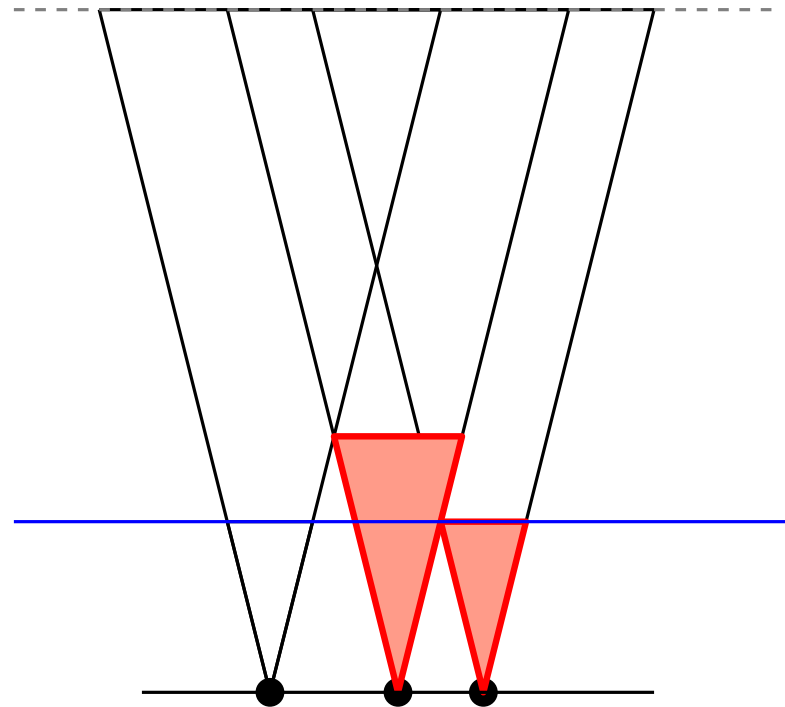
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V1)



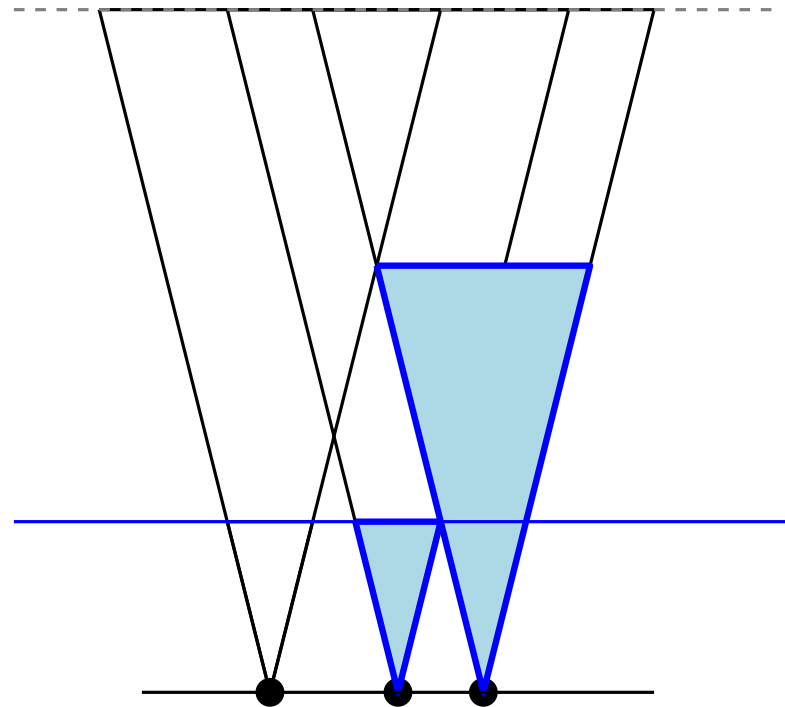
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V1)



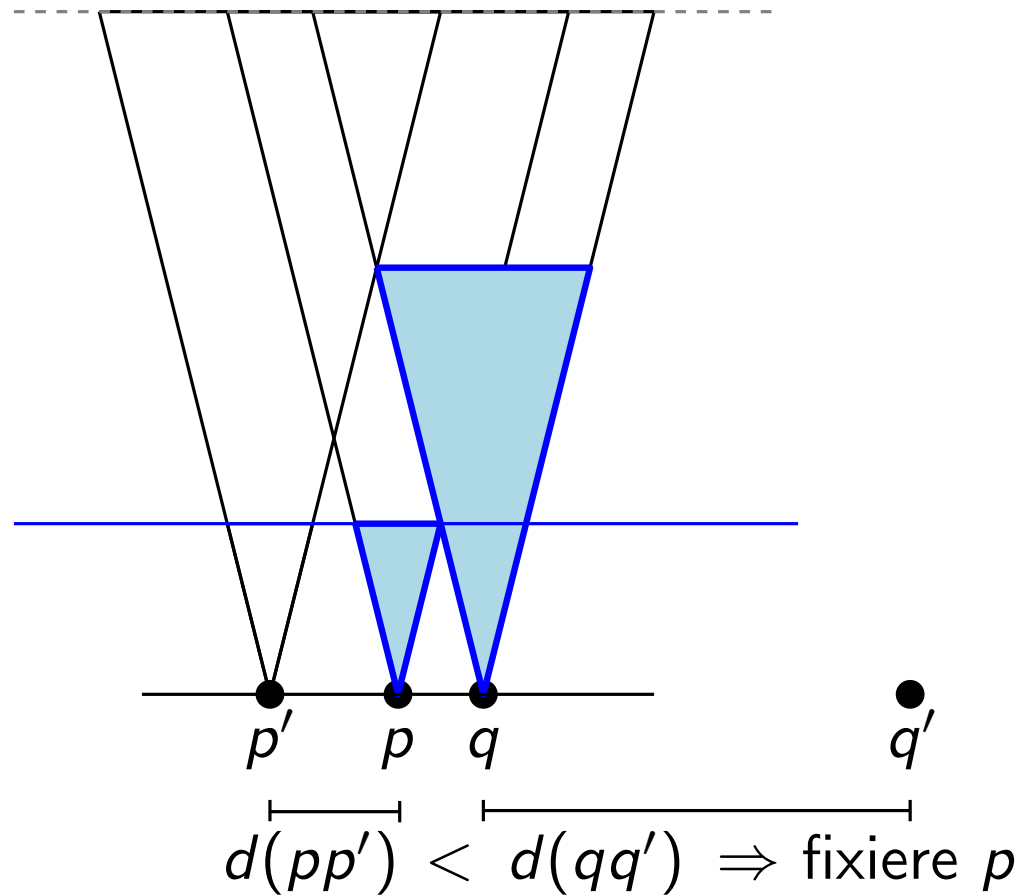
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V1)



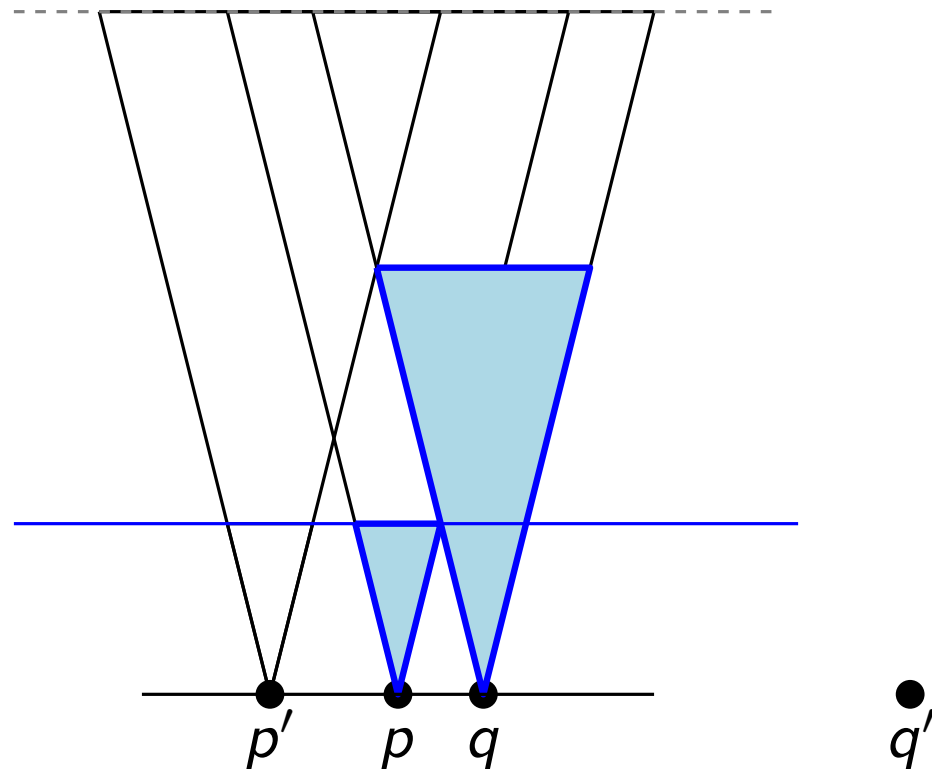
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V1)



Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Wachsende Kegel (V1)

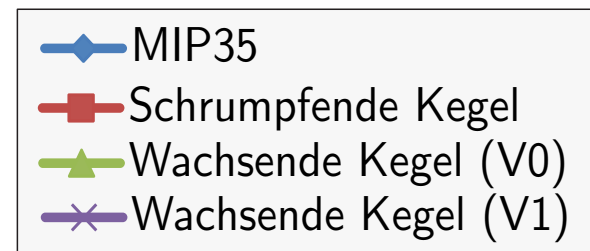
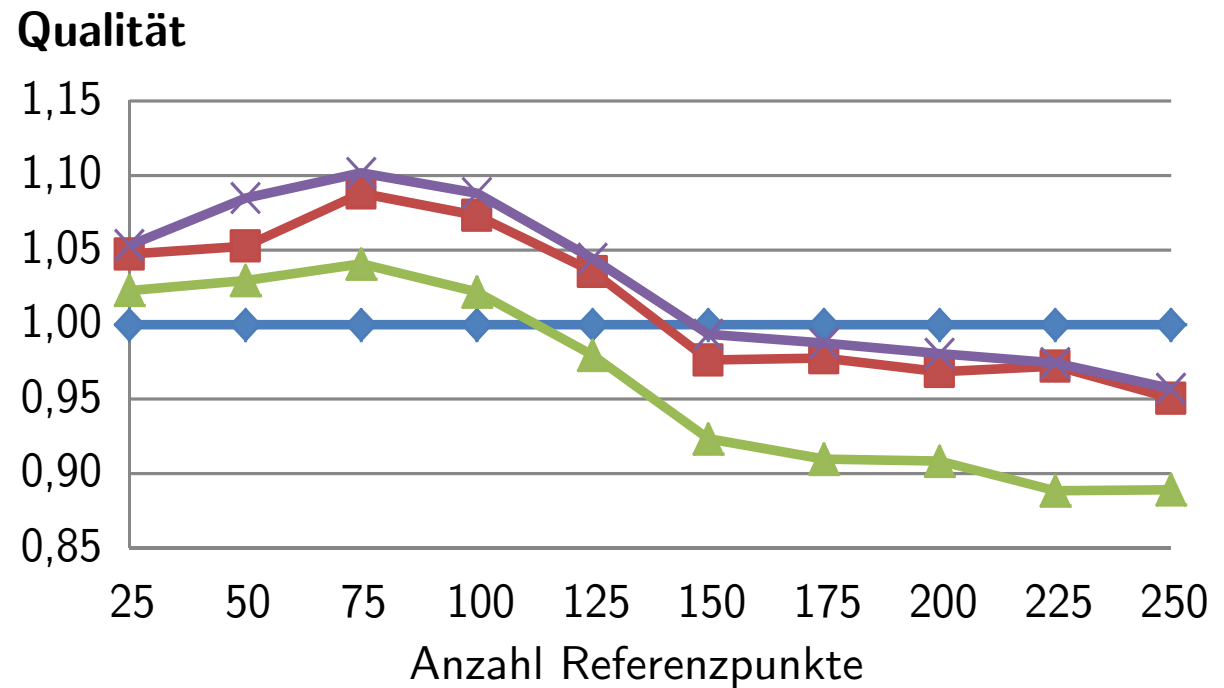
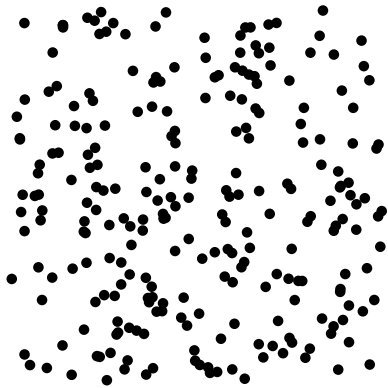


$$d(pp') < d(qq') \Rightarrow \text{fixiere } p$$

\Rightarrow Hilfsmittel: Delaunay-Triangulierung

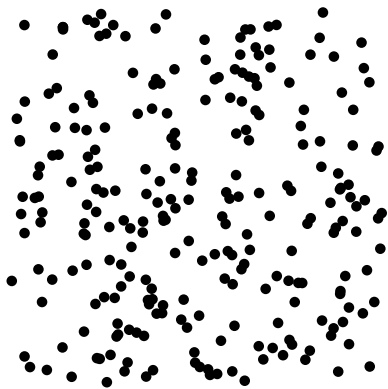
Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

Ergebnisse

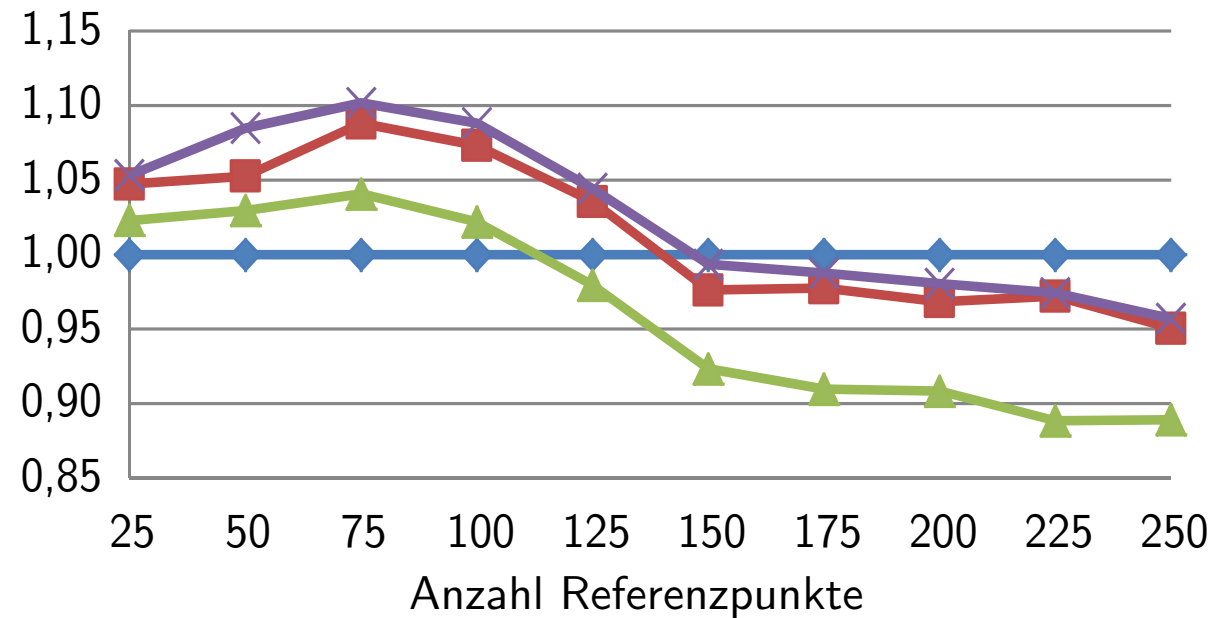


Beschriftungen im Fest-Positionen-Modell

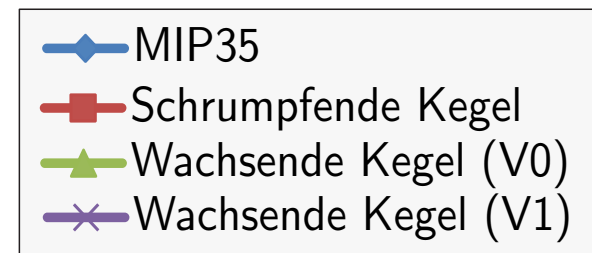
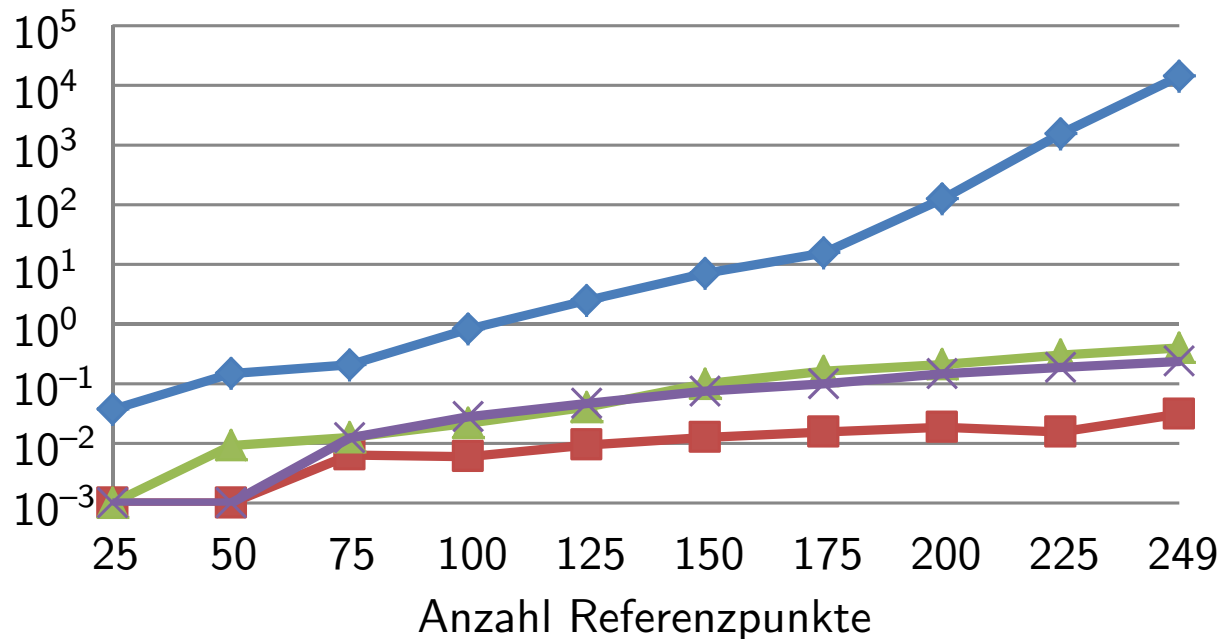
Ergebnisse



Qualität

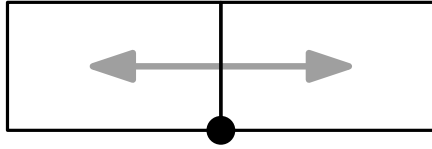


Laufzeit (Sek.) / logarithmisch!



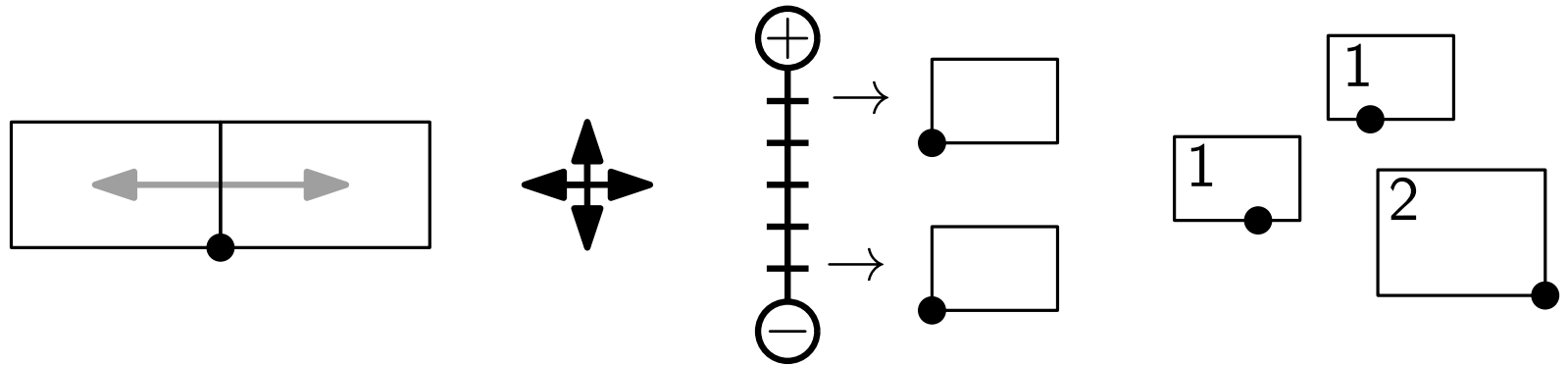
Beschriftungen im Schiebemodell

Problem



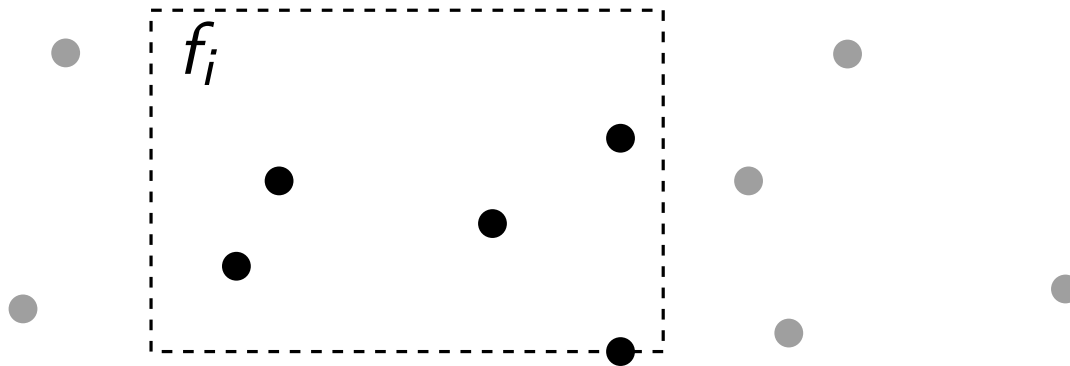
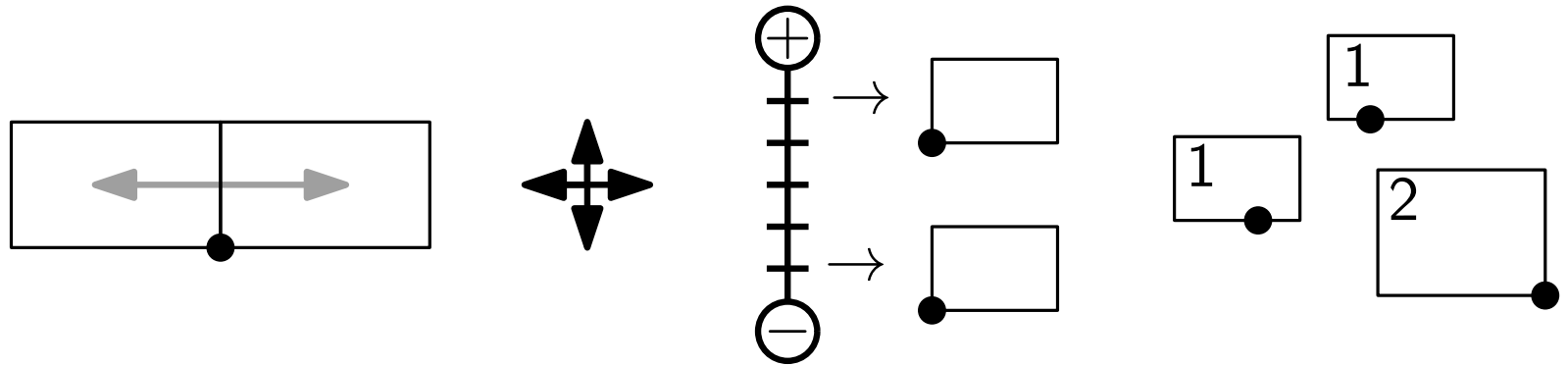
Beschriftungen im Schiebemodell

Problem



Beschriftungen im Schiebemodell

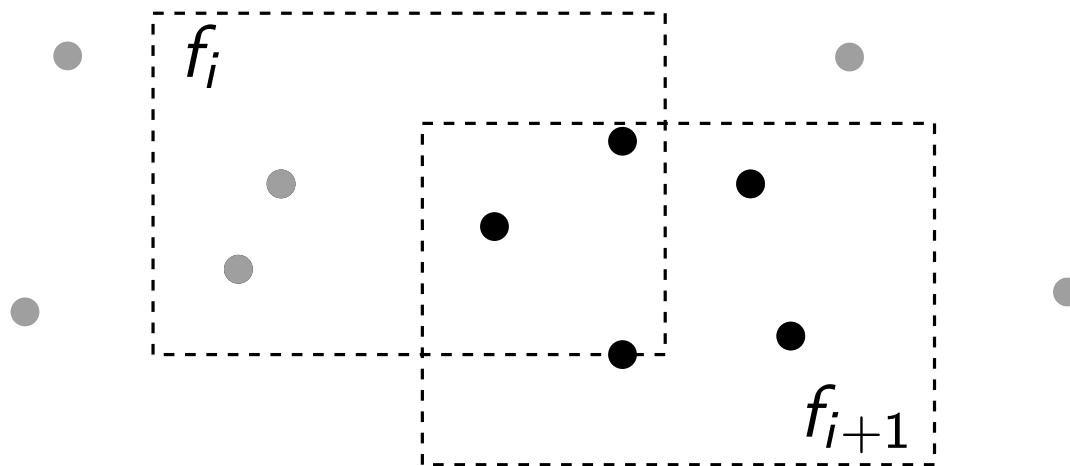
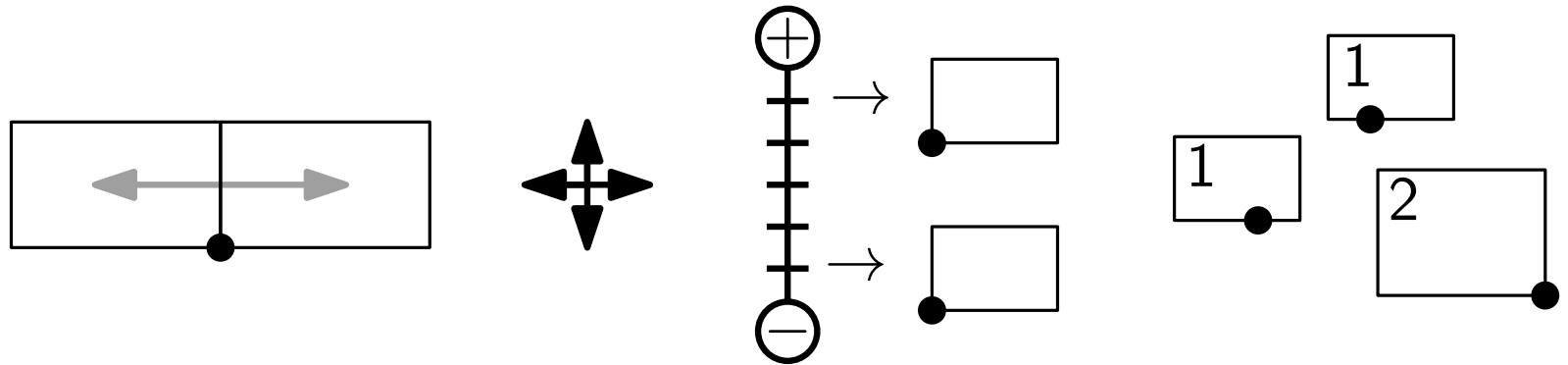
Problem



→ *Sichtbereich*
→ *Frame*

Beschriftungen im Schiebemodell

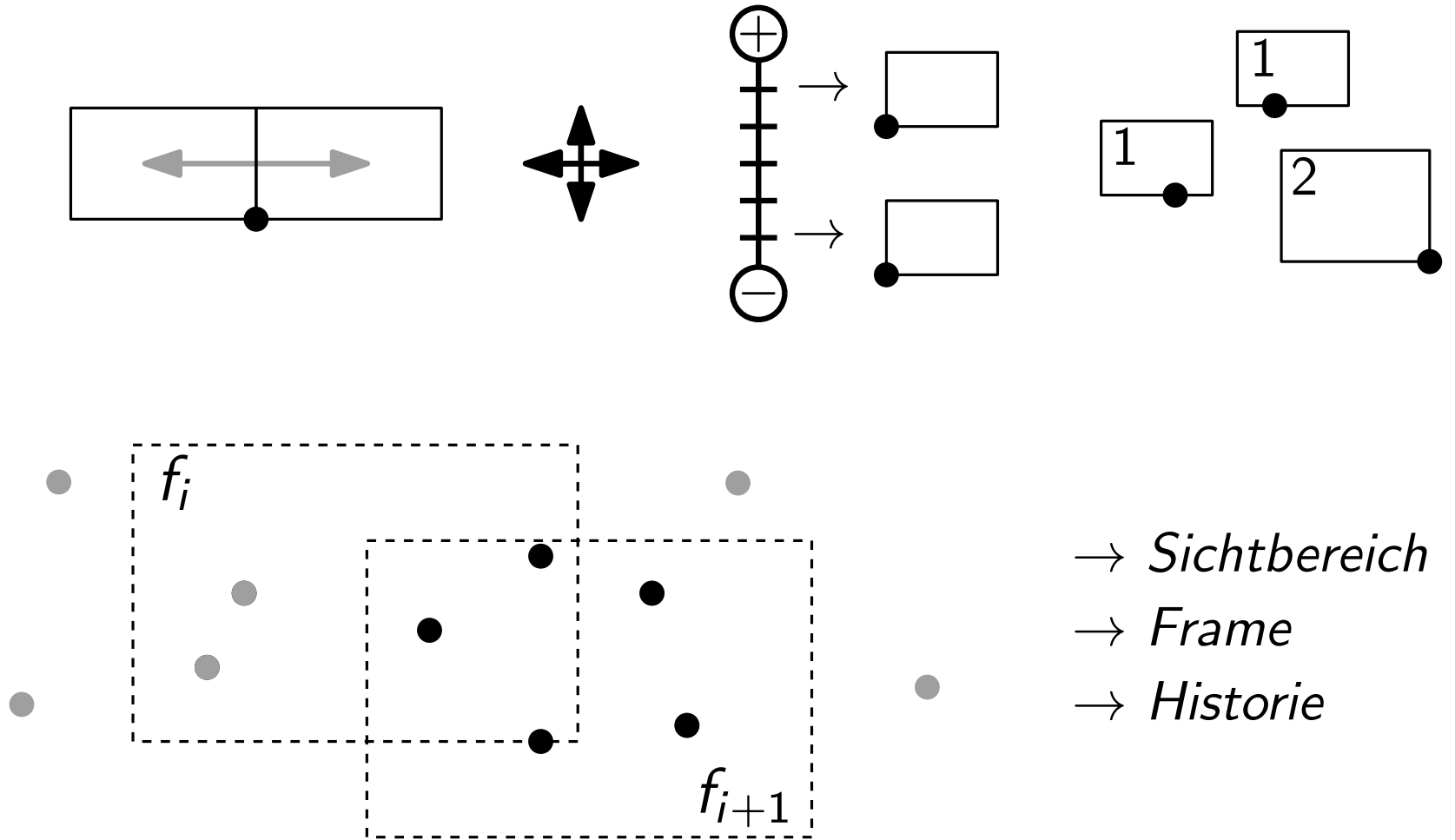
Problem



- *Sichtbereich*
- *Frame*
- *Historie*

Beschriftungen im Schiebemodell

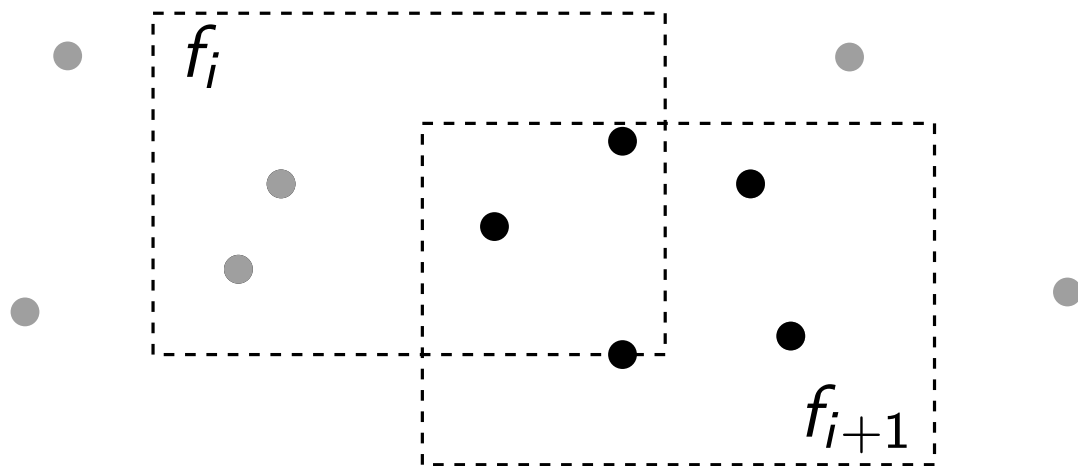
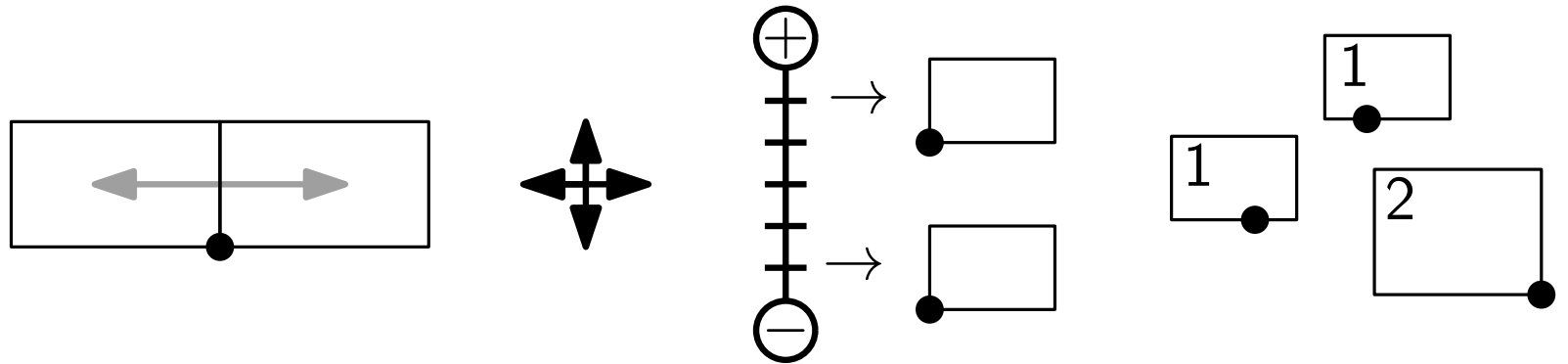
Problem



Maximiere unter Beachtung der Historie die Summe der Gewichte aller beschrifteten Punkte eines überlappungsfreien Labelings.

Beschriftungen im Schiebemodell

Problem



- *Sichtbereich*
- *Frame*
- *Historie*

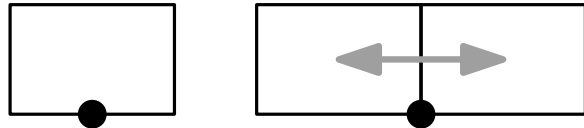
→ kein Springen

Maximiere unter Beachtung der Historie die Summe der Gewichte aller beschrifteten Punkte eines überlappungsfreien Labelings.

Beschriftungen im Schiebemodell

Stand der Forschung

Van Kreveld et al. (1999)



1P

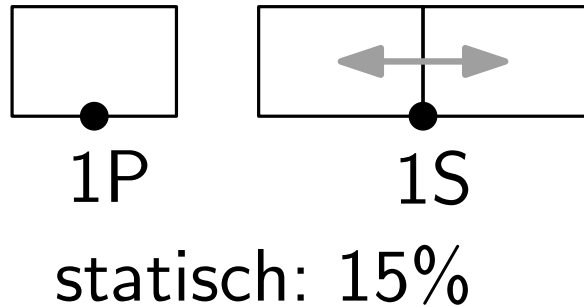
1S

statisch: 15%

Beschriftungen im Schiebemodell

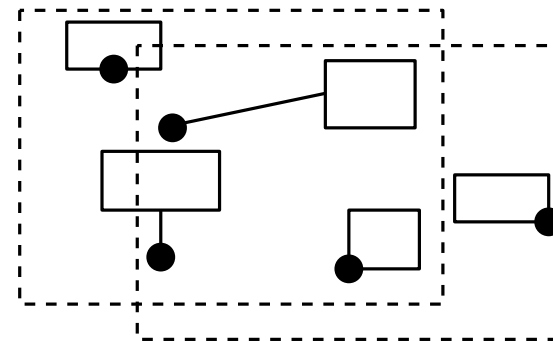
Stand der Forschung

Van Kreveld et al. (1999)



Maass & Döllner (2006), Mote (2007), Luboschik et al. (2008)

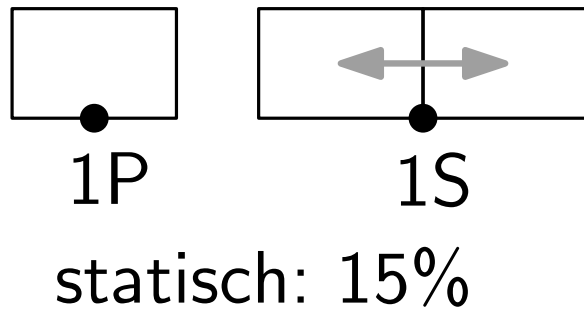
→ Beschriftung je Frame



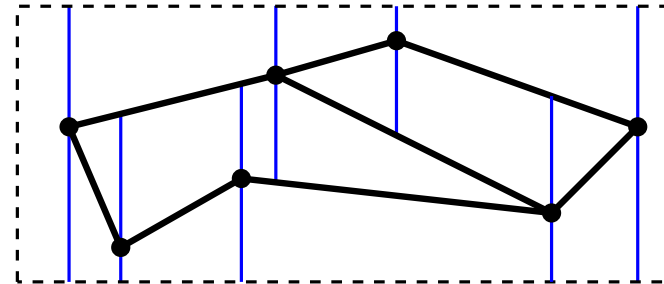
Beschriftungen im Schiebemodell

Stand der Forschung

Van Kreveld et al. (1999)

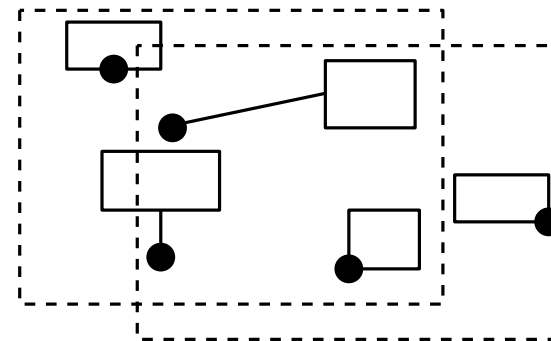


De Berg et al. (2008)



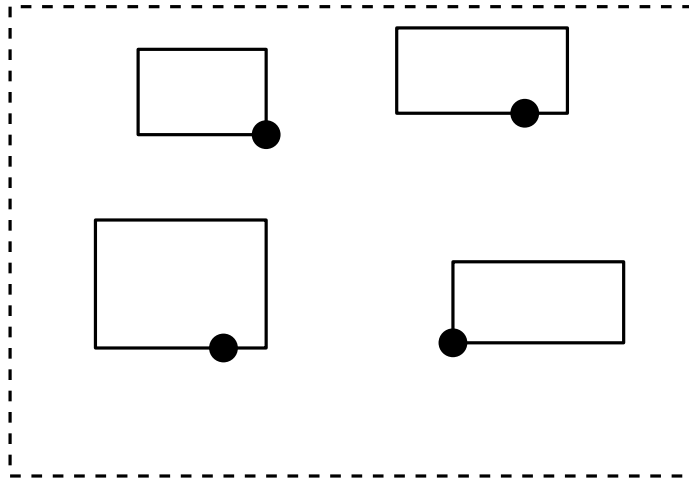
Maass & Döllner (2006), Mote (2007), Luboschik et al. (2008)

→ Beschriftung je Frame



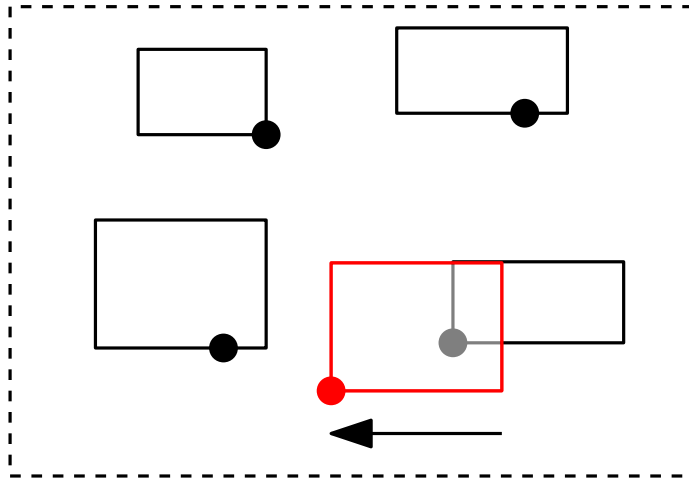
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



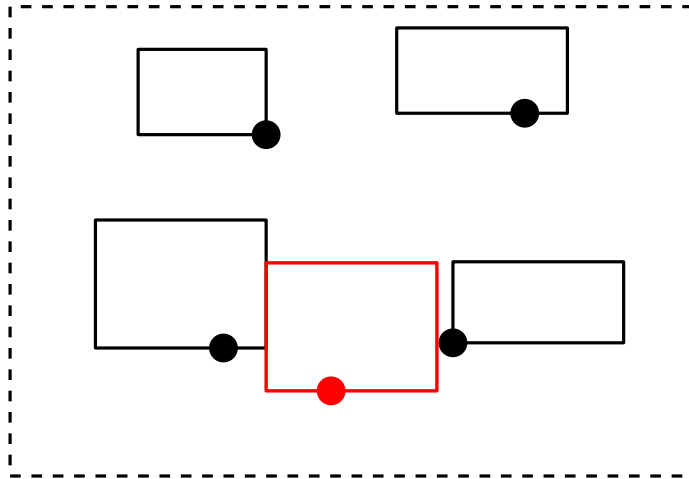
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



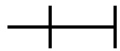
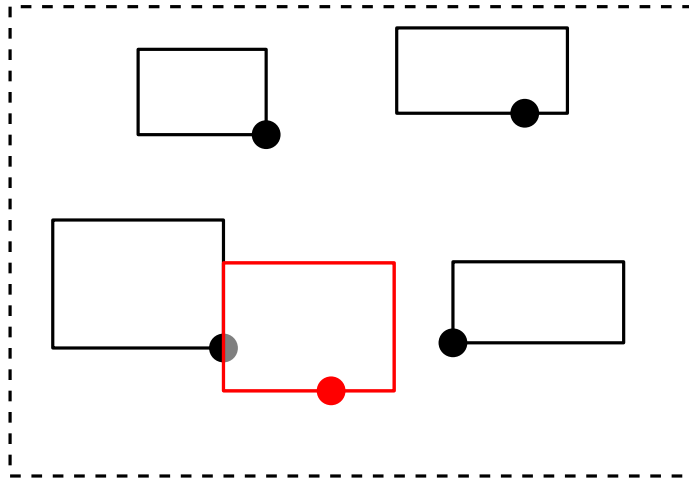
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



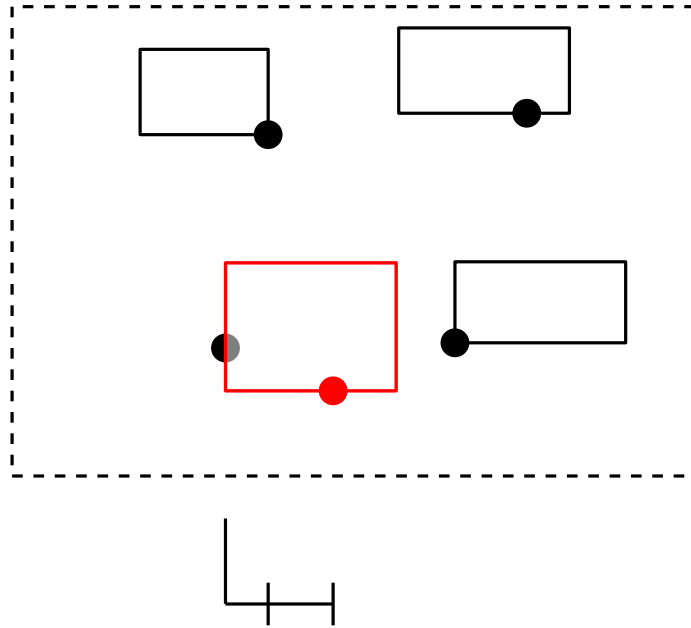
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



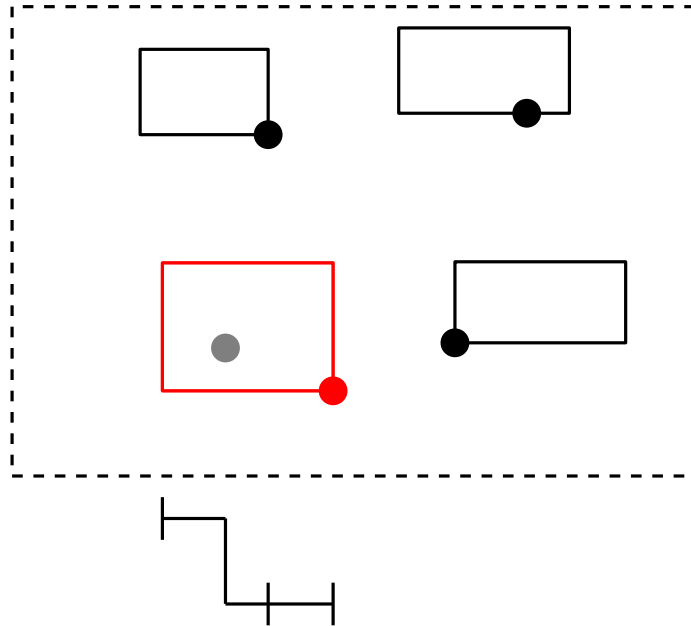
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



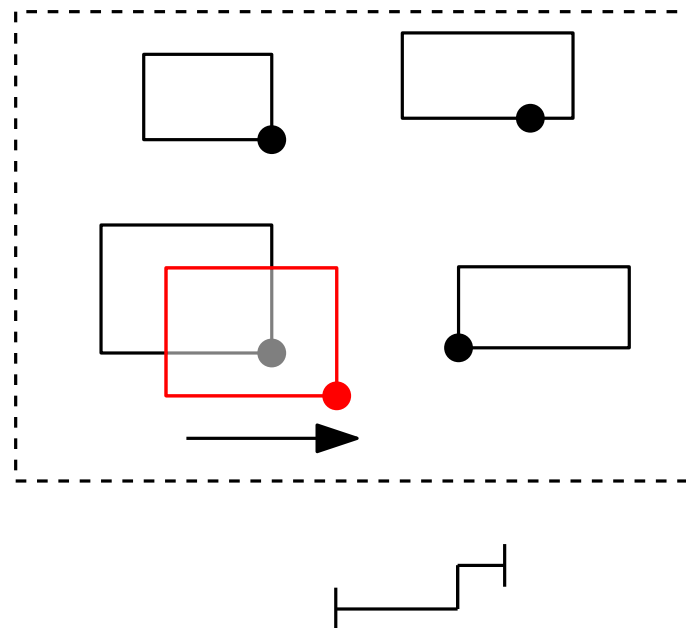
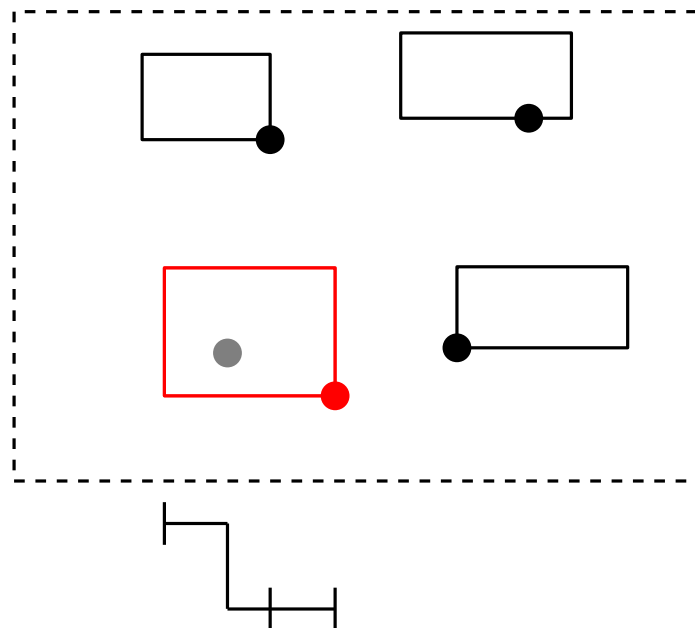
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



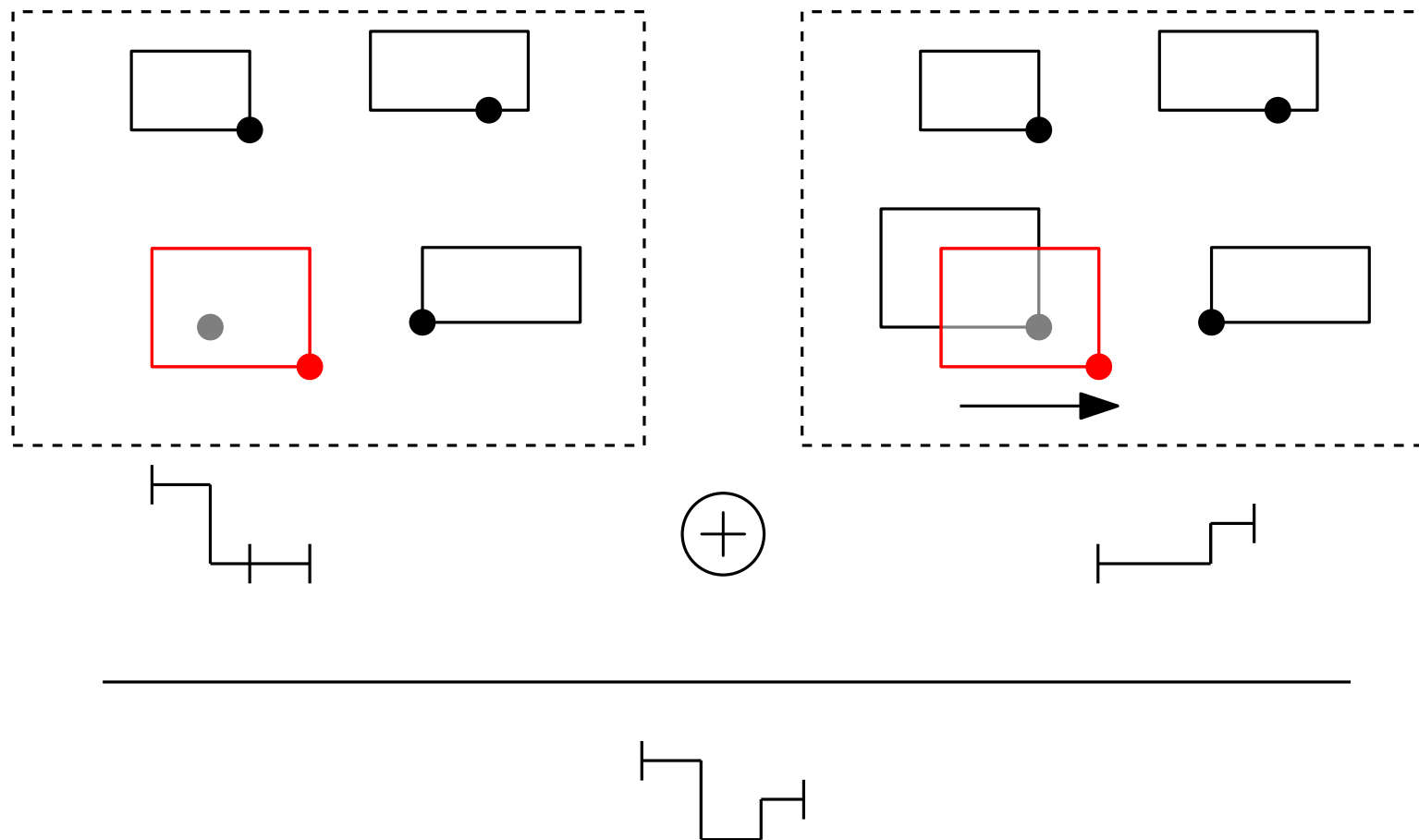
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



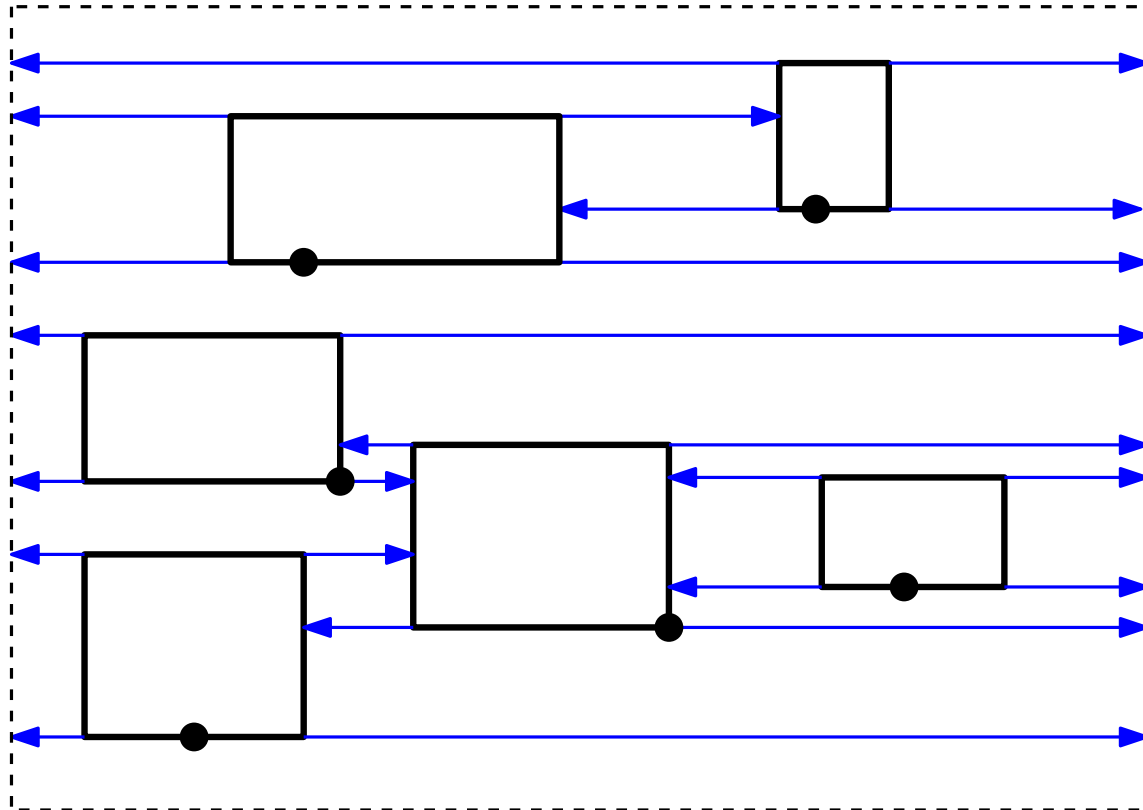
Beschriftungen im Schiebemodell

Schiebe-Algorithmus (Skizze)



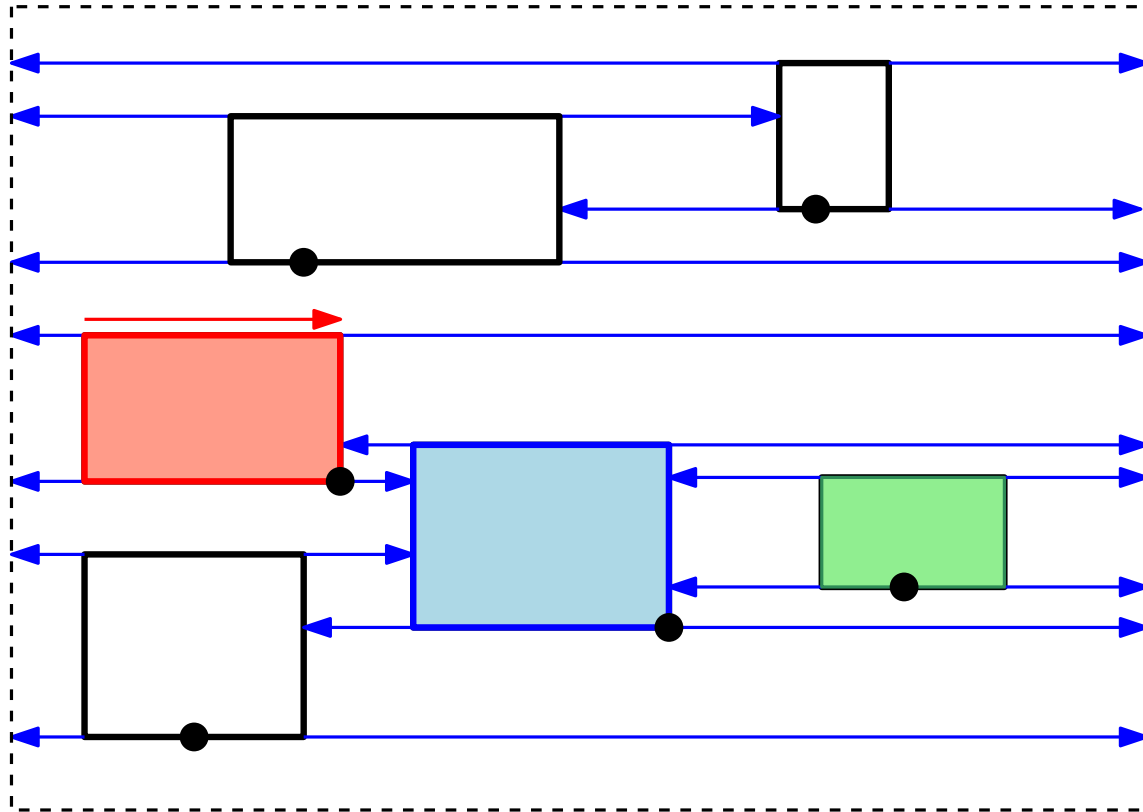
Beschriftungen im Schiebemodell

Datenstruktur: Rechteckszerlegung



Beschriftungen im Schiebemodell

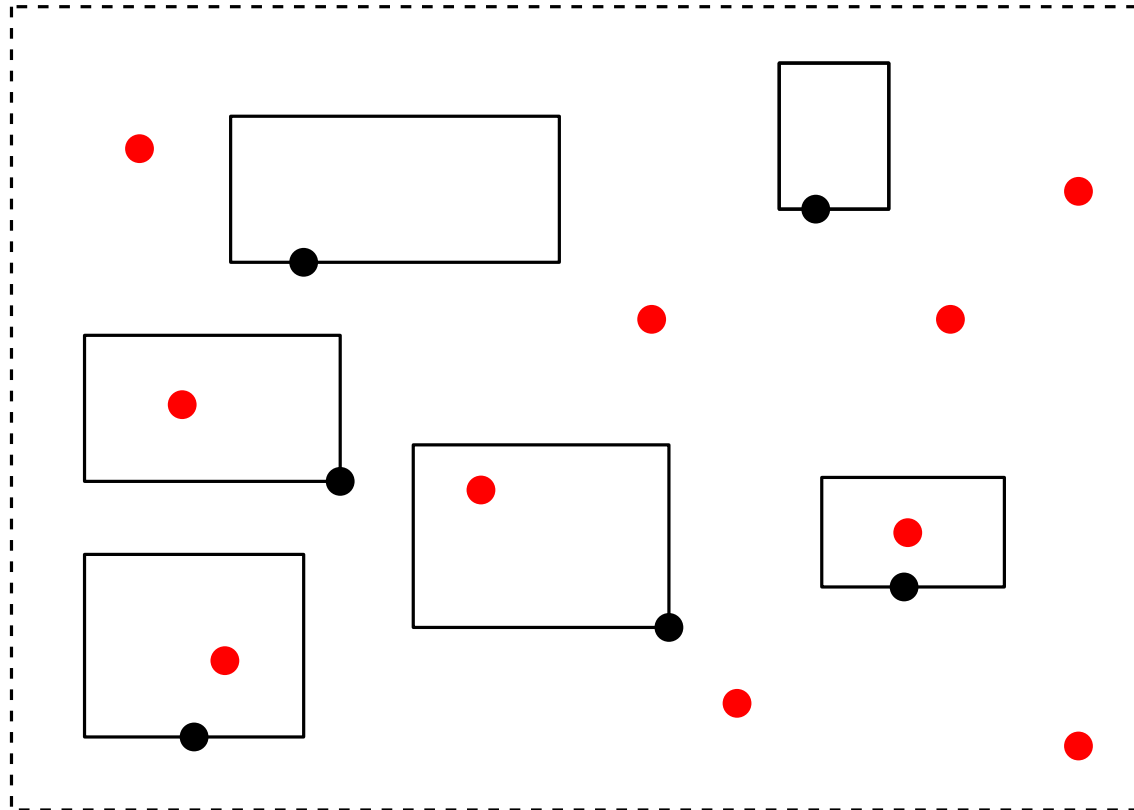
Datenstruktur: Rechteckszerlegung



Beschriftungen im Schiebemodell

Warteliste

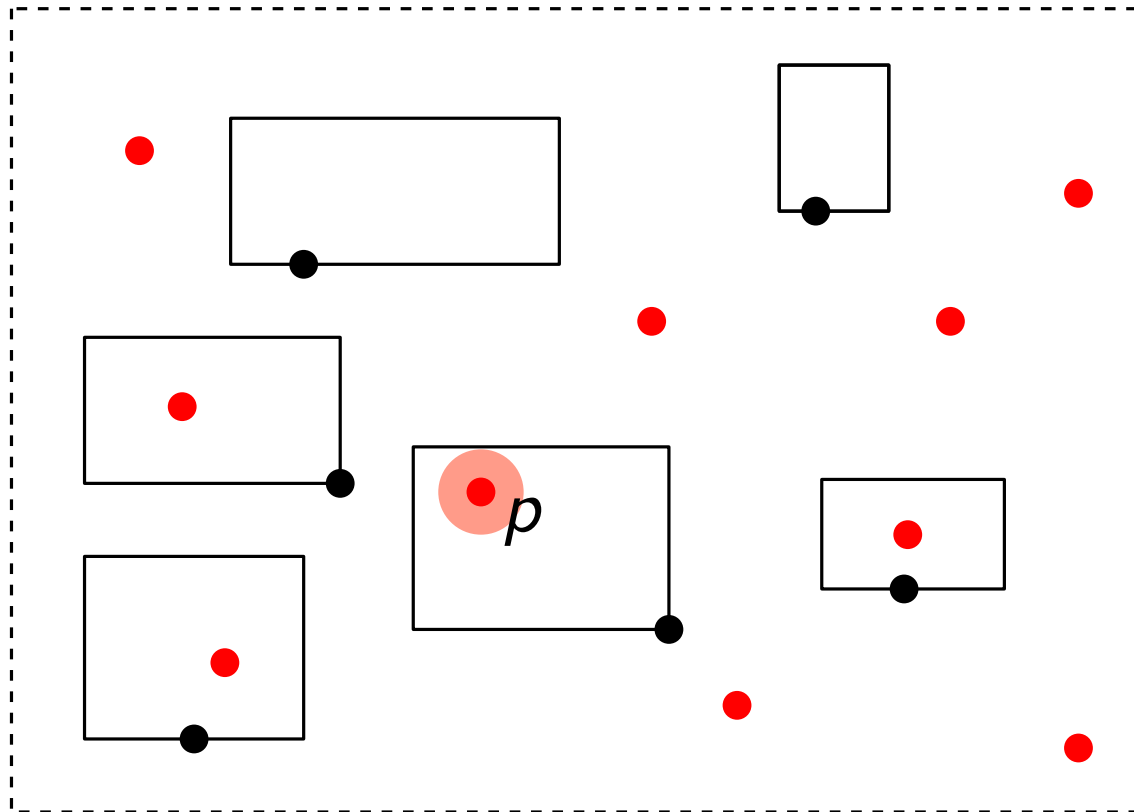
→ Performanz & Reduktion von Flackern



Beschriftungen im Schiebemodell

Warteliste

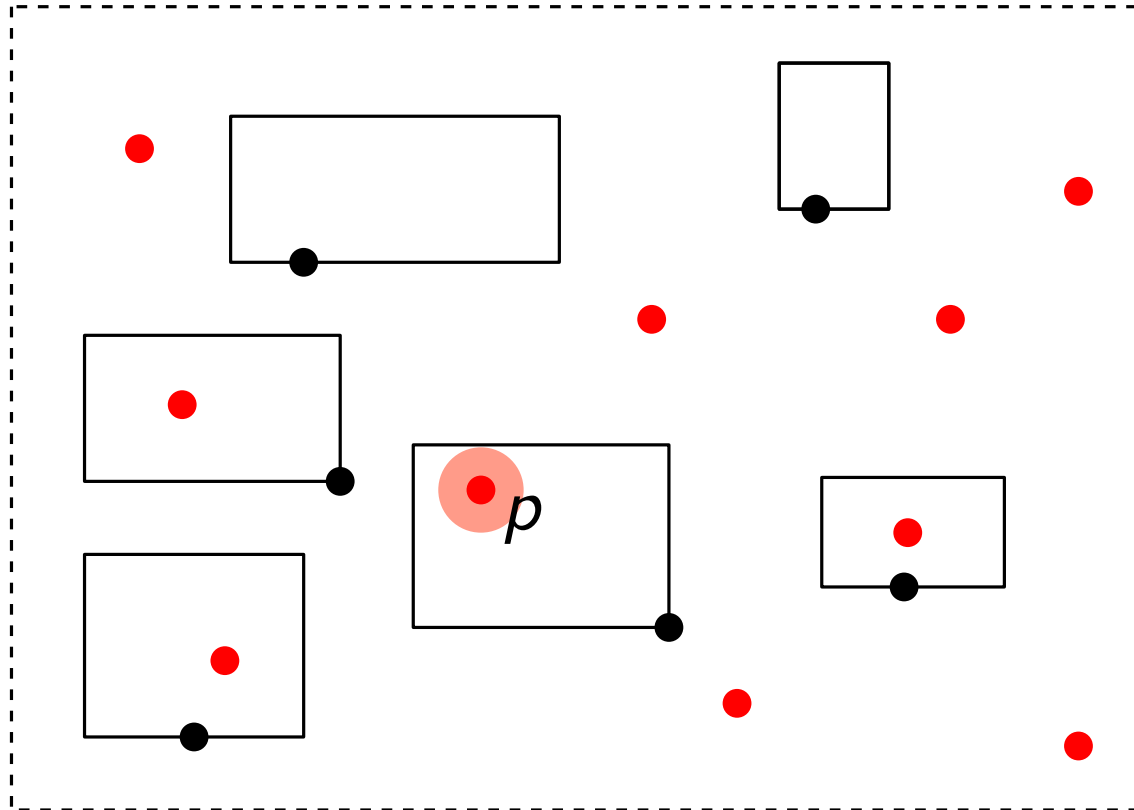
→ Performanz & Reduktion von Flackern



Beschriftungen im Schiebemodell

Warteliste

→ Performanz & Reduktion von Flackern



Verzögere den nächsten Test von p um mindestens \mathcal{W} Frames.

Beschriftungen im Schiebemodell

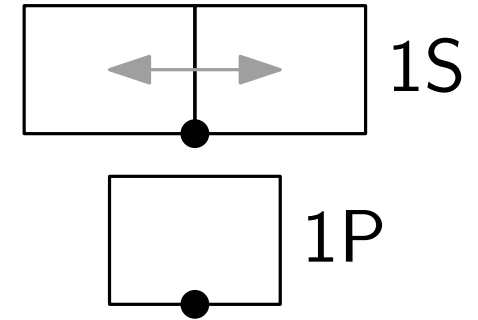
Demo



Beschriftungen im Schiebemodell

Ergebnisse: Multi-Interaktionspfad

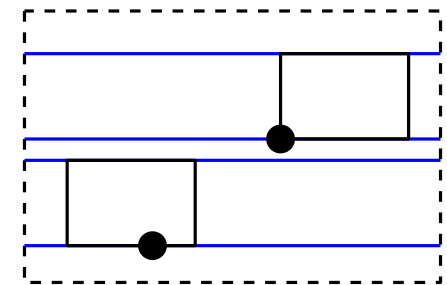
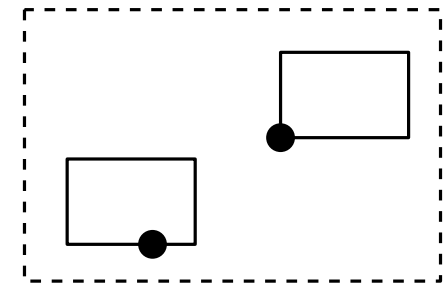
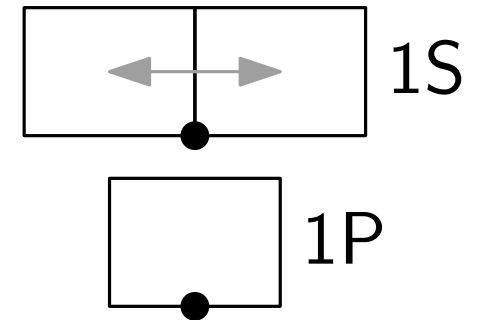
- 1S vs. 1P, $\mathcal{W} = 0$: Qualität \uparrow (49%)
- 1S vs. 1P, $\mathcal{W} = 30$: Qualität \uparrow (41%)
- 1S: Framerate \downarrow



Beschriftungen im Schiebemodell

Ergebnisse: Multi-Interaktionspfad

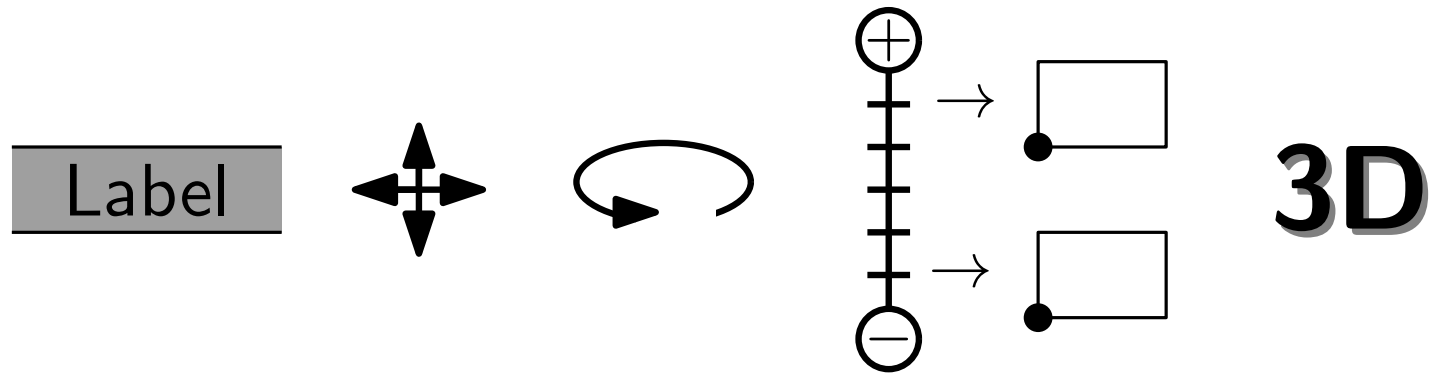
- 1S vs. 1P, $\mathcal{W} = 0$: Qualität \uparrow (49%)
- 1S vs. 1P, $\mathcal{W} = 30$: Qualität \uparrow (41%)
- 1S: Framerate \downarrow
- Rechteckszerlegung: Framerate \uparrow
- Warteliste: Framerate \uparrow
- 35 Labels: > 24 FPS
- 205 Labels: 4 – 10 FPS



Beschriftung von Straßen

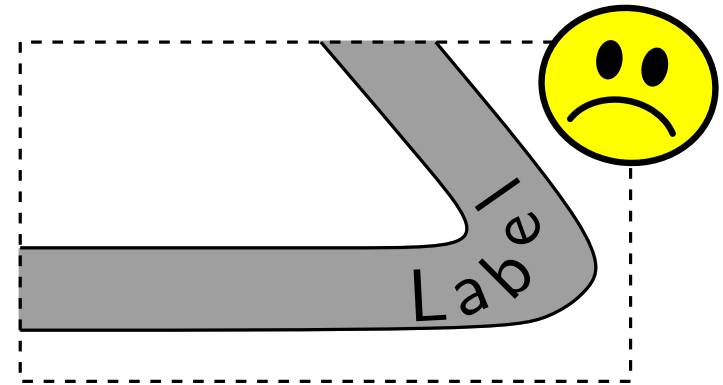
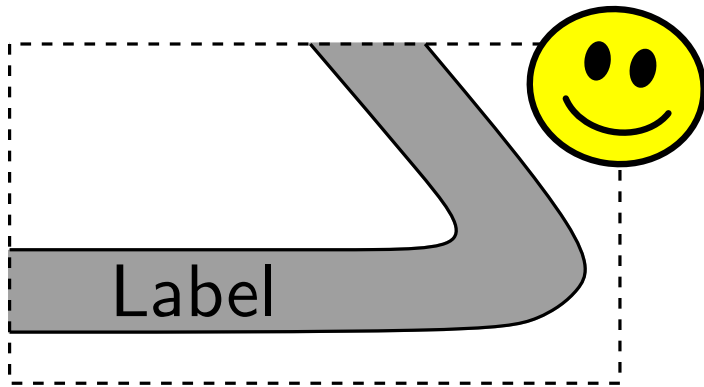
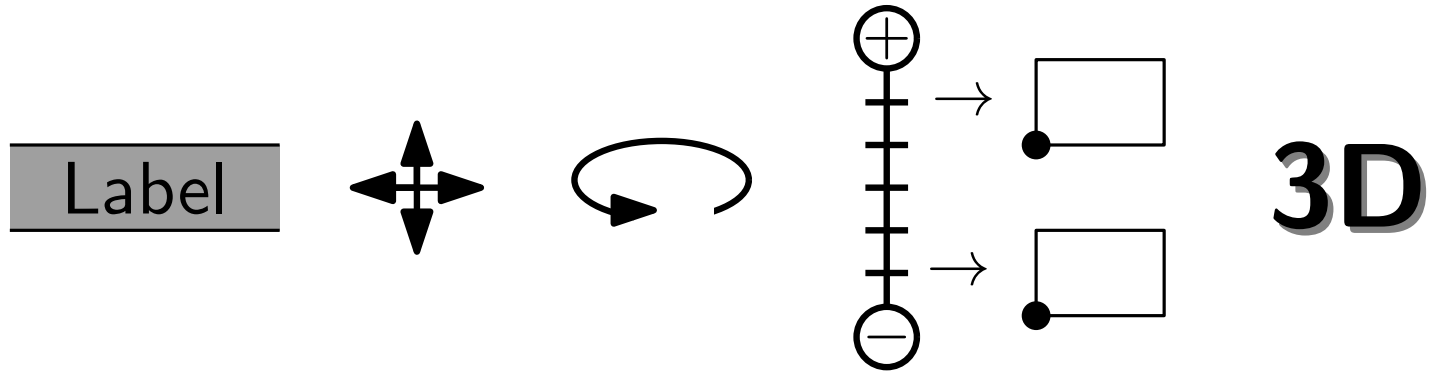
Eingebettete Beschriftungen

Problem



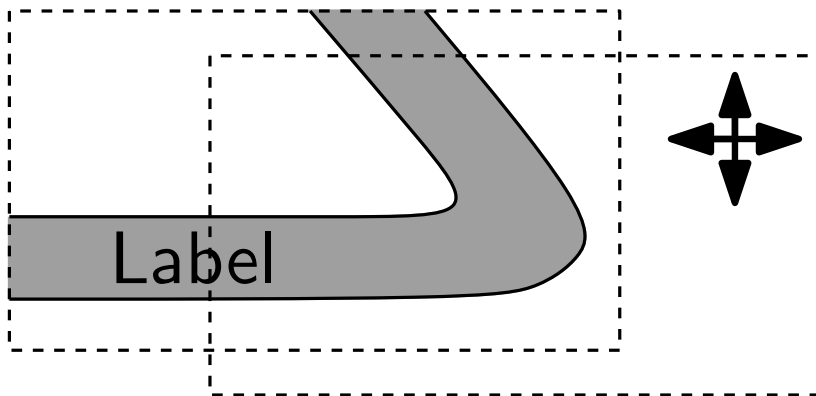
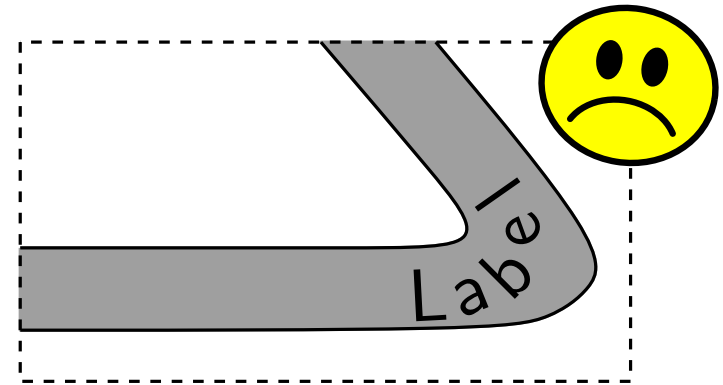
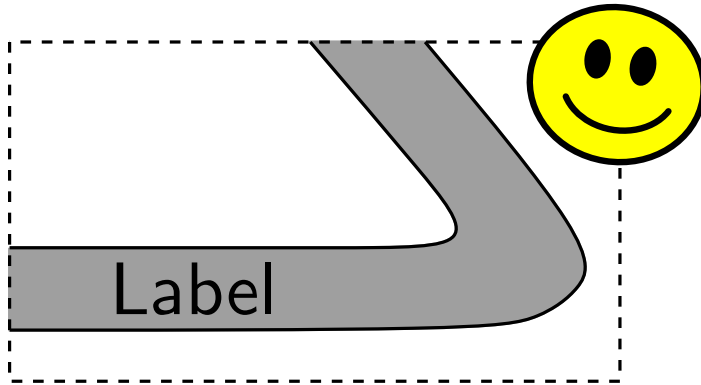
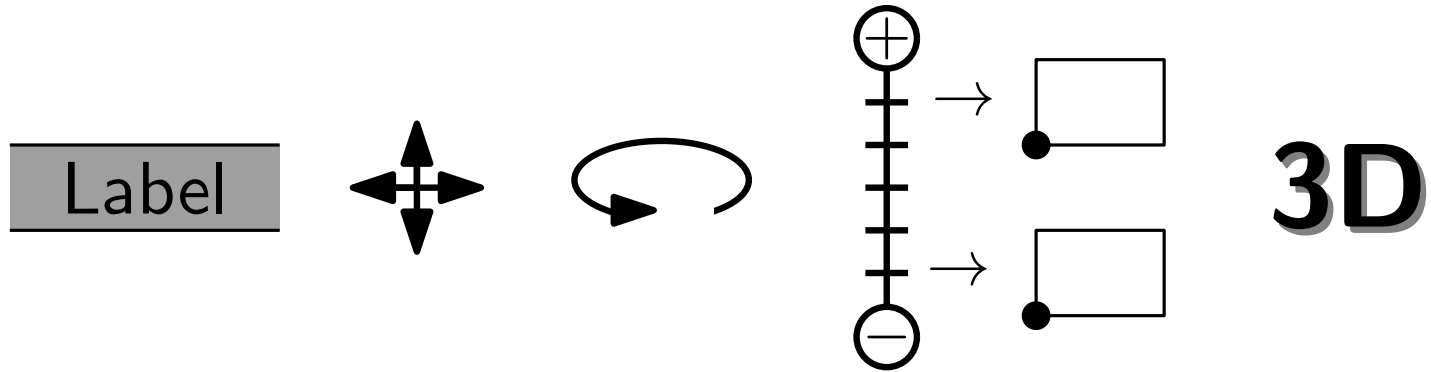
Eingebettete Beschriftungen

Problem



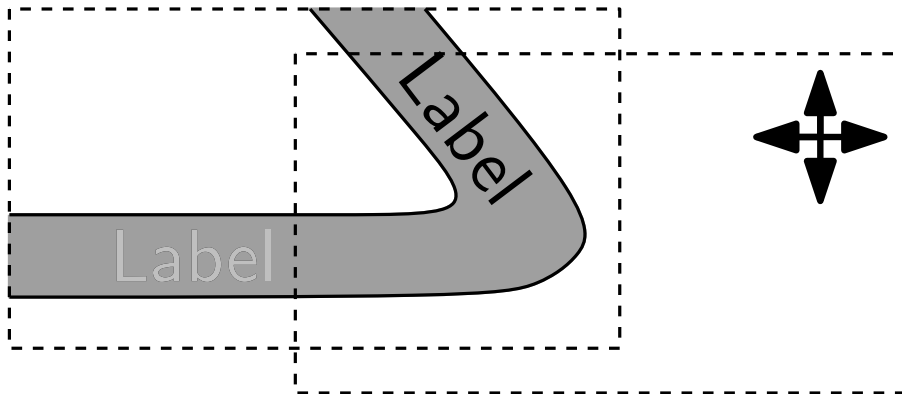
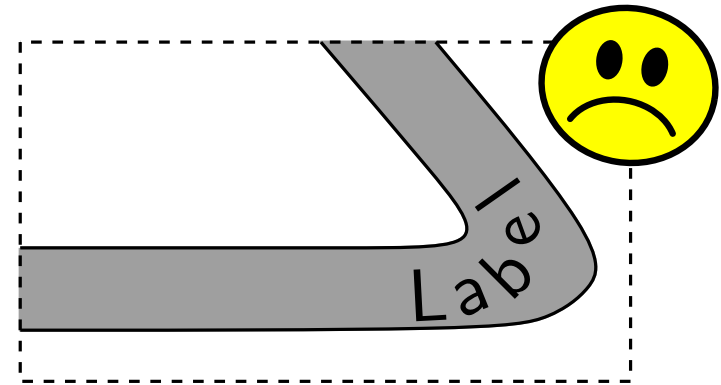
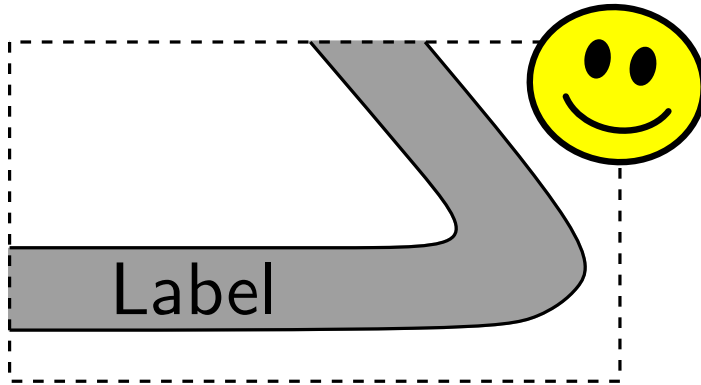
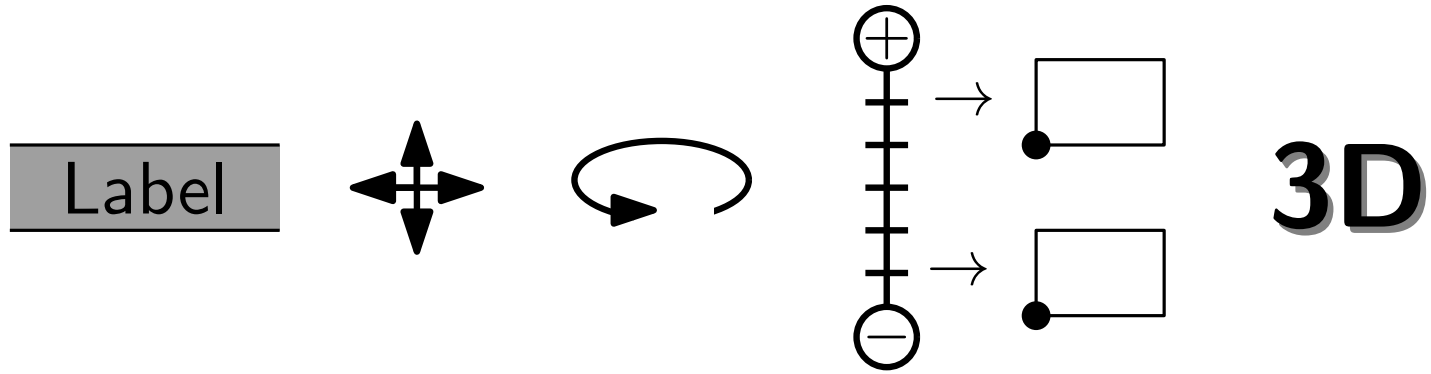
Eingebettete Beschriftungen

Problem



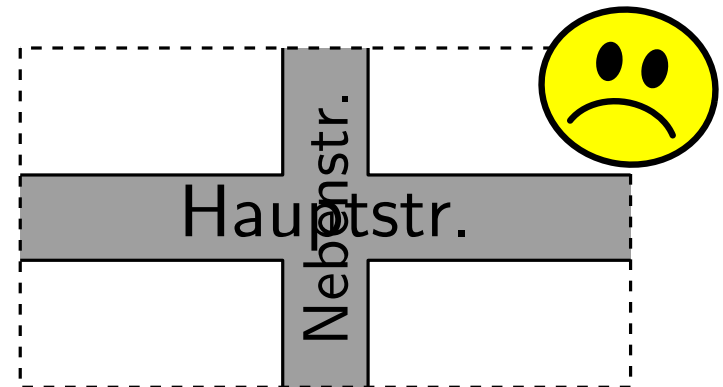
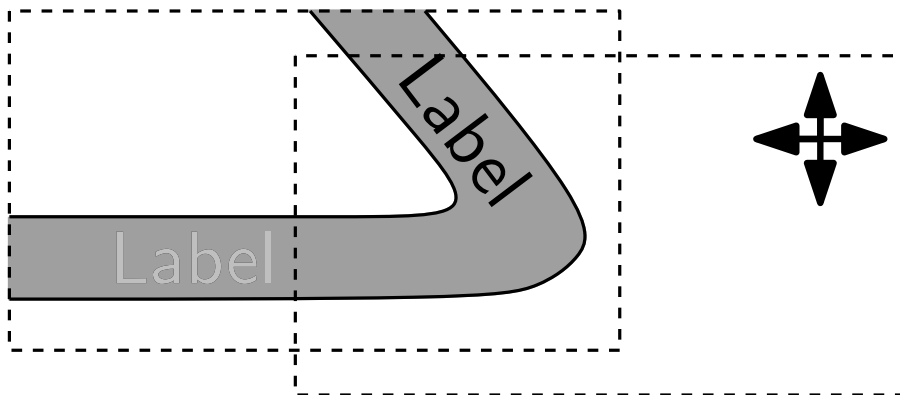
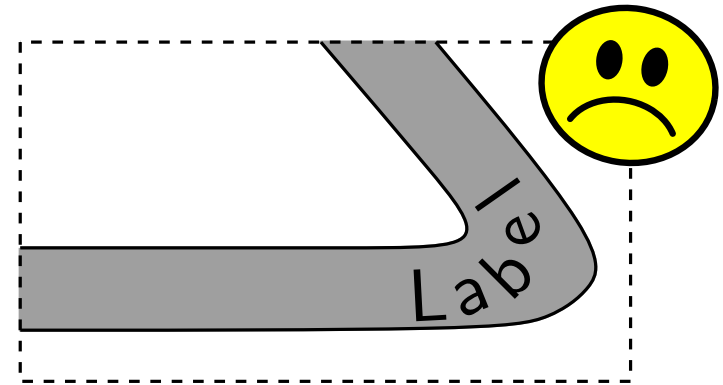
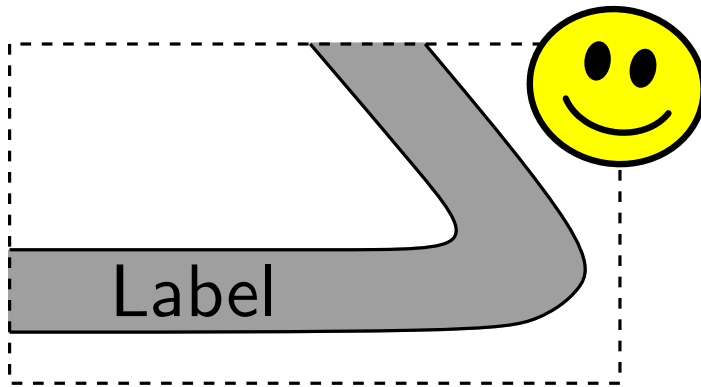
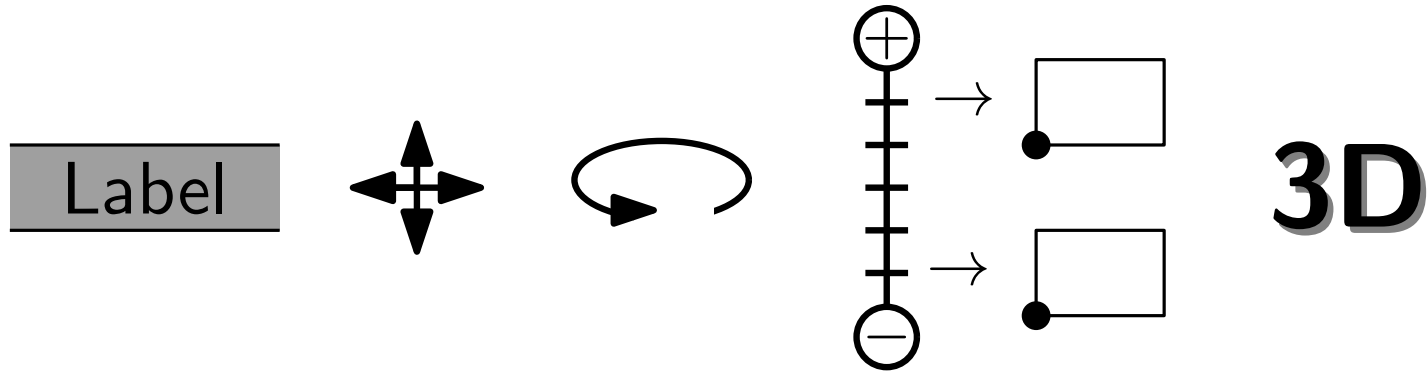
Eingebettete Beschriftungen

Problem



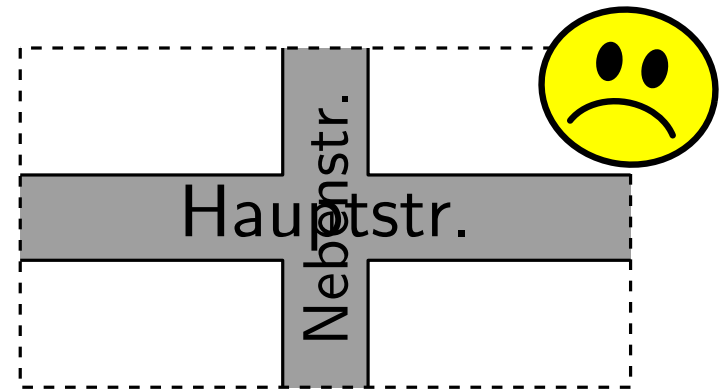
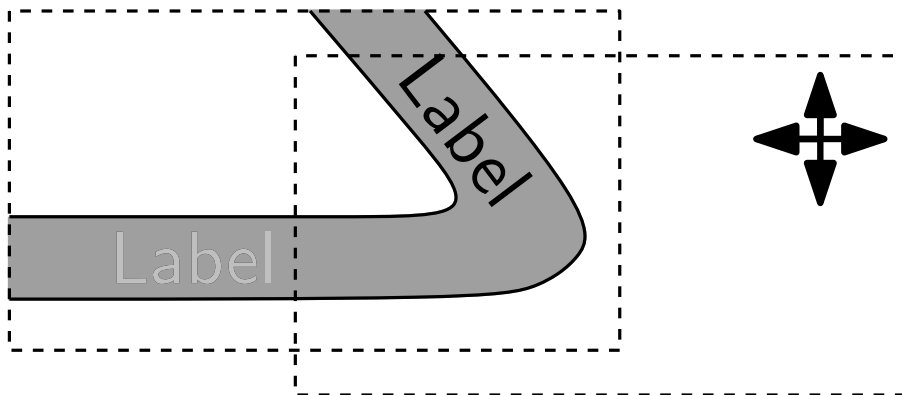
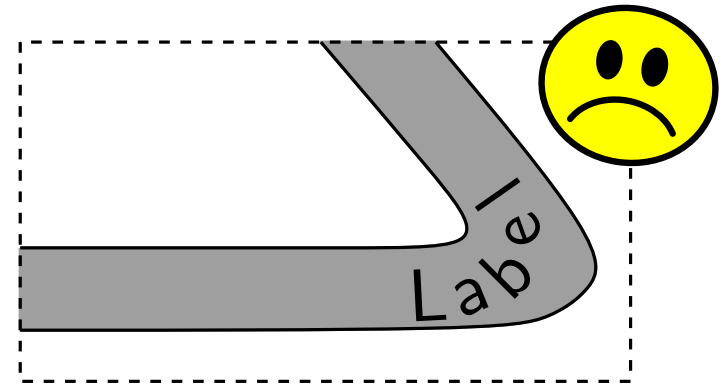
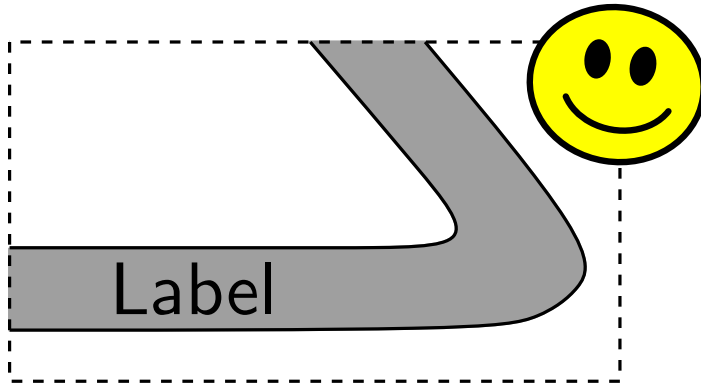
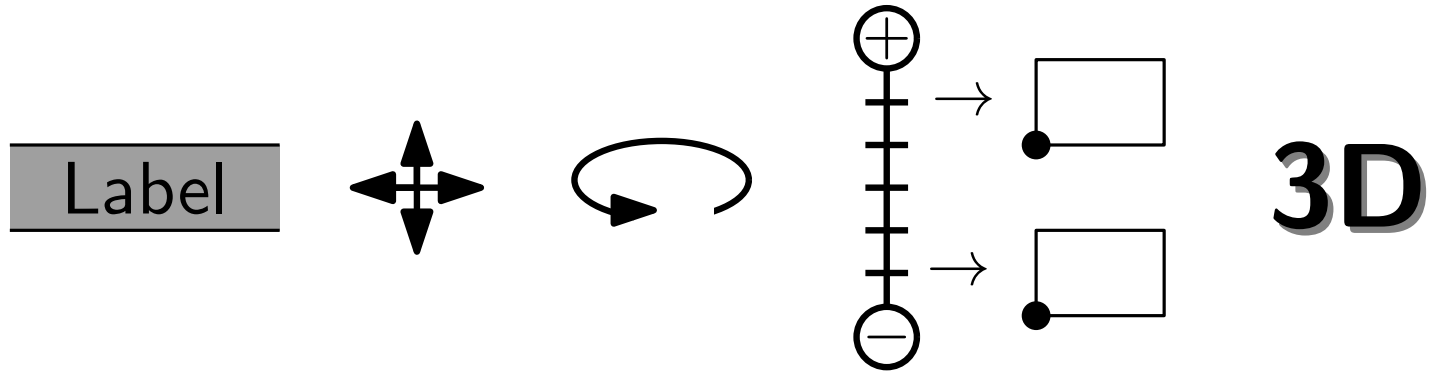
Eingebettete Beschriftungen

Problem



Eingebettete Beschriftungen

Problem

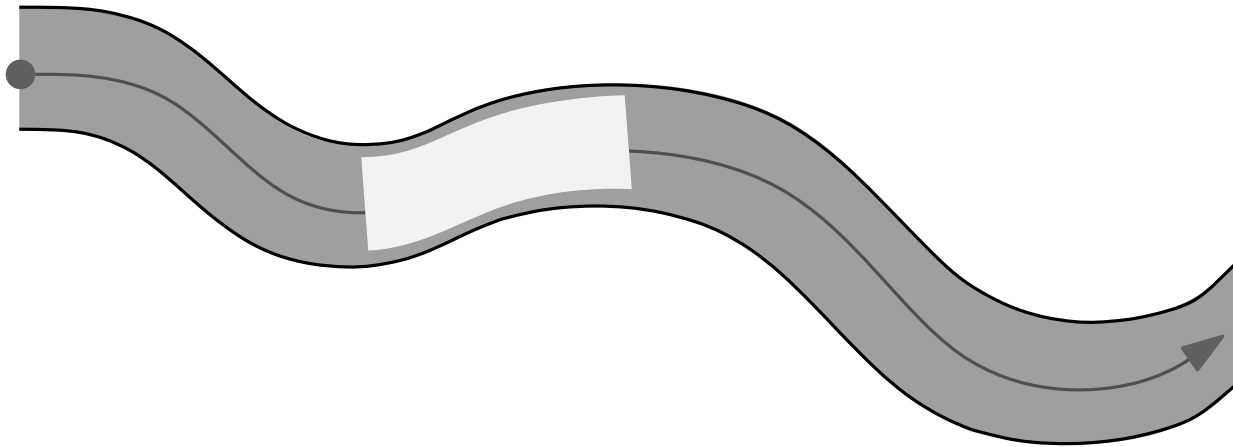


Eingebettete Beschriftungen

Lösung

in jedem Frame

- | für jede unbeschriftete Straße
 - | | bewerte jede mögliche Beschriftungsposition

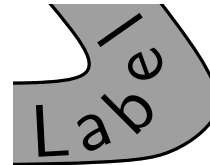


Eingebettete Beschriftungen

Stand der Forschung

Strijk (2001)

→ Bewertungsfunktion



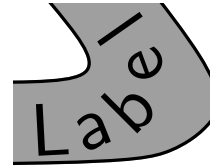
statisch

Eingebettete Beschriftungen

Stand der Forschung

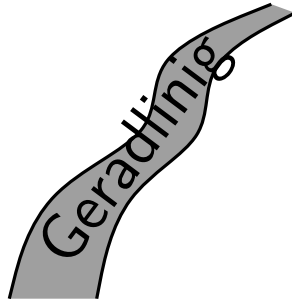
Strijk (2001)

→ Bewertungsfunktion



statisch

Maass & Döllner (2007)



Konfliktgraph

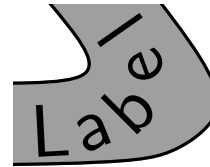
Interaktionen:
Work-Around

Eingebettete Beschriftungen

Stand der Forschung

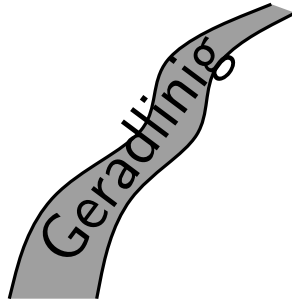
Strijk (2001)

→ Bewertungsfunktion



statisch

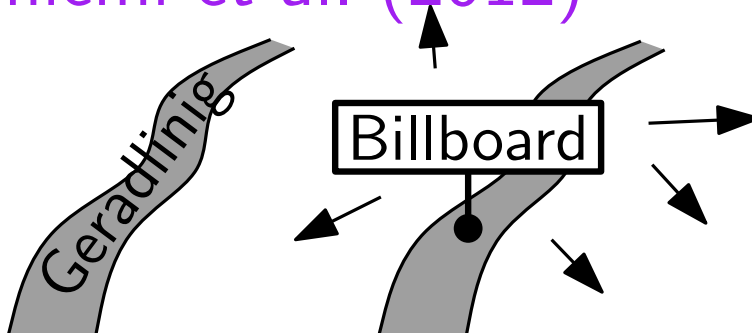
Maass & Döllner (2007)



Konfliktgraph

Interaktionen:
Work-Around

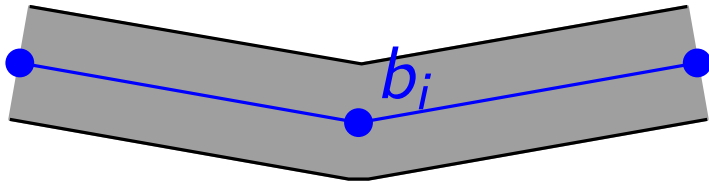
Vaaraniemi et al. (2012)



kräftebasierter Algorithmus

Eingebettete Beschriftungen

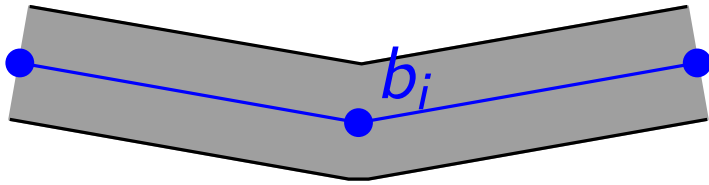
Bewertung



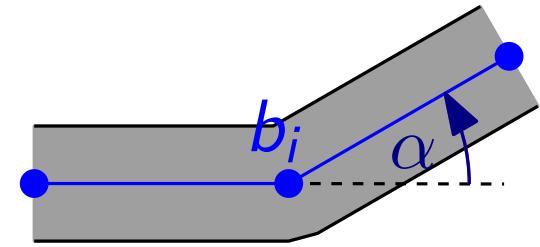
summiere Kosten
der Bewertungskriterien

Eingebettete Beschriftungen

Bewertung



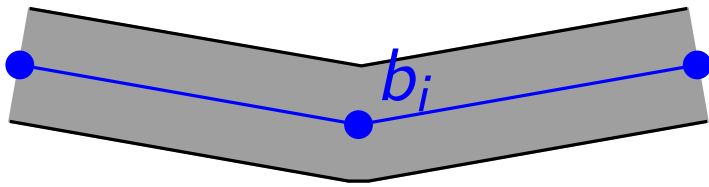
summiere Kosten
der Bewertungskriterien



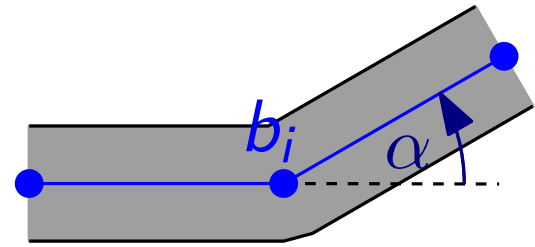
Kosten $w_a \cdot \alpha^2$

Eingebettete Beschriftungen

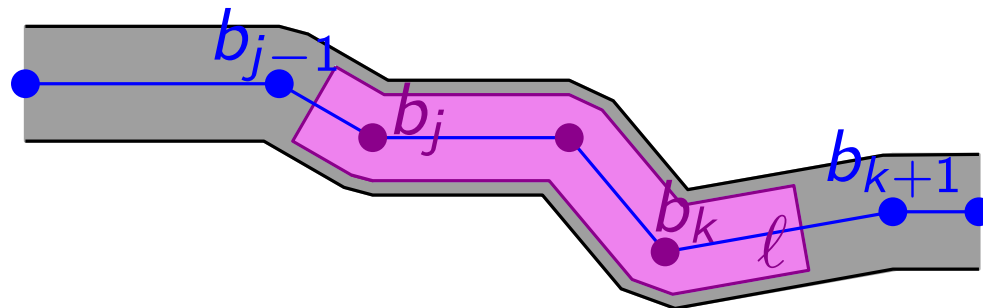
Bewertung



summiere Kosten
der Bewertungskriterien



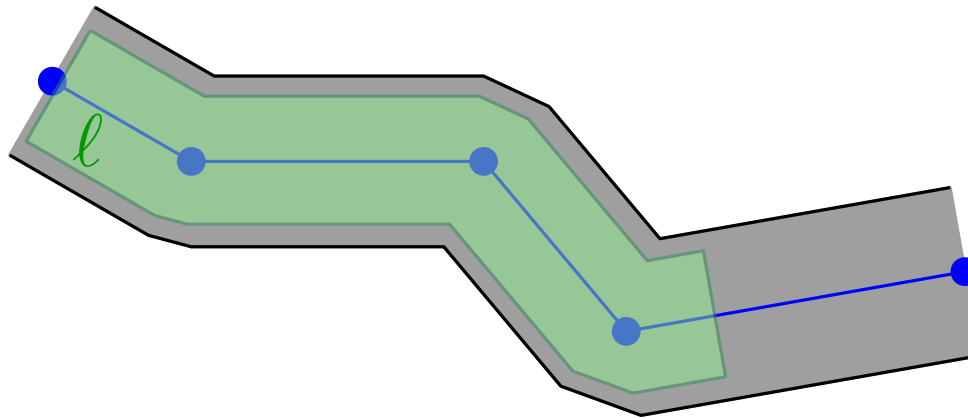
Kosten $w_a \cdot \alpha^2$



$$C(\ell) = \sum_{i=j}^k C(b_i)$$

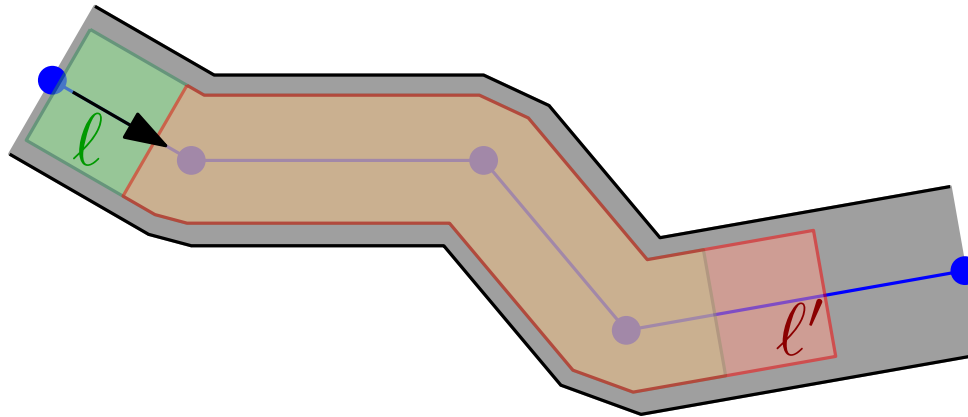
Eingebettete Beschriftungen

Diskretisierung



Eingebettete Beschriftungen

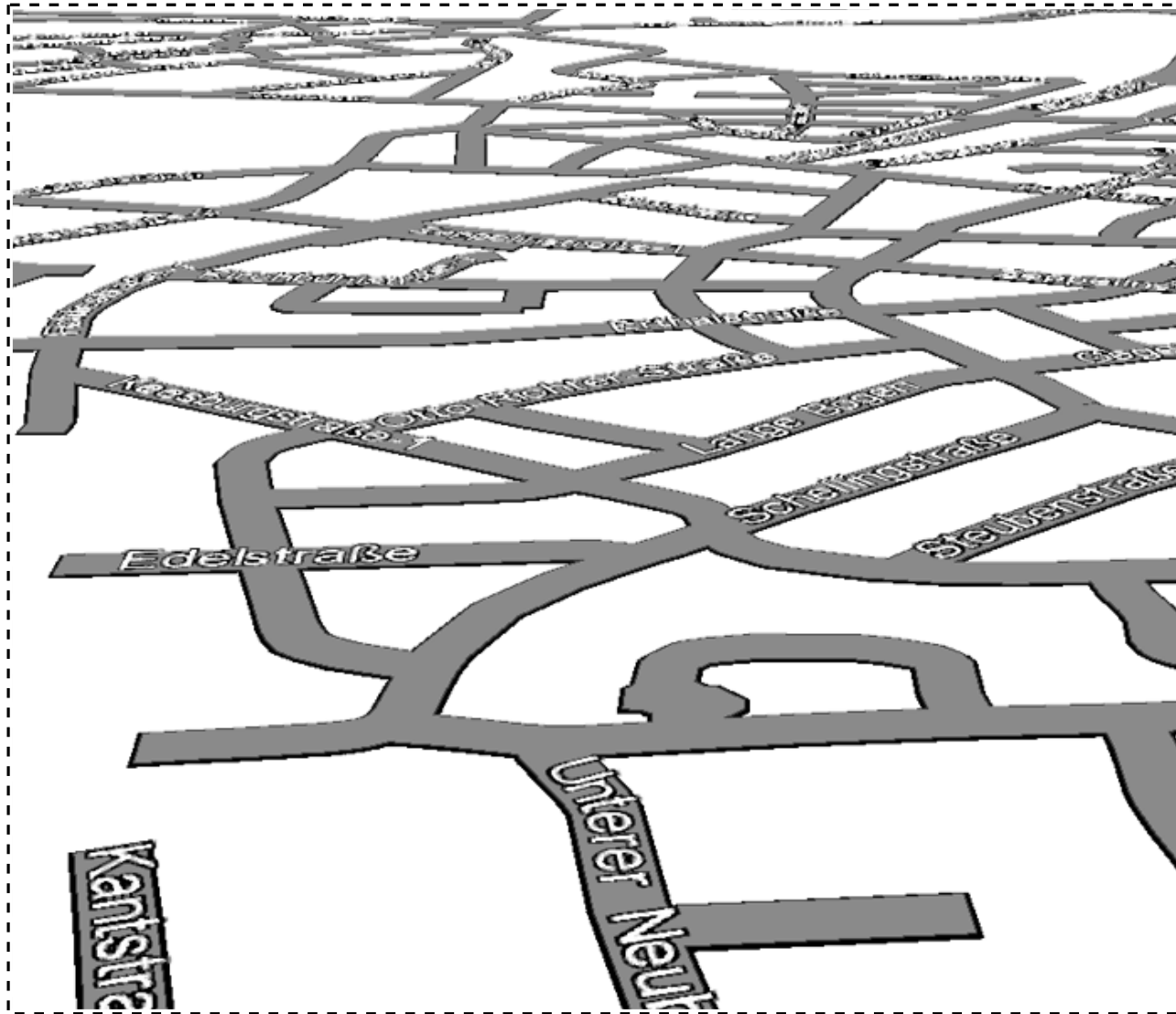
Diskretisierung



$$l \rightarrow l' \Rightarrow C(l) = C(l')$$

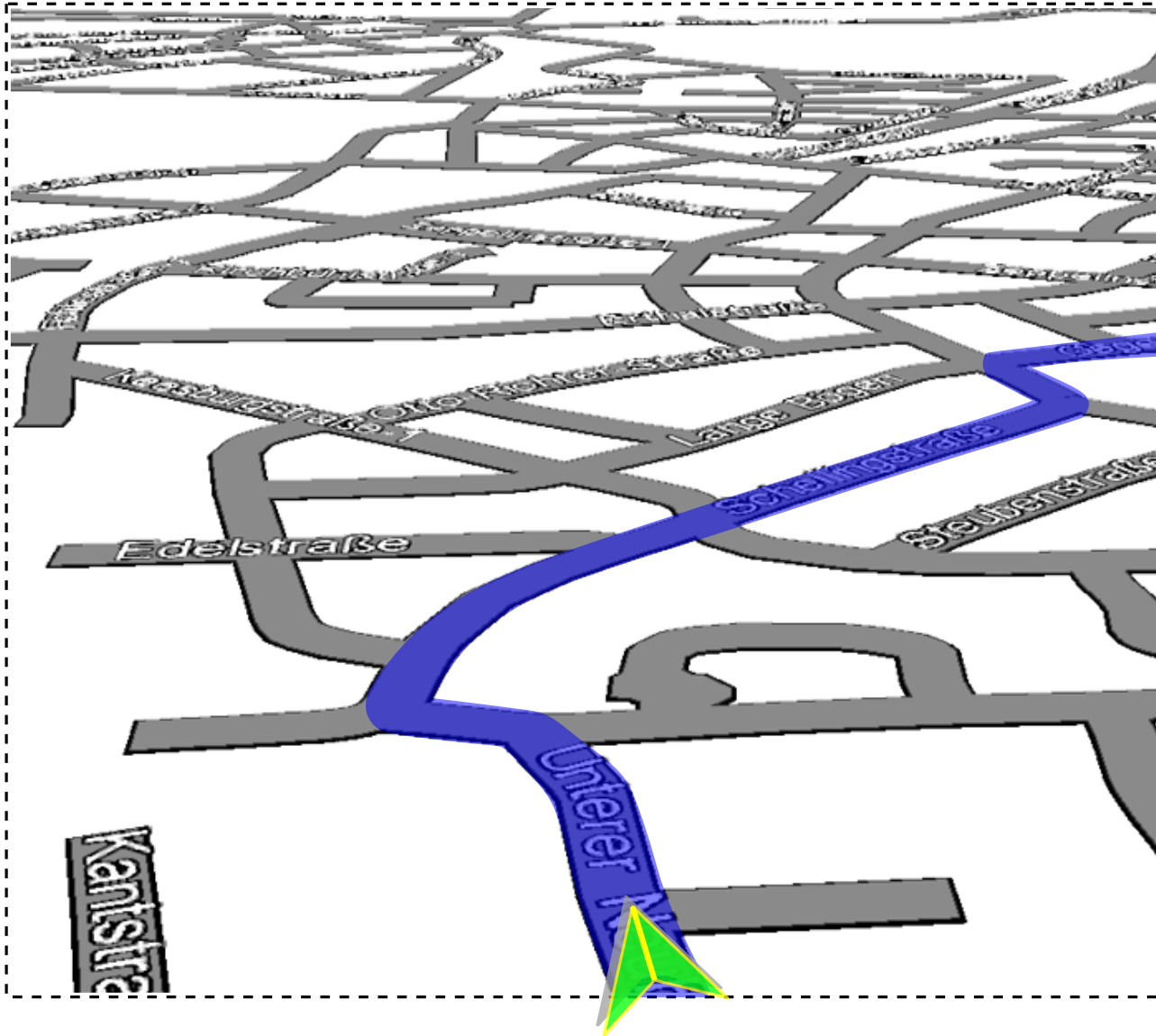
Billboard-Beschriftungen

Problem



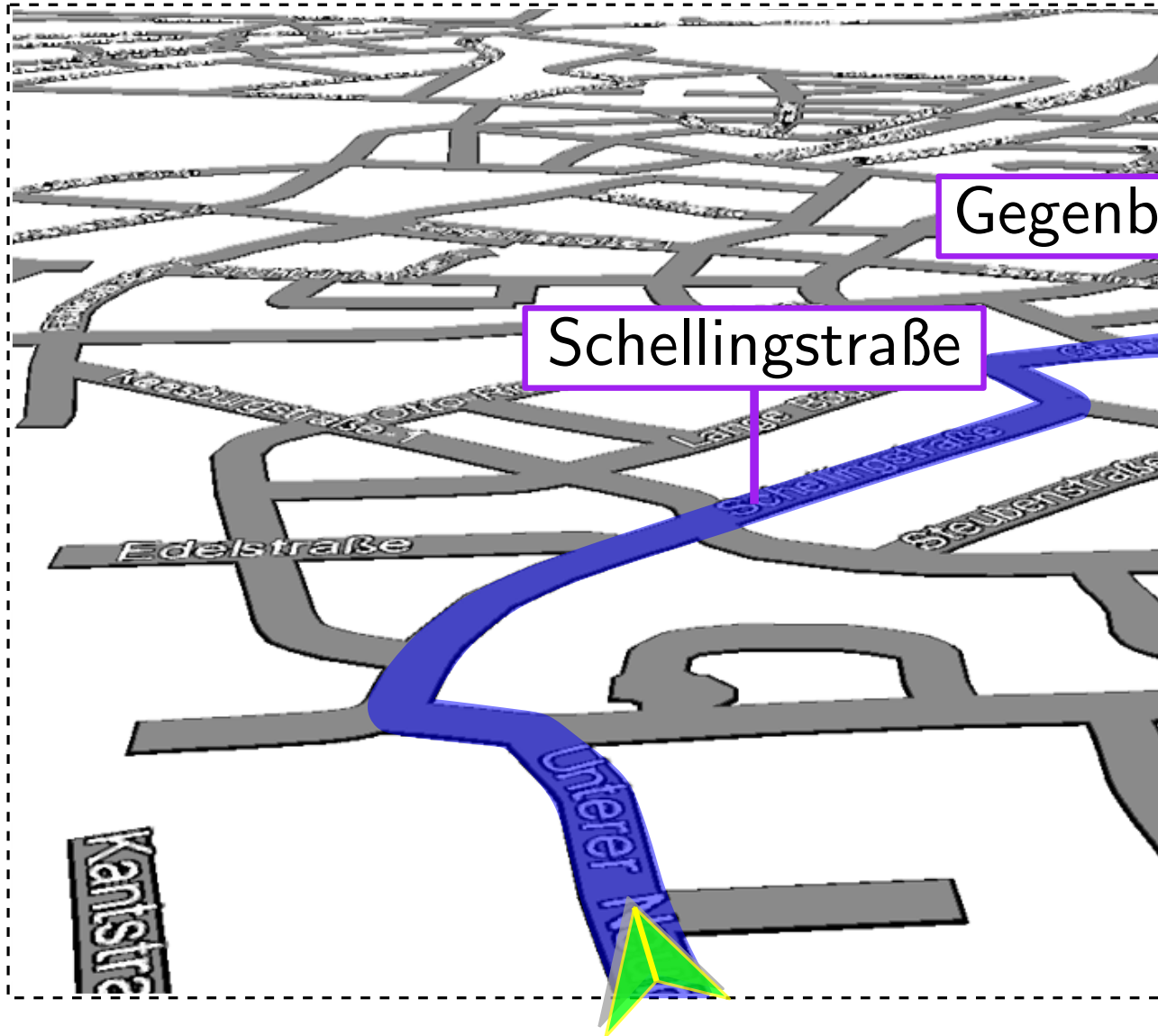
Billboard-Beschriftungen

Problem



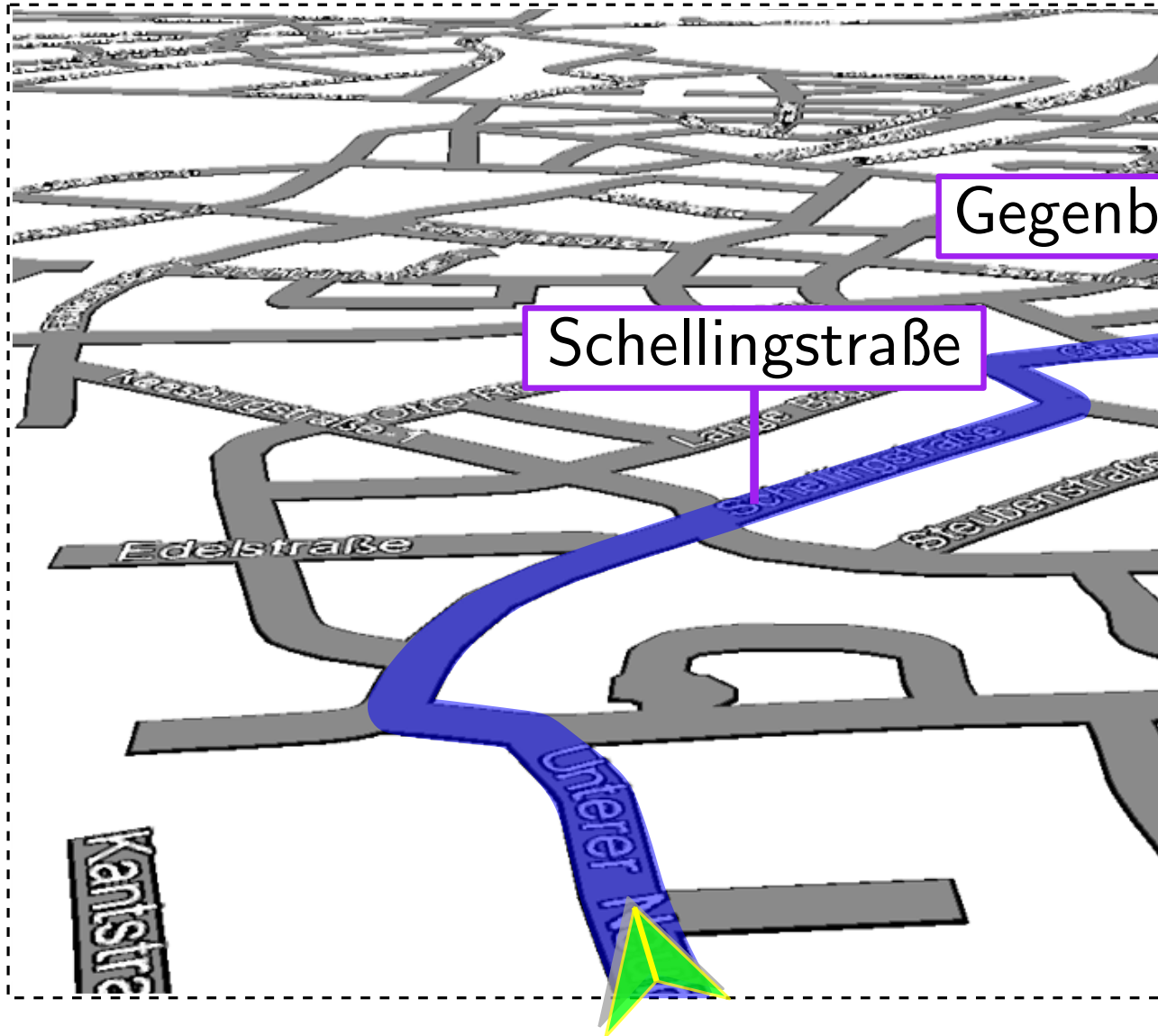
Billboard-Beschriftungen

Problem

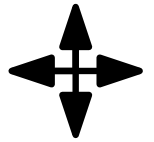


Billboard-Beschriftungen

Problem

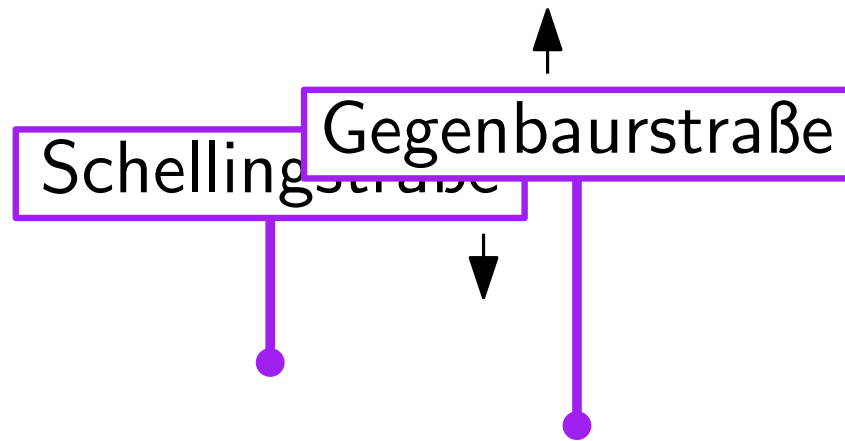


3D



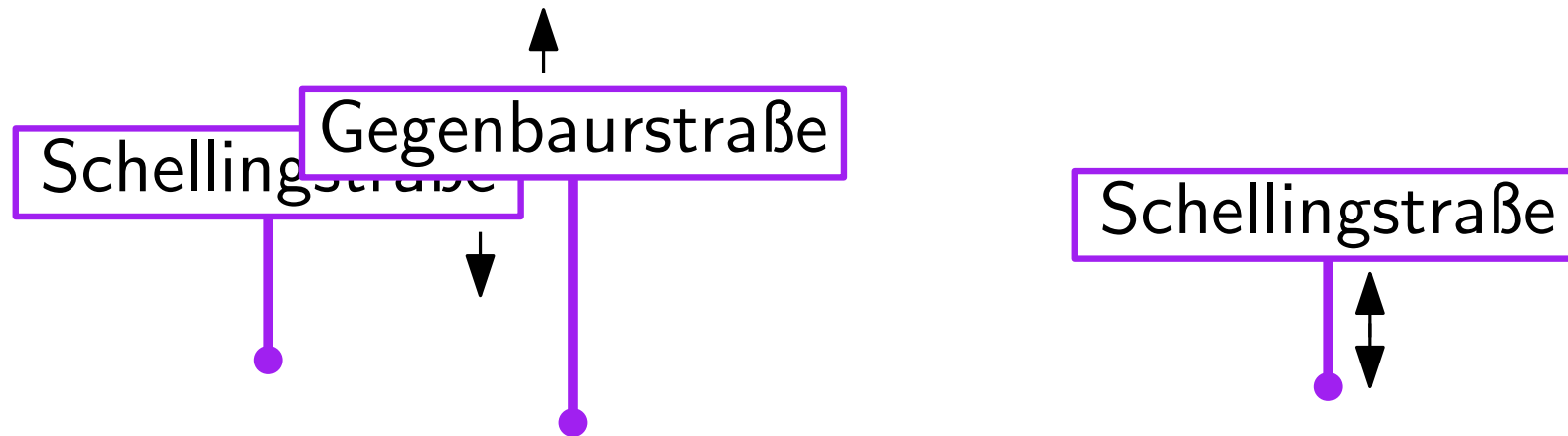
Billboard-Beschriftungen

Lösung: Kräftebasierter Algorithmus



Billboard-Beschriftungen

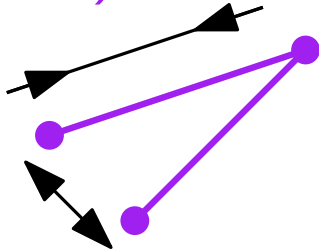
Lösung: Kräftebasierter Algorithmus



Billboard-Beschriftungen

Stand der Forschung

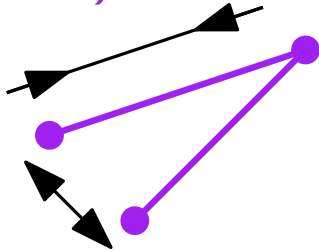
Eades (1984)



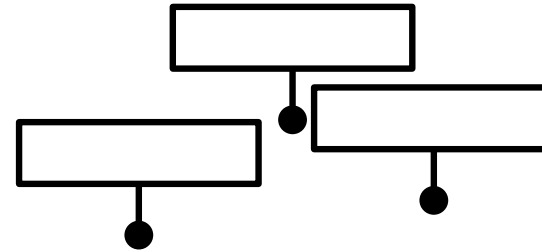
Billboard-Beschriftungen

Stand der Forschung

Eades (1984)



Maass & Döllner (2006)

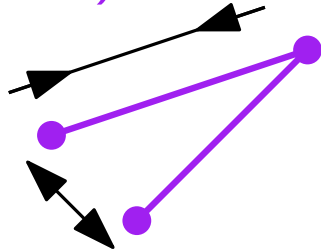


→ Beschriftung je Frame

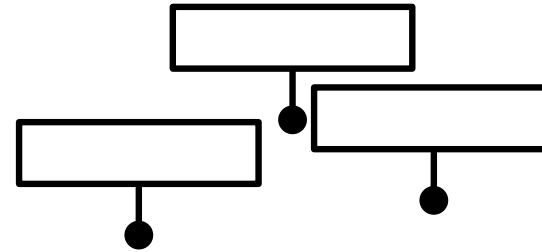
Billboard-Beschriftungen

Stand der Forschung

Eades (1984)

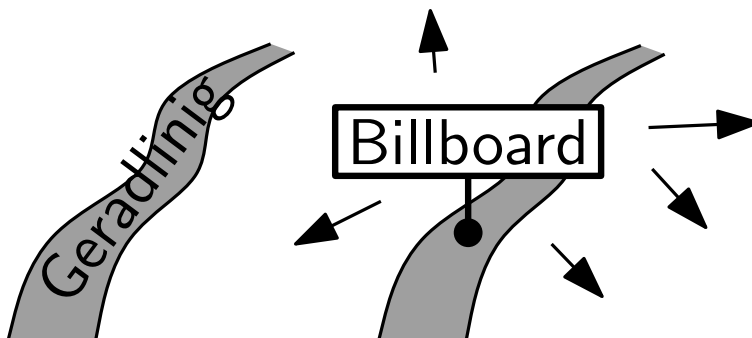


Maass & Döllner (2006)



→ Beschriftung je Frame

Vaaraniemi et al. (2012)



kräftebasierter Algorithmus

Kombination von zwei Beschriftungsarten

Demo



Kombination von zwei Beschriftungsarten

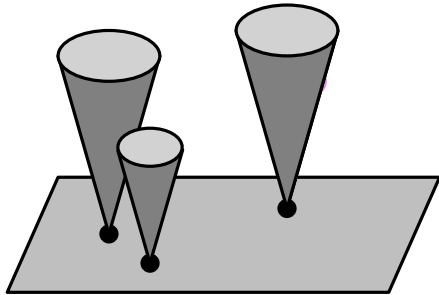
Ergebnisse

- Framerate, 23 Billboards, 55 eingebettete Labels,
 - * eingebettet: 94 FPS
 - * Billboard: 211 FPS
 - * kombiniert: 92 FPS

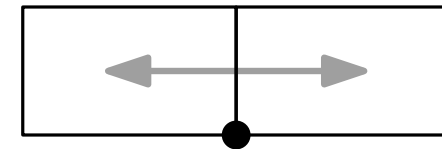
Zusammenfassung

Beschriftung von Punkten

im Fest-Positionen-Modell

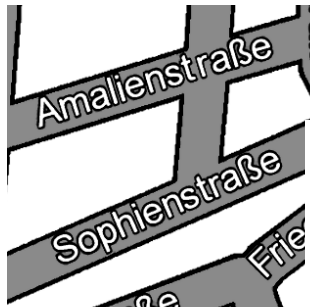


im Schiebemodell

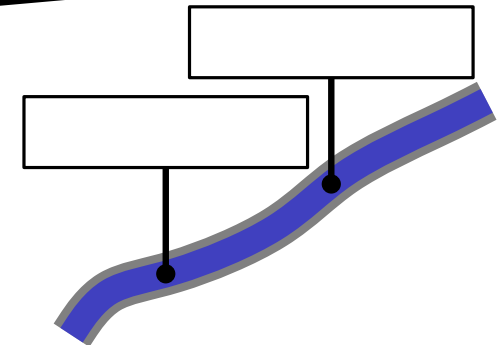


Beschriftung von Straßen

Eingebettete Beschriftungen



Billboard-Beschriftungen



Kombination von zwei Beschriftungsarten