

# Seminar: Visualisierung von Graphen

Wintersemester 2022

Einführungsveranstaltung am 18. Oktober 2022

Lehrstuhl für Informatik I

Boris Klemz

Alexander Wolff

# Agenda

1. Ablauf des Seminars
2. Kurzübersicht der Themen
3. Themenverteilung
4. Einführung in IPE

# Ablauf des Seminars

- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema

# Ablauf des Seminars

- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema  
(etwa 5 Min., ca. 3 Folien)

# Ablauf des Seminars

- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien)

## **Inhalte:**

- Ausblick auf den eigentlichen Vortrag geben
- Problem motivieren
- Wichtigste Resultate vorstellen

# Ablauf des Seminars

- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien)

## Inhalte:

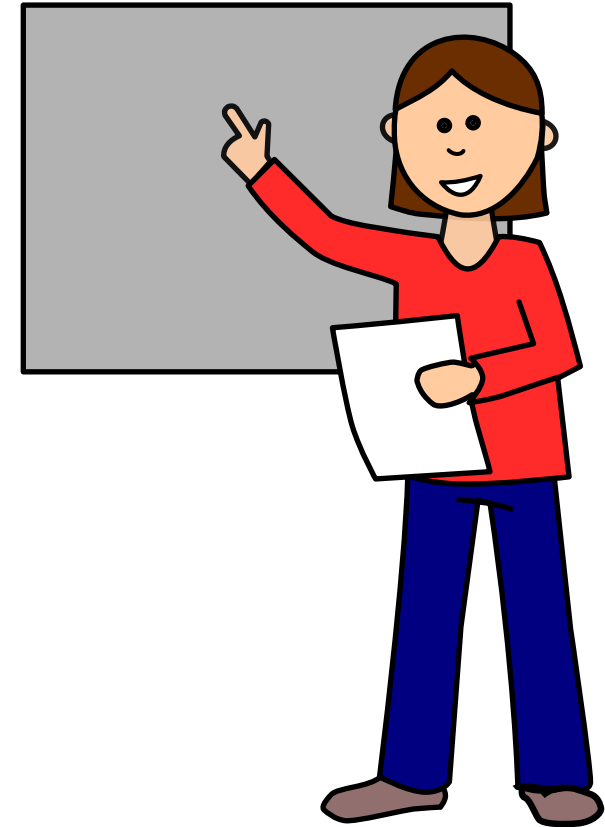
- Ausblick auf den eigentlichen Vortrag geben
- Problem motivieren
- Wichtigste Resultate vorstellen

## Ziele:

- Zeitnah einarbeiten
- Themenauswahl prüfen
- Vortragen üben
- Feedback bekommen ohne Bewertung

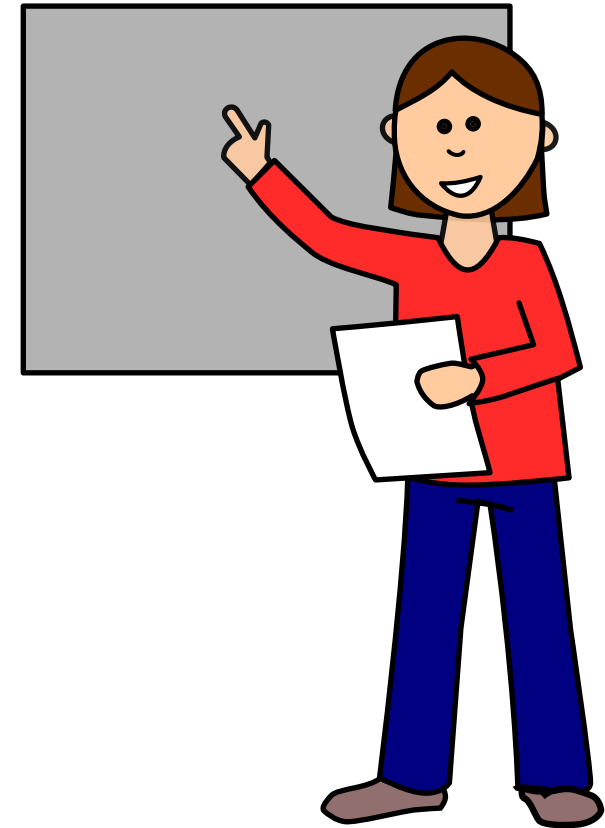
# Ablauf des Seminars

- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien)
- Di, 08.11.2022: Tipps zum Schreiben von Ausarbeitungen



# Ablauf des Seminars

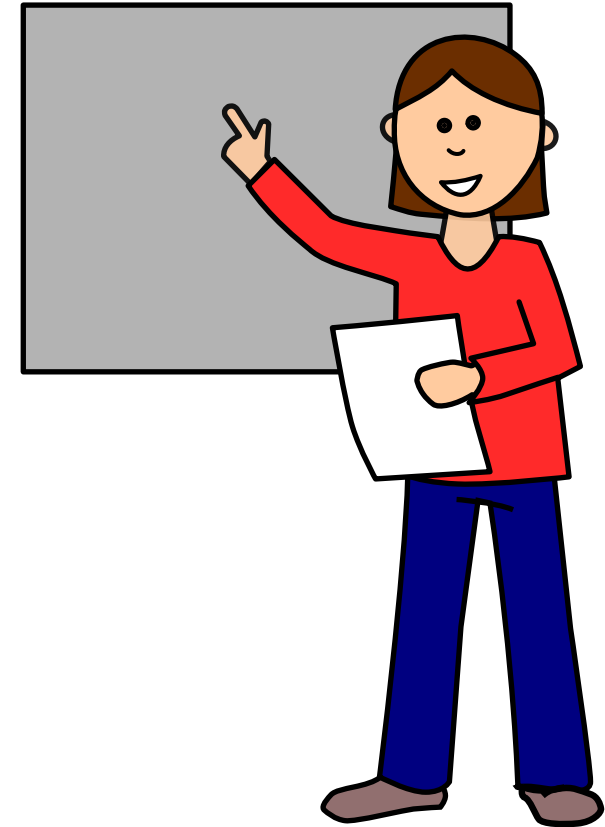
- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien)
- Di, 08.11.2022: Tipps zum Schreiben von Ausarbeitungen
- ab Di, 15.11.2022: **Vorträge** (i.d.R. einer pro Woche)





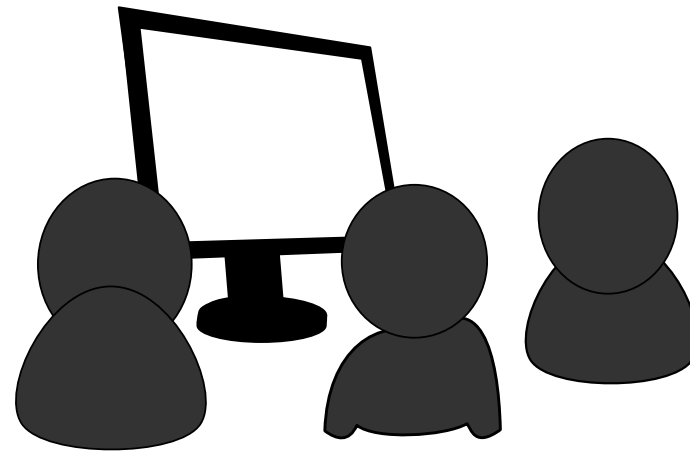
# Ablauf des Seminars

- Di, 18.10.2022: **Einführung**
- Di, 25.10.2022: **Kurzvorträge** zu jedem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien)
- Di, 08.11.2022: Tipps zum Schreiben von Ausarbeitungen
- ab Di, 15.11.2022: **Vorträge** (i.d.R. einer pro Woche)
- Mo, 27.02.2023: **Ausarbeitungen** abgeben



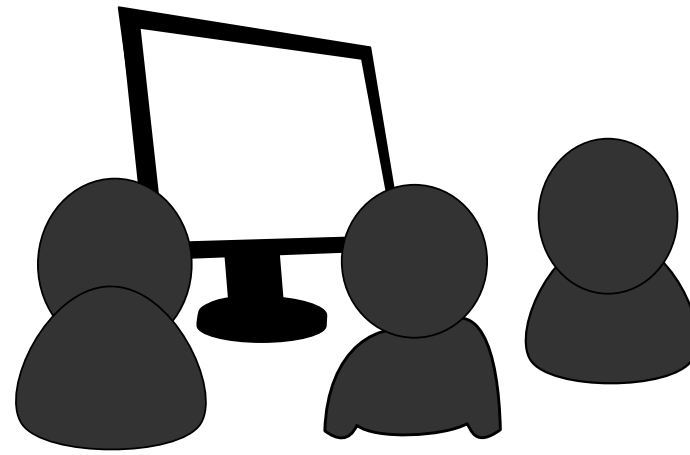
# Vorträge

- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)



# Vorträge

- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)

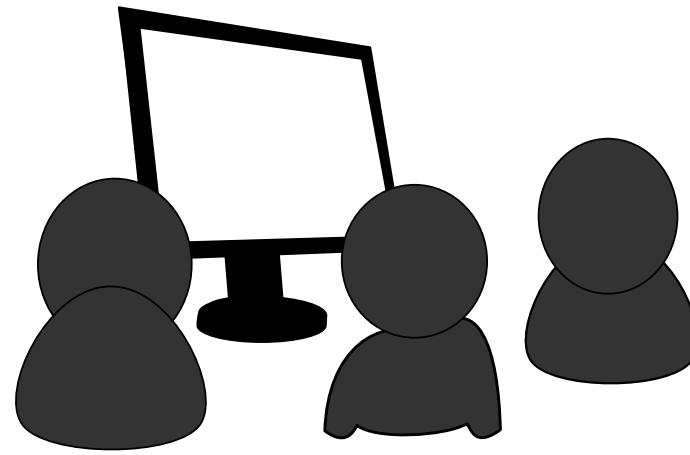


Das reicht i.d.R. nicht um alles im Detail zu besprechen!

→ wesentliche Teile identifizieren und ausführlich behandeln, unwesentliche Teile skizzieren

# Vorträge

- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)



Das reicht i.d.R. nicht um alles im Detail zu besprechen!

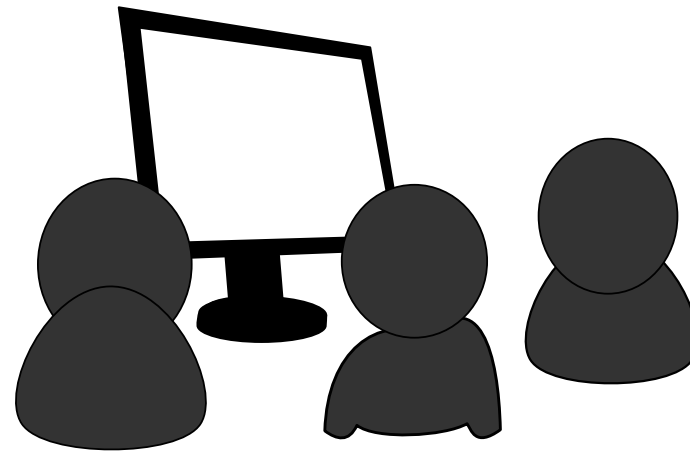
→ wesentliche Teile identifizieren und ausführlich behandeln, unwesentliche Teile skizzieren

Ausnahme: Einige (markierte) Themen sind weniger umfangreich

→ verbleibende Zeit durch Inhalte angrenzender Literatur füllen (eigene Literaturrecherche!)

# Vorträge

- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)



Das reicht i.d.R. nicht um alles im Detail zu besprechen!

→ wesentliche Teile identifizieren und ausführlich behandeln, unwesentliche Teile skizzieren

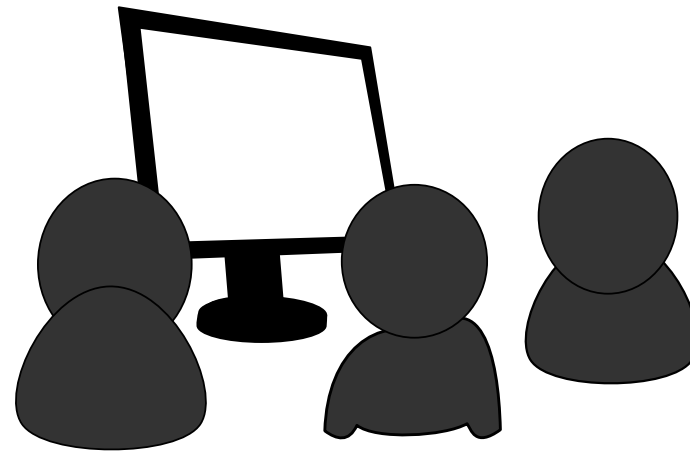
Ausnahme: Einige (markierte) Themen sind weniger umfangreich

→ verbleibende Zeit durch Inhalte angrenzender Literatur füllen (eigene Literaturrecherche!)

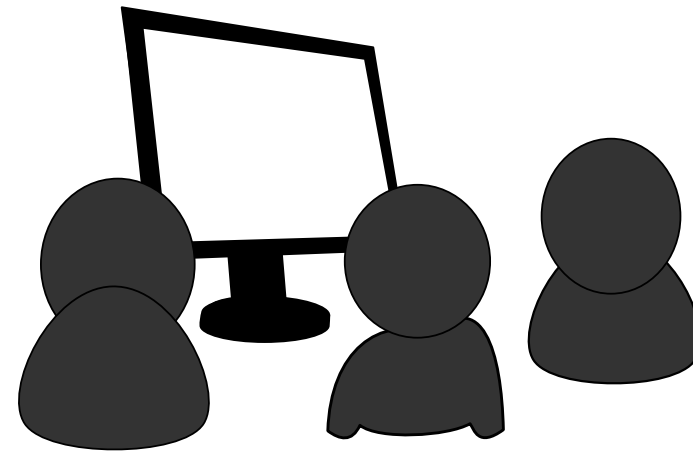
In jedem Fall sollen die 45 / 60 Minuten stimmig ausgefüllt werden.

# Vorträge

- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)



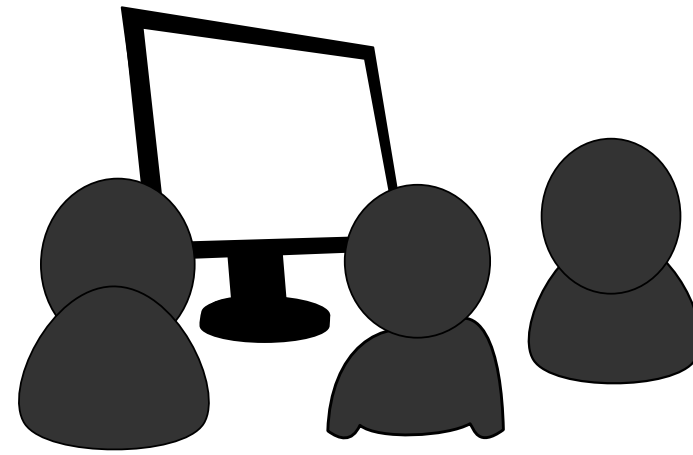
# Vorträge



- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)
- anschließend / währenddessen **Diskussion / Interaktion**  
(Übungsaufgaben, interaktive Beispiele, Besprechung offener Probleme, etc.) (geht nicht in die Zeit ein)

*Ideen aus der Diskussion in die Ausarbeitung mitaufnehmen!*

# Vorträge



- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)
- anschließend / währenddessen **Diskussion / Interaktion**  
(Übungsaufgaben, interaktive Beispiele, Besprechung offener Probleme, etc.) (geht nicht in die Zeit ein)

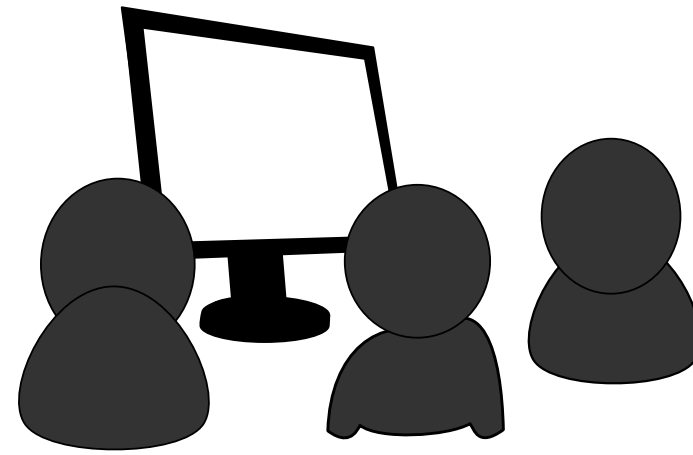
*Ideen aus der Diskussion in die Ausarbeitung mitaufnehmen!*

## Vorbesprechungen:

- **Drei Wochen** vor dem Vortrag:  
Besprechung des **Inhaltsverzeichnis** mit eurem Betreuer



# Vorträge



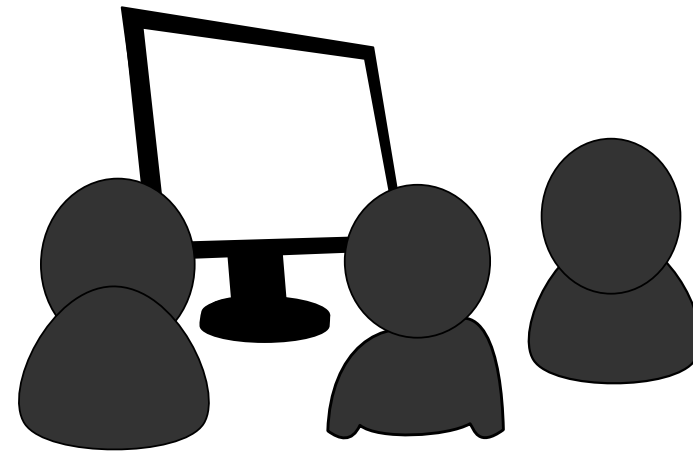
- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)
- anschließend / währenddessen **Diskussion / Interaktion**  
(Übungsaufgaben, interaktive Beispiele, Besprechung offener Probleme, etc.) (geht nicht in die Zeit ein)

*Ideen aus der Diskussion in die Ausarbeitung mitaufnehmen!*

## Vorbesprechungen:

- **Drei** Wochen vor dem Vortrag:  
Besprechung des **Inhaltsverzeichnis** mit eurem Betreuer
- **Zwei** Wochen vor dem Vortrag:  
Besprechung eurer **Folien** mit eurem Betreuer

# Vorträge



- etwa 45 Minuten **Vortrag**  
(zu zweit etwa 60 Minuten)
- anschließend / währenddessen **Diskussion / Interaktion**  
(Übungsaufgaben, interaktive Beispiele, Besprechung offener Probleme, etc.) (geht nicht in die Zeit ein)

*Ideen aus der Diskussion in die Ausarbeitung mitaufnehmen!*

Vorbesprechungen:

**Diese Termine sind strikt  
(außer für den 1. Vortrag)!**

- **Drei Wochen** vor dem Vortrag:  
Besprechung des **Inhaltsverzeichnis** mit eurem Betreuer
- **Zwei Wochen** vor dem Vortrag:  
Besprechung eurer **Folien** mit eurem Betreuer

# Ausarbeitung

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;



# Ausarbeitung

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;

Wie schon beim Vortrag gilt auch hier:

Das reicht i.d.R. nicht um alles im Detail zu beschreiben!

→ wesentliche Teile identifizieren und ausführlich behandeln, unwesentliche Teile skizzieren



# Ausarbeitung

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;

Wie schon beim Vortrag gilt auch hier:

Das reicht i.d.R. nicht um alles im Detail zu beschreiben!

- wesentliche Teile identifizieren und ausführlich behandeln, unwesentliche Teile skizzieren

Ausnahme: Einige (markierte) Themen sind weniger umfangreich.

- durch geeignete eigene Inhalte erweitern

(siehe nächste Folie)



# Ausarbeitung

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;

Wie schon beim Vortrag gilt auch hier:

Das reicht i.d.R. nicht um alles im Detail zu beschreiben!

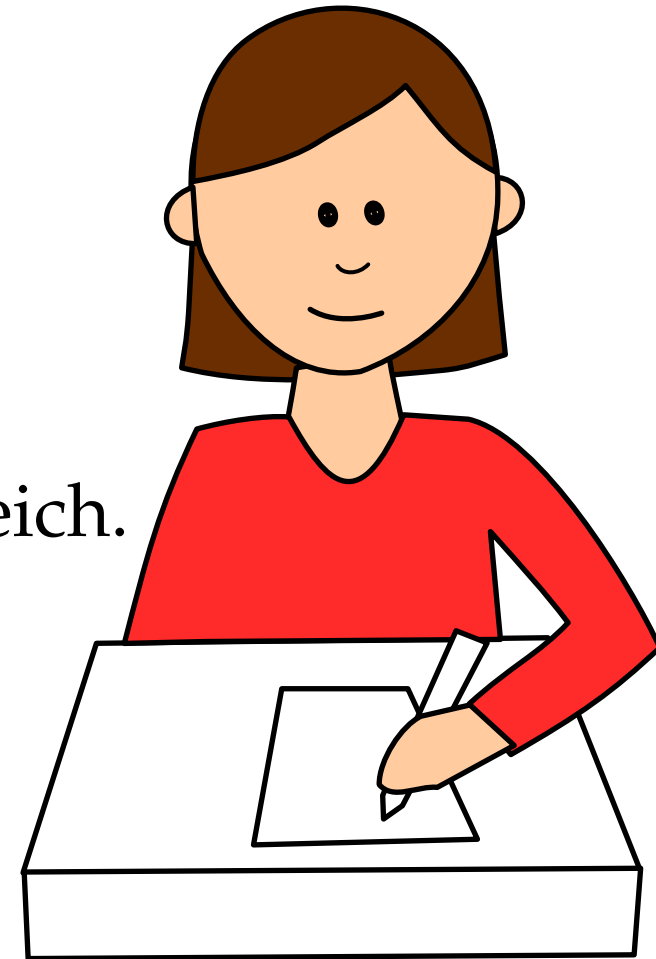
→ wesentliche Teile identifizieren und ausführlich behandeln, unwesentliche Teile skizzieren

Ausnahme: Einige (markierte) Themen sind weniger umfangreich.

→ durch geeignete eigene Inhalte erweitern

(siehe nächste Folie)

In jedem Fall sollen die 7–8 / 11–13 Seiten stimmig ausgefüllt werden.



# Ausarbeitung

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich!



# Ausarbeitung

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich! (und gehen nicht in das Seitenlimit ein)





# Ausarbeitung

Bitte Vektorgrafiken, keine Bitmaps!

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich! (und gehen nicht in das Seitenlimit ein)



# Ausarbeitung

Bitte Vektorgrafiken, keine Bitmaps!

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich! (und gehen nicht in das Seitenlimit ein)
- **keine reine Zusammenfassung** des Artikels; z.B. manche Resultate weglassen, andere Beweise ausführlicher, offene Probleme diskutieren, eigene Literaturrecherche etc.



# Ausarbeitung

Bitte Vektorgrafiken, keine Bitmaps!

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich! (und gehen nicht in das Seitenlimit ein)
- **keine reine Zusammenfassung** des Artikels; z.B. manche Resultate weglassen, andere Beweise ausführlicher, offene Probleme diskutieren, eigene Literaturrecherche etc.
- Verbindungen zu anderen Vortragsthemen



# Ausarbeitung

Bitte Vektorgrafiken, keine Bitmaps!

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich! (und gehen nicht in das Seitenlimit ein)
- **keine reine Zusammenfassung** des Artikels; z.B. manche Resultate weglassen, andere Beweise ausführlicher, offene Probleme diskutieren, eigene Literaturrecherche etc.
- Verbindungen zu anderen Vortragsthemen
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Vorlage



# Ausarbeitung

Bitte Vektorgrafiken, keine Bitmaps!

- alleine 7–9, zu zweit 11–13 Seiten;  
Abbildungen sind hilfreich! (und gehen nicht in das Seitenlimit ein)
- **keine reine Zusammenfassung** des Artikels; z.B. manche Resultate weglassen, andere Beweise ausführlicher, offene Probleme diskutieren, eigene Literaturrecherche etc.
- Verbindungen zu anderen Vortragsthemen
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Vorlage
- **Vorabversion** der Ausarbeitung bis spätestens 2 Wochen nach dem eigenen Vortrag abgeben



# Bestehen & Bewertung

## Voraussetzungen für das Bestehen des Seminars

- Halten einer Präsentation zum gewählten Thema
- Anfertigen einer Ausarbeitung
- Anwesenheit bei den anderen Vorträgen
- Einmaliges Fehlen ist erlaubt
- Teilnahme an den Diskussionen

# Bestehen & Bewertung

## Voraussetzungen für das Bestehen des Seminars

- Halten einer Präsentation zum gewählten Thema
- Anfertigen einer Ausarbeitung
- Anwesenheit bei den anderen Vorträgen
- Einmaliges Fehlen ist erlaubt
- Teilnahme an den Diskussionen

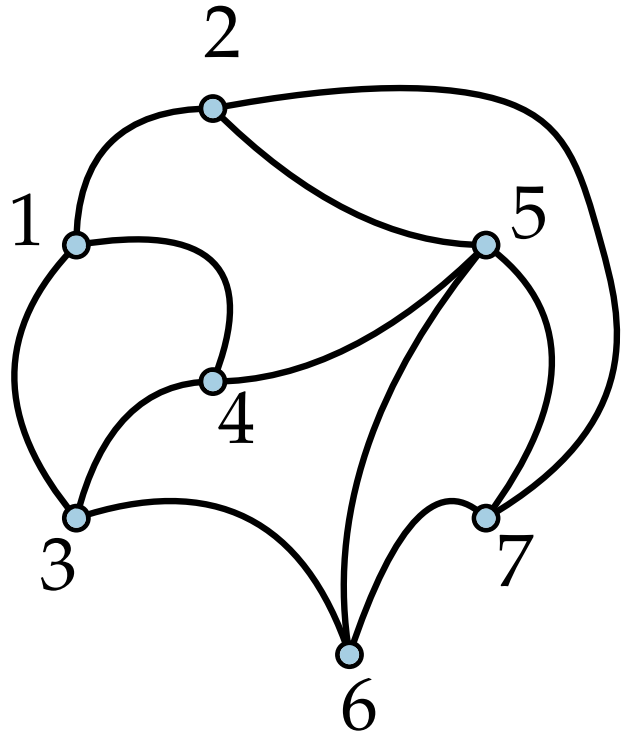
## Bewertung

- Vortrag (Inhalte, Gestaltung der Folien, Verständlichkeit)
- Ausarbeitung (Inhalte, sprachliche Darstellung, Rechtschreibung, Verbindungen zu anderen Themen)
- 50 : 50

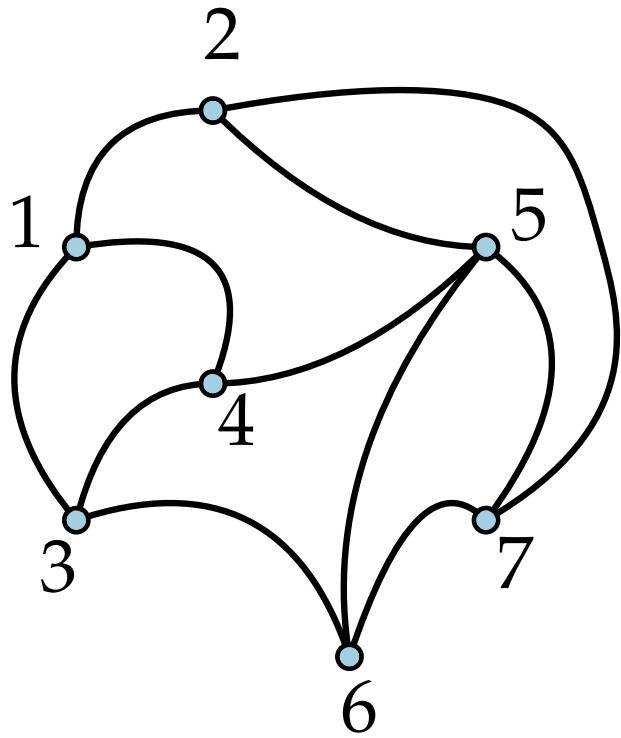
1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories
2. On the Complexity of the Storyplan Problem
3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of  $K_n$
4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings of  $K_n$
5. Shooting Stars in Simple Drawings of  $K_{m,n}$
6. Mutual Witness Gabriel Drawings of Complete Bipartite Graphs
7. FORBID: Fast Overlap Removal By stochastic Gradient Descent for Graph Drawing
8. Planar Confluent Orthogonal Drawings of 4-Modal Digraphs
9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Planar Graphs
10.  $st$ -Orientations with Few Transitive Edges
11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting
12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets
13. The Rique-Number of Graphs
14. Visibility Representations of Toroidal and Klein-bottle Graphs



# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories

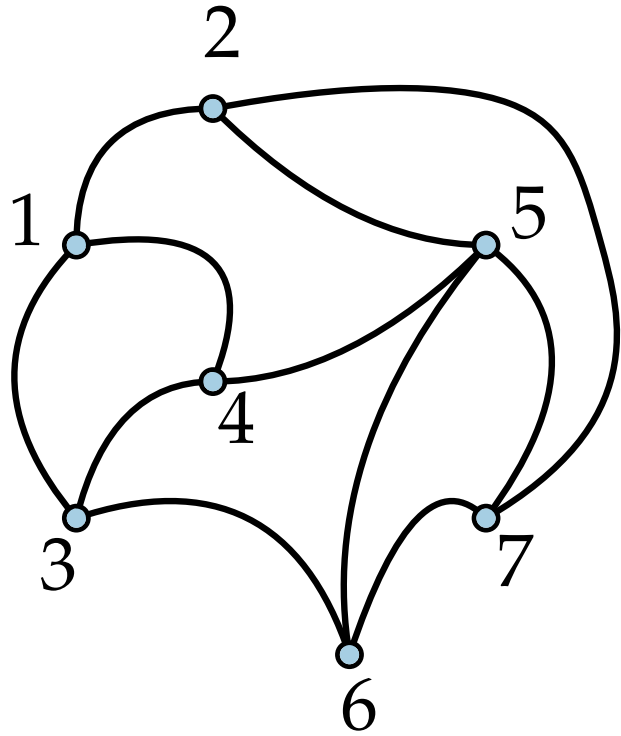


# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



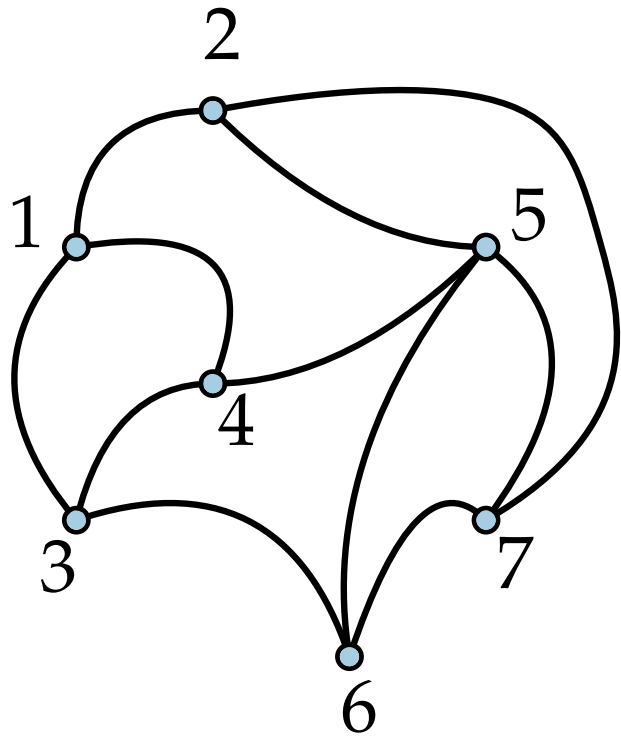
$$\omega = 4$$

# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



$$\omega = 4$$

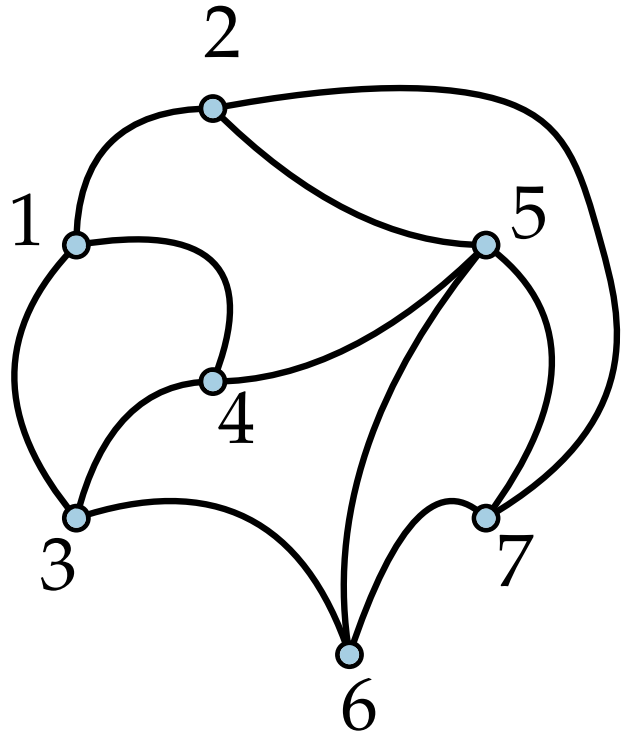
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



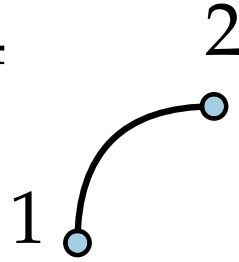
$$\omega = 4$$

1 ○

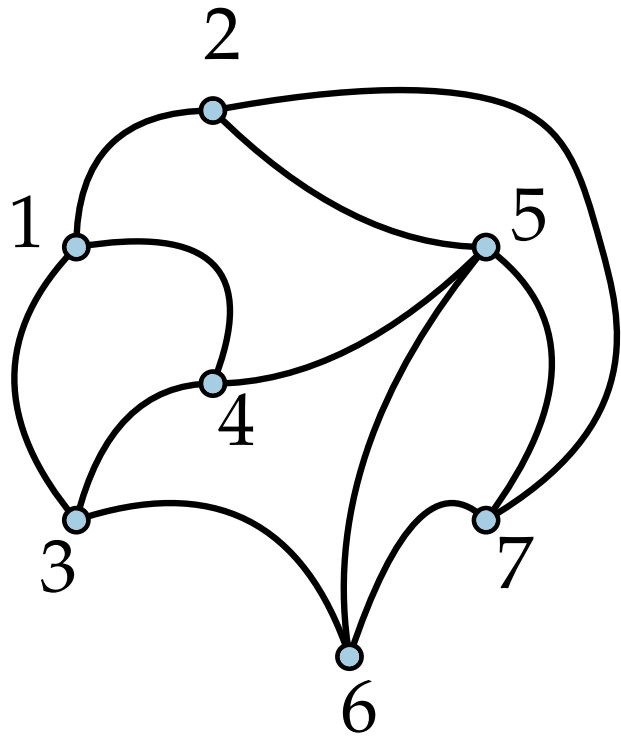
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



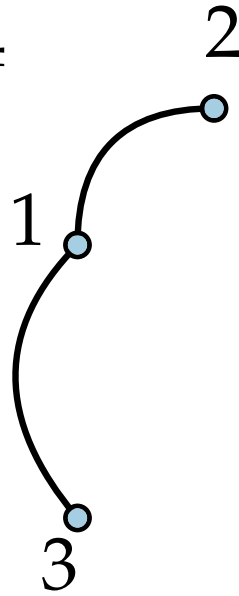
$$\omega = 4$$



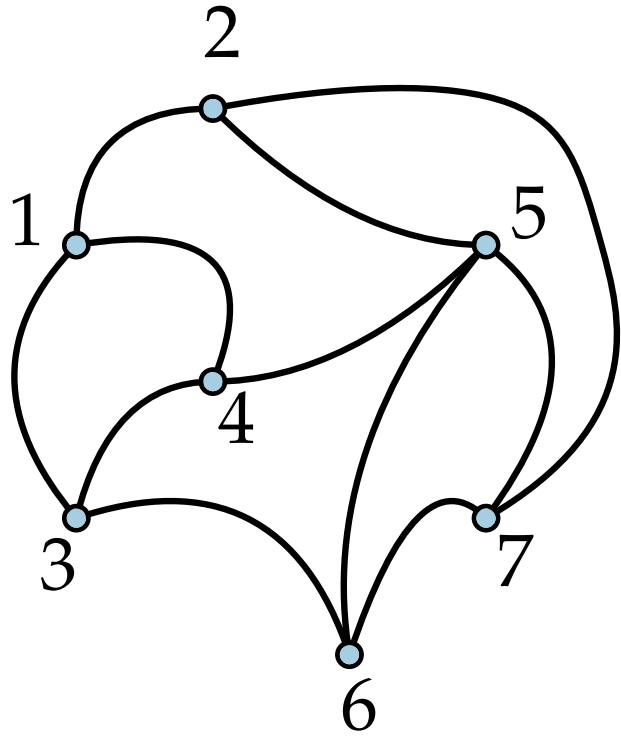
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



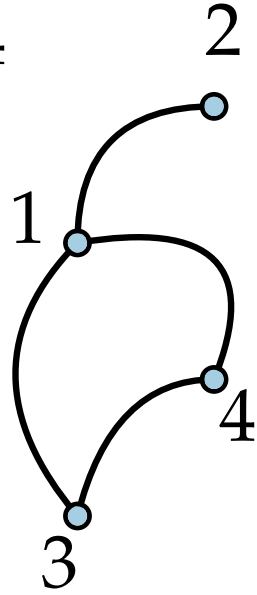
$$\omega = 4$$



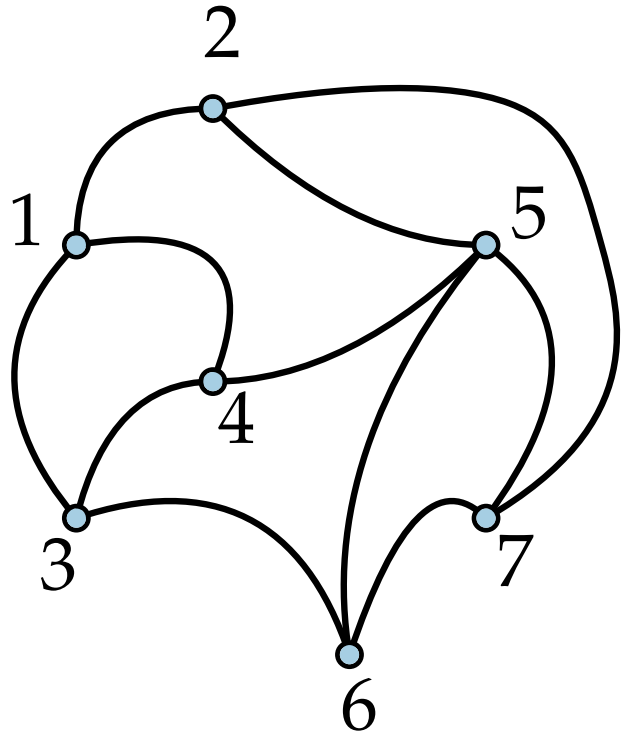
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



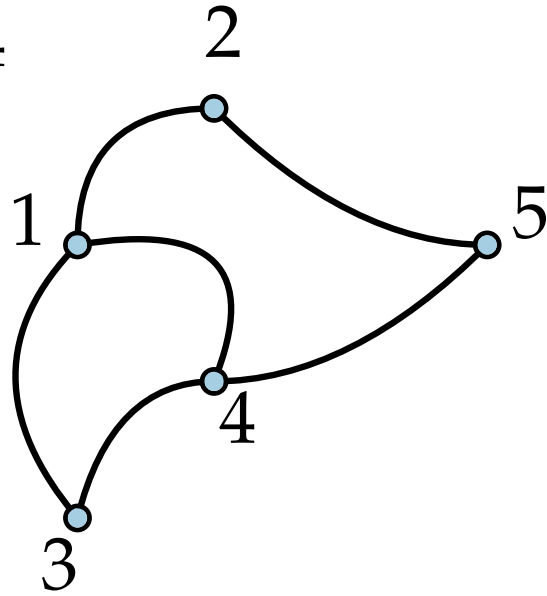
$$\omega = 4$$



# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories

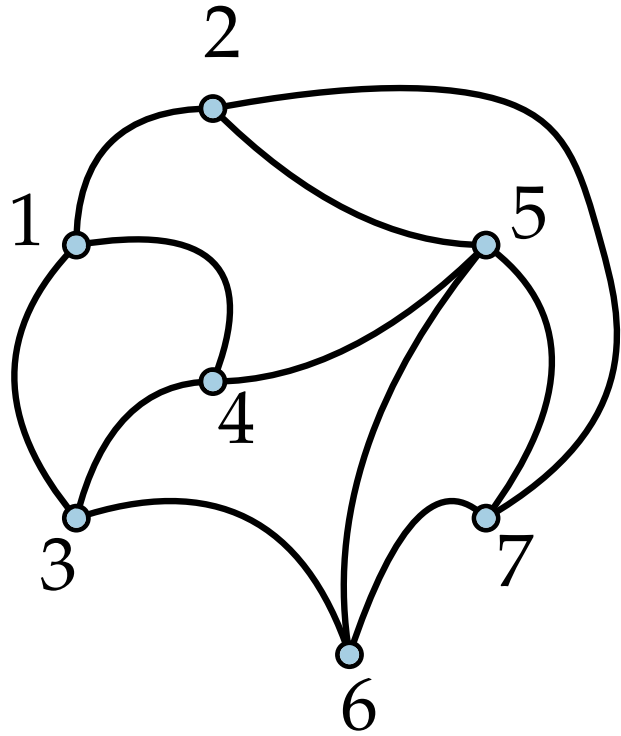


$$\omega = 4$$

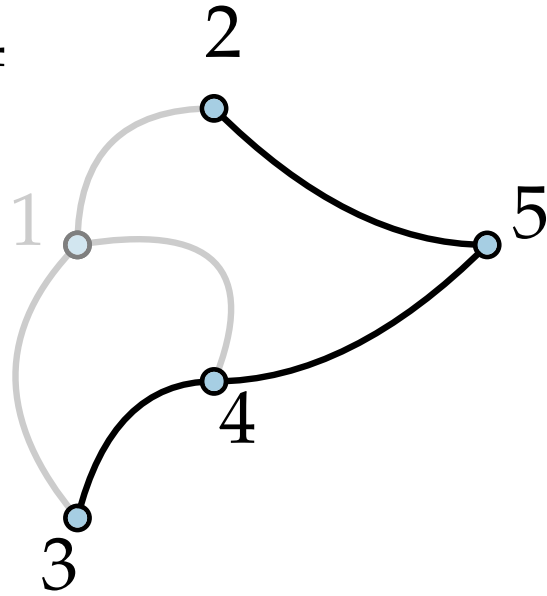




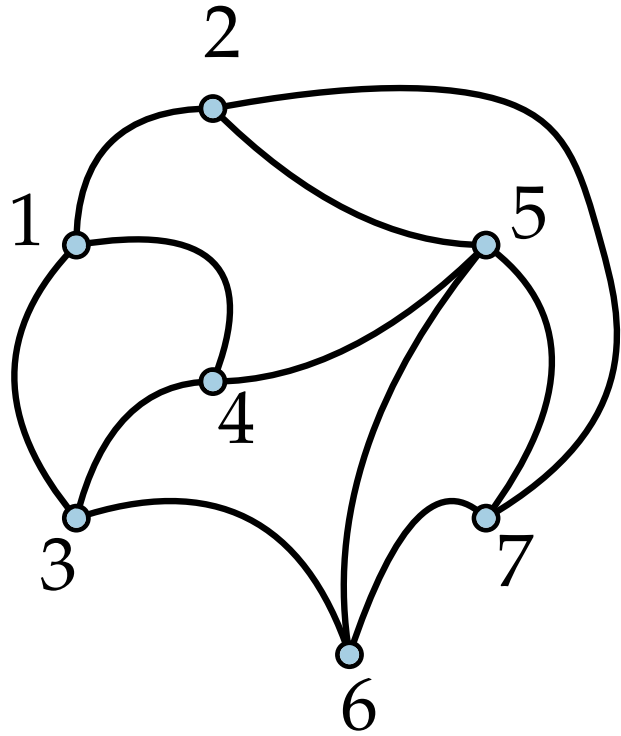
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



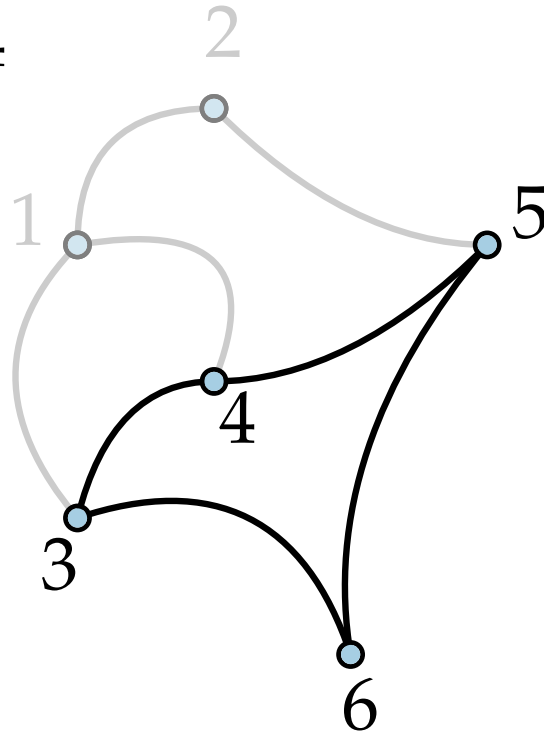
$$\omega = 4$$



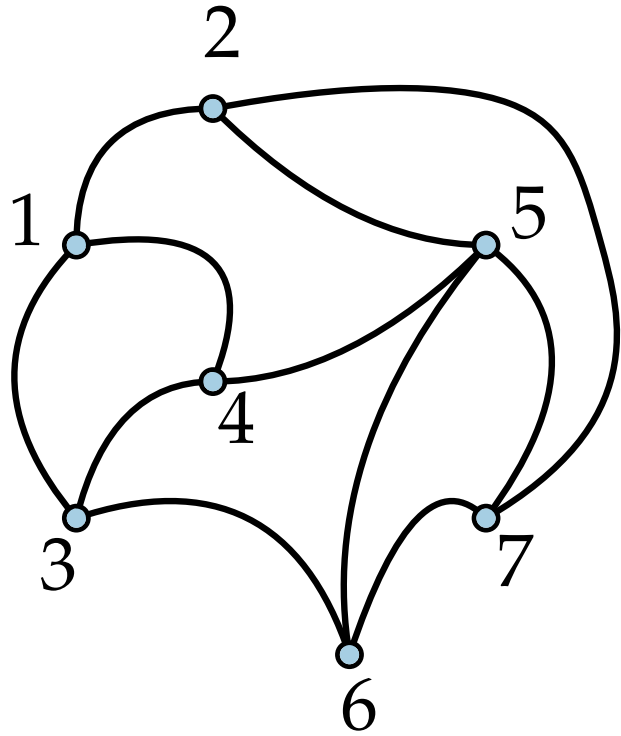
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



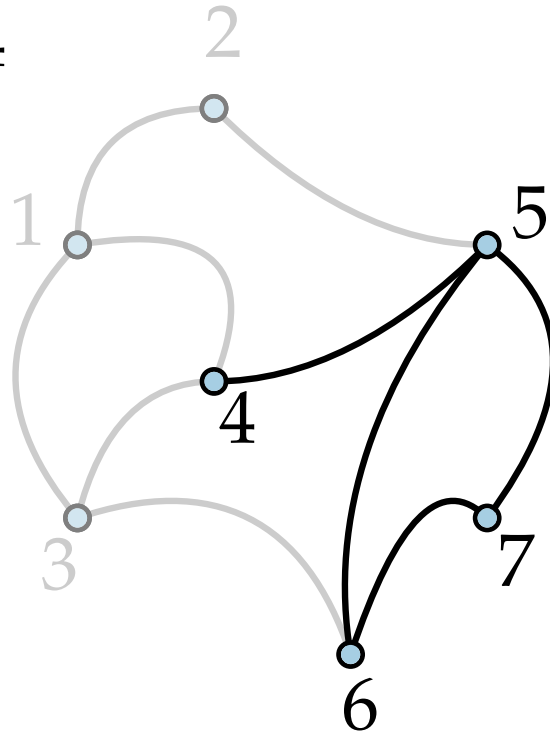
$$\omega = 4$$



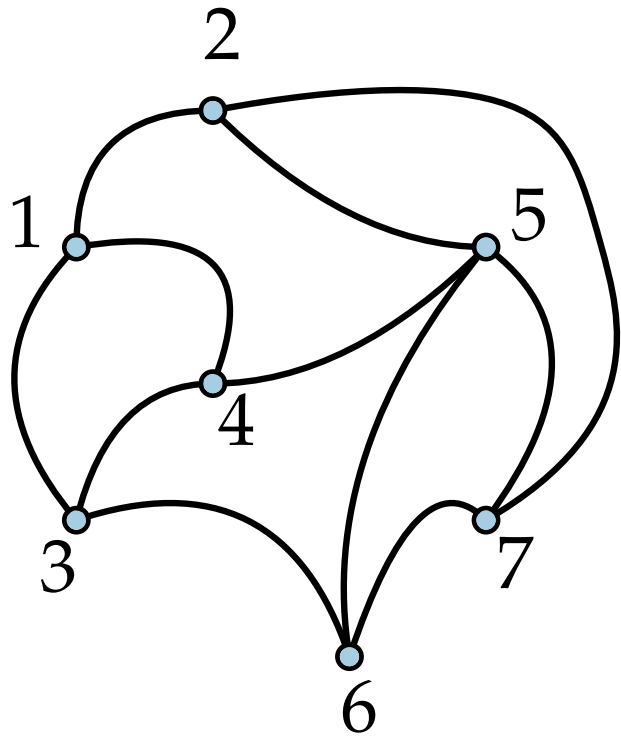
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



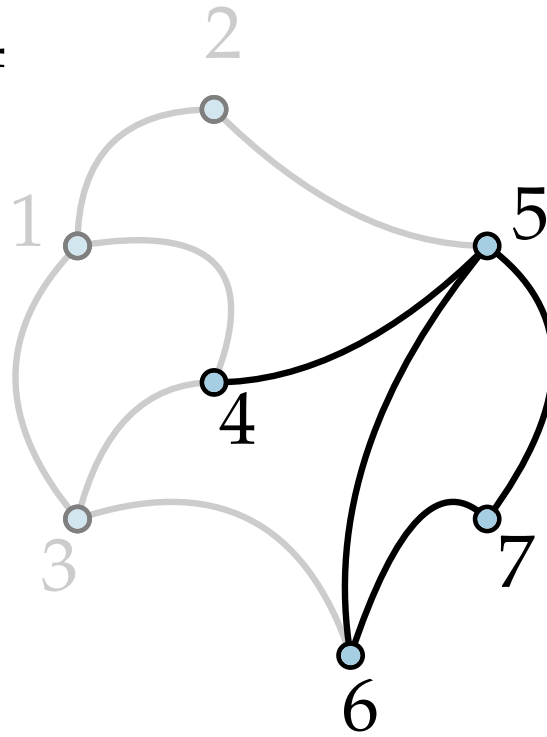
$\omega = 4$



# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories

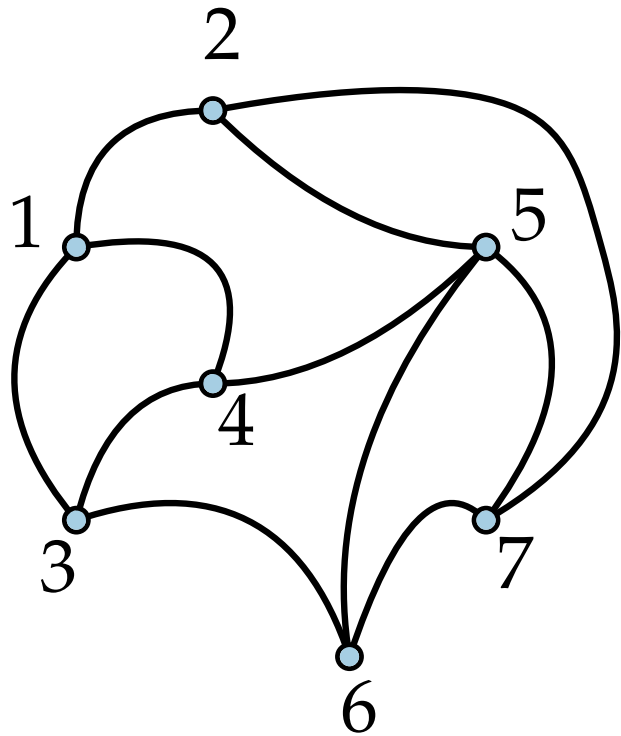


$$\omega = 4$$

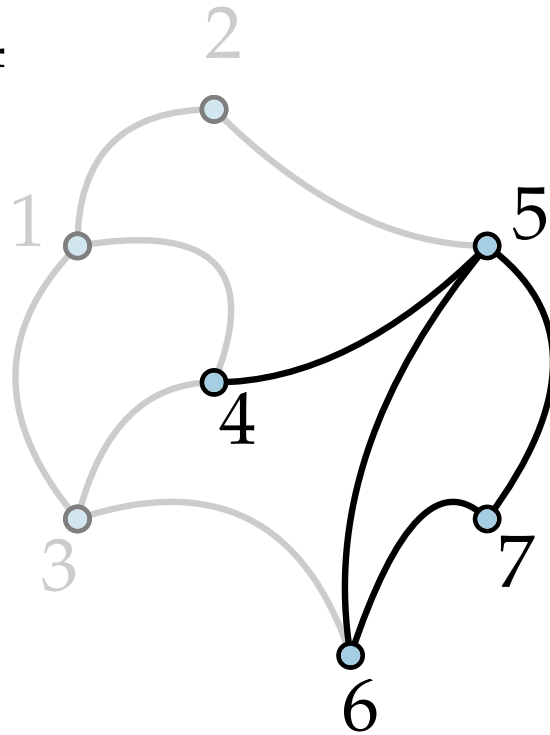


$$\omega + k = 5$$

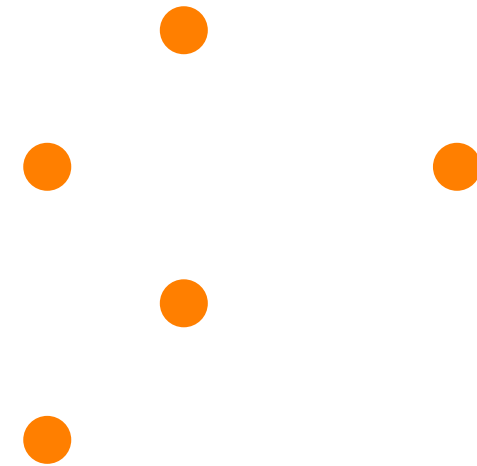
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



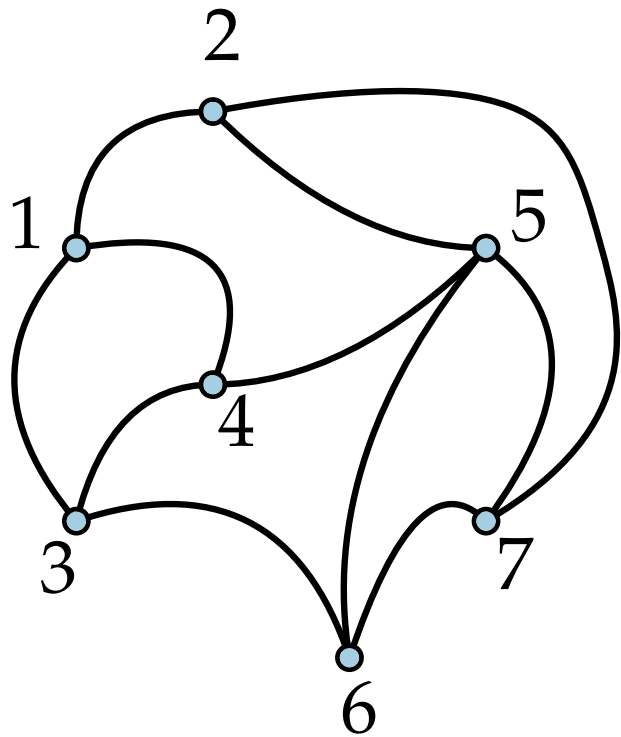
$$\omega = 4$$



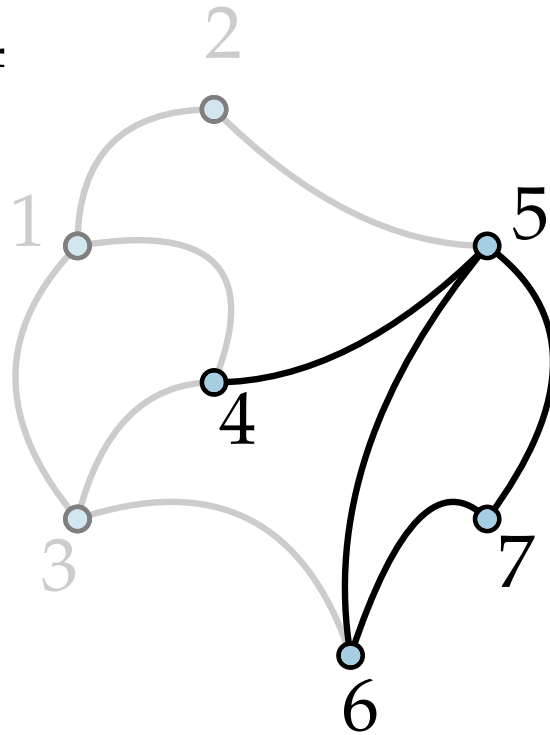
$$\omega + k = 5$$



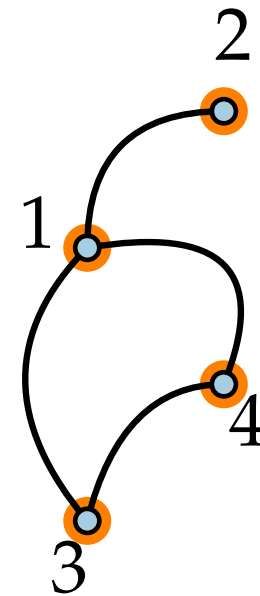
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



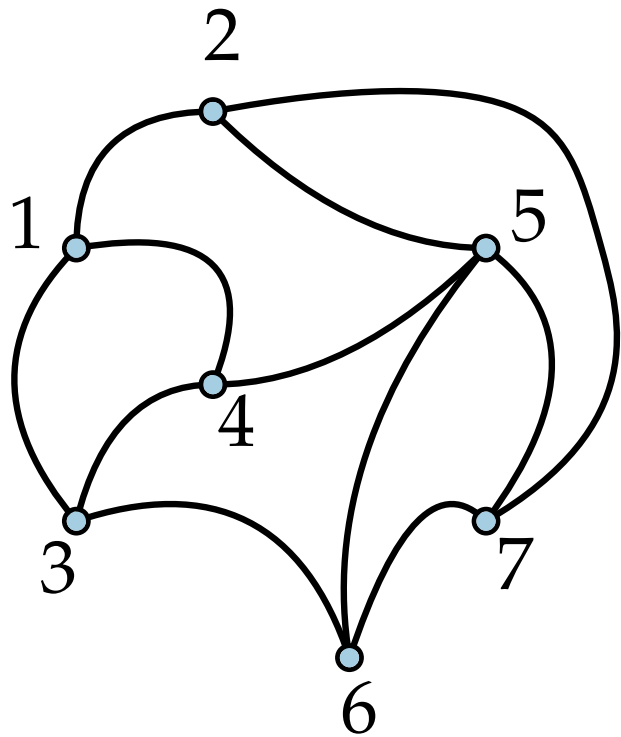
$\omega = 4$



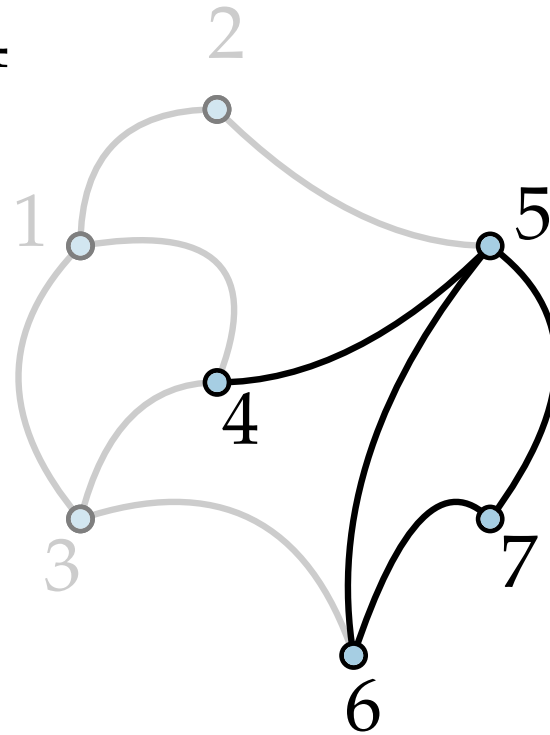
$\omega + k = 5$



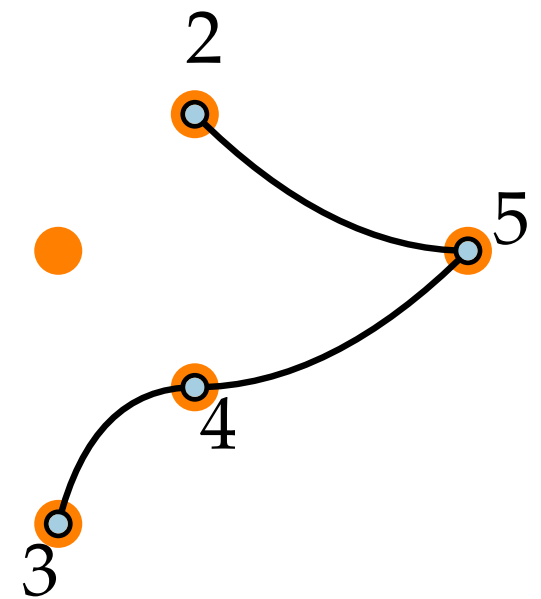
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



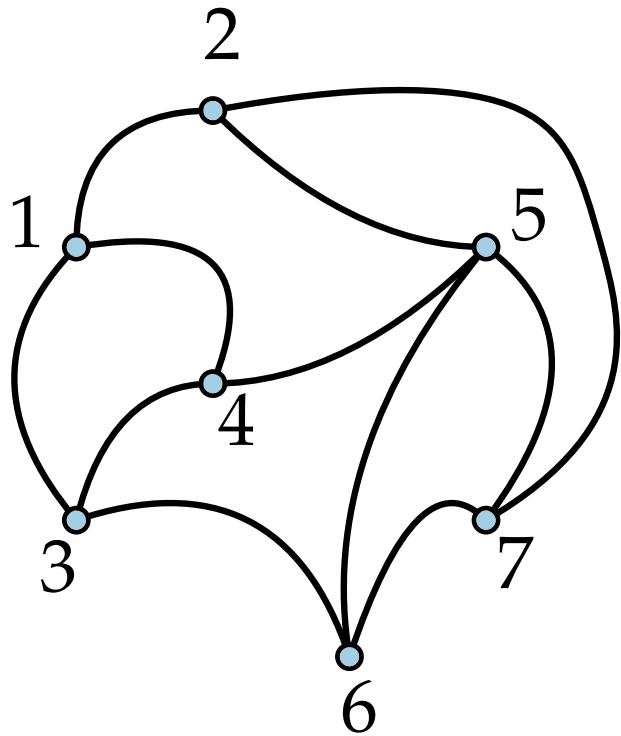
$\omega = 4$



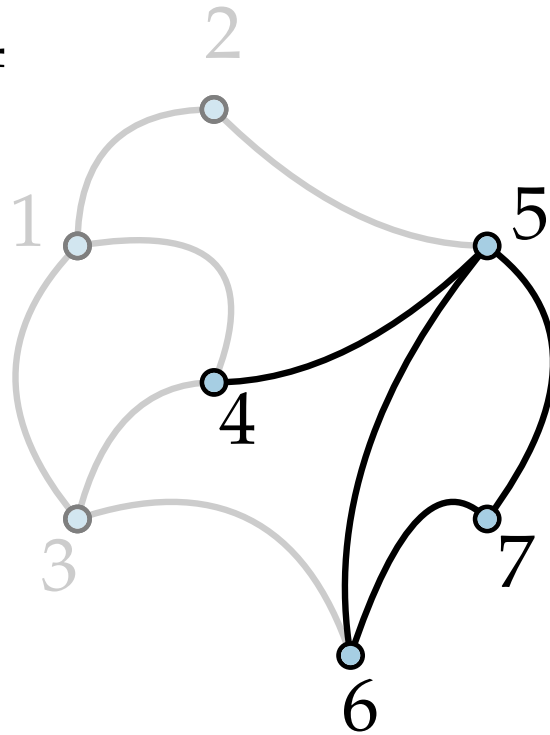
$\omega + k = 5$



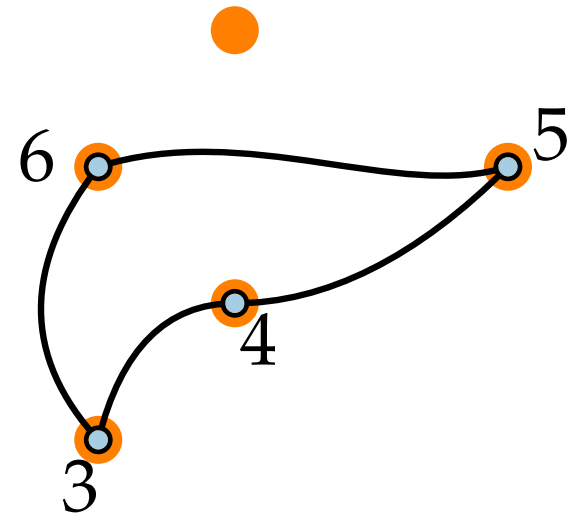
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



$\omega = 4$

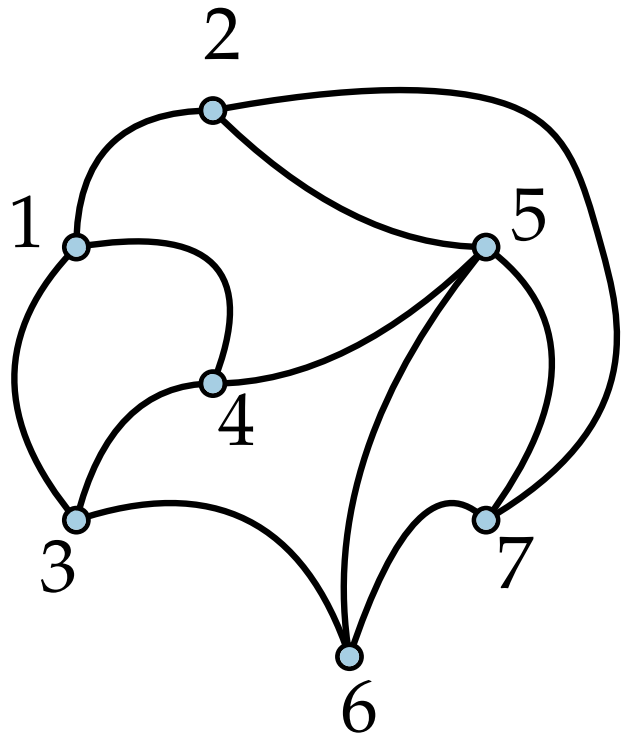


$\omega + k = 5$

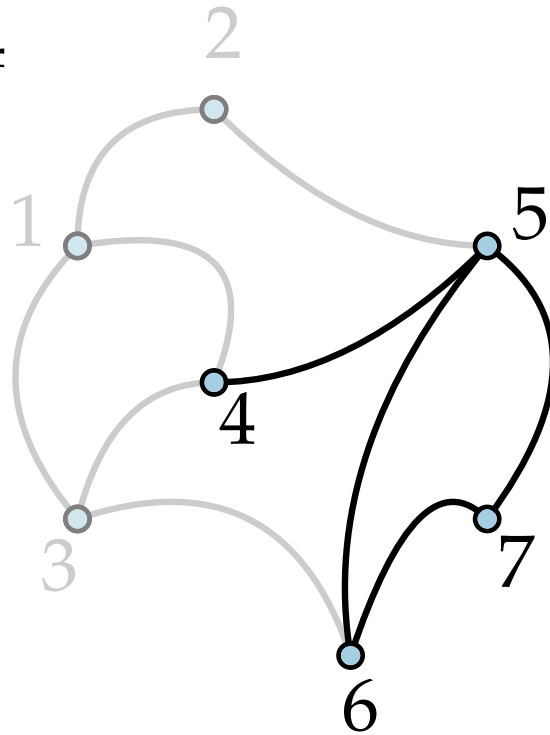




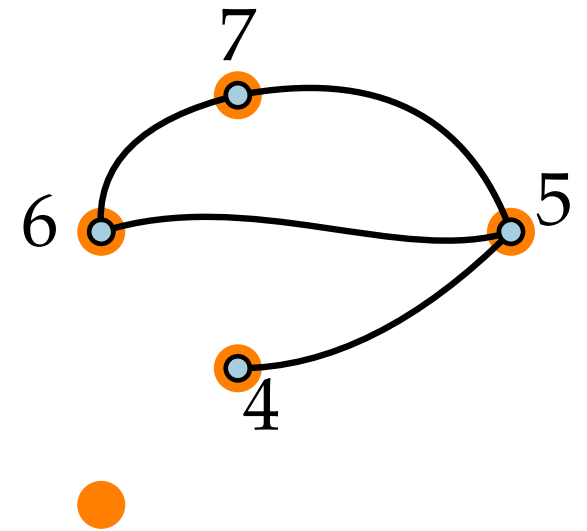
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



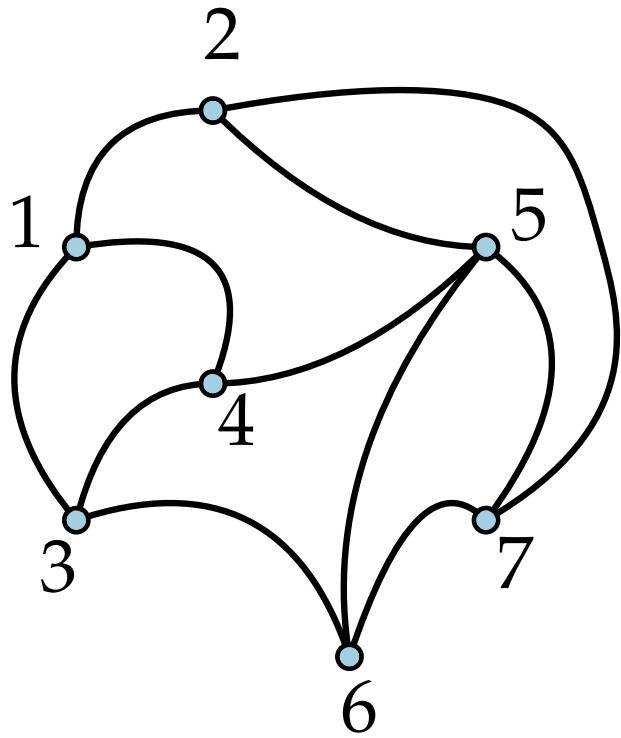
$\omega = 4$



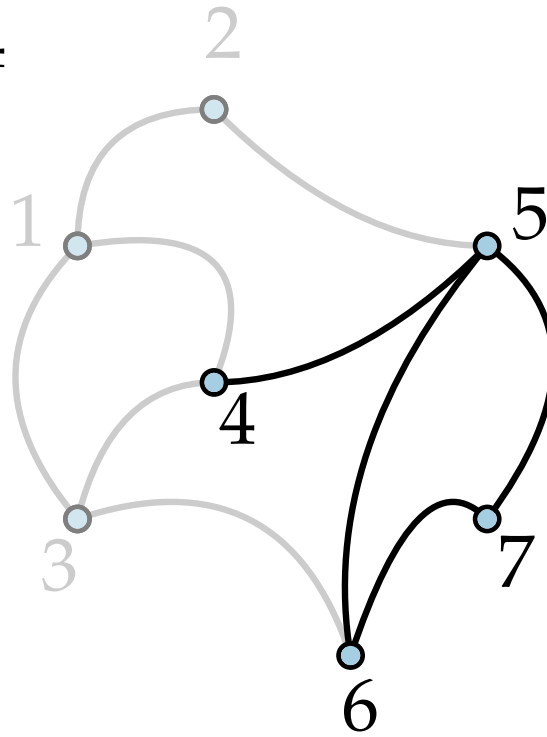
$\omega + k = 5$



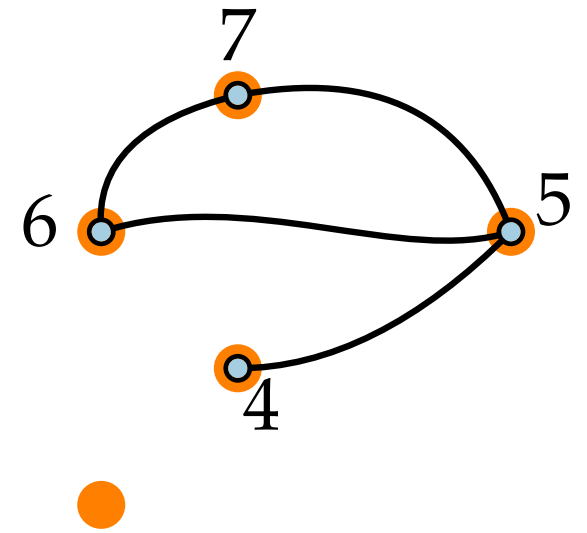
# 1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories



$\omega = 4$

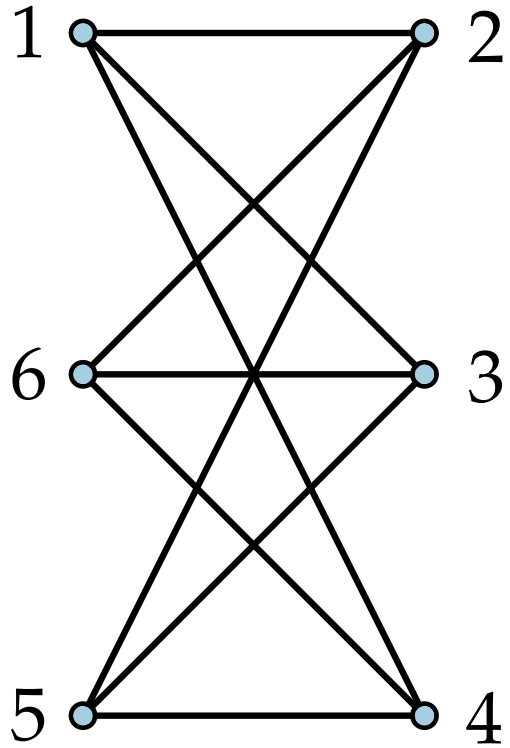


$\omega + k = 5$

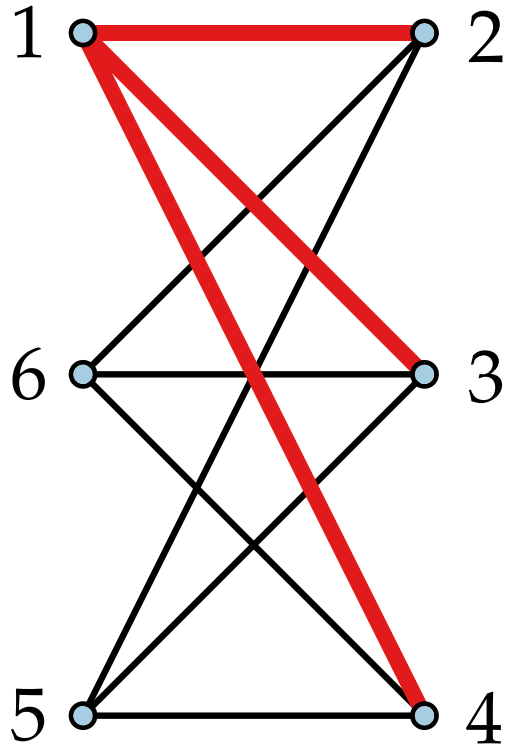


Find minimal  $k$  such that all drawings are planar.

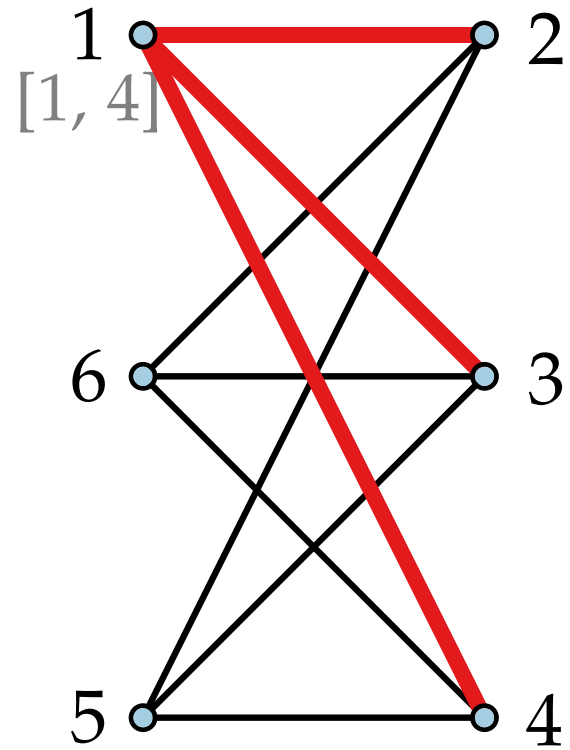
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



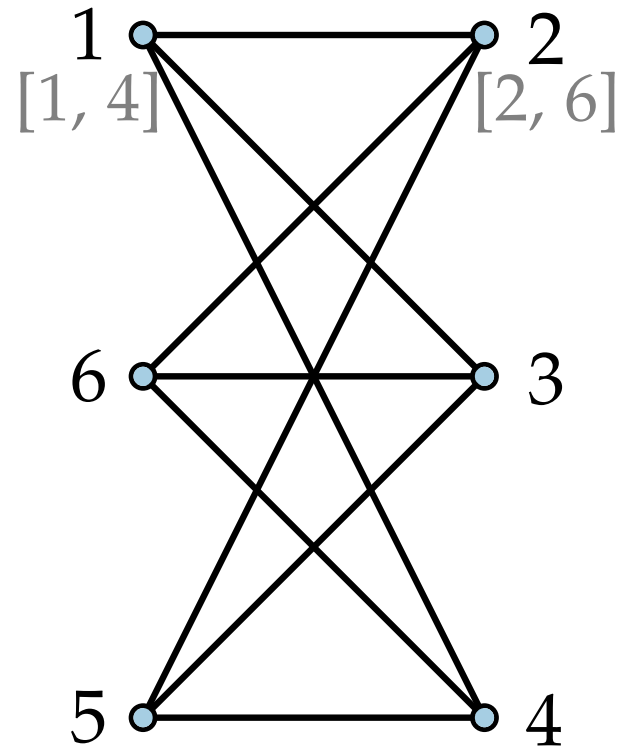
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



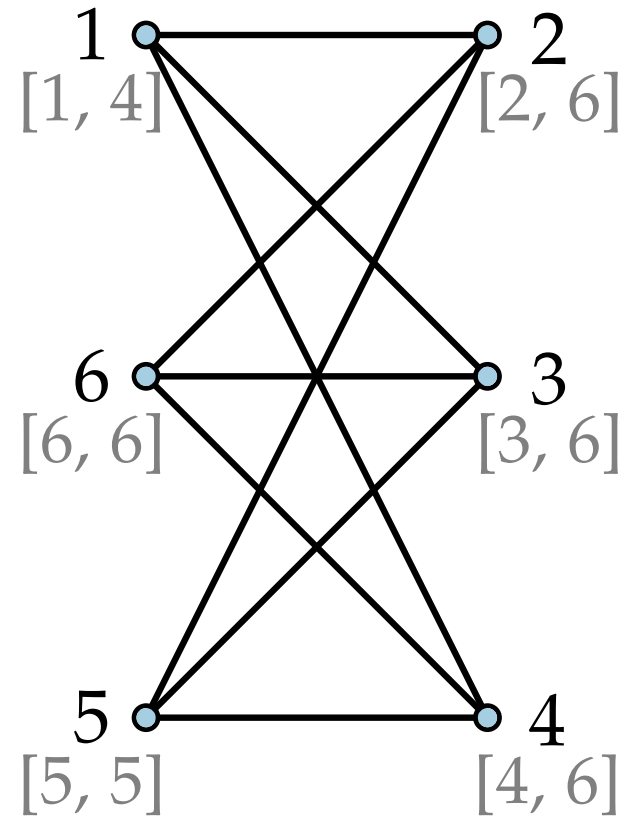
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



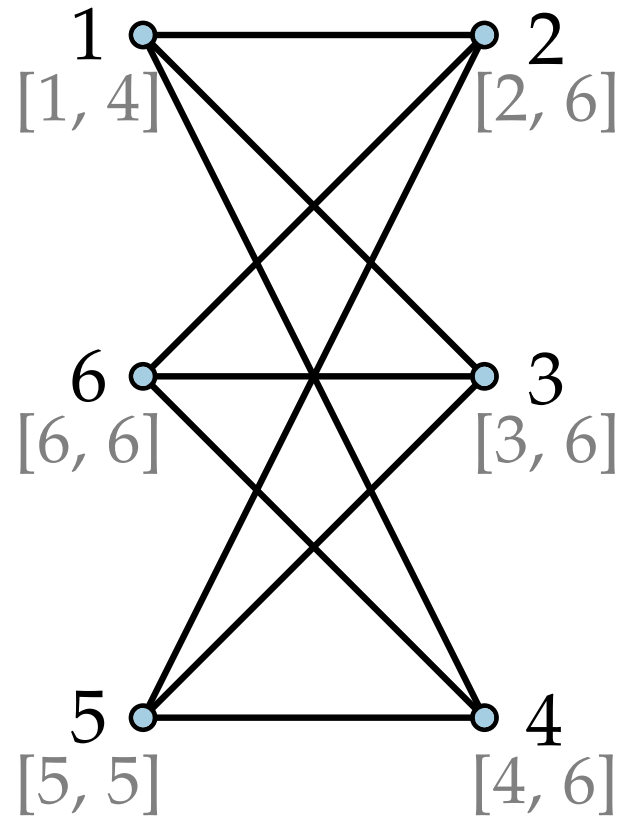
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem

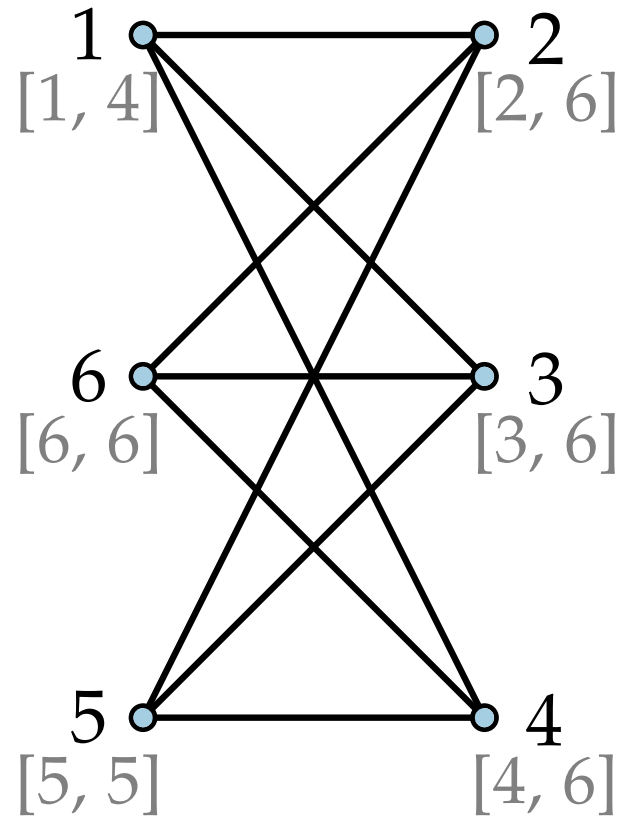


## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



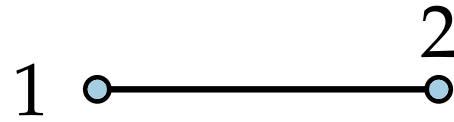
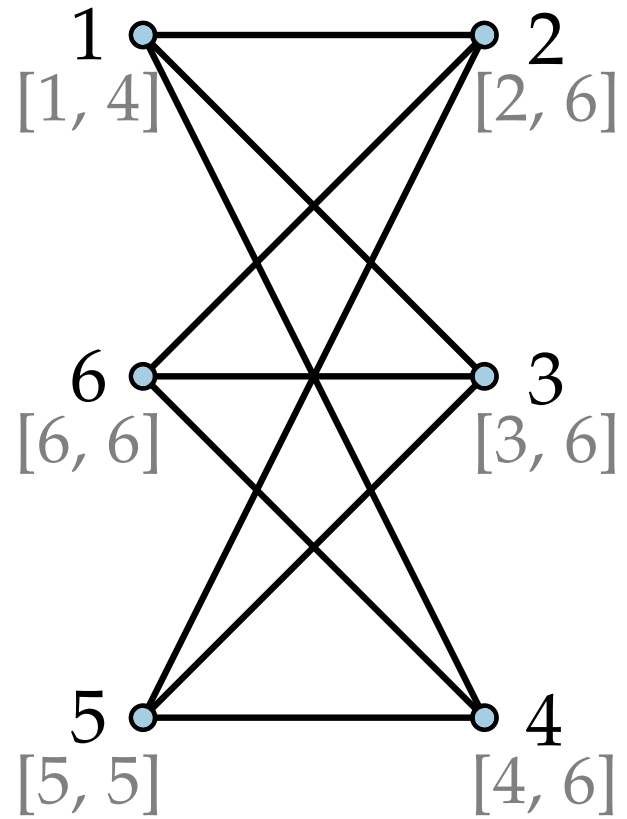


## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem

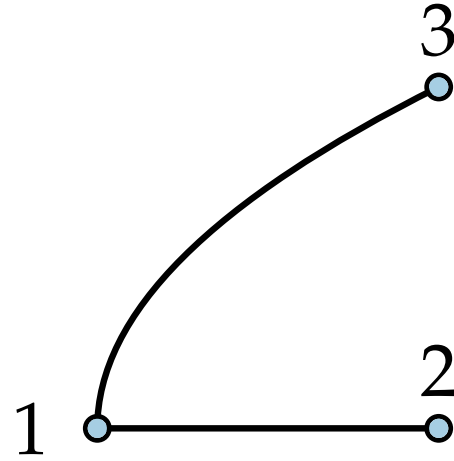
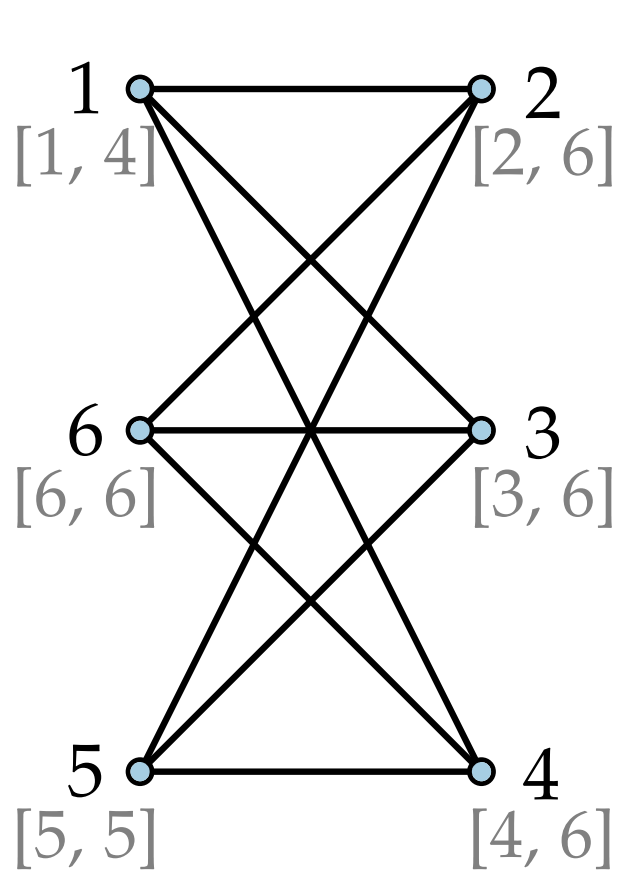


1 ○

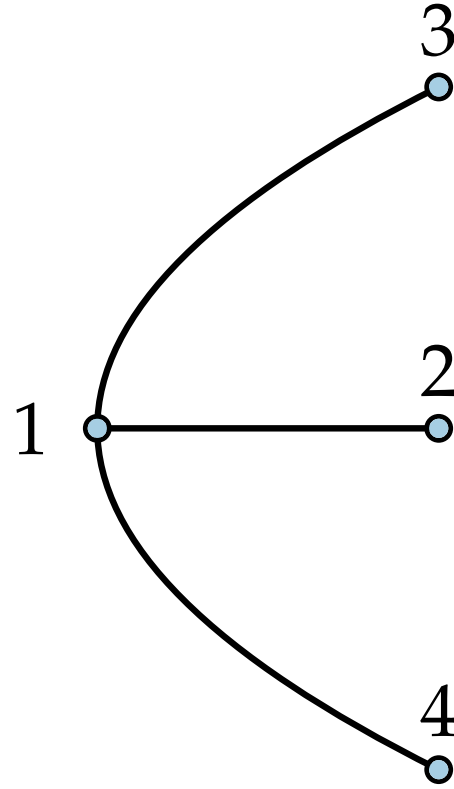
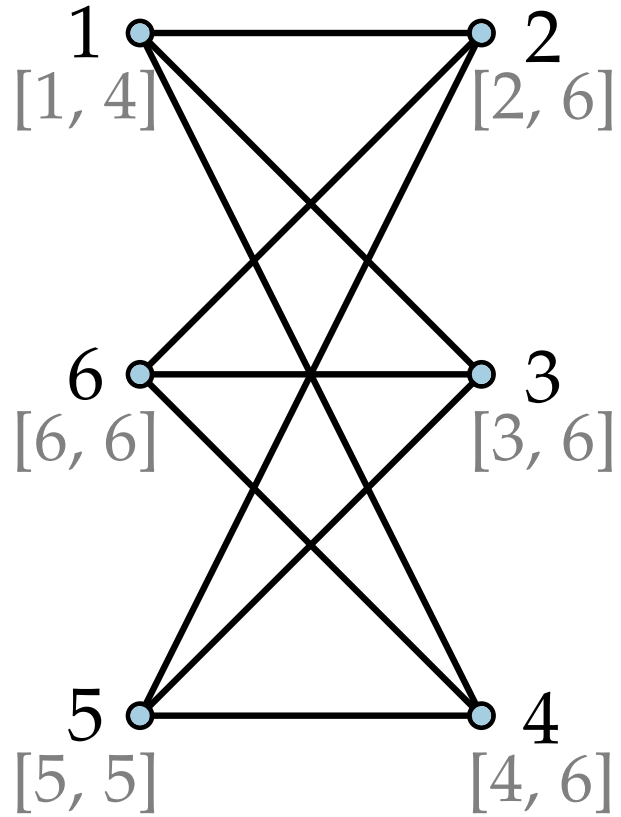
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



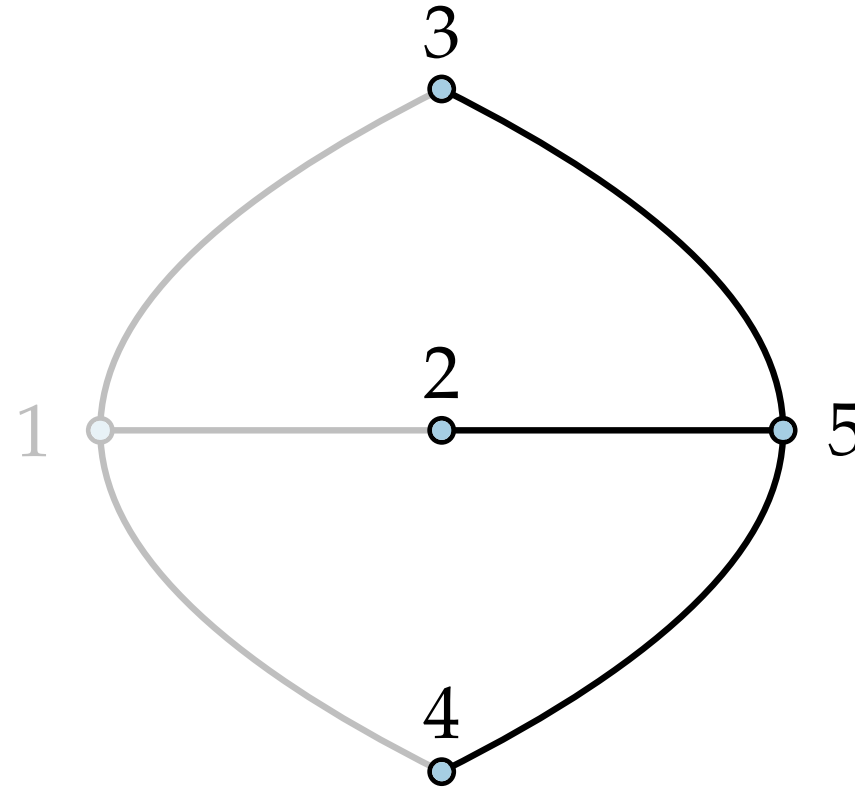
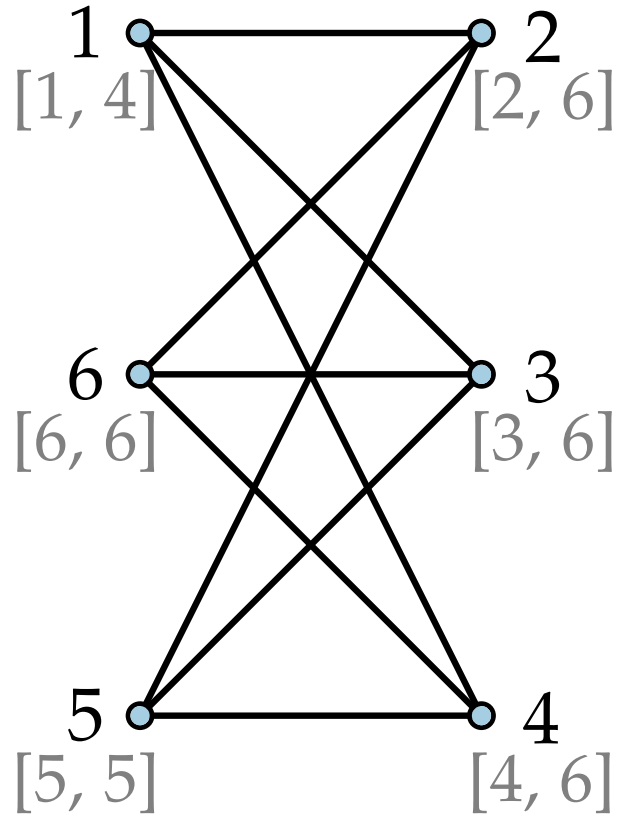
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



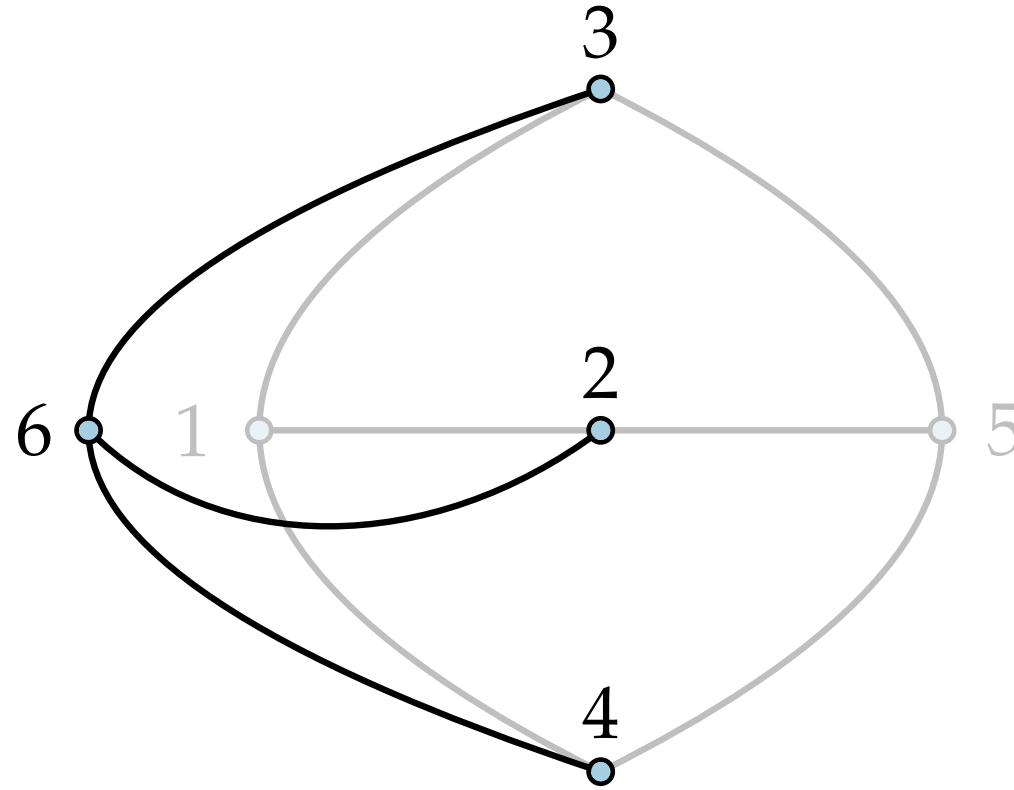
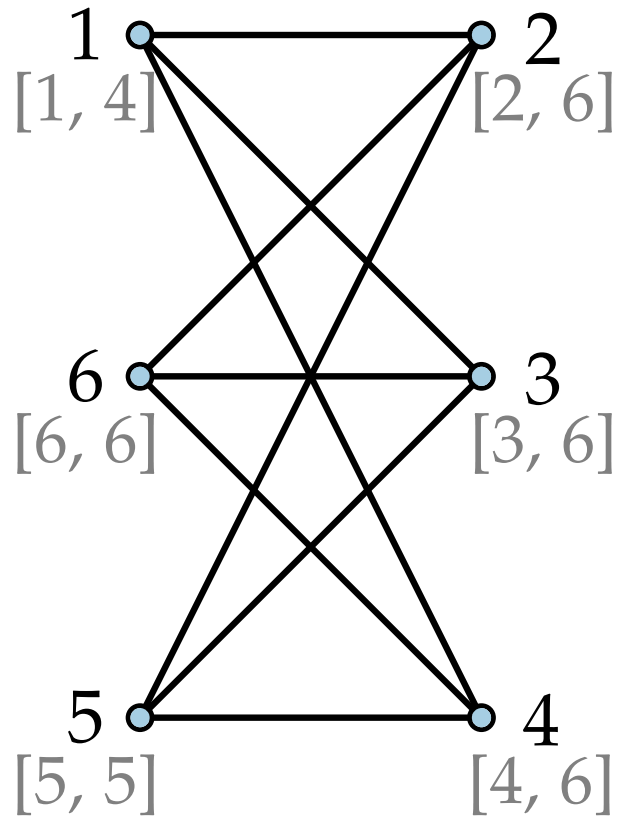
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



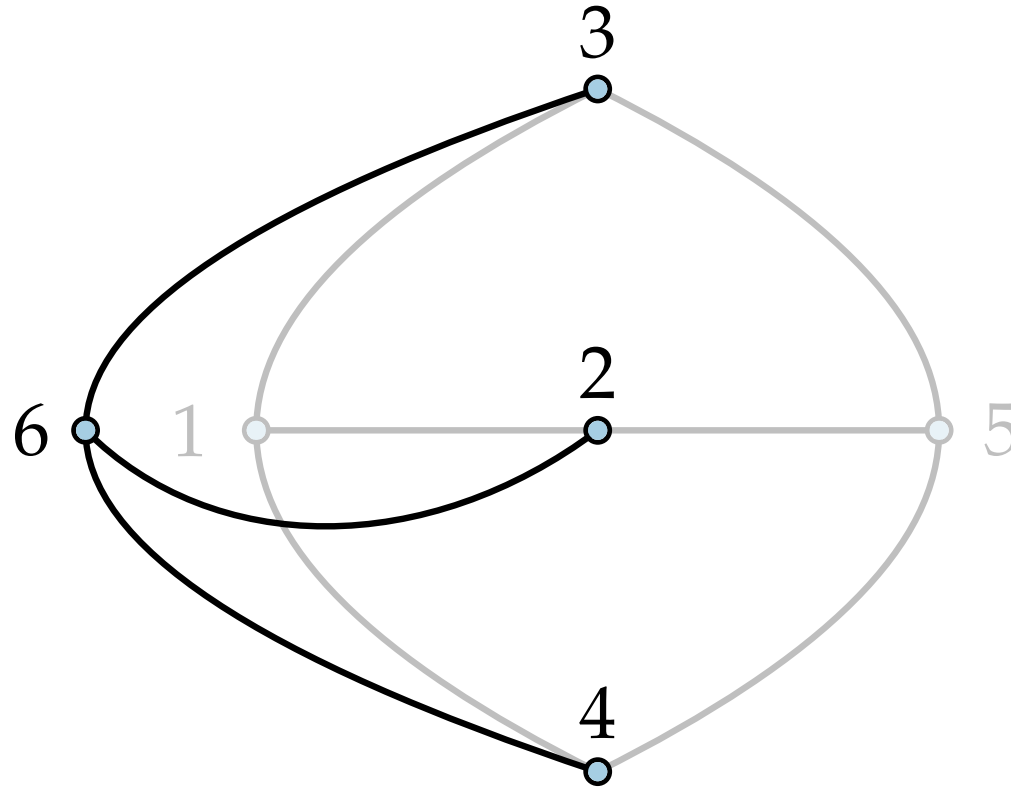
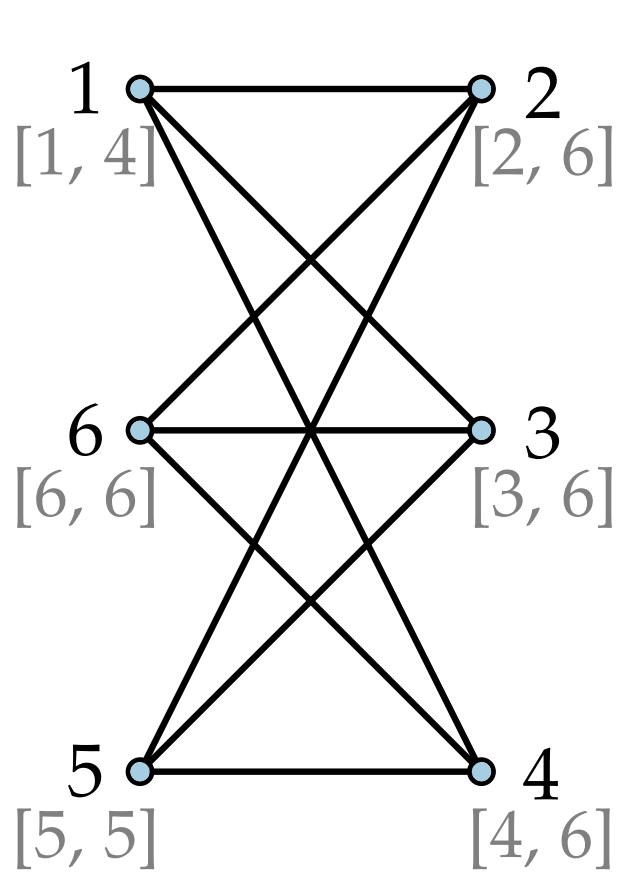
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



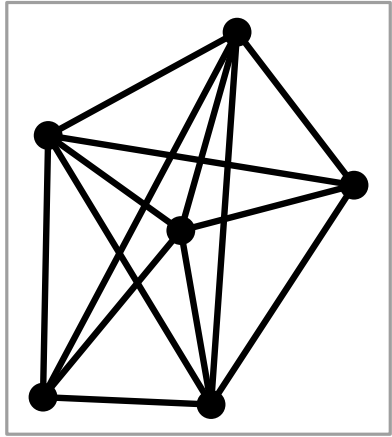
## 2. On the Complexity of the Storyplan Problem



Does a given graph admit a storyplan (i.e., a sequence of planar partial drawings)?

### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

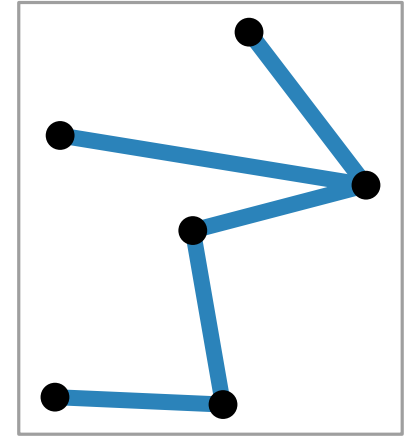
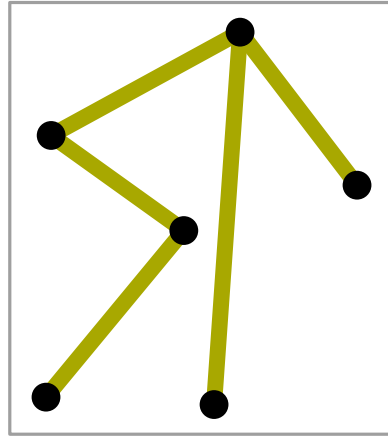
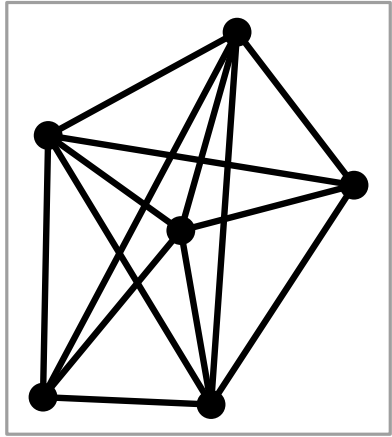
A drawing of  $K_6$ :





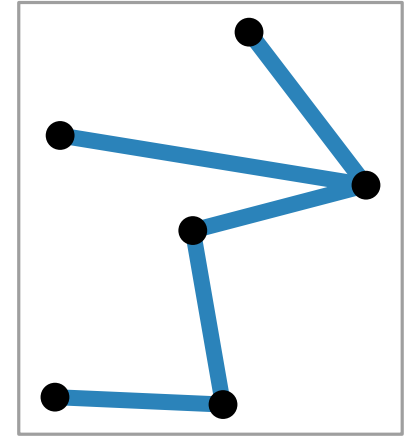
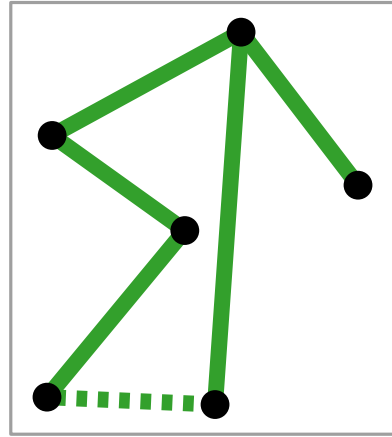
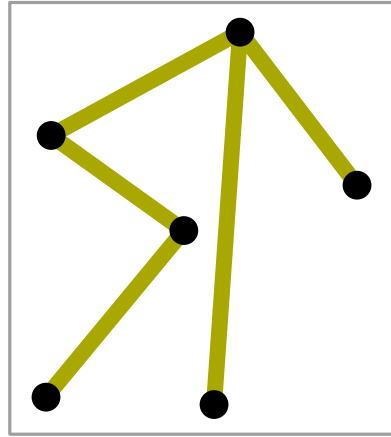
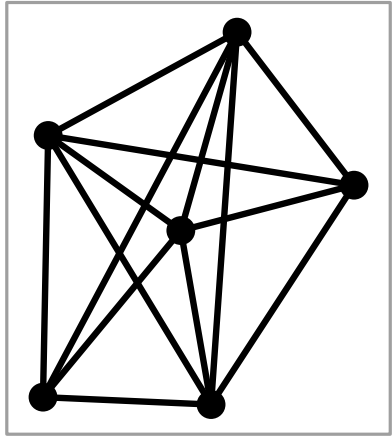
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



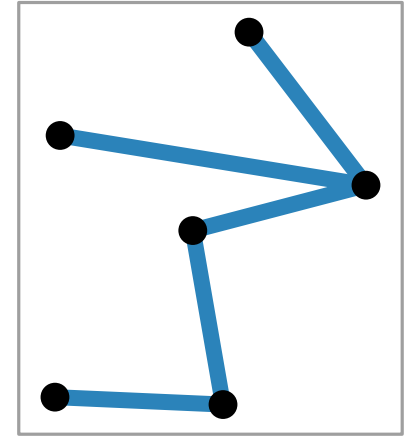
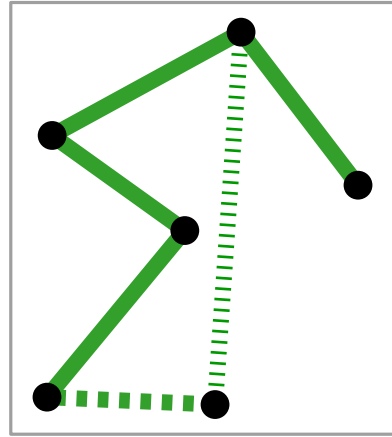
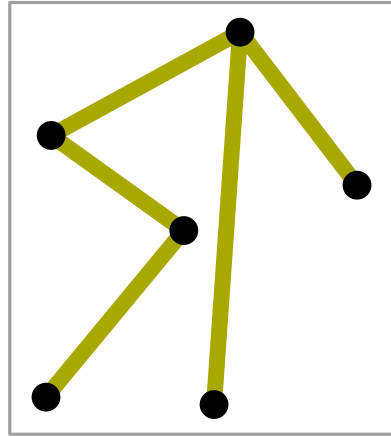
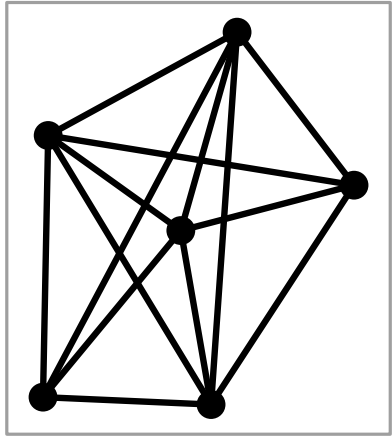
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



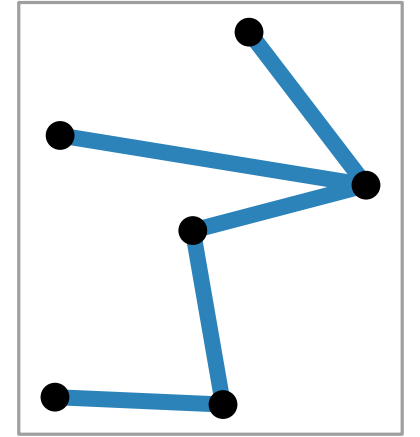
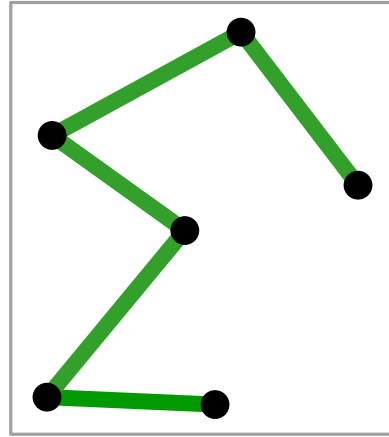
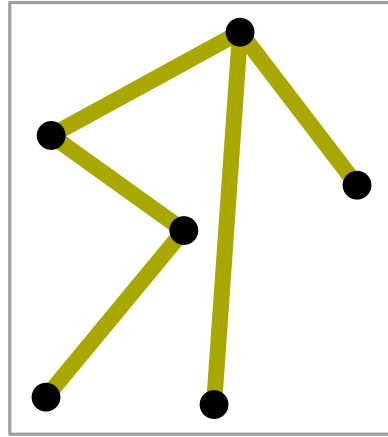
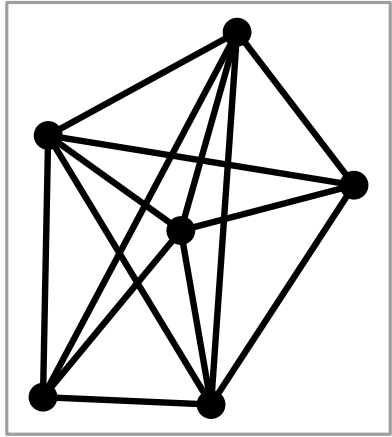
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



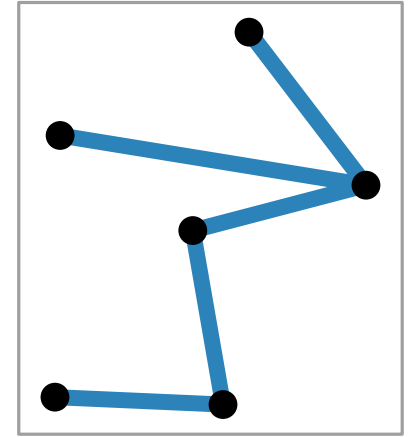
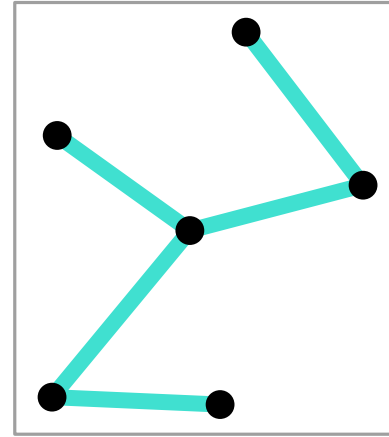
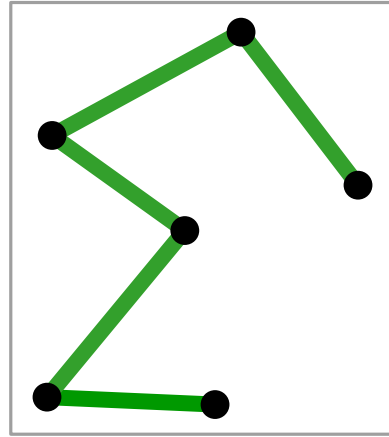
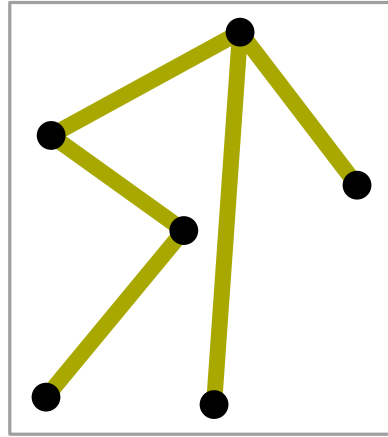
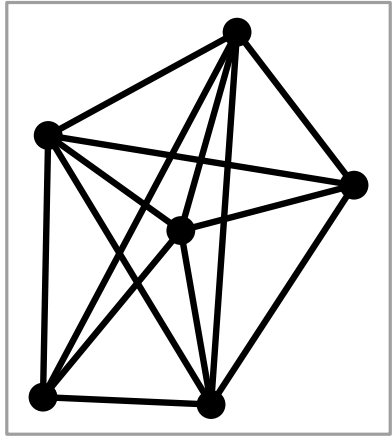
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



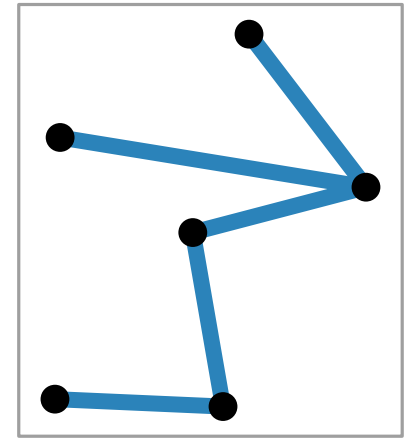
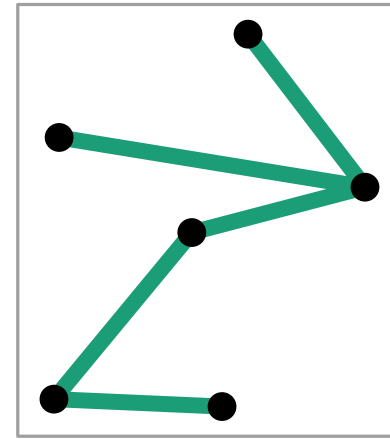
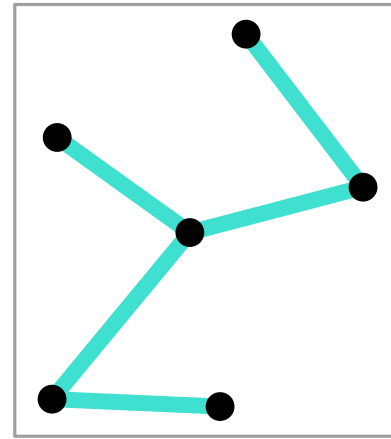
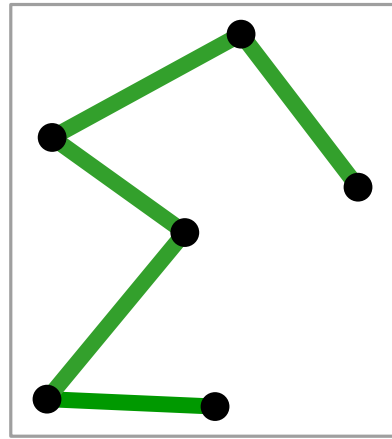
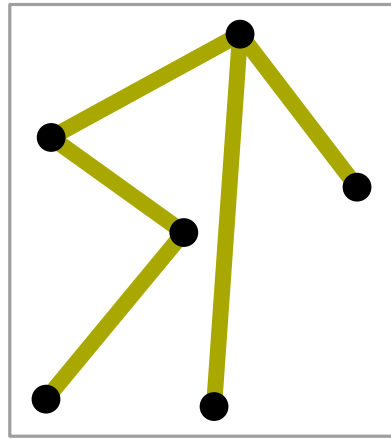
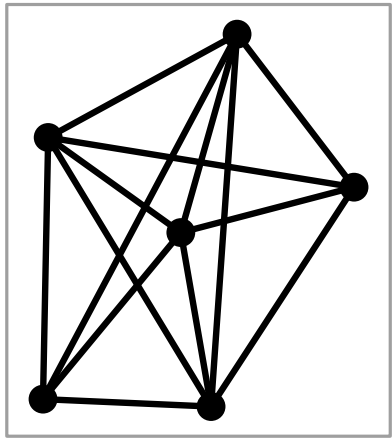
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



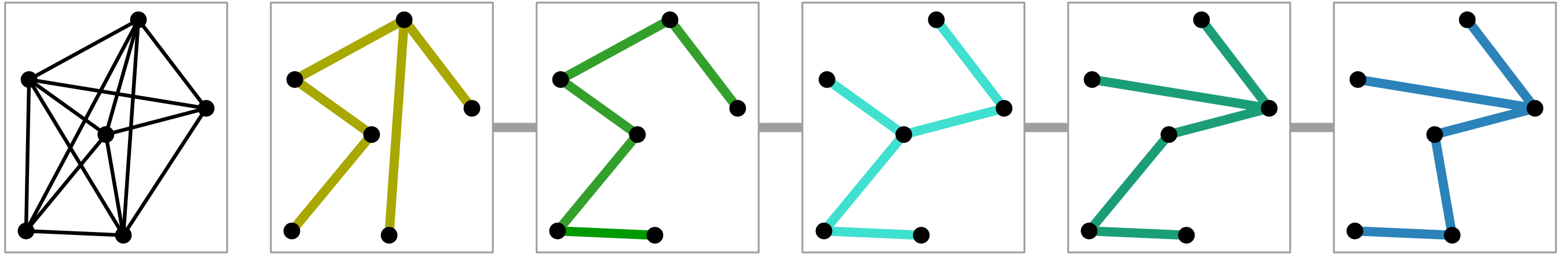
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



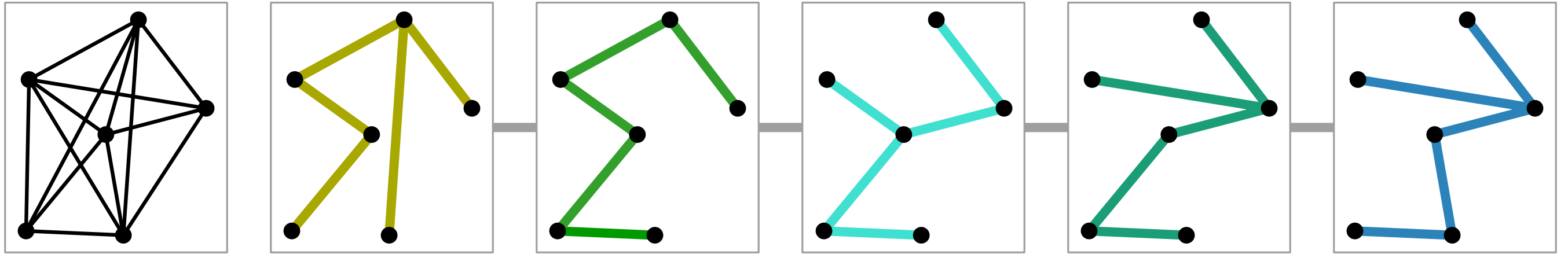
### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



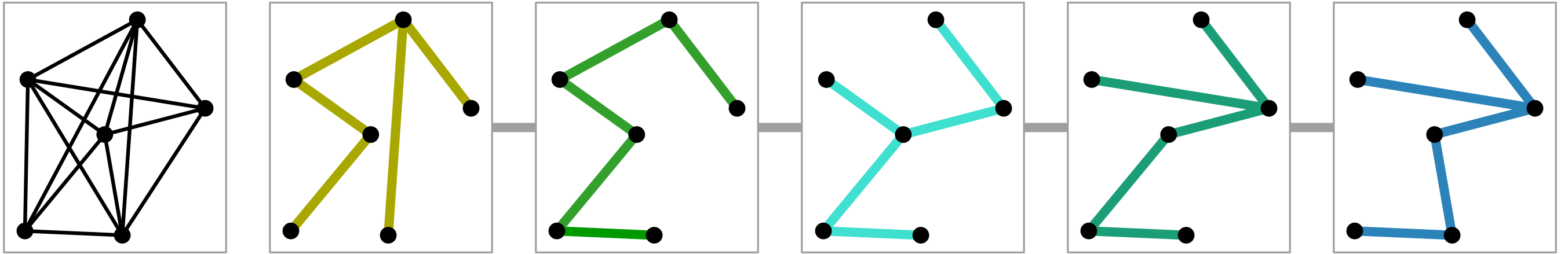
#### **Theorem 1.**

Let  $D$  be a cylindrical, monotone, or strongly  $c$ -monotone drawing of  $K_n$ , and let  $\mathcal{T}_D$  be the set of all plane spanning trees of  $D$ . Then, the compatibility graph  $\mathcal{F}(\mathcal{T}_D)$  is connected.



### 3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of $K_n$

A drawing of  $K_6$ :



**Theorem 1.** Let  $D$  be a cylindrical, monotone, or strongly  $c$ -monotone drawing of  $K_n$ , and let  $\mathcal{T}_D$  be the set of all plane spanning trees of  $D$ . Then, the compatibility graph  $\mathcal{F}(\mathcal{T}_D)$  is connected.

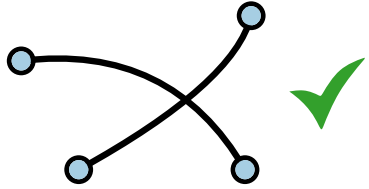
**Theorem 2.** Let  $D$  be a simple drawing of  $K_n$ , and let  $\mathcal{T}_D^*$  be the set of all plane spanning stars, double stars, and twin stars on  $D$ . Then, the compatibility graph  $\mathcal{F}(\mathcal{T}_D^*)$  is connected.

## 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.

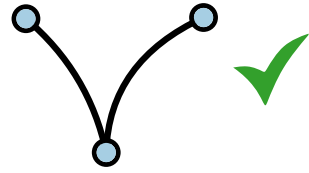
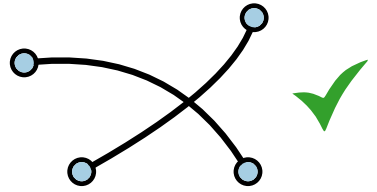
## 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



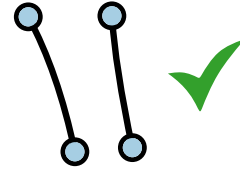
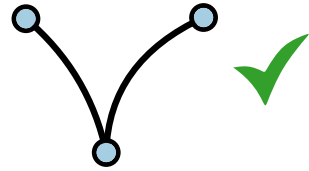
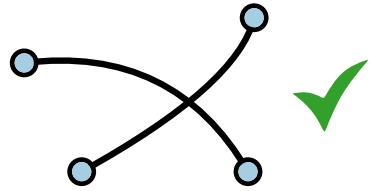
## 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



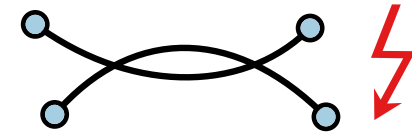
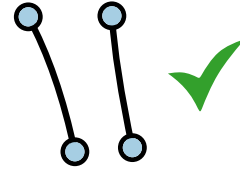
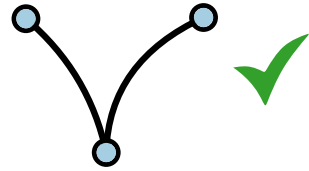
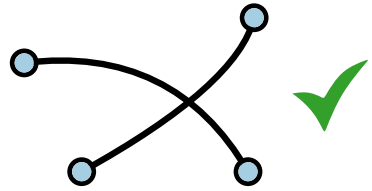
# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



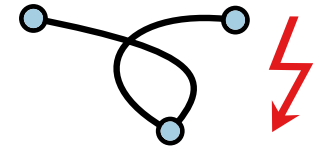
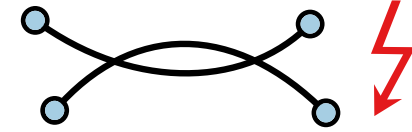
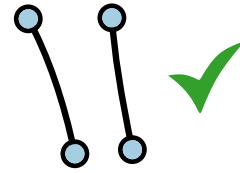
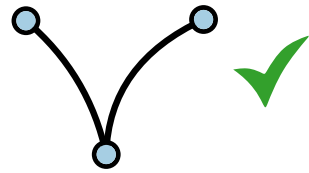
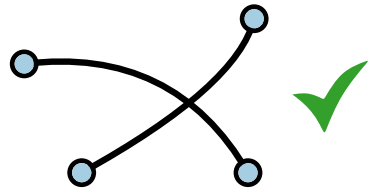
# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



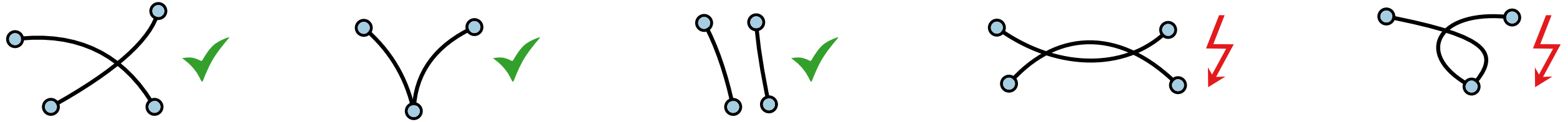
# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.

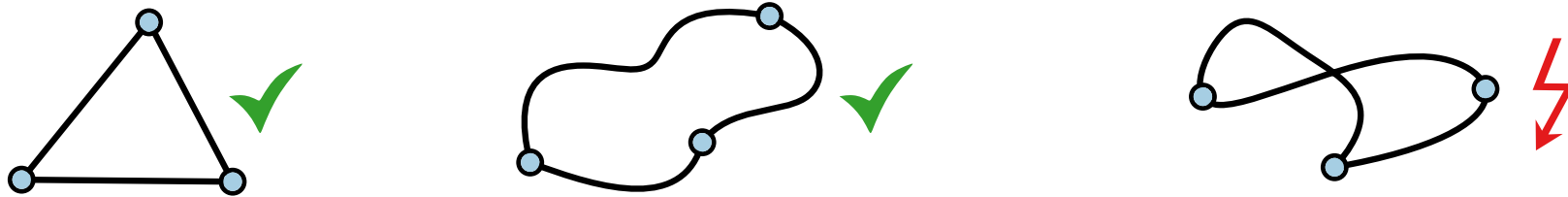


# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



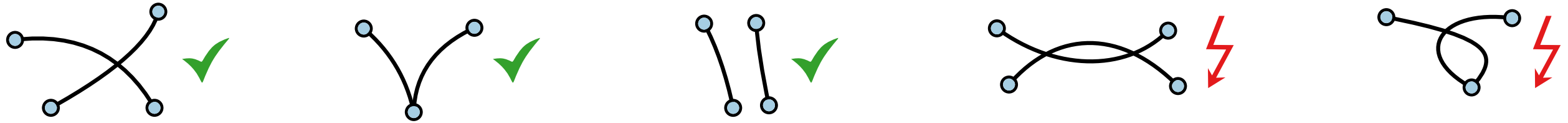
$\Rightarrow$  jedes **Dreieck** (Kreis der Länge 3) ist frei von Selbstüberschneidungen



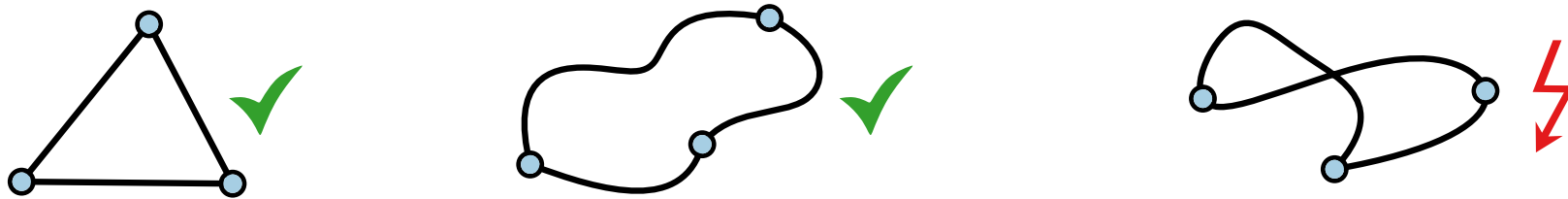


# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

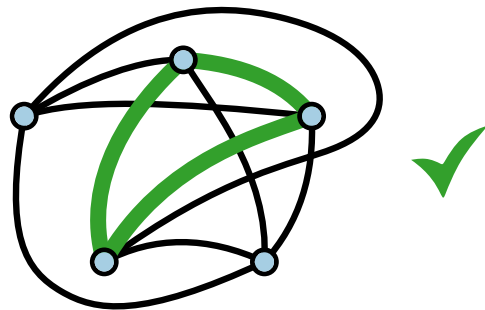
In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



$\Rightarrow$  jedes **Dreieck** (Kreis der Länge 3) ist frei von Selbstüberschneidungen

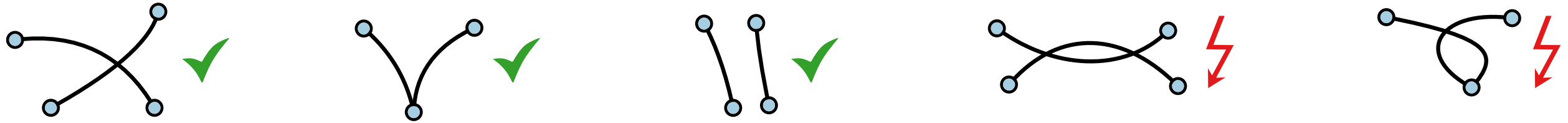


Ein Dreieck ist **leer**, falls sein Inneres oder sein Äußeres keinen Knoten enthält.

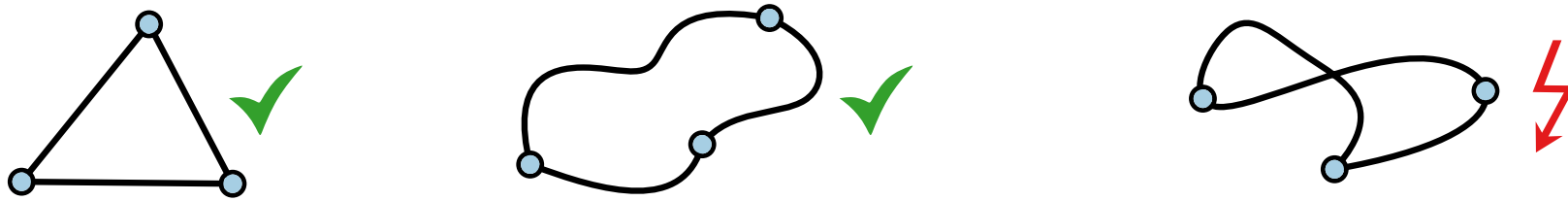


# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



$\Rightarrow$  jedes **Dreieck** (Kreis der Länge 3) ist frei von Selbstüberschneidungen

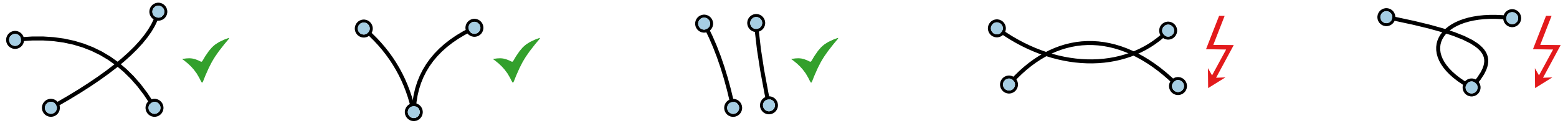


Ein Dreieck ist **leer**, falls sein Inneres oder sein Äußeres keinen Knoten enthält.

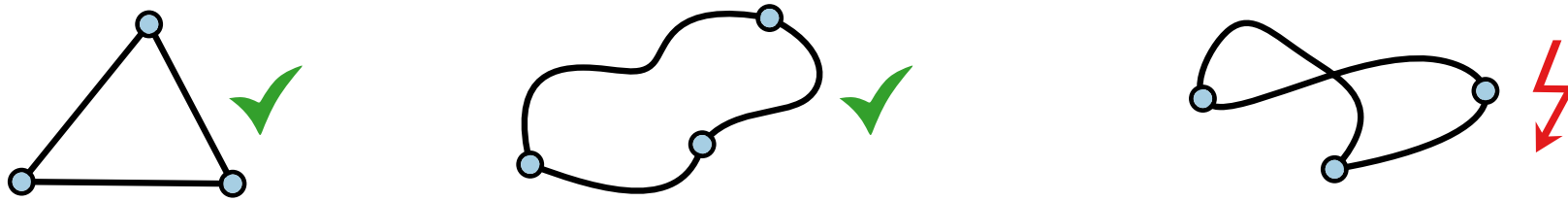


# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

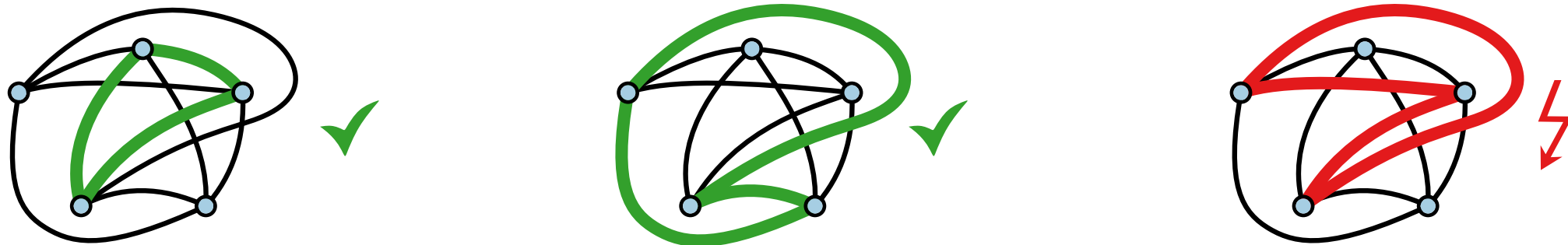
In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



$\Rightarrow$  jedes **Dreieck** (Kreis der Länge 3) ist frei von Selbstüberschneidungen

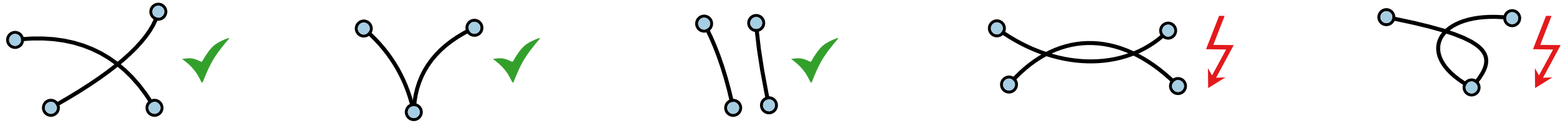


Ein Dreieck ist **leer**, falls sein Inneres oder sein Äußeres keinen Knoten enthält.

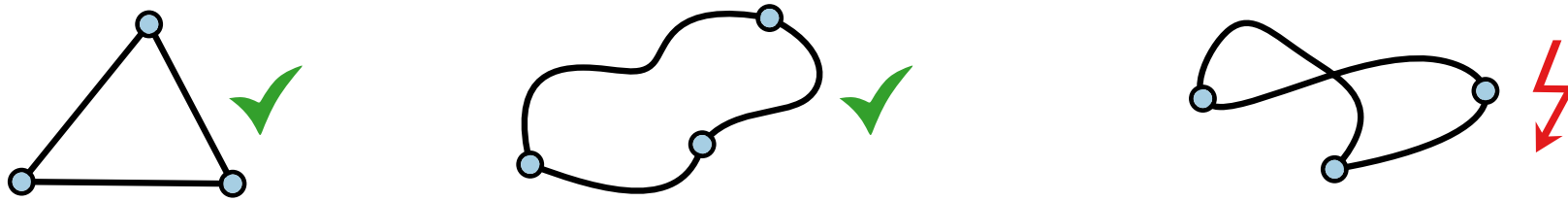


# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

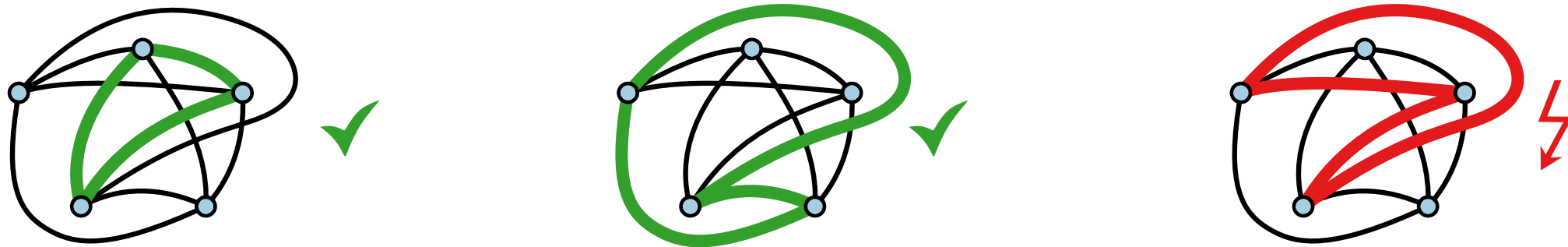
In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



$\Rightarrow$  jedes **Dreieck** (Kreis der Länge 3) ist frei von Selbstüberschneidungen



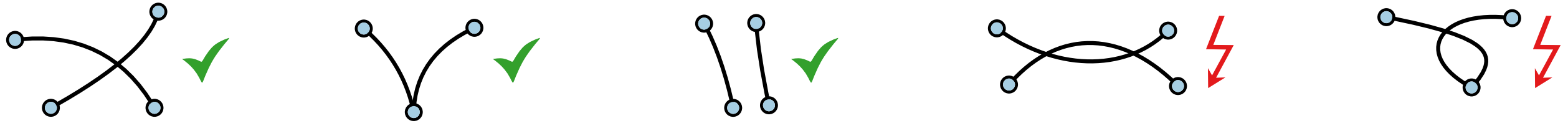
Ein Dreieck ist **leer**, falls sein Inneres oder sein Äußeres keinen Knoten enthält.



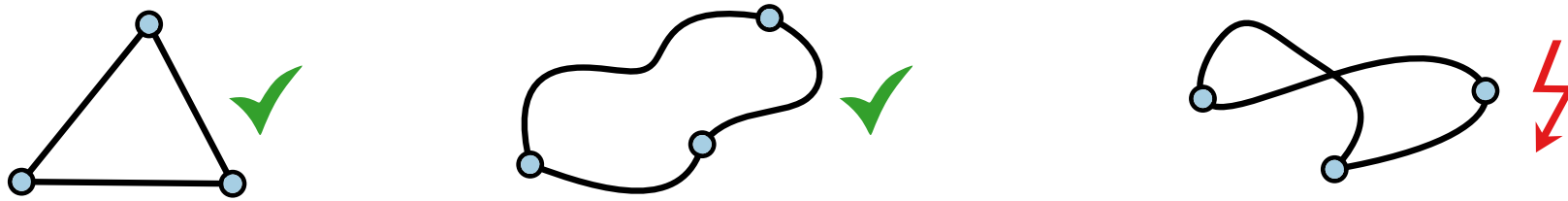
**Vermutung:** Jede einfache Zeichnung von  $K_n$  hat  $\geq 2n - 4$  leere Dreiecke.

# 4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings

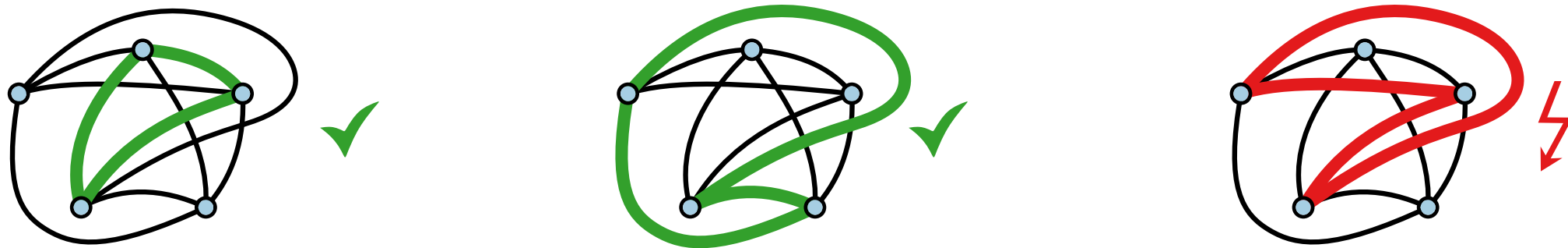
In einer **einfachen** Zeichnung teilt sich jedes Kantenpaar  $\leq 1$  Punkt.



$\Rightarrow$  jedes **Dreieck** (Kreis der Länge 3) ist frei von Selbstüberschneidungen



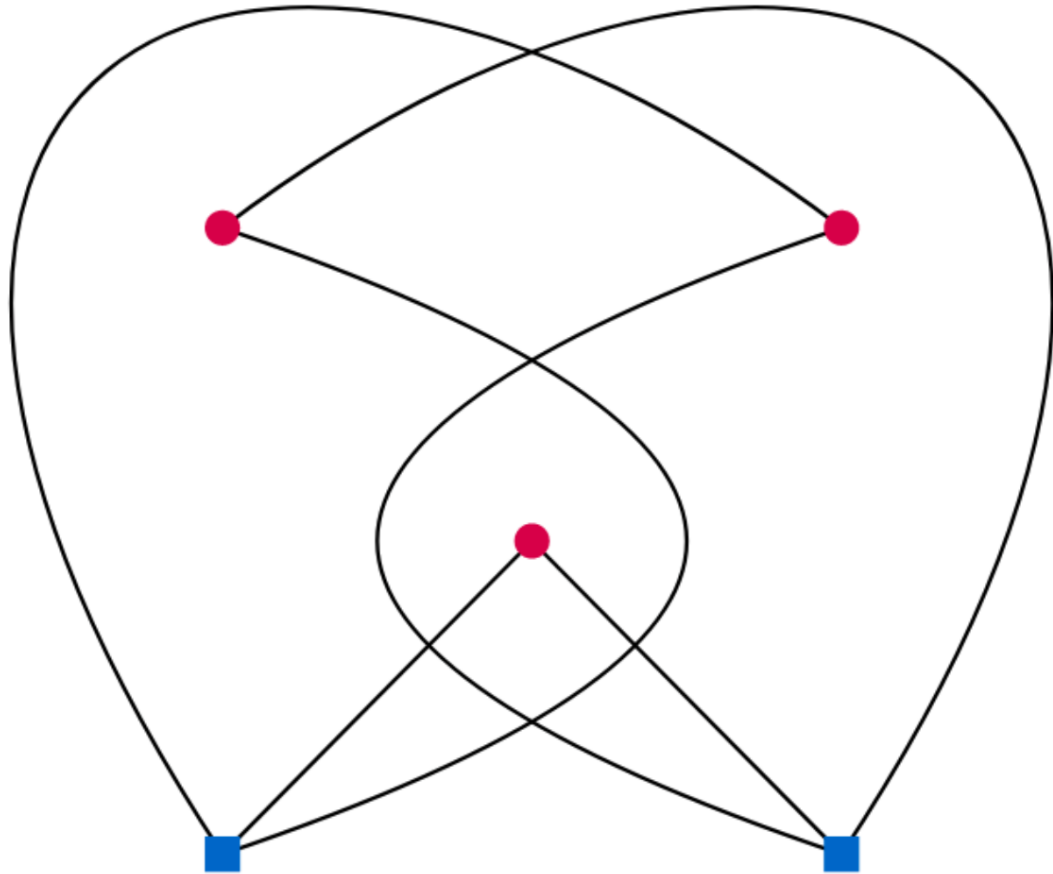
Ein Dreieck ist **leer**, falls sein Inneres oder sein Äußeres keinen Knoten enthält.



**Vermutung:** Jede einfache Zeichnung von  $K_n$  hat  $\geq 2n - 4$  leere Dreiecke.

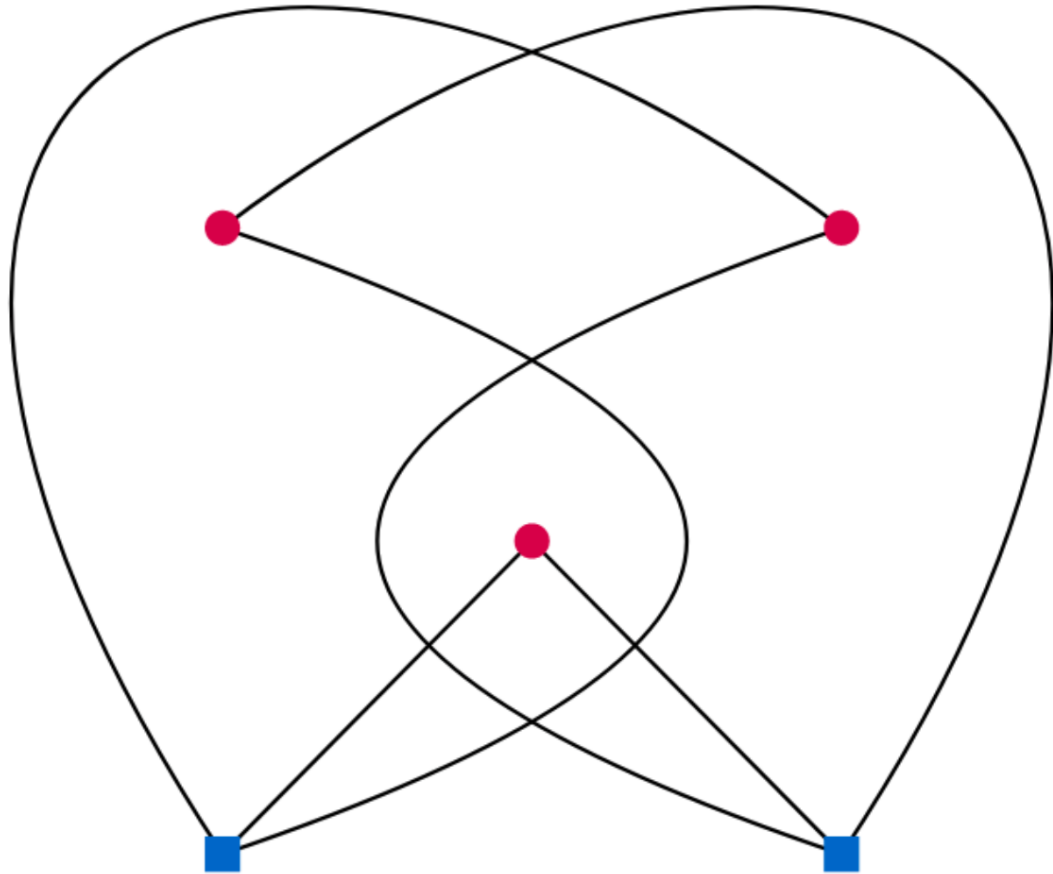
**Hier:** Beweis für den Spezialfall von **verallgemeinert verdrehten** Zeichnungen.

## 5. Shooting Stars in Simple Drawings of $K_{m,n}$



Does this drawing of  $K_{2,3}$  contain a plane spanning tree?

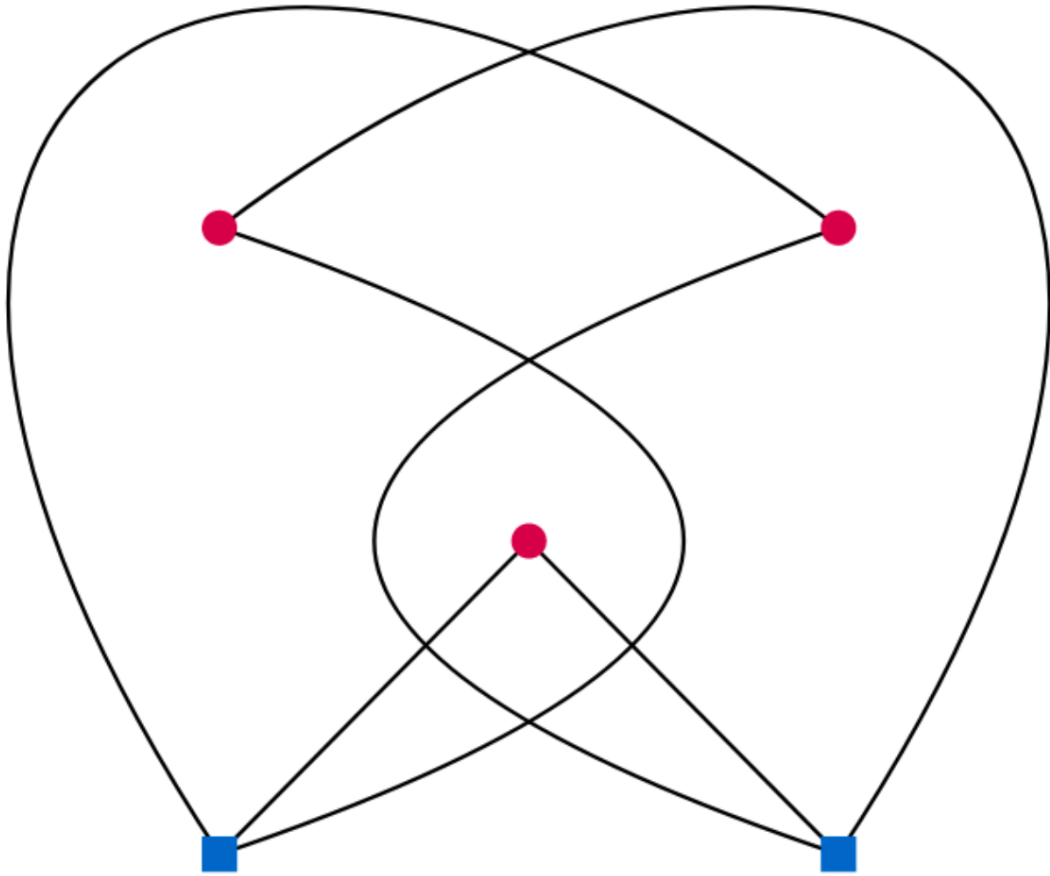
## 5. Shooting Stars in Simple Drawings of $K_{m,n}$



Does this drawing of  $K_{2,3}$  contain a plane spanning tree?

No – but the drawing is not simple.

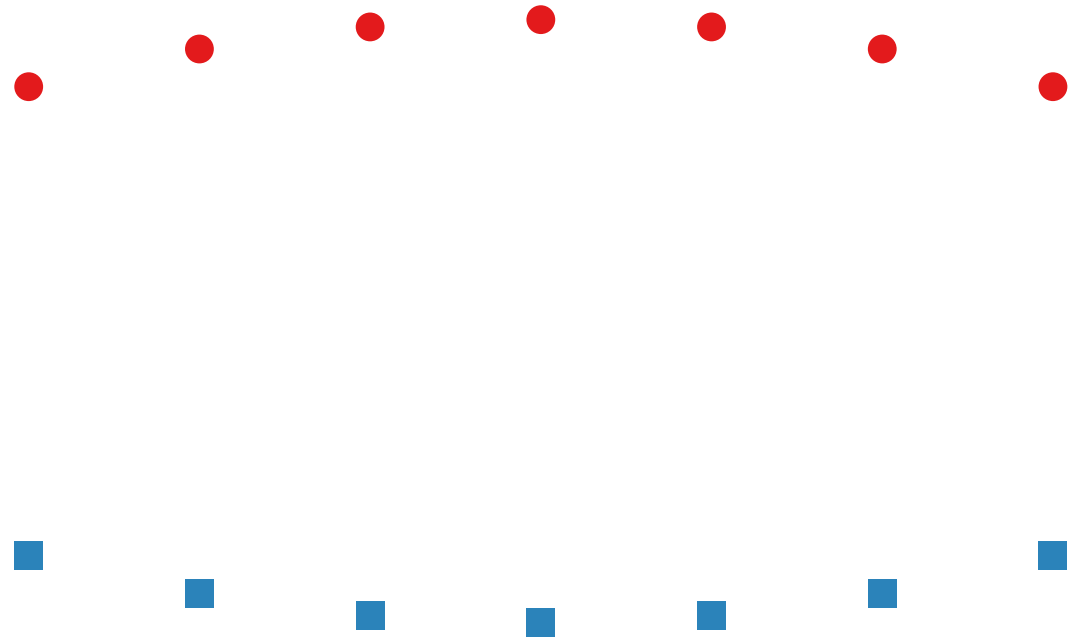
## 5. Shooting Stars in Simple Drawings of $K_{m,n}$



Does this drawing of  $K_{2,3}$  contain a plane spanning tree?

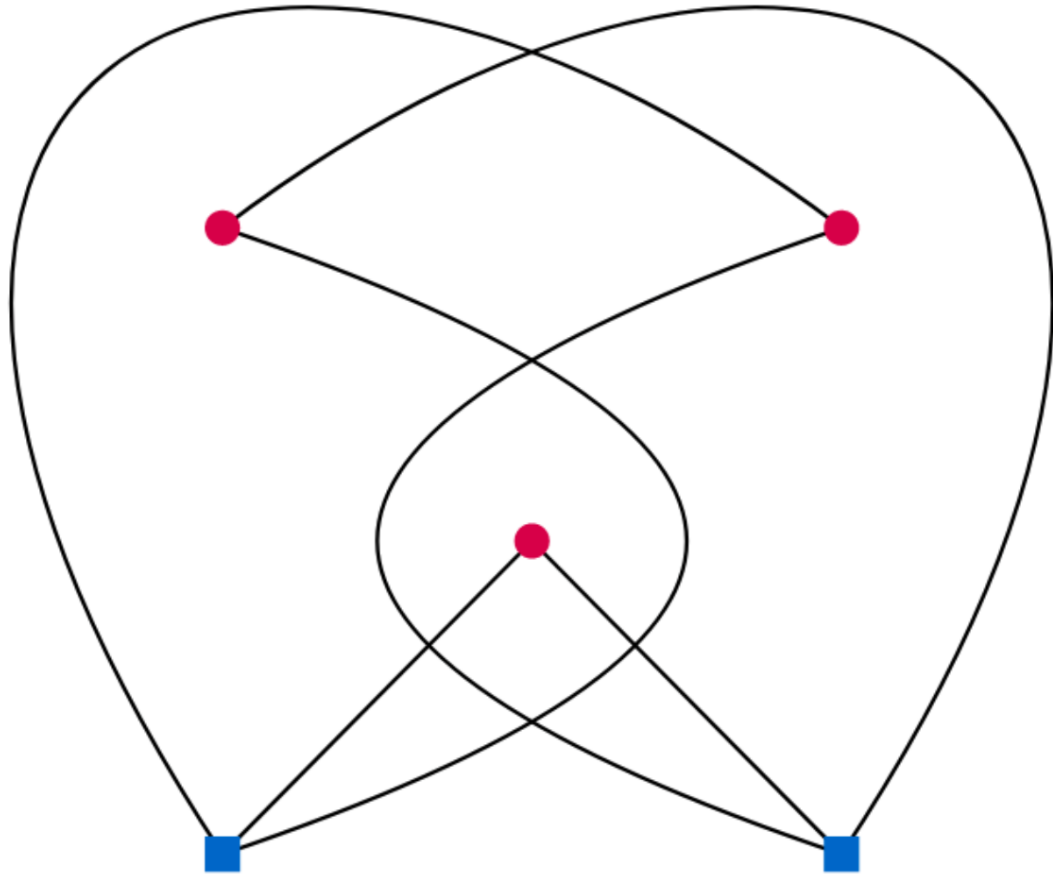
No – but the drawing is not simple.

**Q:** Does every *simple* drawing of  $K_{m,n}$  admit a plane spanning tree?





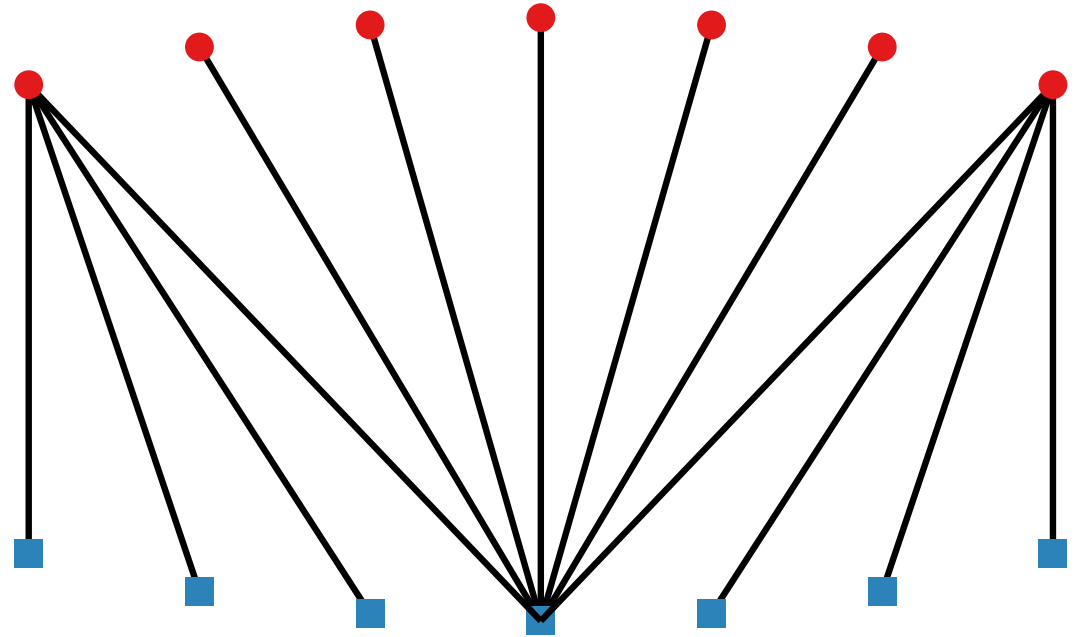
## 5. Shooting Stars in Simple Drawings of $K_{m,n}$



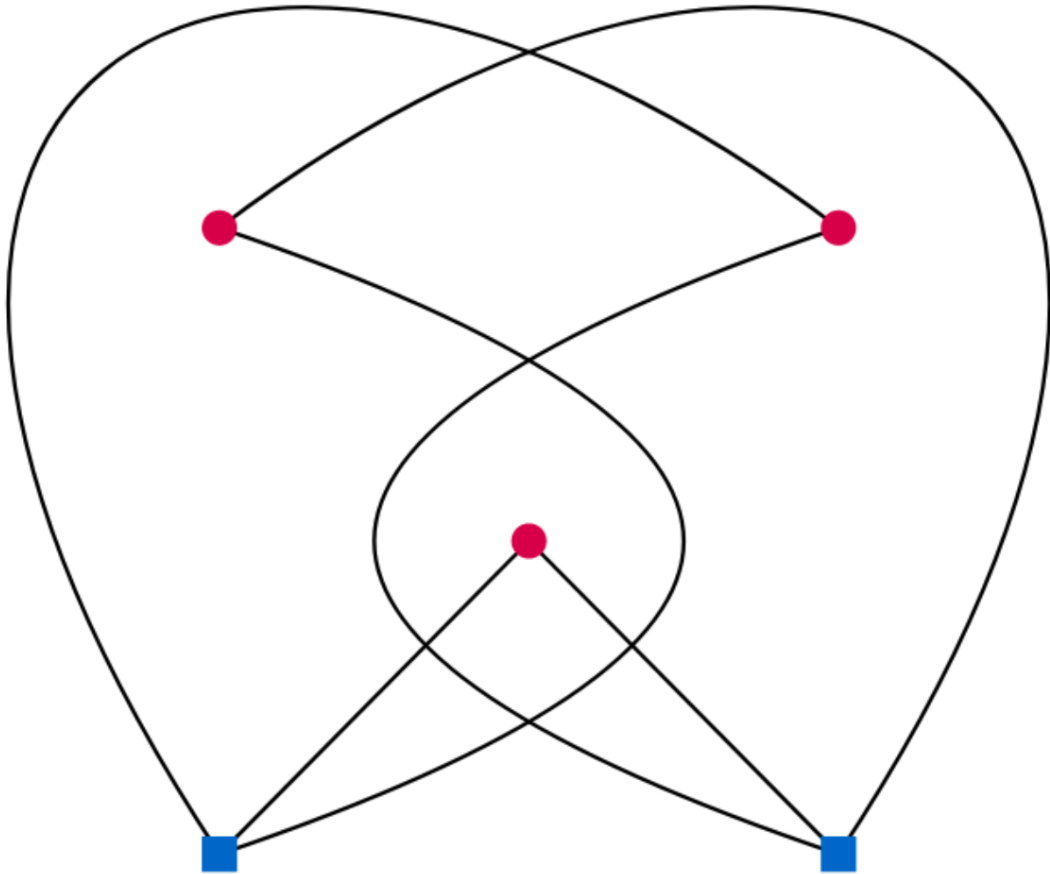
Does this drawing of  $K_{2,3}$  contain a plane spanning tree?

No – but the drawing is not simple.

**Q:** Does every *simple* drawing of  $K_{m,n}$  admit a plane spanning tree?



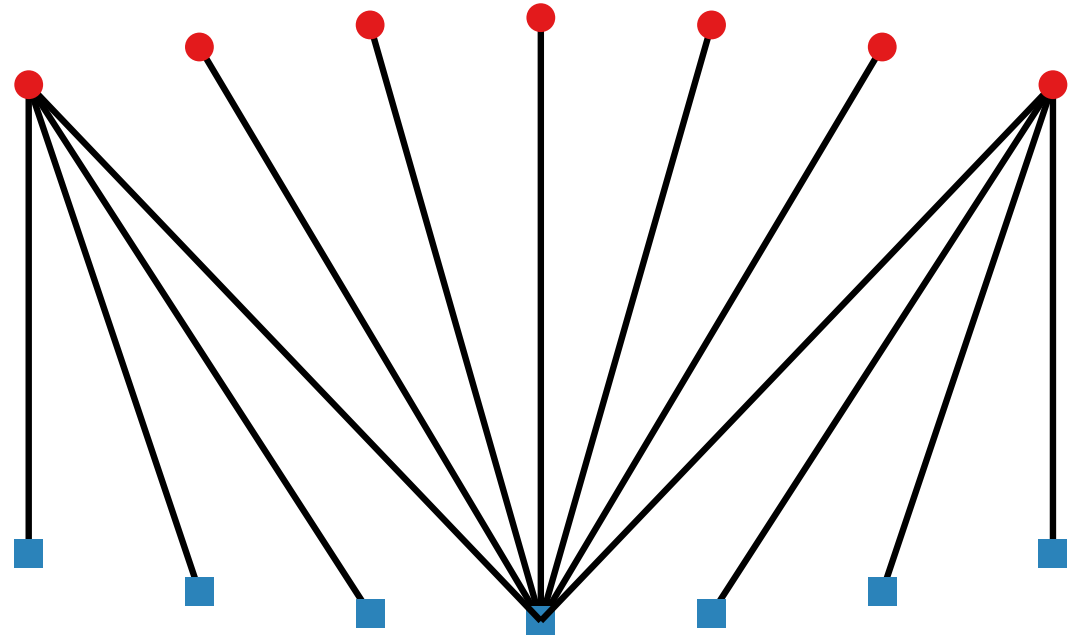
## 5. Shooting Stars in Simple Drawings of $K_{m,n}$



Does this drawing of  $K_{2,3}$  contain a plane spanning tree?

No – but the drawing is not simple.

**Q:** Does every *simple* drawing of  $K_{m,n}$  admit a plane spanning tree?



**Thm.** Let  $D$  be a simple drawing of  $K_{m,n}$ , and let  $r$  be an arbitrary vertex of  $K_{m,n}$ . Then  $D$  contains a shooting star rooted at  $r$ .

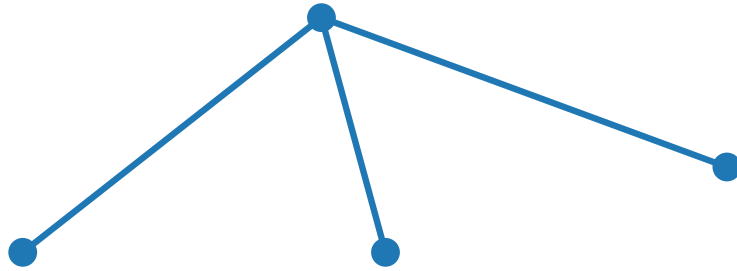
## 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :

## 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

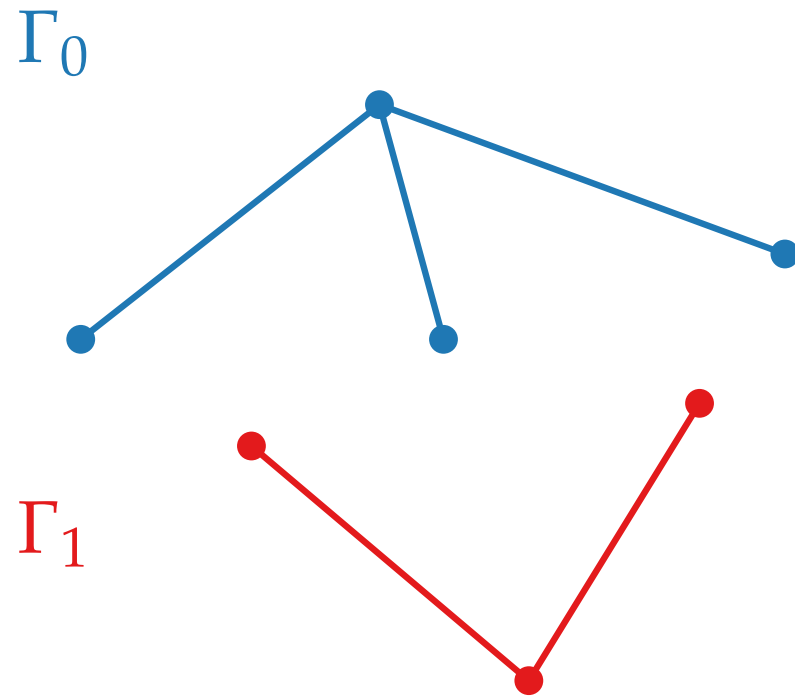
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :

$\Gamma_0$



## 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

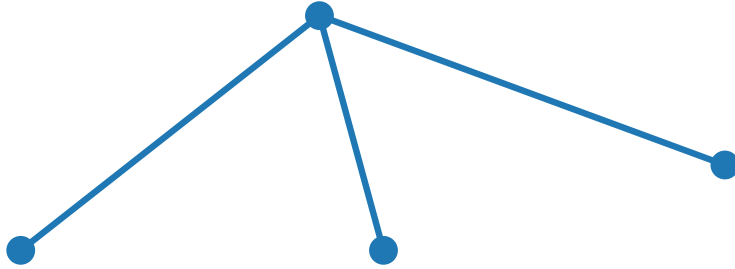
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



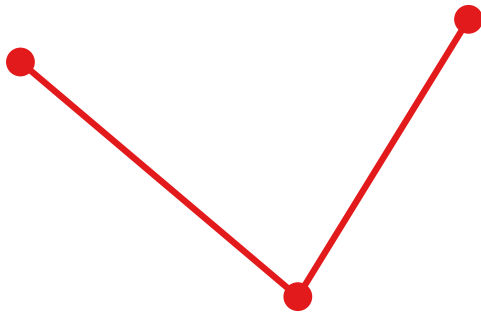
## 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :

$\Gamma_0$



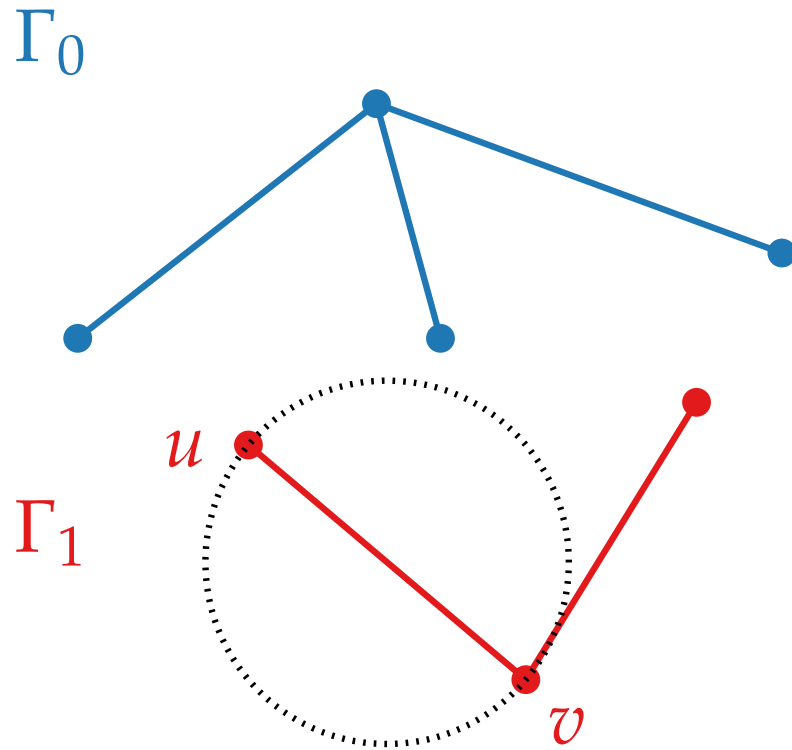
$\Gamma_1$



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

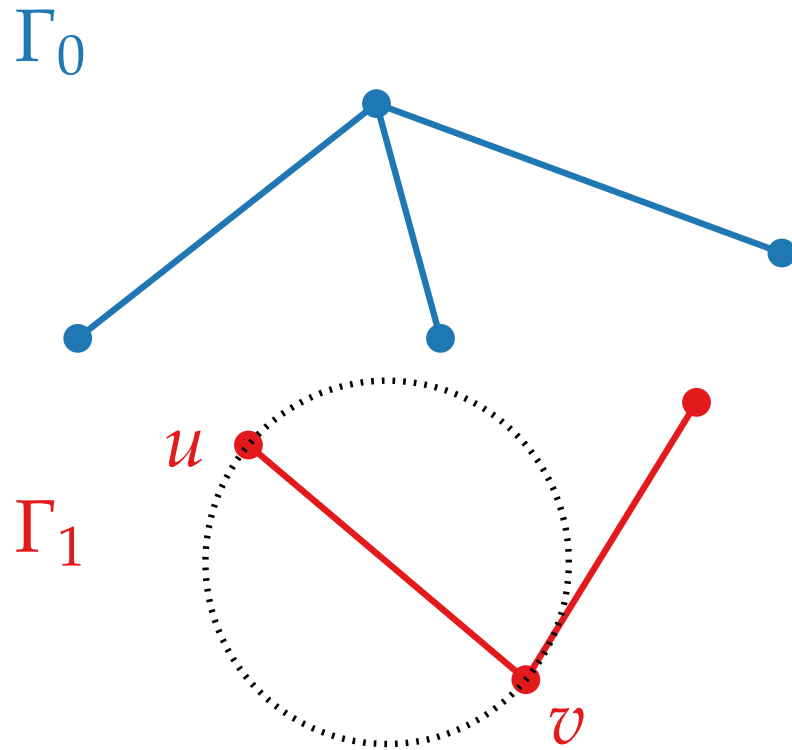
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :

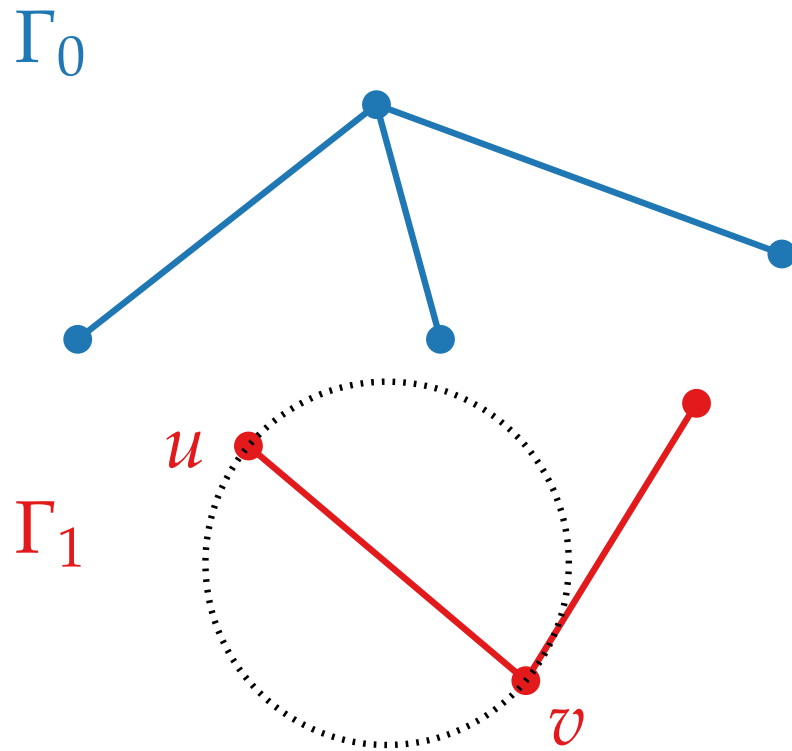


- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...



# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

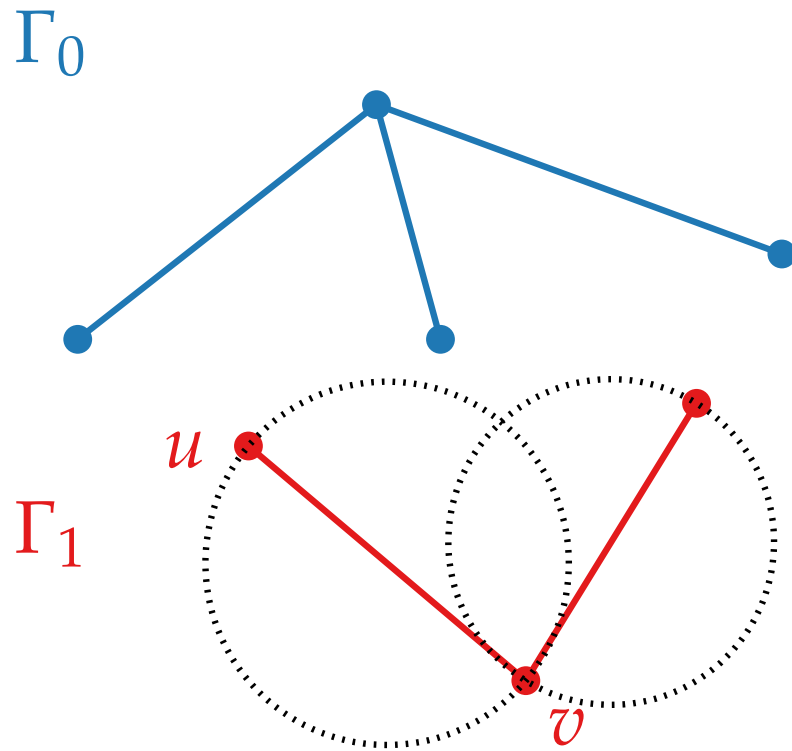
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...  
... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

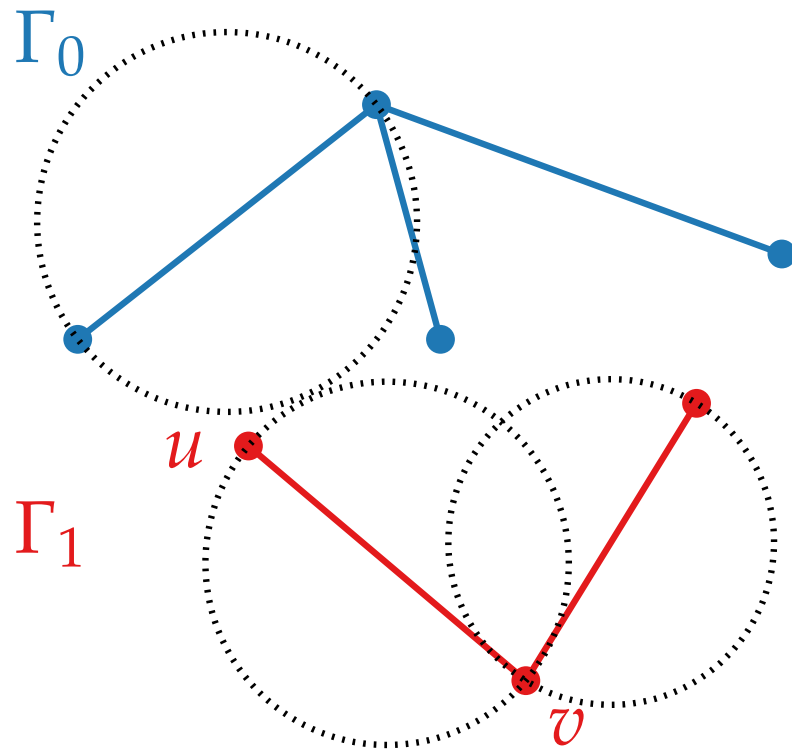
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...  
... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

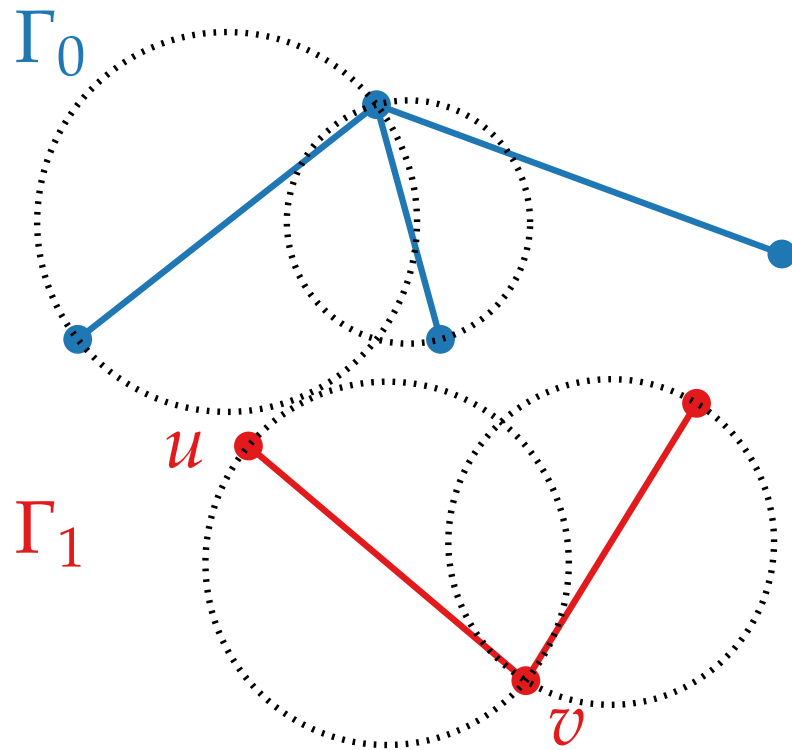
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...  
... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

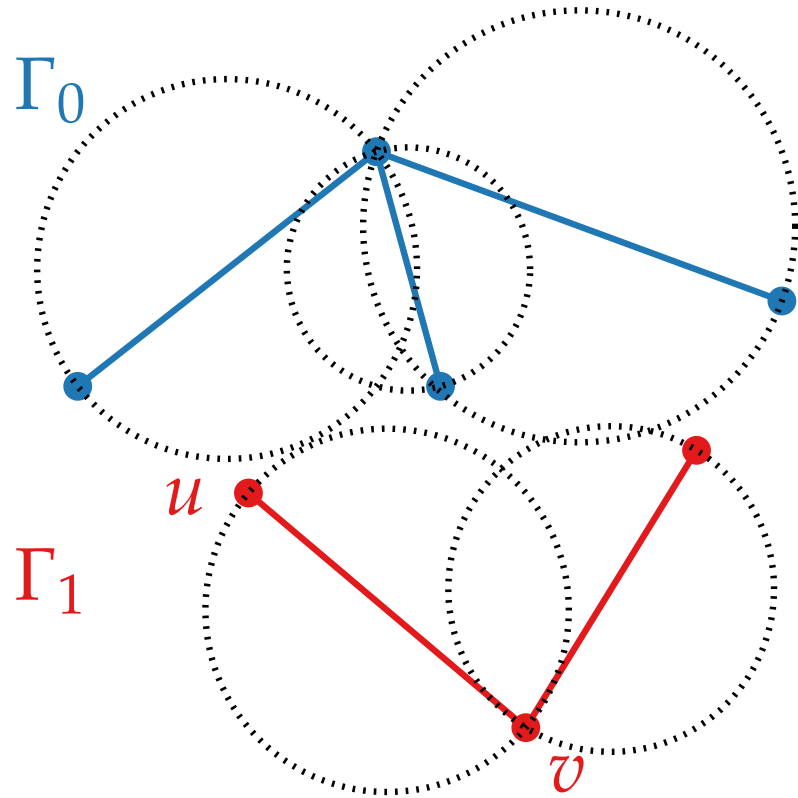
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...  
... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

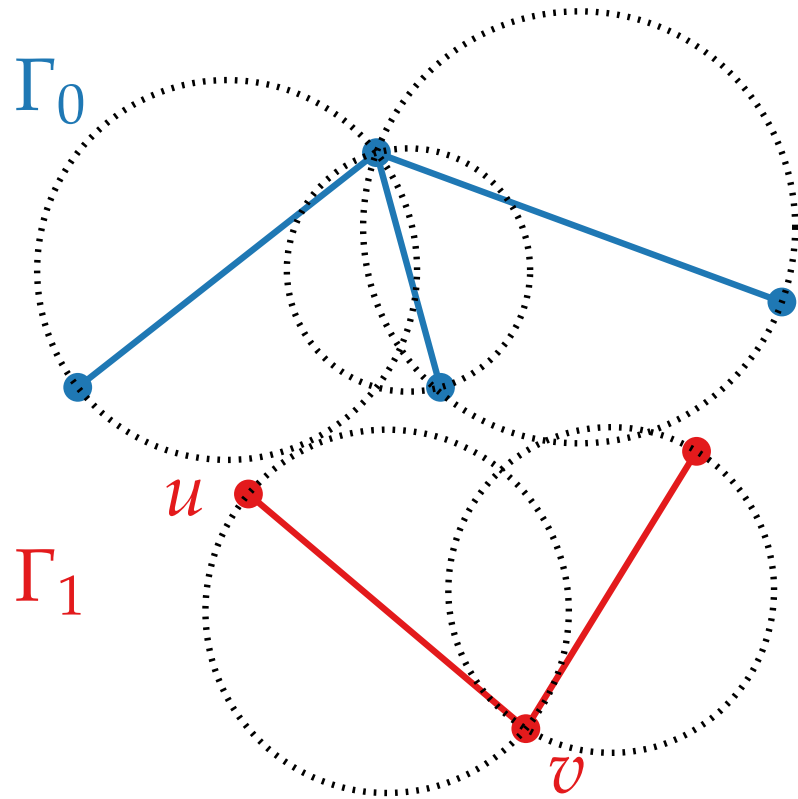
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...  
... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

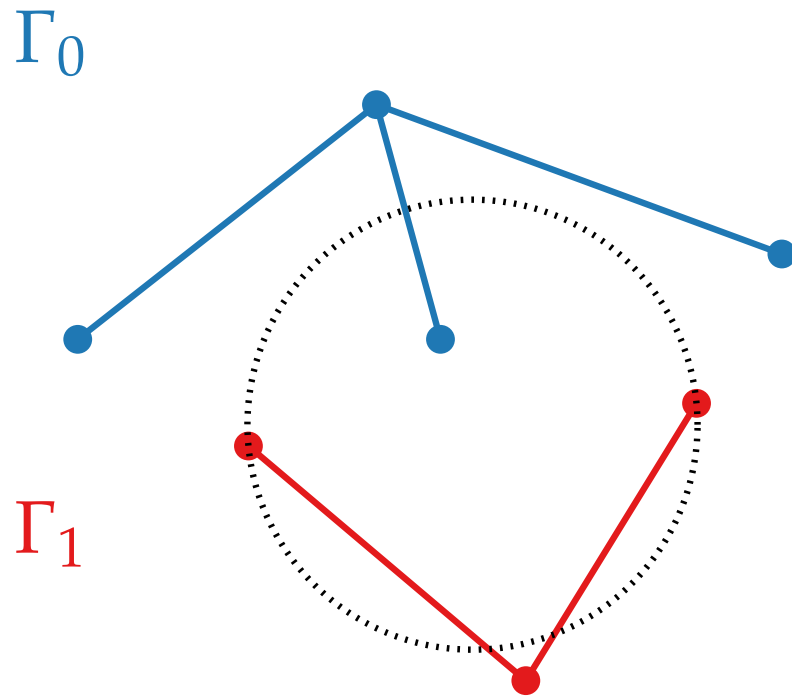
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.

## 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

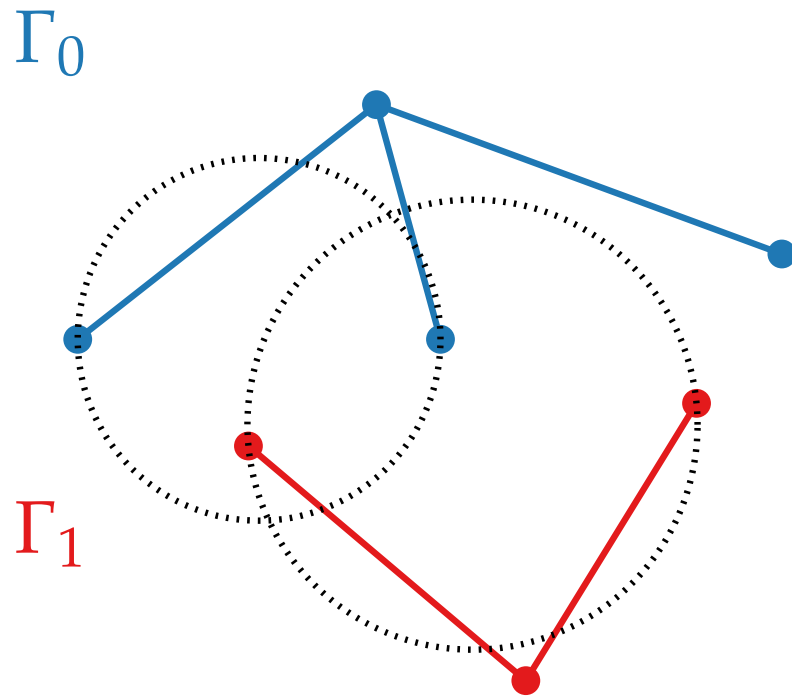
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :

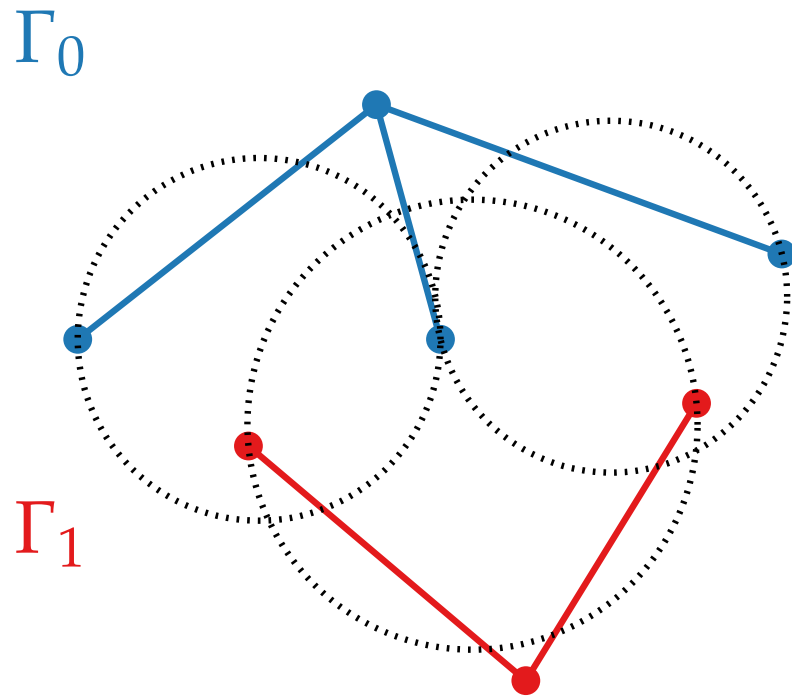


- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.



## 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

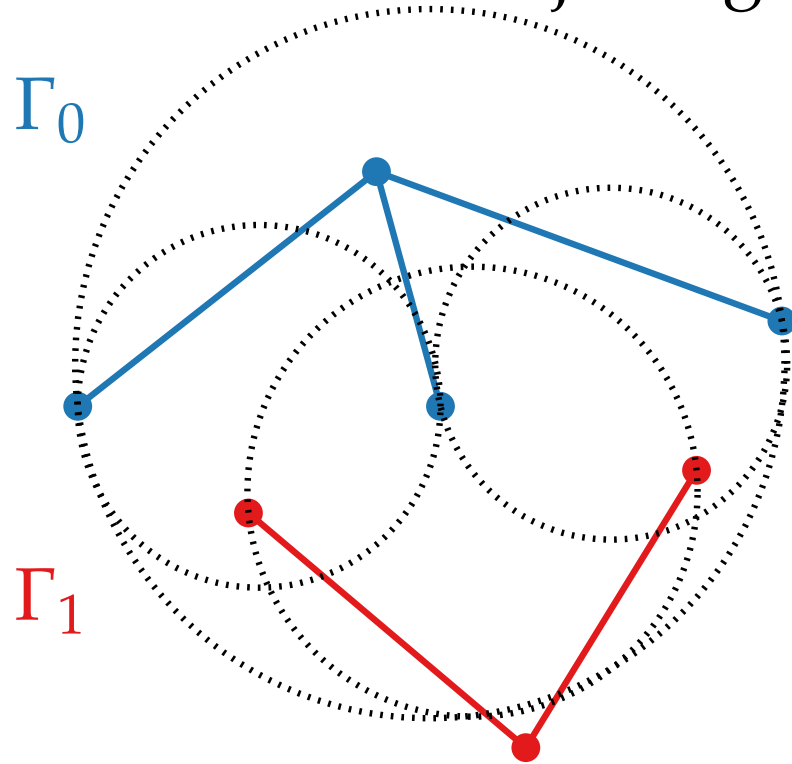
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

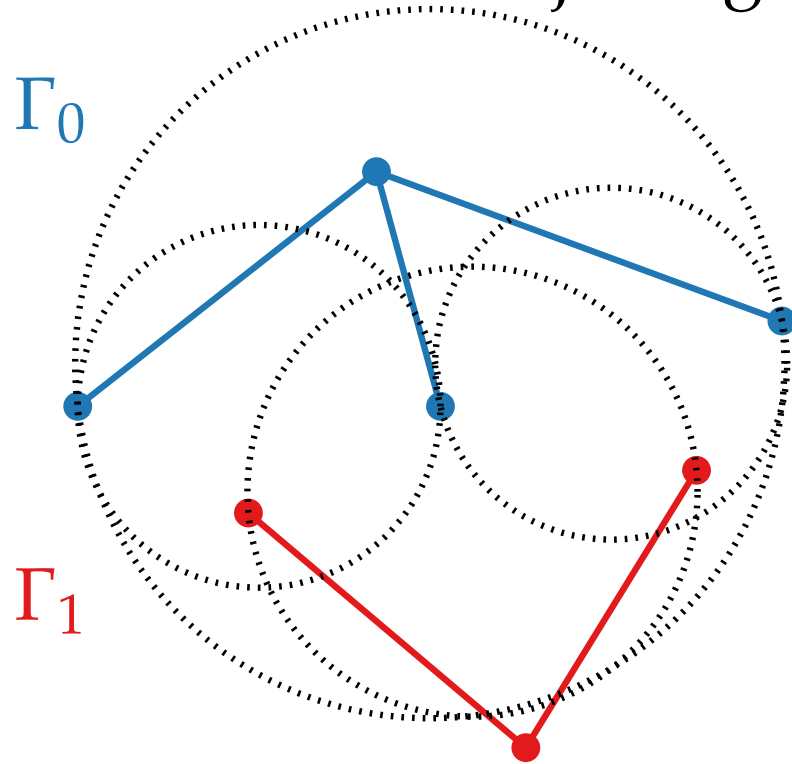
Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :

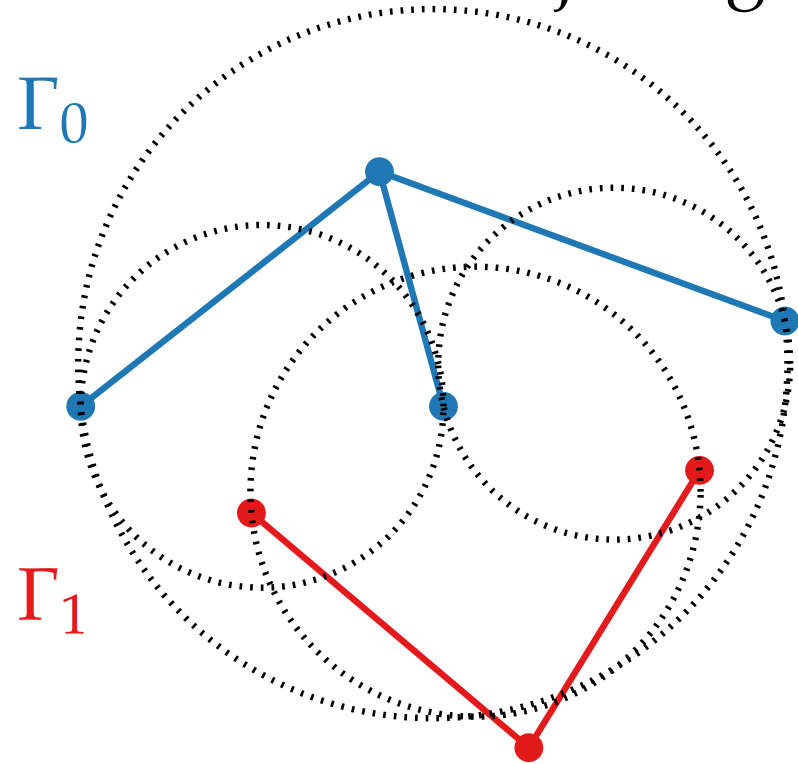


- Which pairs of graphs admit a mutual witness Gabriel drawing?

- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.

# 6. Mutual Witness Gabriel Drawings

Given two vertex-disjoint graph drawings  $\Gamma_0$  and  $\Gamma_1$ :



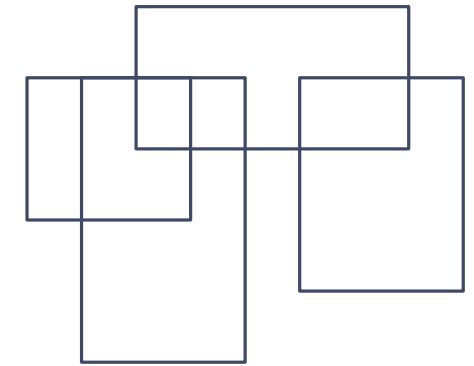
**complete bipartite**

- Which pairs of graphs admit a mutual witness Gabriel drawing?

- The *Gabriel disk* of  $u$  and  $v$  is the disk having  $u$  and  $v$  as antipodal points.
- The pair  $\langle \Gamma_0, \Gamma_1 \rangle$  is a *mutual witness Gabriel drawing* if and only if ...
  - ... for each edge, the Gabriel disk of the one drawing contains no vertex of the other drawing, and ...
  - ... for each non-edge, the Gabriel disk of the one drawing contains at least one vertex of the other drawing.

# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

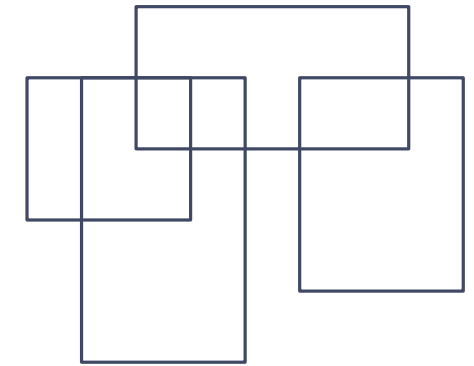
**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend



# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

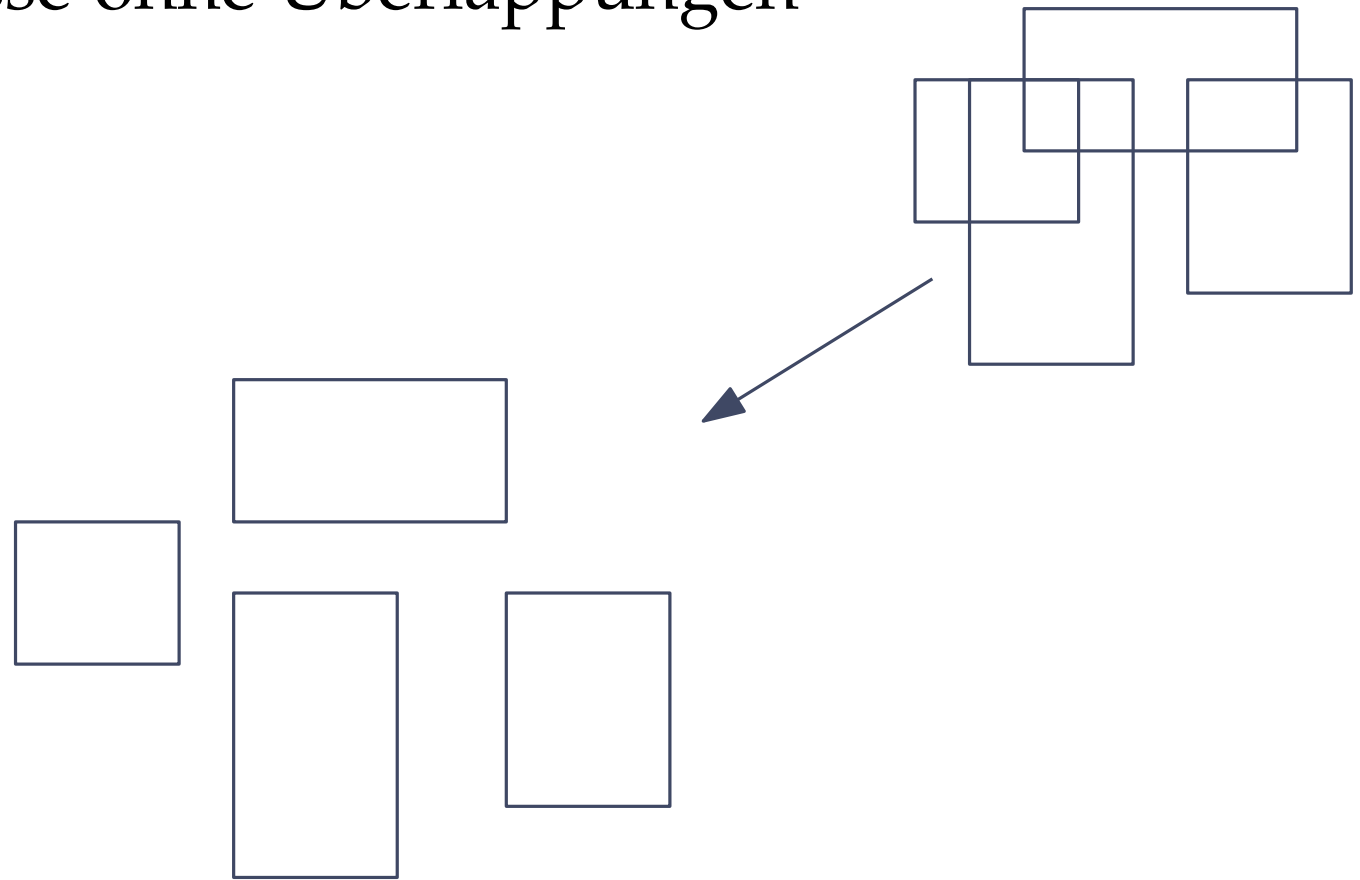
**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen



# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

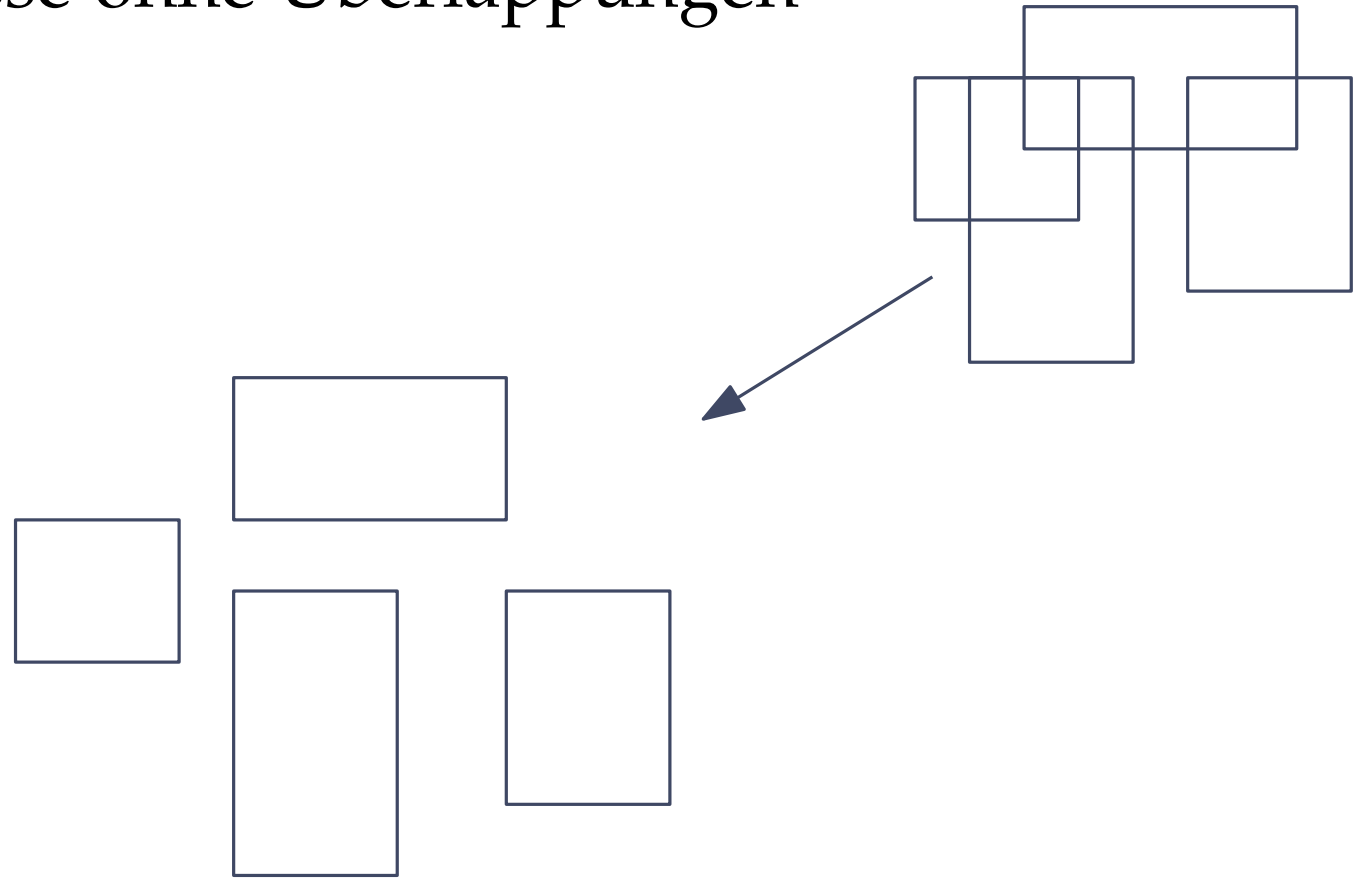


# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

**Gütekriterien?**





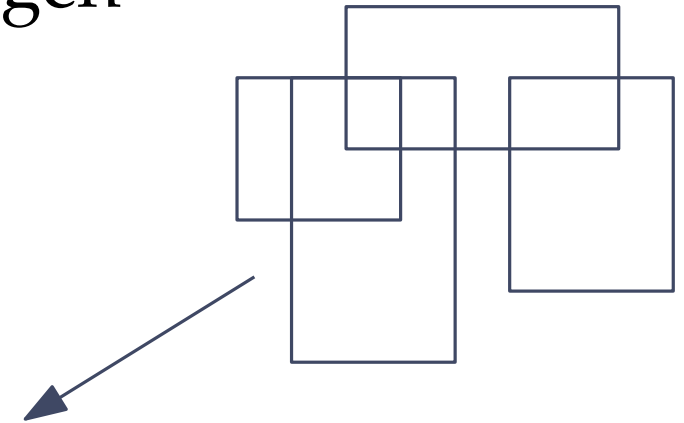
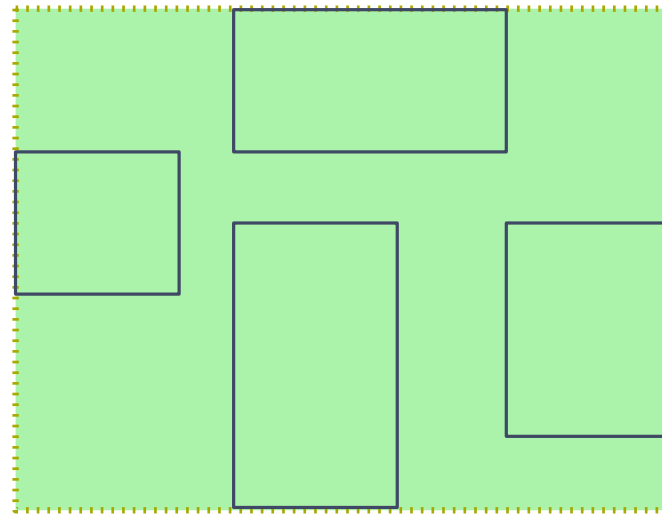
# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

**Gütekriterien?**

- Gesamtfläche
  - Umspannendes Rechteck



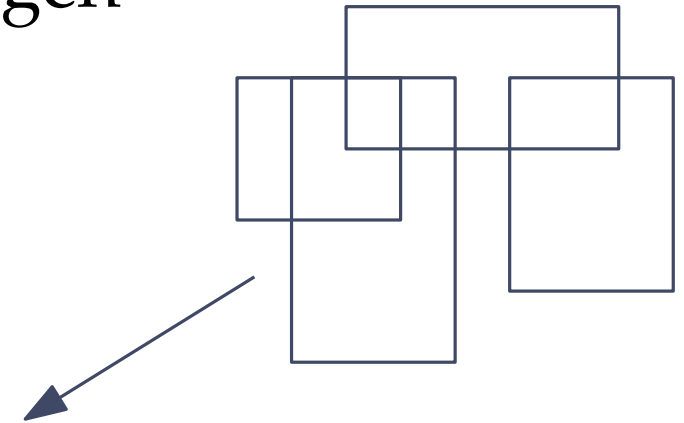
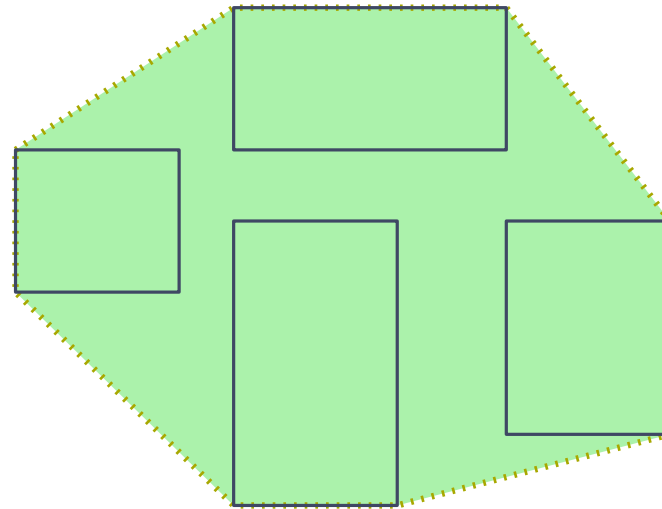
# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

**Gütekriterien?**

- Gesamtfläche
  - Umspannendes Rechteck
  - Konvexe Hülle



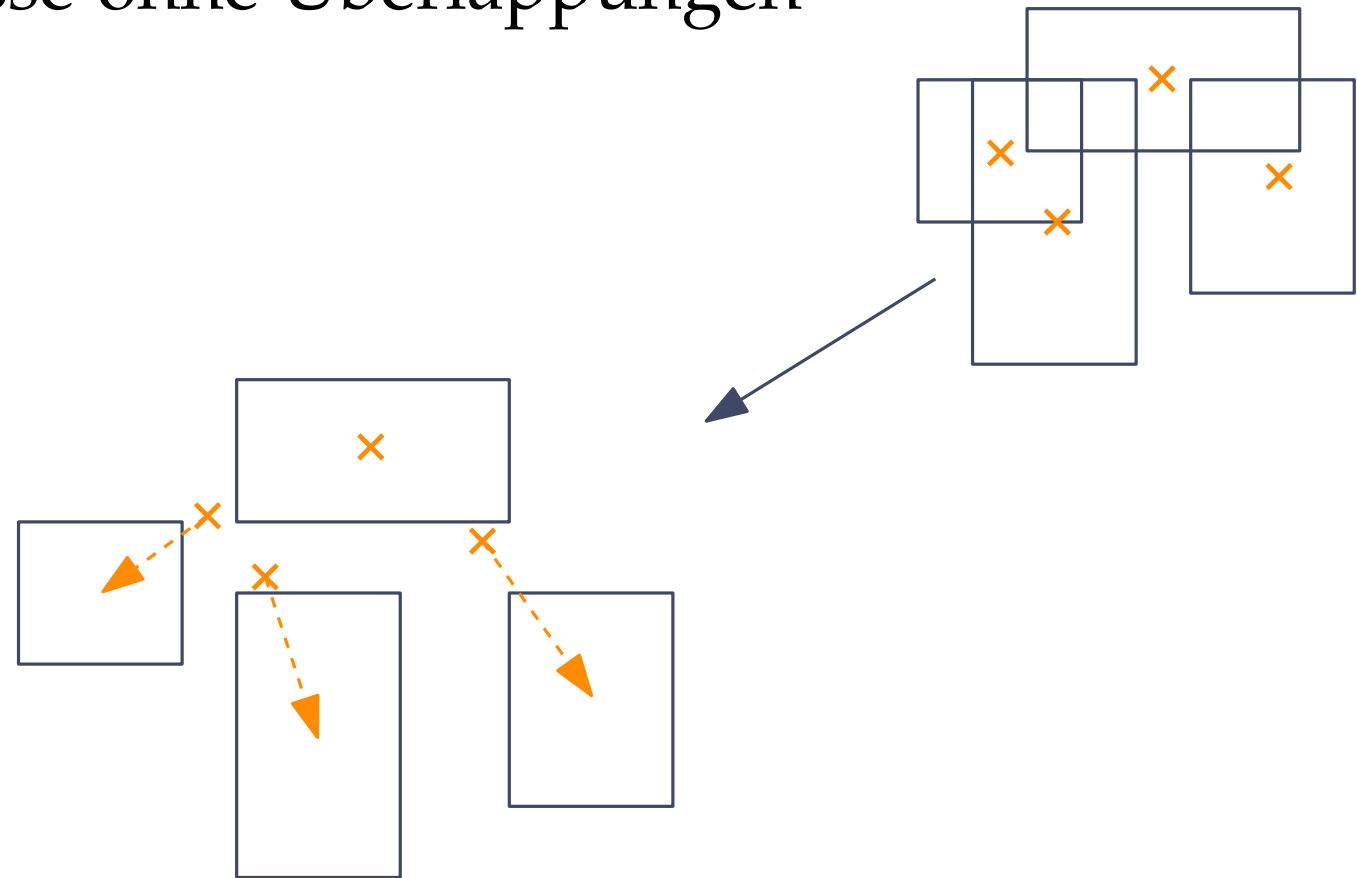
# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

**Gütekriterien?**

- Gesamtfläche
  - Umspannendes Rechteck
  - Konvexe Hülle
- Gesamtverschiebung



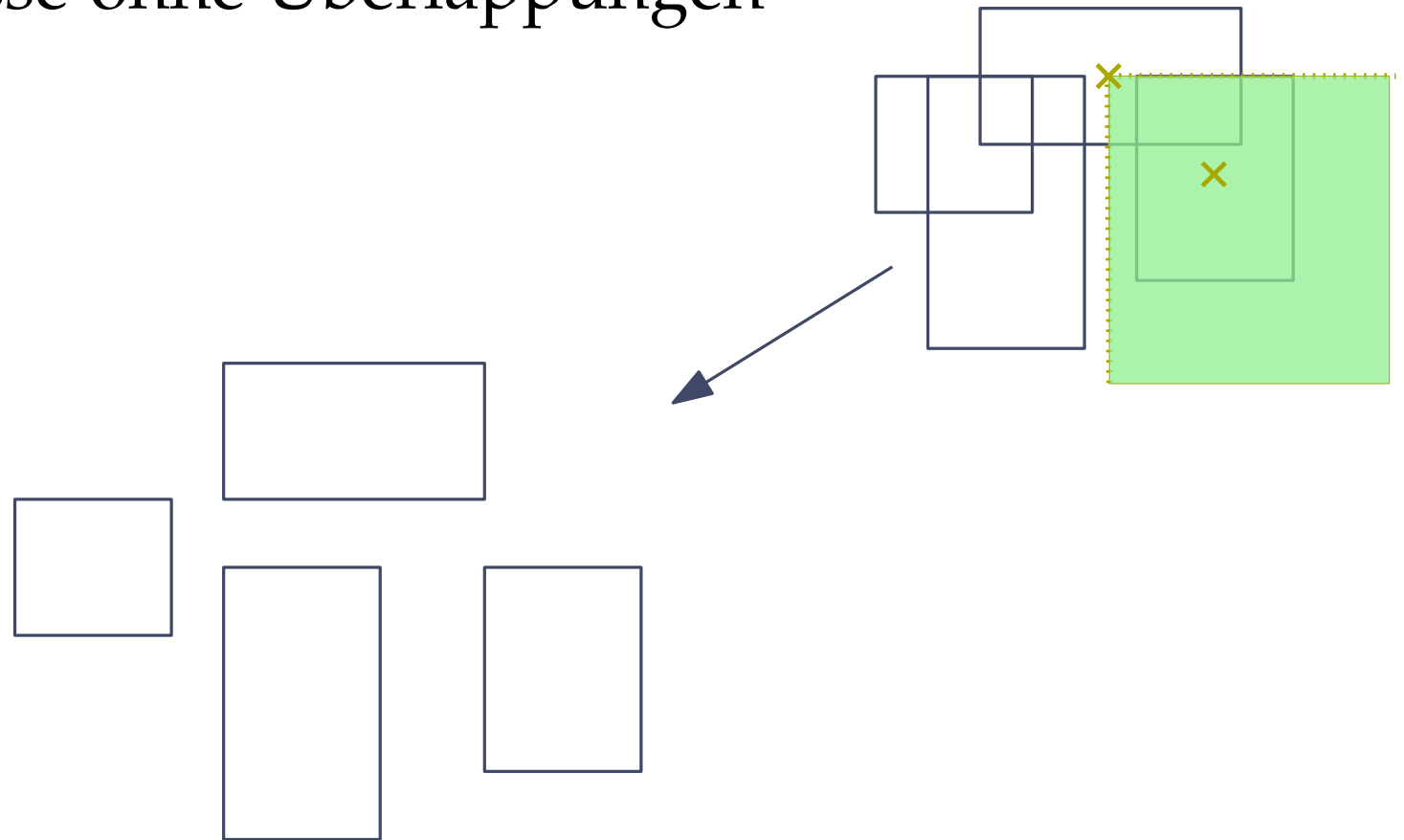
# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

## Gütekriterien?

- Gesamtfläche
  - Umspannendes Rechteck
  - Konvexe Hülle
- Gesamtverschiebung
- Relative Lage



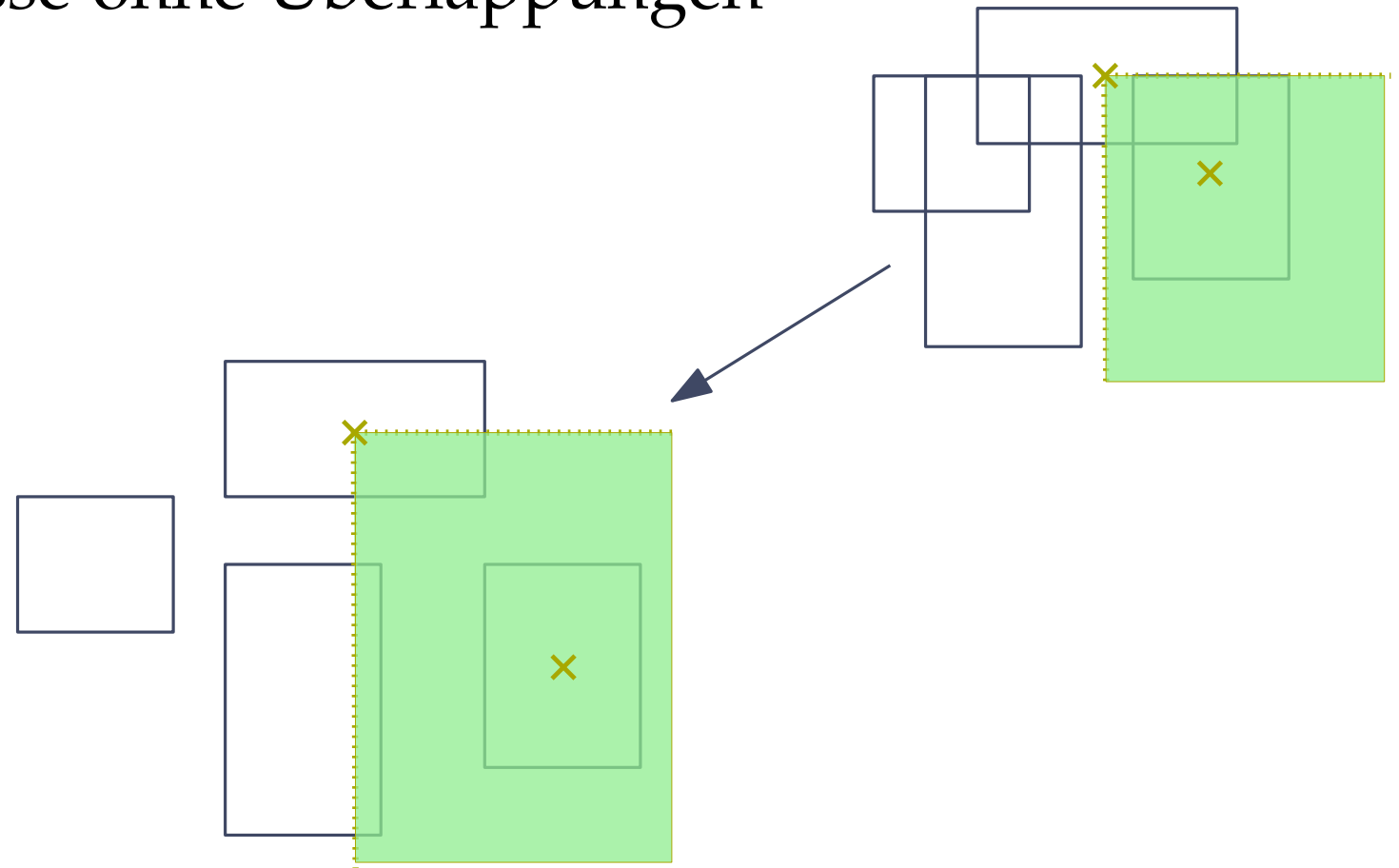
# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

## Gütekriterien?

- Gesamtfläche
  - Umspannendes Rechteck
  - Konvexe Hülle
- Gesamtverschiebung
- Relative Lage



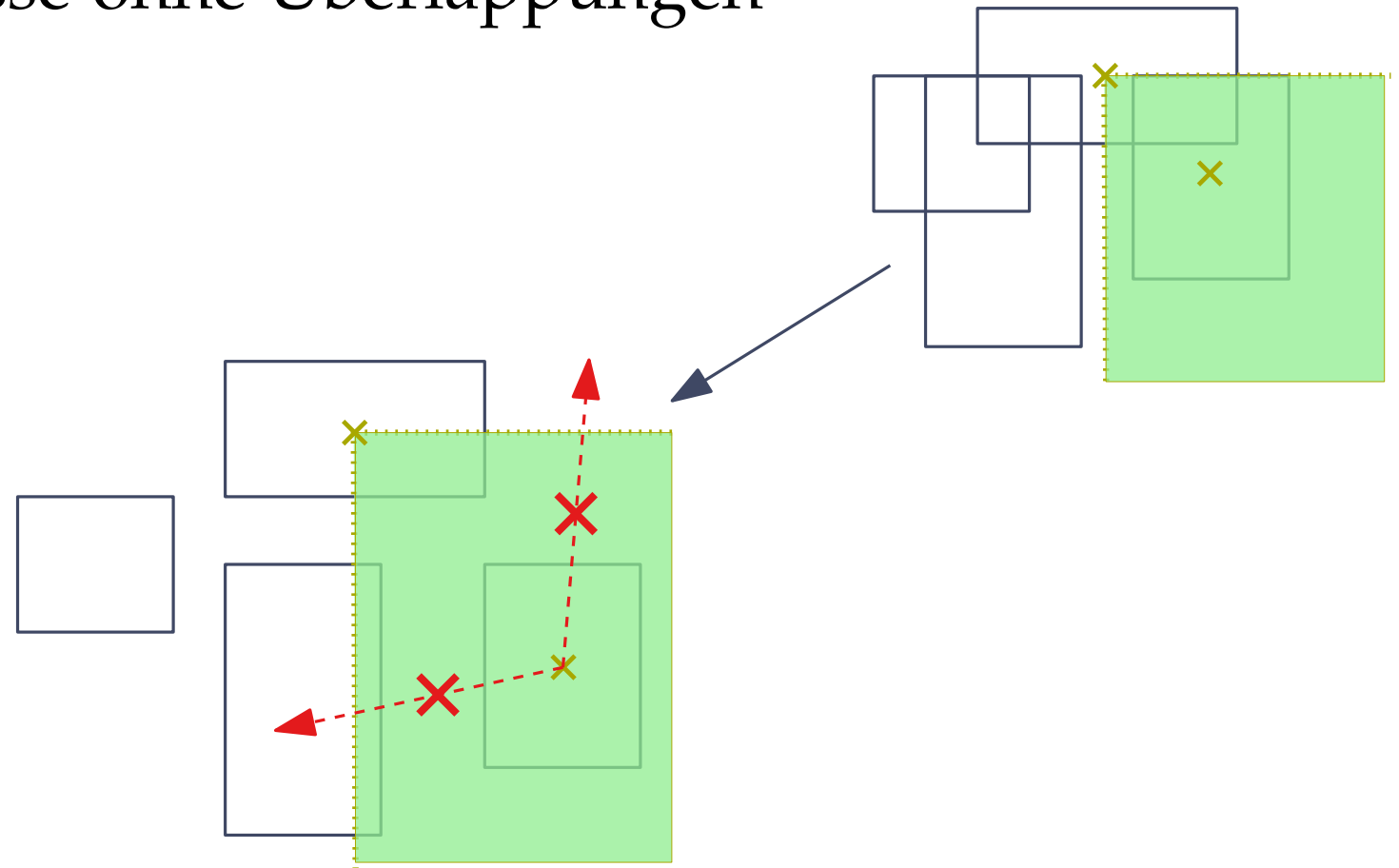
# 7. FORBID: Fast Overlap Removal By Gradient Descent

**Eingabe:** Hindernisse (achsenparallele Rechtecke), potentiell überlappend

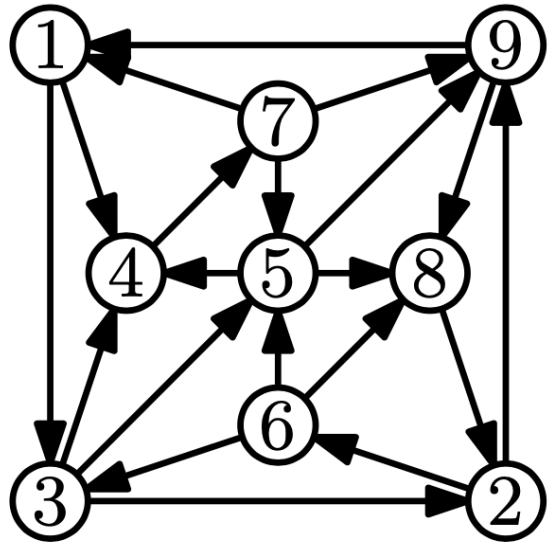
**Ausgabe:** Verschobene Hindernisse ohne Überlappungen

## Gütekriterien?

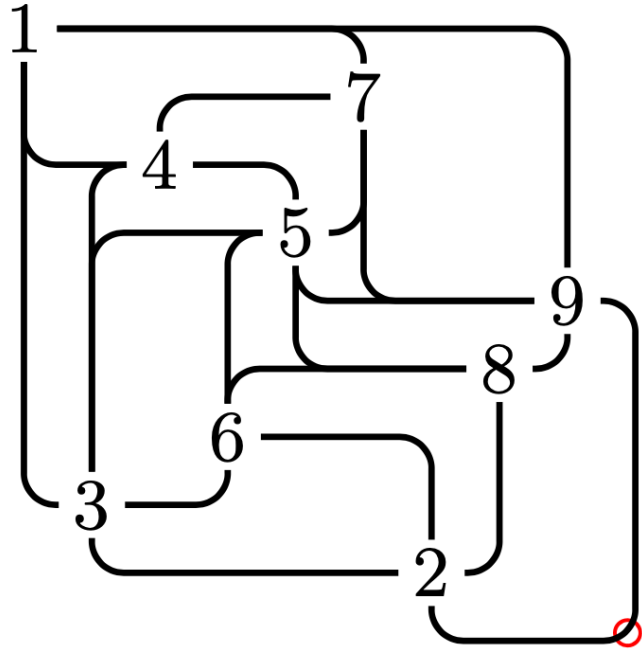
- Gesamtfläche
  - Umspannendes Rechteck
  - Konvexe Hülle
- Gesamtverschiebung
- Relative Lage



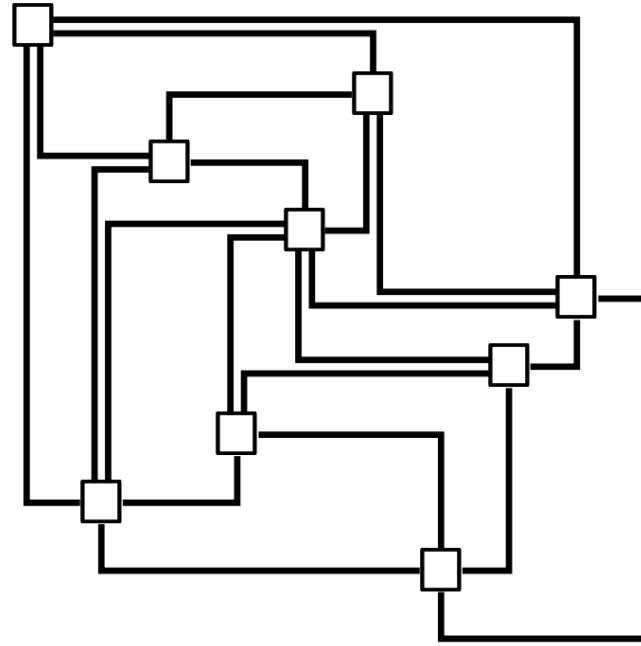
# 8. Planar Confluent Orthogonal Drawings



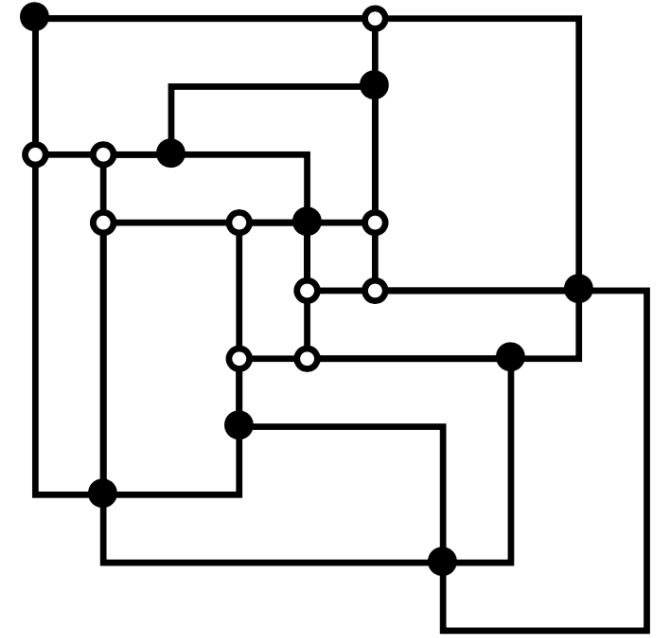
node-link diagram



PCOD

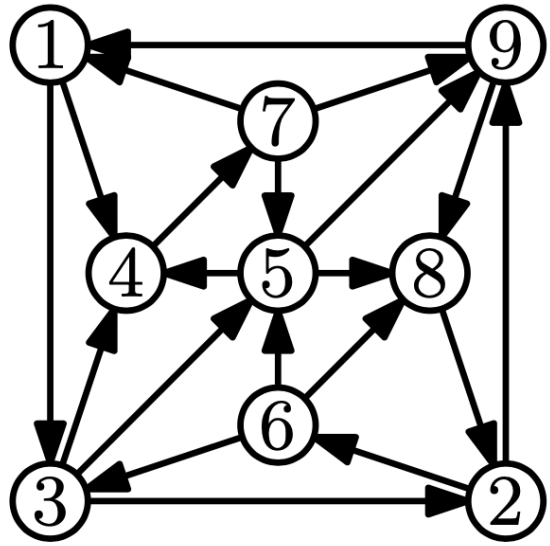


Kandinsky drawing

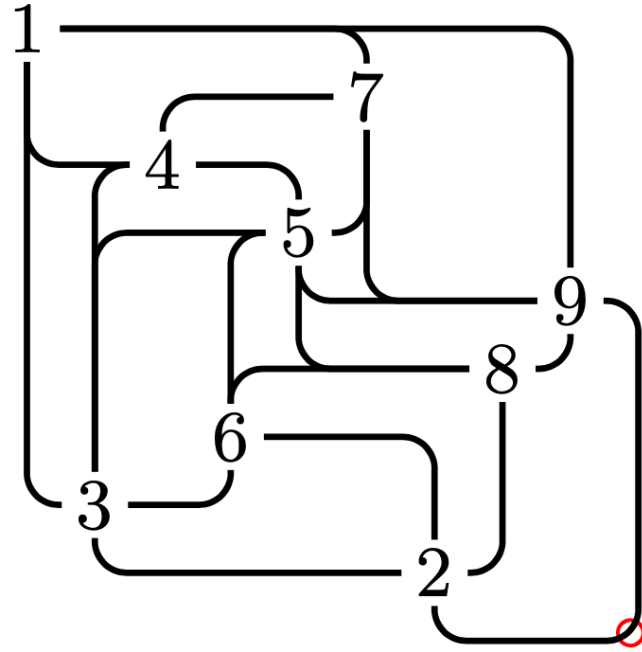


orthogonal drawing

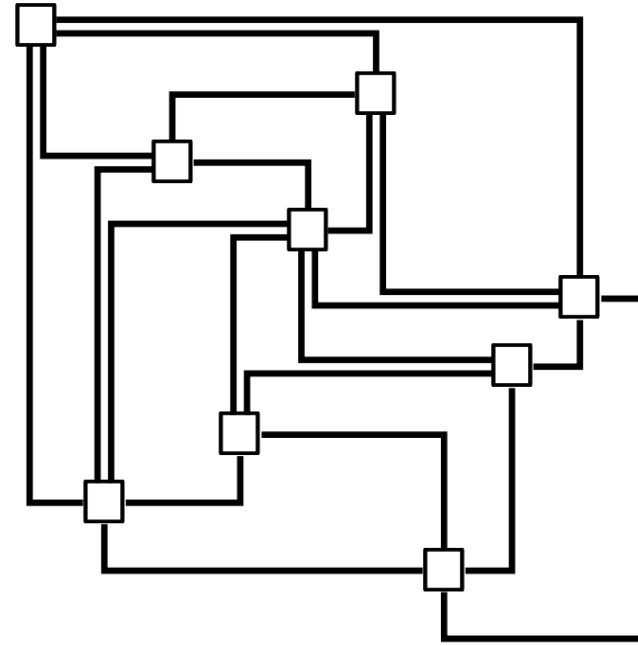
# 8. Planar Confluent Orthogonal Drawings



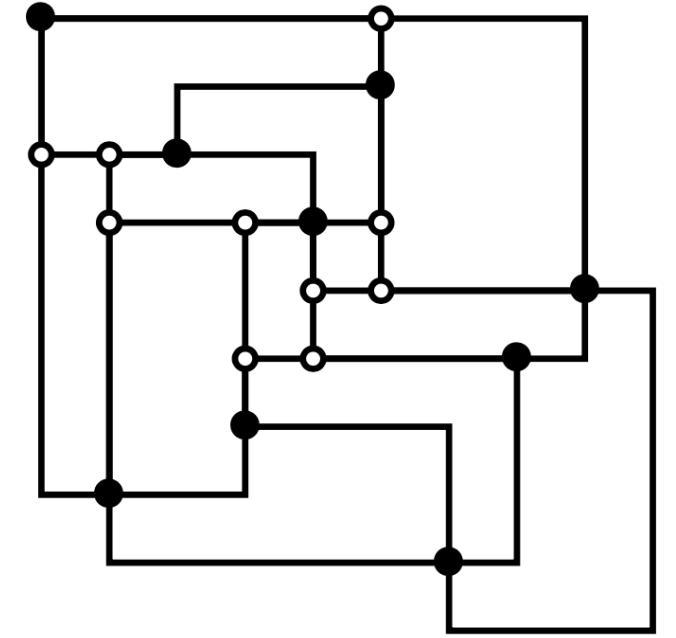
node-link diagram



PCOD



Kandinsky drawing



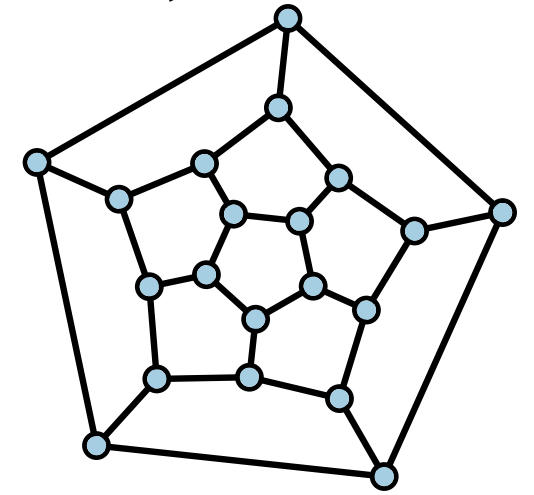
orthogonal drawing

**Theorem.** Every 4-modal irreducible triangulation has a PCOD with split complexity at most one; and such a drawing can be computed in linear time.



# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

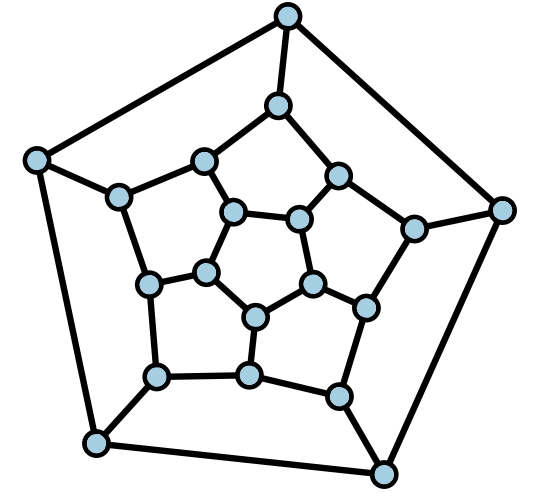
Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.



# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.

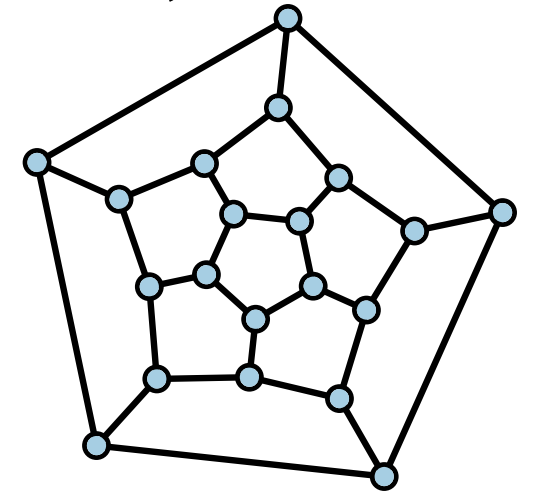


# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.

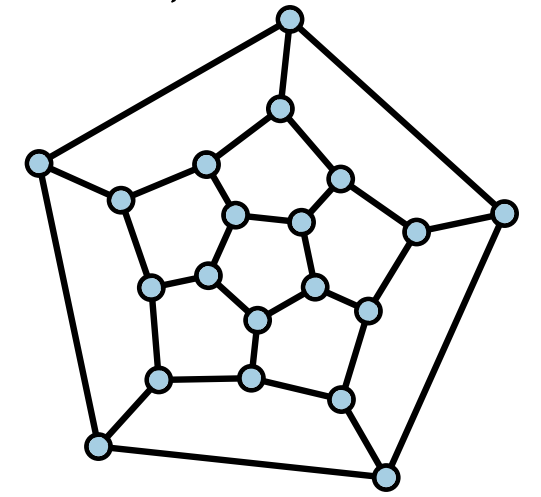
alle Innenwinkel  $< 180^\circ$



# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

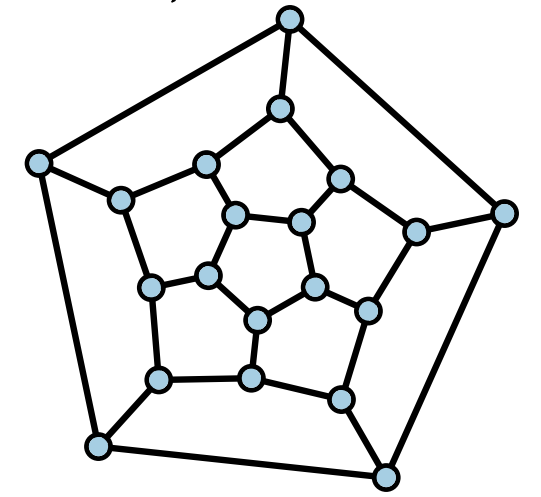
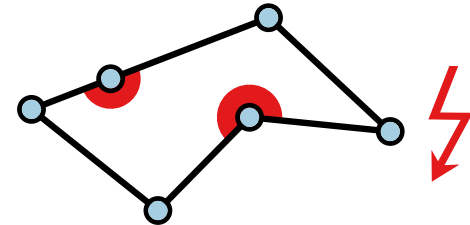
$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

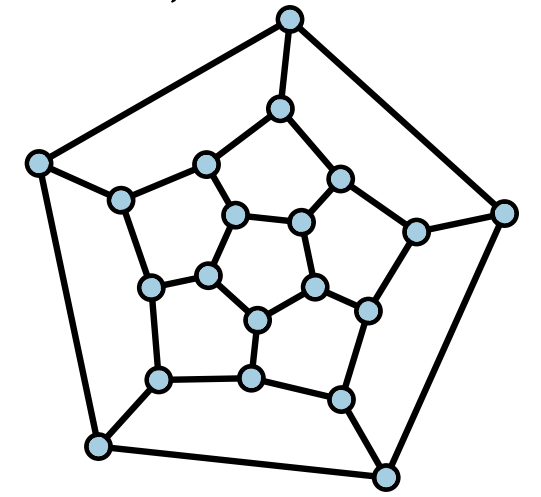
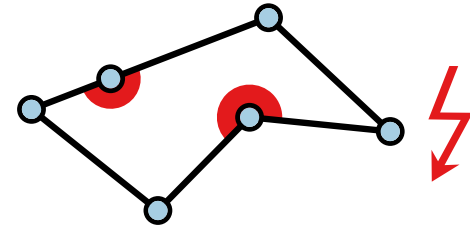
$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.

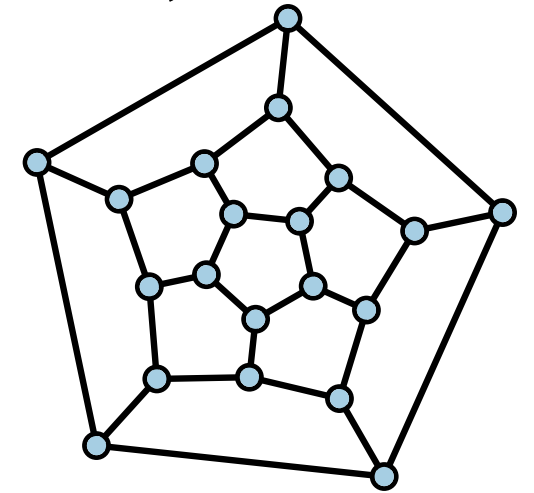
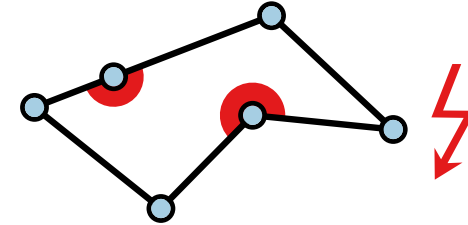


Bekannt: Jeder sog. 3-zusammenhängende planare Graph kann strikt konvex gezeichnet werden

# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



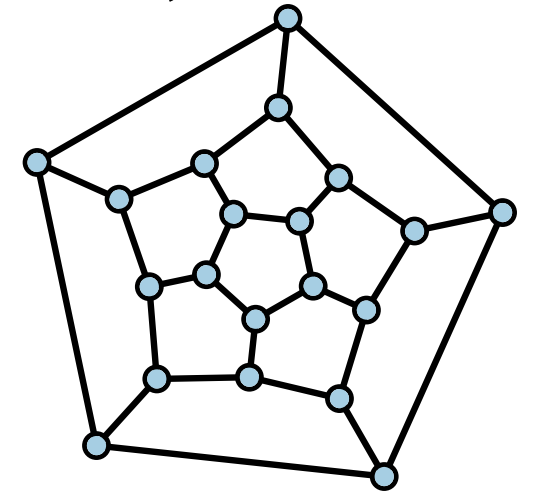
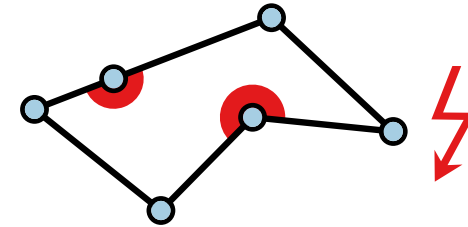
Bekannt: Jeder sog. 3-zusammenhängende planare Graph kann strikt konvex gezeichnet werden und zwar auf einem  $\mathcal{O}(n^2) \times \mathcal{O}(n^2)$  Gitter.

$n = \#Knoten$

# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



Bekannt: Jeder sog. 3-zusammenhängende planare Graph kann strikt konvex gezeichnet werden und zwar auf einem  $\mathcal{O}(n^2) \times \mathcal{O}(n^2)$  Gitter.

$n = \#Knoten$

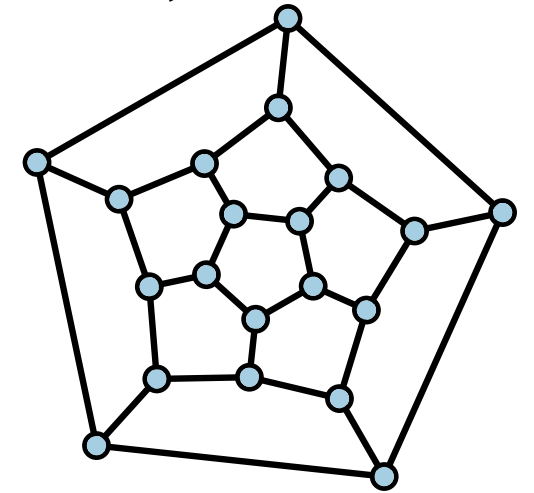
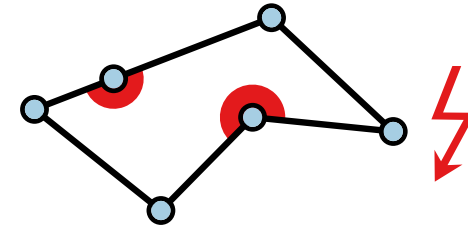
**aber:**



# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



Bekannt: Jeder sog. 3-zusammenhängende planare Graph kann strikt konvex gezeichnet werden und zwar auf einem  $\mathcal{O}(n^2) \times \mathcal{O}(n^2)$  Gitter.

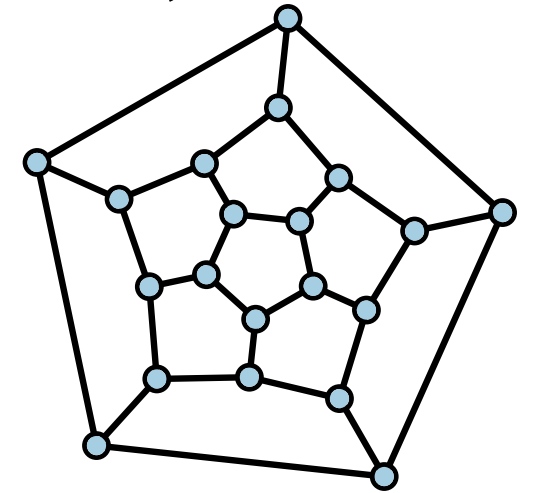
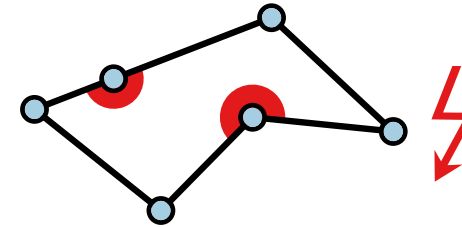
$n = \#Knoten$

**aber:** versteckter Faktor  $\approx 10000$

# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



Bekannt: Jeder sog. 3-zusammenhängende planare Graph kann strikt konvex gezeichnet werden und zwar auf einem  $\mathcal{O}(n^2) \times \mathcal{O}(n^2)$  Gitter.

$n = \#Knoten$

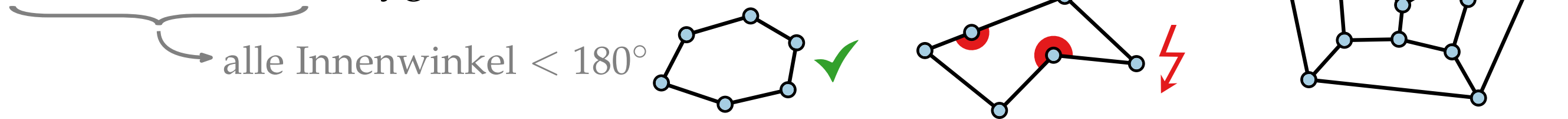
**aber:** versteckter Faktor  $\approx 10000$

**Neu:** Ein  $2n \times 5n^3$  Gitter genügt!

# 9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Graphs

Eine kreuzungsfreie Graphzeichnung  $\Gamma$  zerlegt die Ebene in Regionen, genannt **Facetten**.

$\Gamma$  heißt **strikt konvex**, falls jede Facette durch ein strikt konvexes Polygon berandet wird.



Bekannt: Jeder sog. 3-zusammenhängende planare Graph kann strikt konvex gezeichnet werden und zwar auf einem  $\mathcal{O}(n^2) \times \mathcal{O}(n^2)$  Gitter.

$n = \#Knoten$

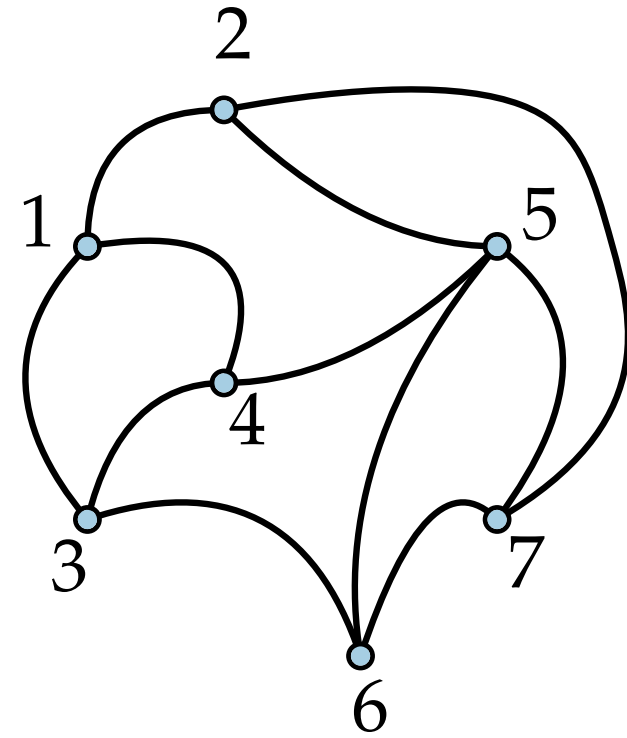
**aber:** versteckter Faktor  $\approx 10000$

**Neu:** Ein  $2n \times 5n^3$  Gitter genügt!

Verwendete Techniken: Kanonische Ordnung + Shift-Methode  
( $\rightarrow$  GraphVis-Vorlesung)

# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

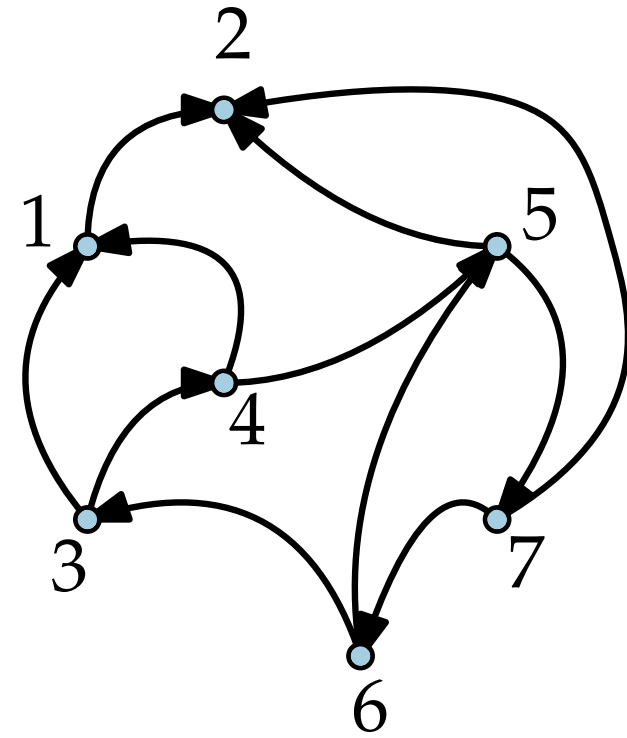
**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$



# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph



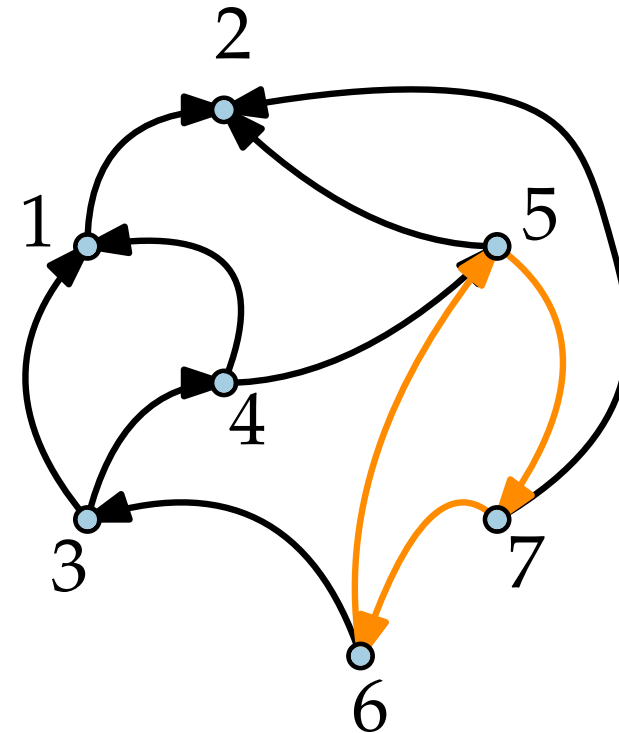
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise



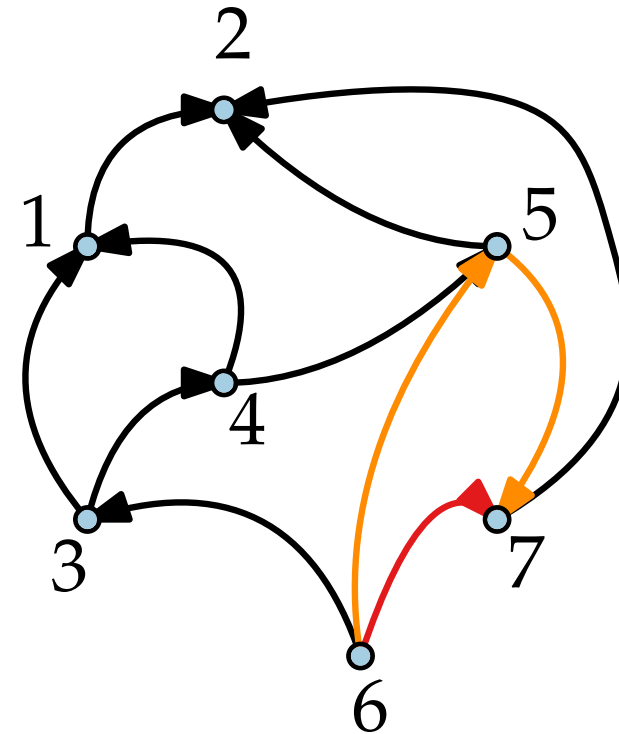
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise



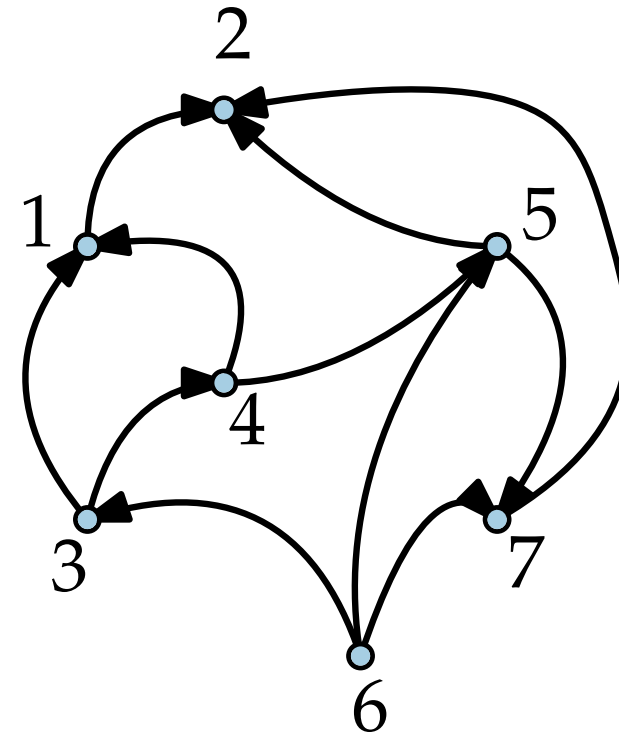
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet





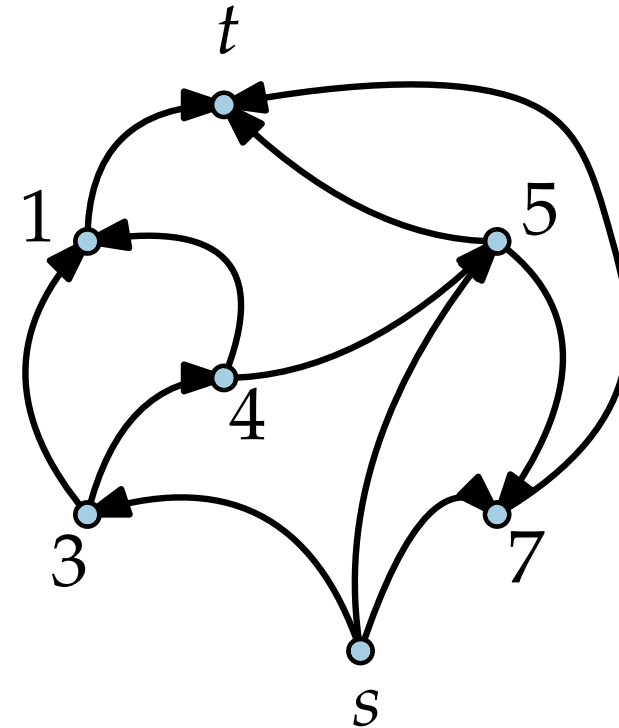
# 10. *st*-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- *st*-gerichtet



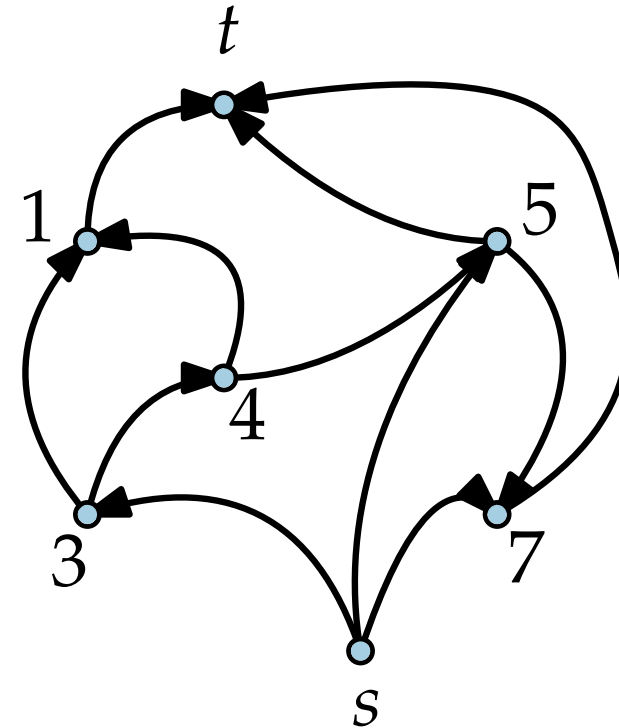
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



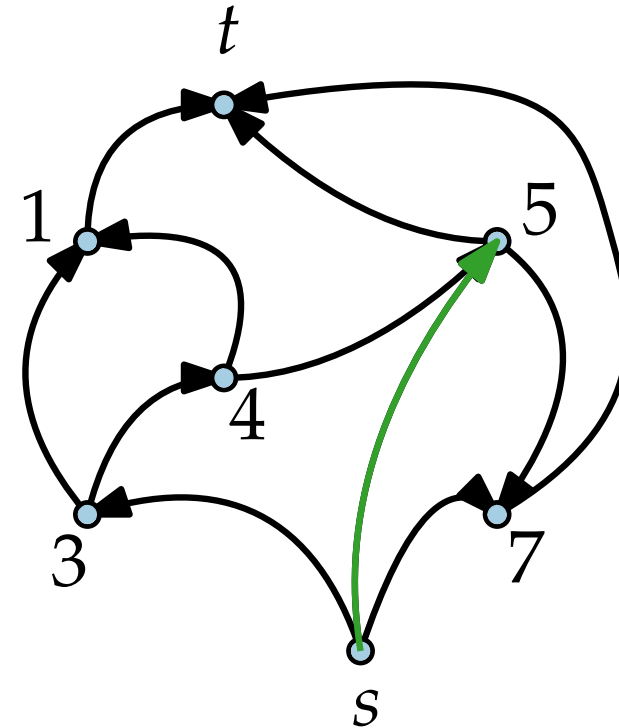
# 10. *st*-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- *st*-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



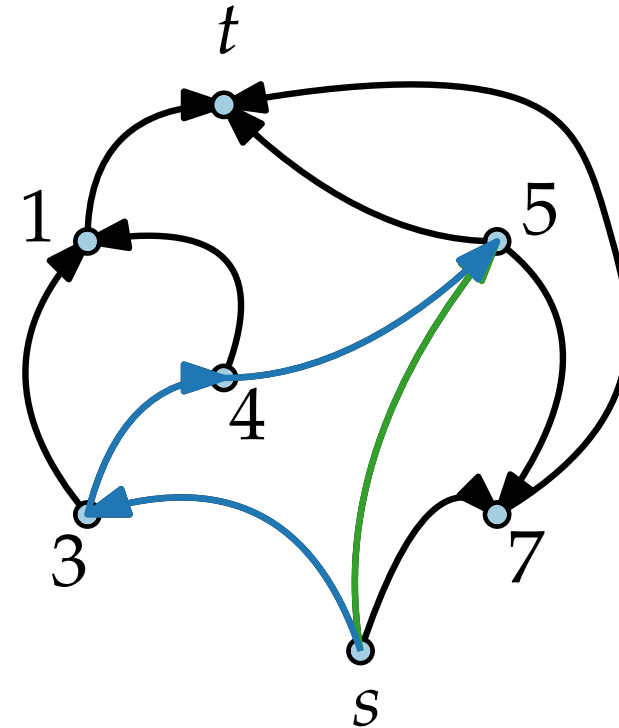
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



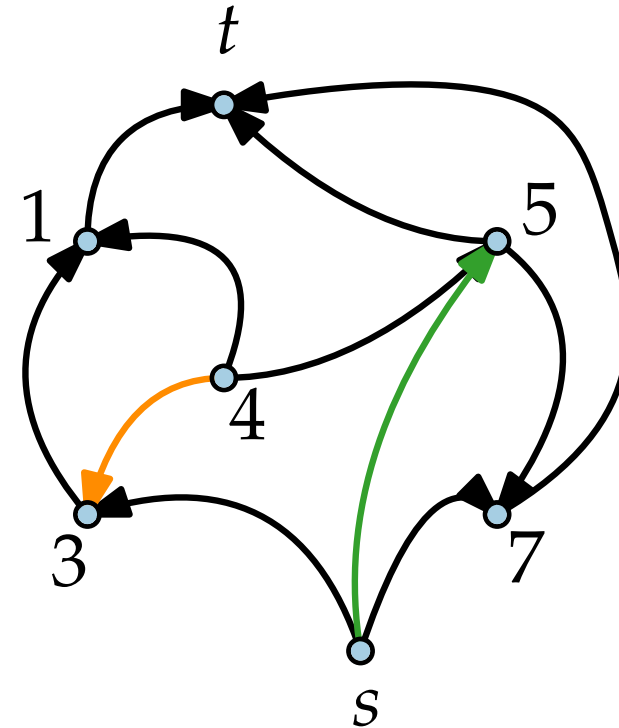
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



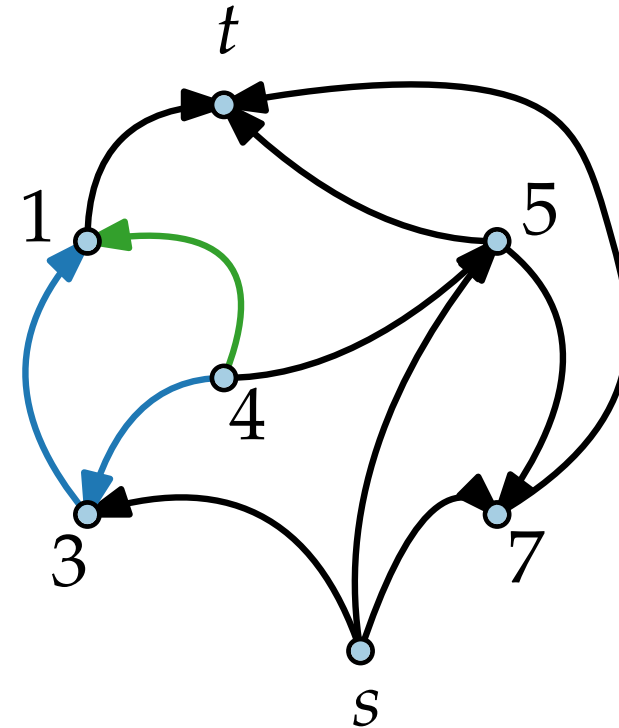
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



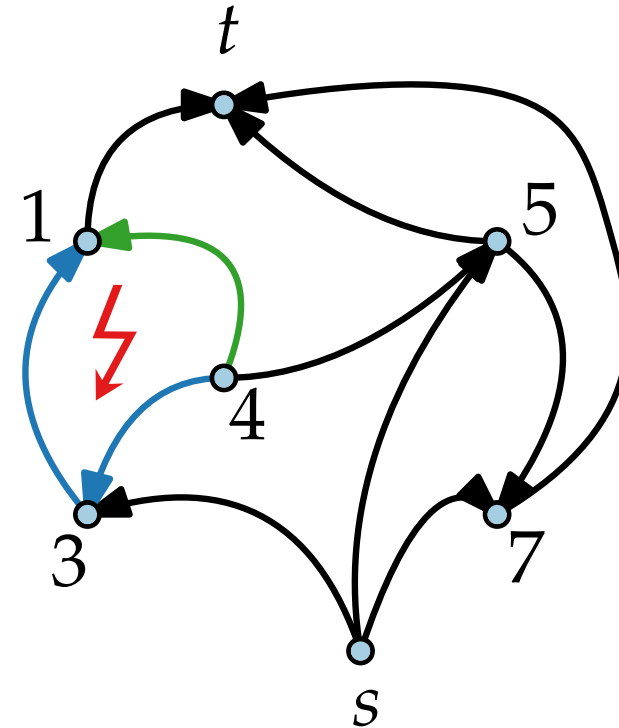
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



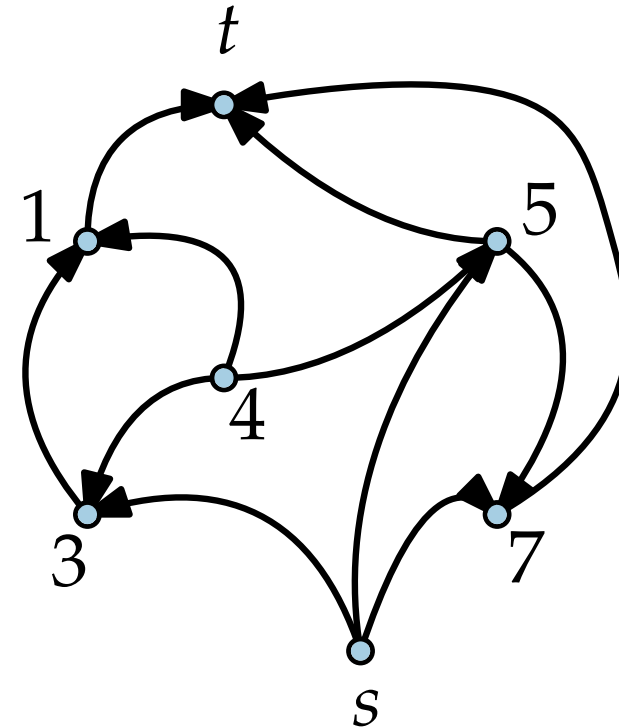
# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- keine *transitiven Kanten*



**Spoiler:** ist NP-schwer



# 10. st-Orientations with Few Transitive Edges

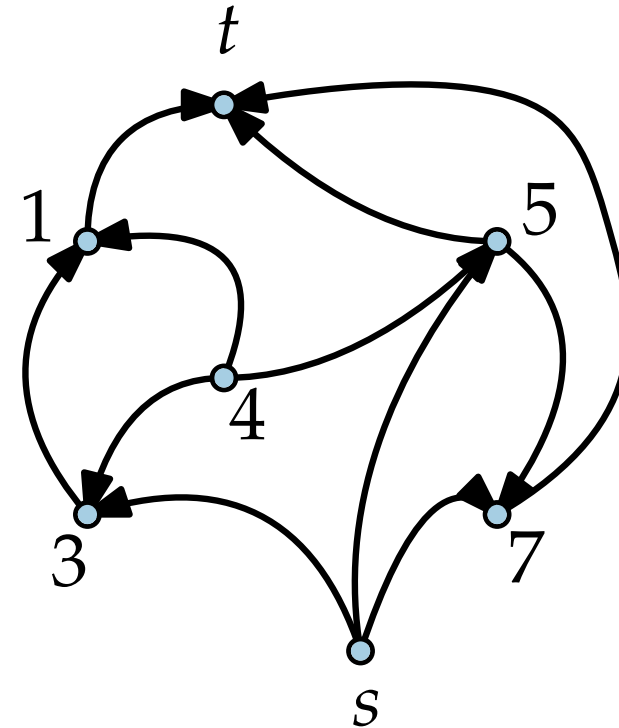
**Eingabe:** ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$

**Ausgabe:** ein gerichteter Graph

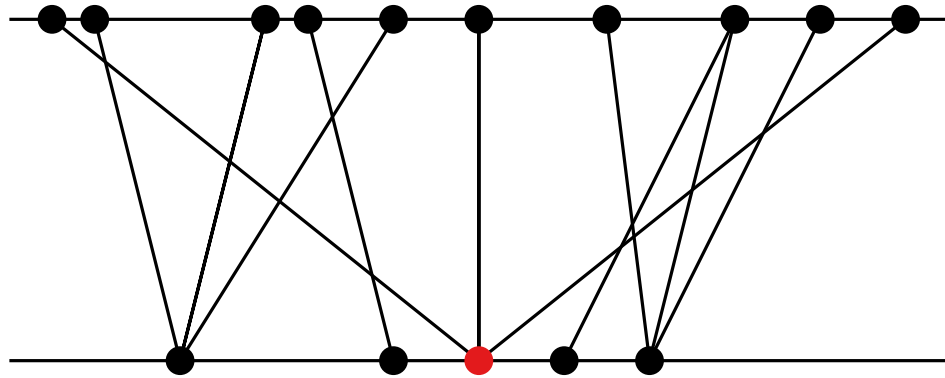
**Regeln:**

- keine Kreise
- st-gerichtet
- ~~keine~~ transitiven Kanten  
**wenige**

**Spoiler:** ist NP-schwer

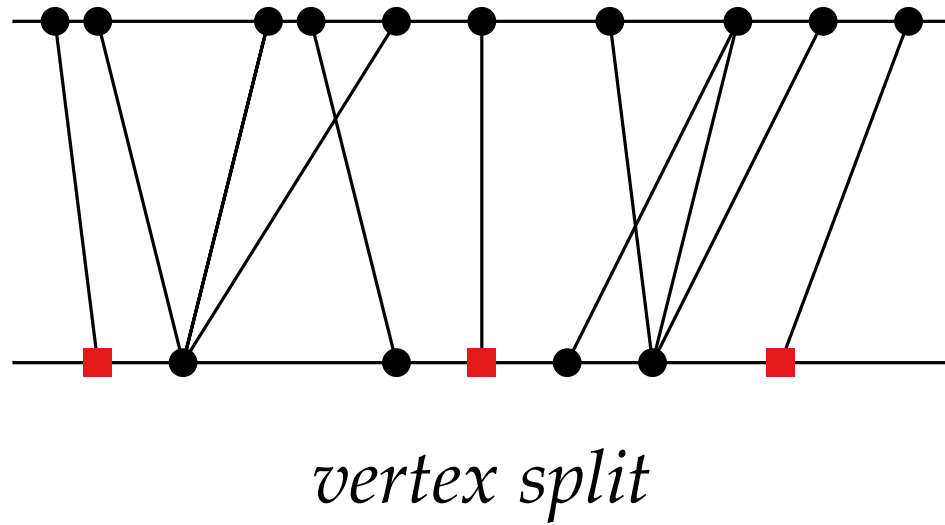


# 11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting



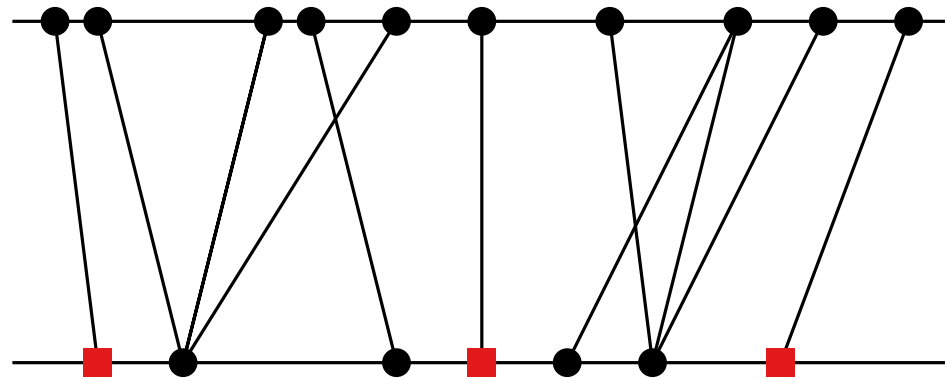
2-layer drawing of a bipartite graph with fixed vertex order.

# 11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting



2-layer drawing of a bipartite graph with fixed vertex order.

# 11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting

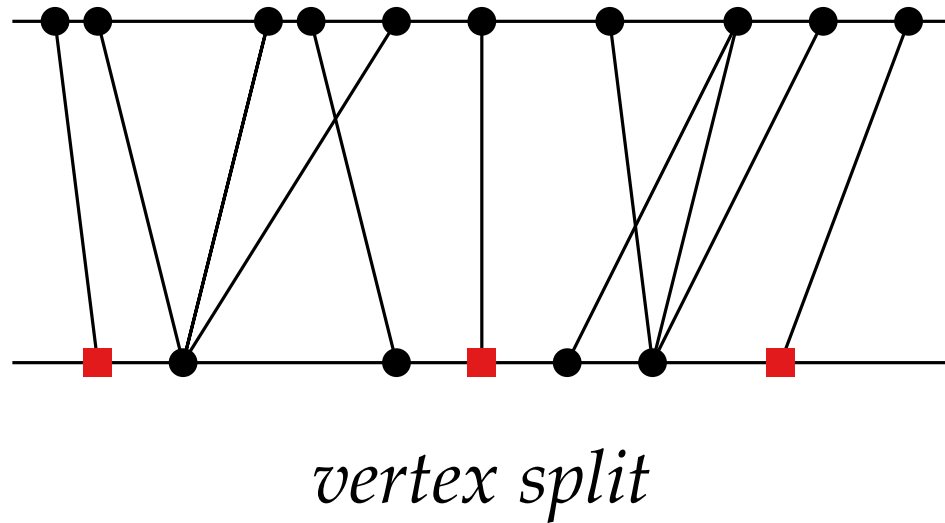


*vertex split*

2-layer drawing of a bipartite graph  
with fixed vertex order.

We want: Minimal number  $k$  of vertex-splits necessary to generate a crossing-free drawing.

# 11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting

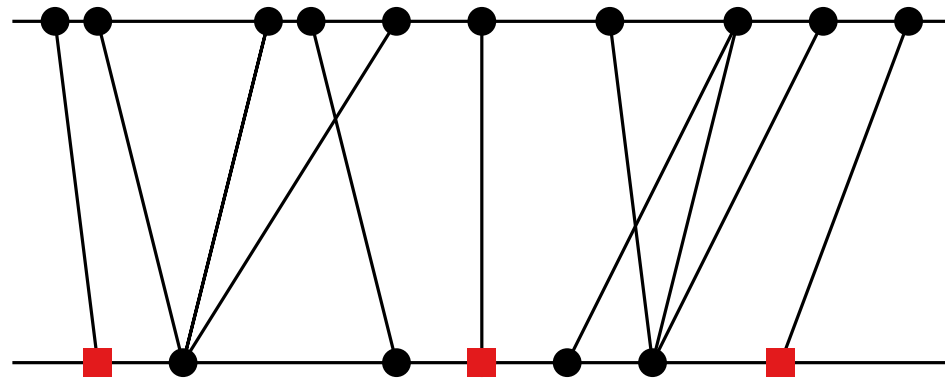


2-layer drawing of a bipartite graph with fixed vertex order.

We want: Minimal number  $k$  of vertex-splits necessary to generate a crossing-free drawing.

→ NP-hard!

# 11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting



*vertex split*

2-layer drawing of a bipartite graph  
with fixed vertex order.

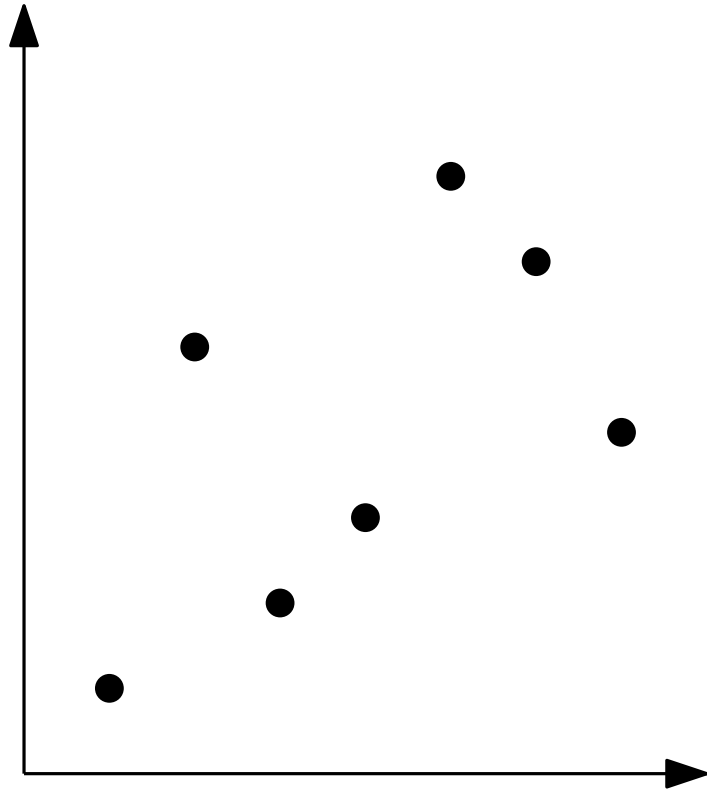
We want: Minimal number  $k$  of vertex-splits necessary to generate a crossing-free drawing.

→ NP-hard!

Here: FPT algorithm for Bipartite Vertex Splitting parameterized by the minimum number of vertex splits.

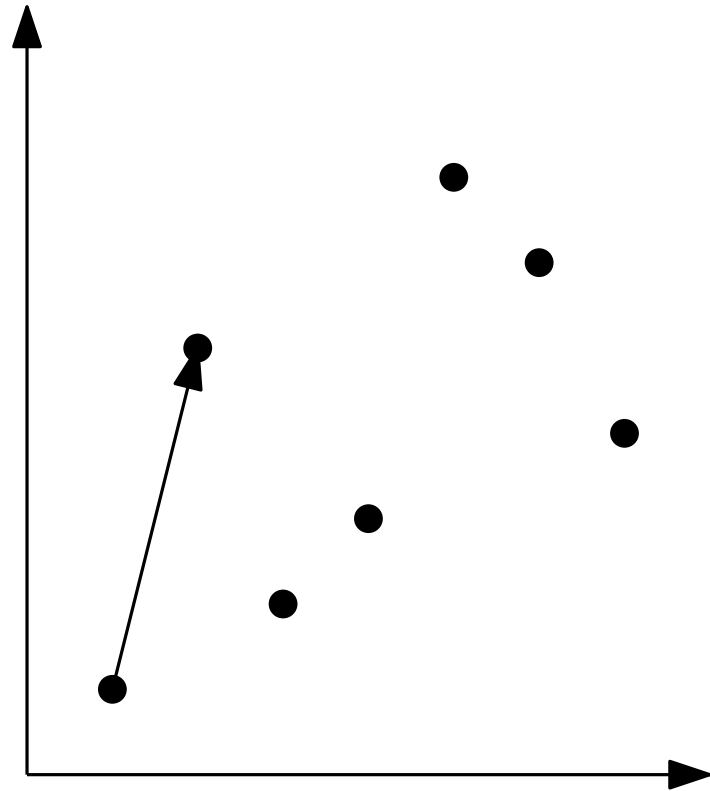
# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):



# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):

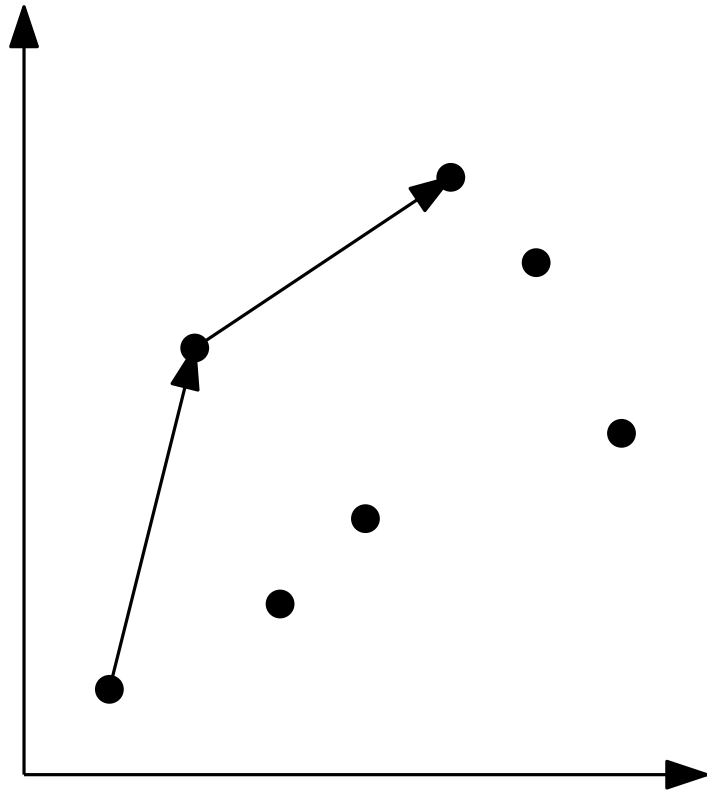


Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .



# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

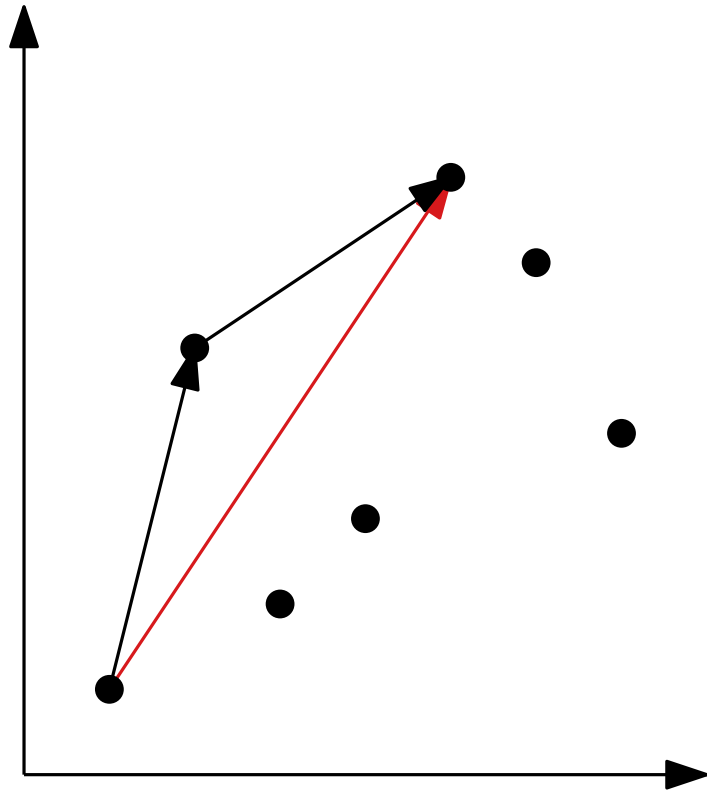
2-dimension poset  
(partially ordered set):



Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):

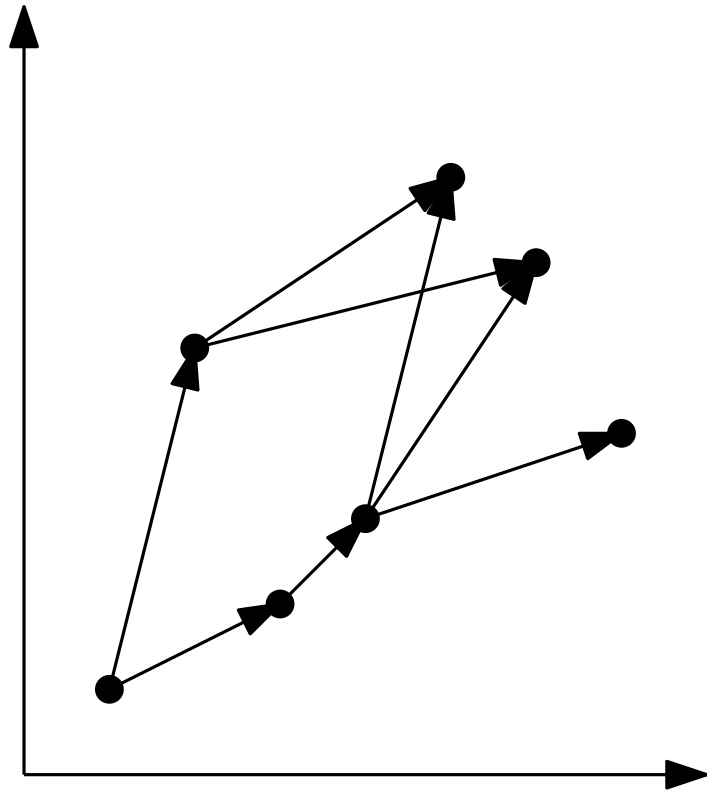


Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

No transitive  
edges.

# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):

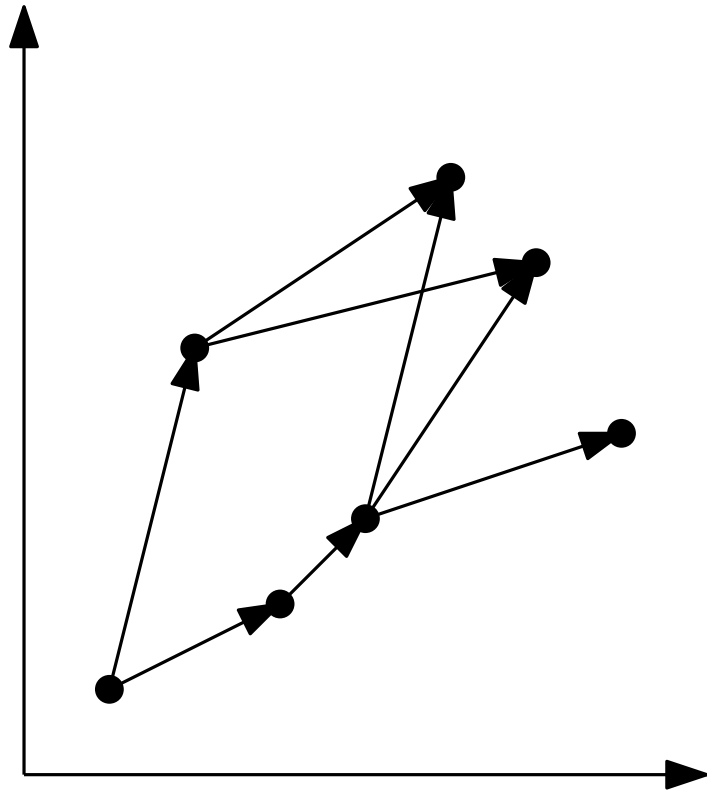


Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

No transitive  
edges.

# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

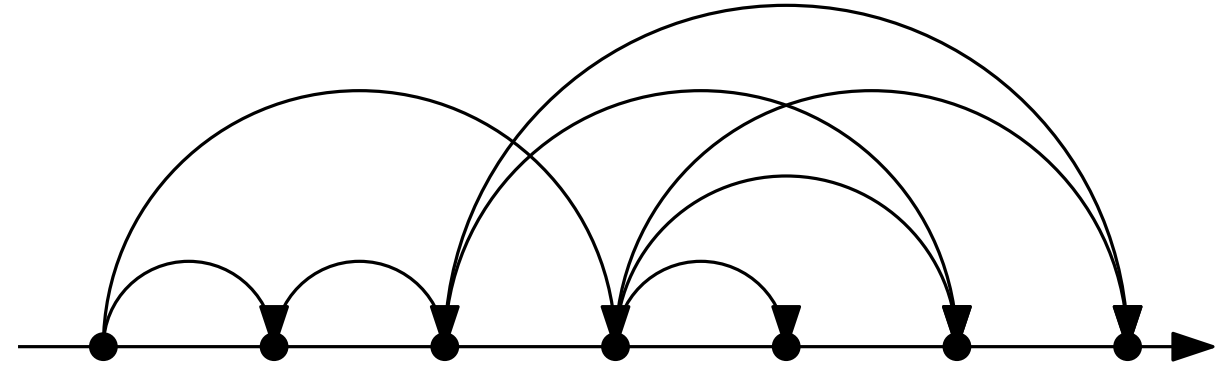
2-dimension poset  
(partially ordered set):



Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

No transitive  
edges.

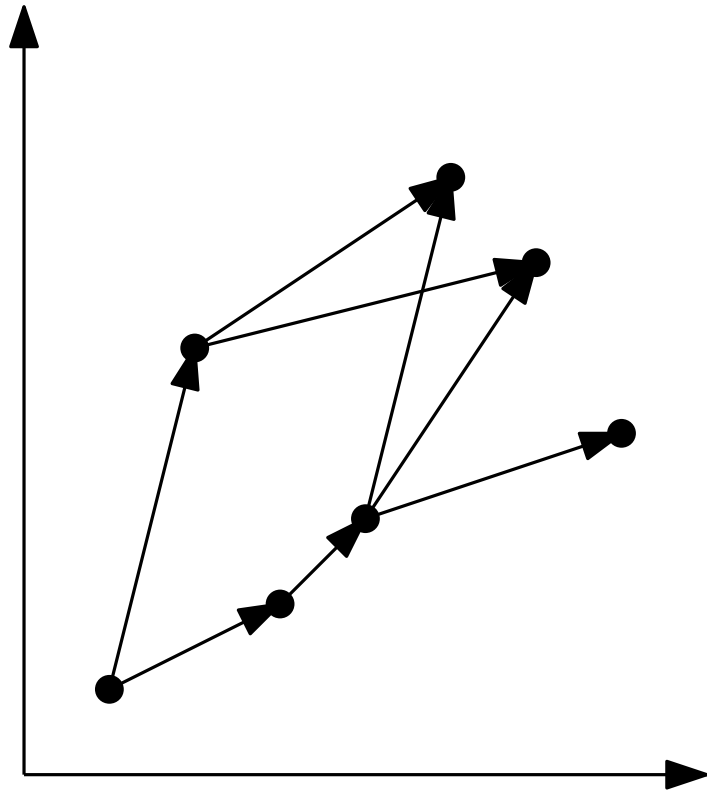
Queue layout of a poset:



Order vertices such that the partial order  
is respected.

# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):

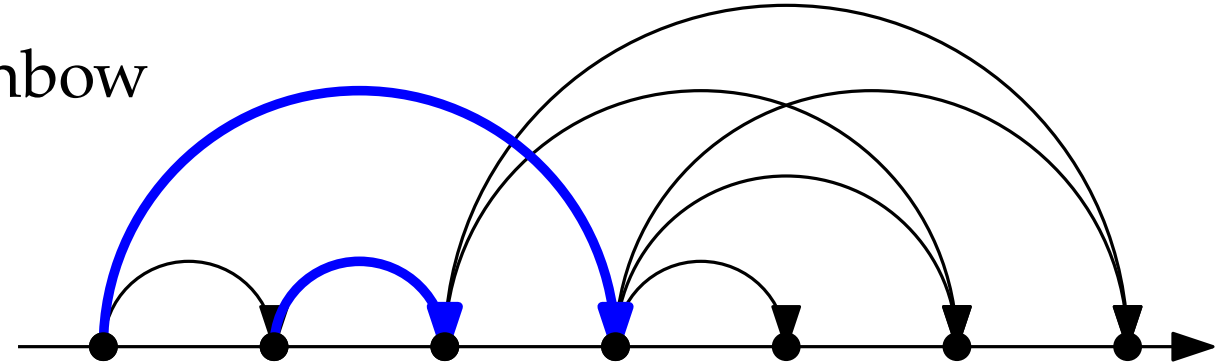


Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

No transitive  
edges.

Queue layout of a poset:

2-rainbow

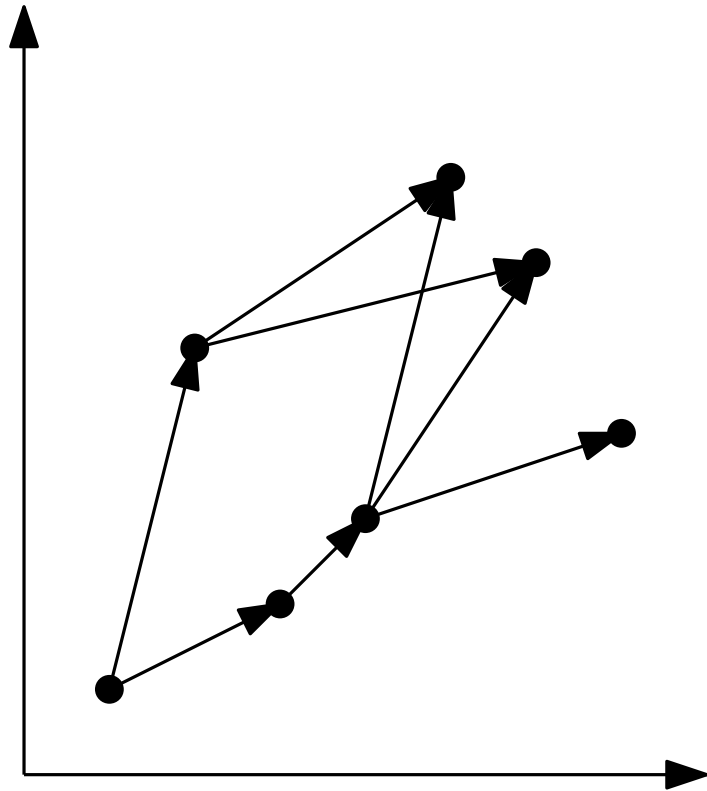


Order vertices such that the partial order  
is respected.

We want to minimize maximum number  
of nested edges.

# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):

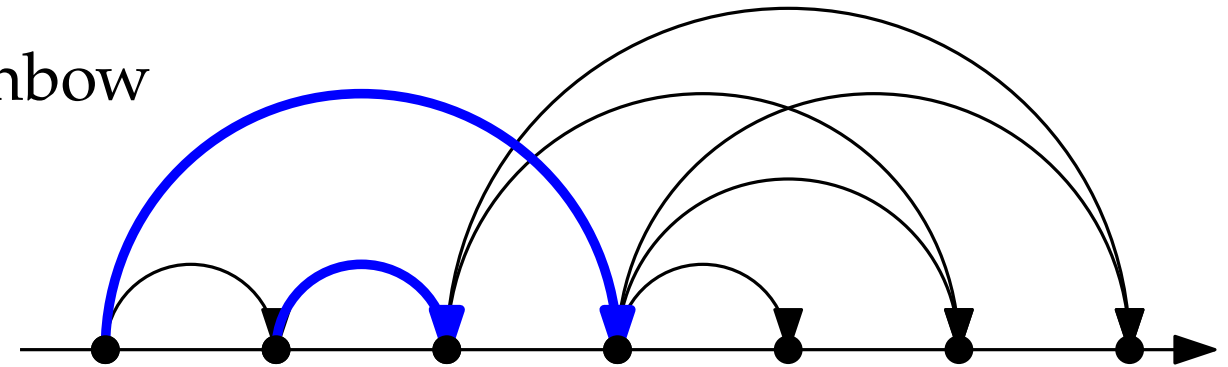


Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

No transitive  
edges.

Queue layout of a poset:

2-rainbow



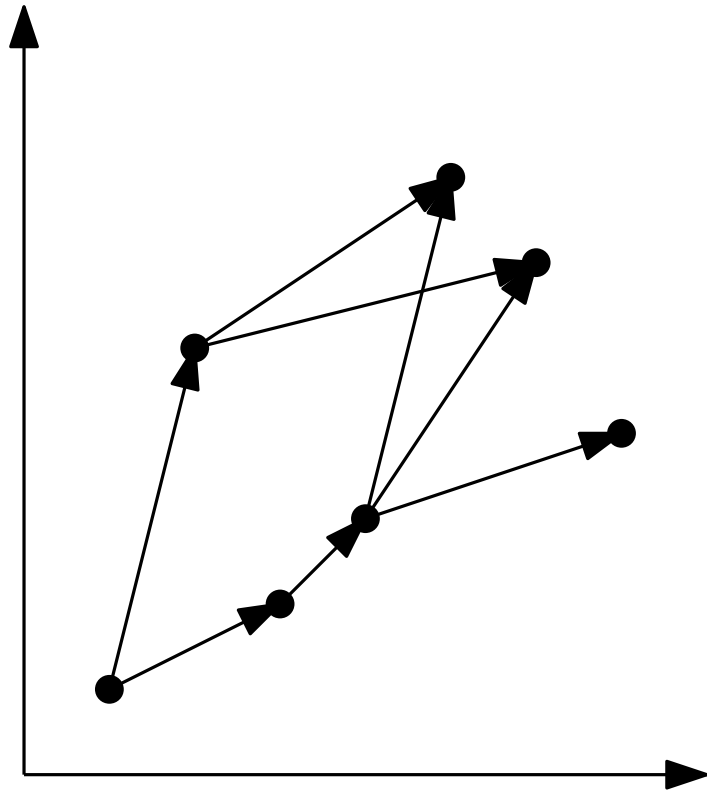
Order vertices such that the partial order  
is respected.

We want to minimize maximum number  
of nested edges.

*Queue number*: minimum  $k$  such that the  
poset admits a queue layout with  
rainbows of size at most  $k$ .

# 12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets

2-dimension poset  
(partially ordered set):

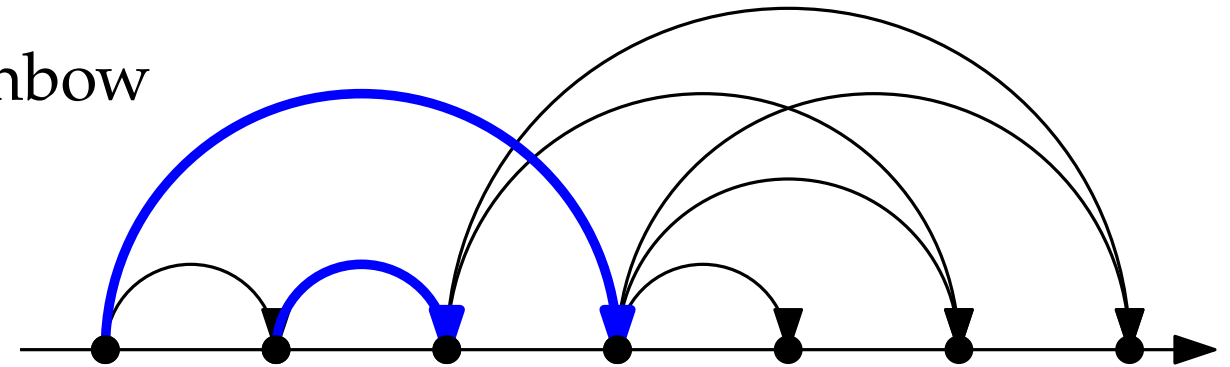


Edge from  $u$  to  $v$   
if  $v$  is right and  
above  $u$ .

No transitive  
edges.

Queue layout of a poset:

2-rainbow



Order vertices such that the partial order  
is respected.

We want to minimize maximum number  
of nested edges.

*Queue number*: minimum  $k$  such that the  
poset admits a queue layout with  
rainbows of size at most  $k$ .

What are bounds on the Queue-Number  
of a Poset?

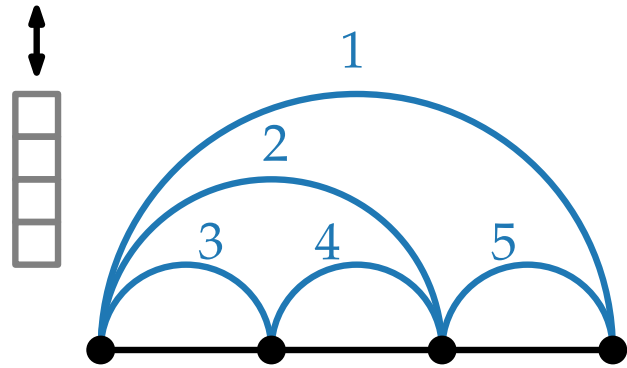
# 13. The Rique-Number of Graphs

This is about *linear layouts*, where all vertices are arranged on a horizontal line.



# 13. The Rique-Number of Graphs

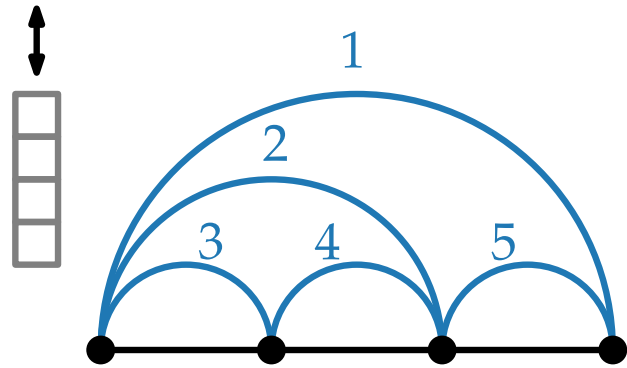
This is about *linear layouts*, where all vertices are arranged on a horizontal line.



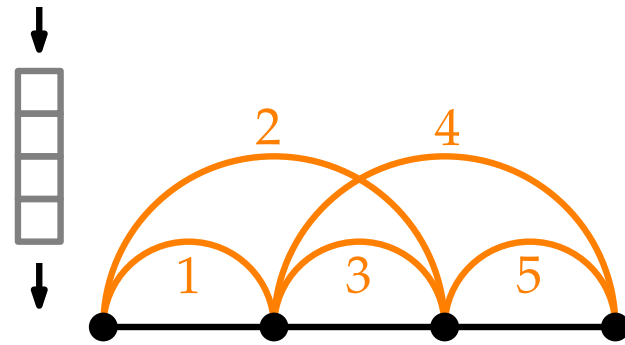
1-page *stack*-layout

# 13. The Rique-Number of Graphs

This is about *linear layouts*, where all vertices are arranged on a horizontal line.



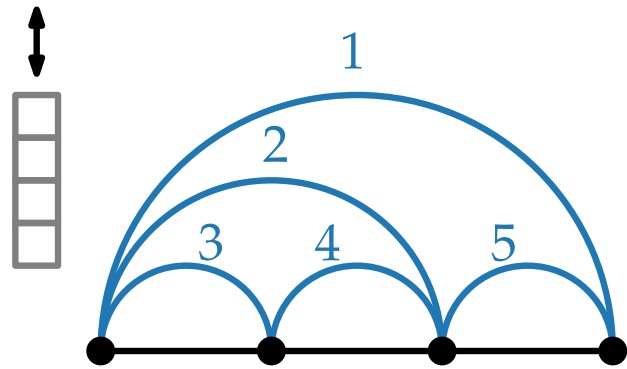
1-page *stack*-layout



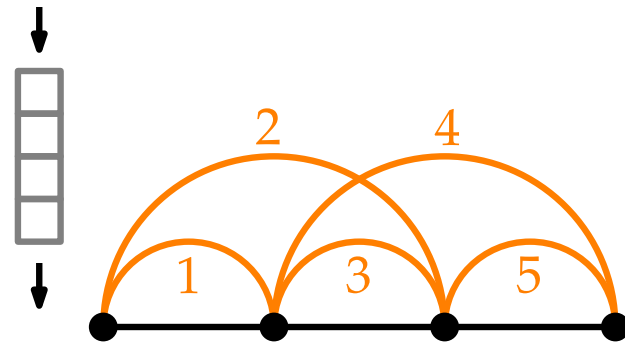
1-page *queue*-layout

# 13. The Rique-Number of Graphs

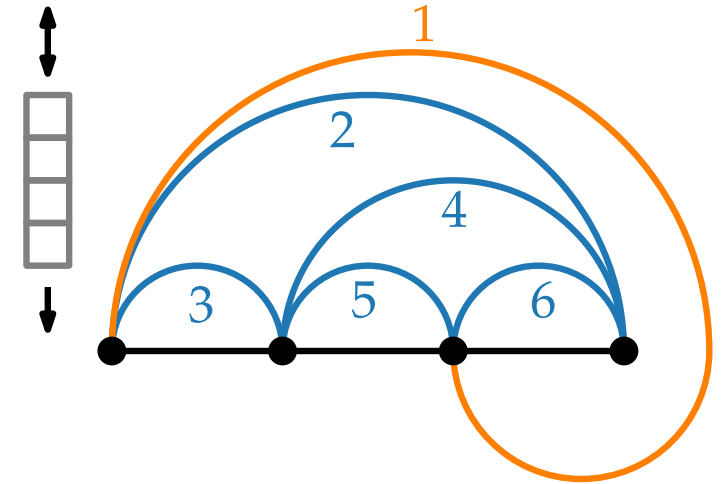
This is about *linear layouts*, where all vertices are arranged on a horizontal line.



1-page *stack*-layout



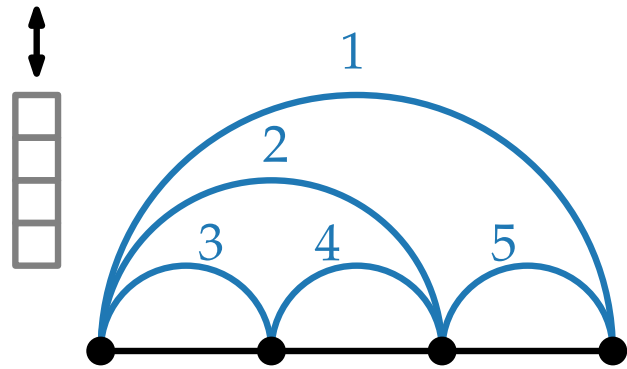
1-page *queue*-layout



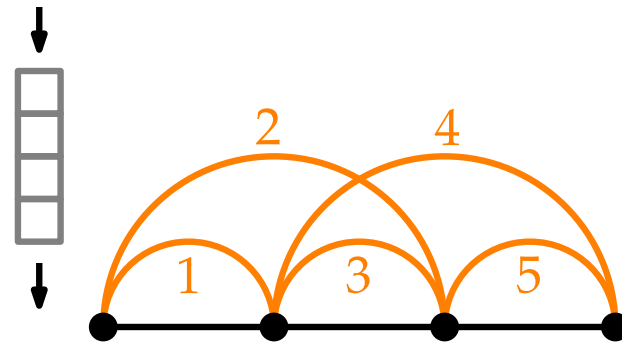
1-page RIQ-layout

# 13. The Rique-Number of Graphs

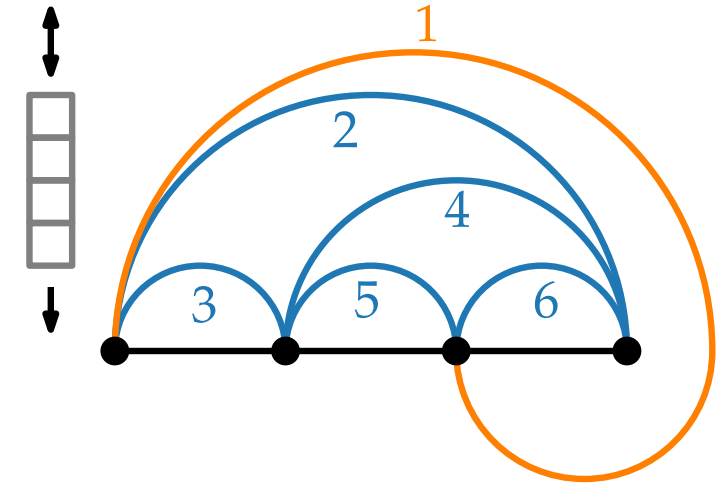
This is about *linear layouts*, where all vertices are arranged on a horizontal line.



1-page *stack*-layout



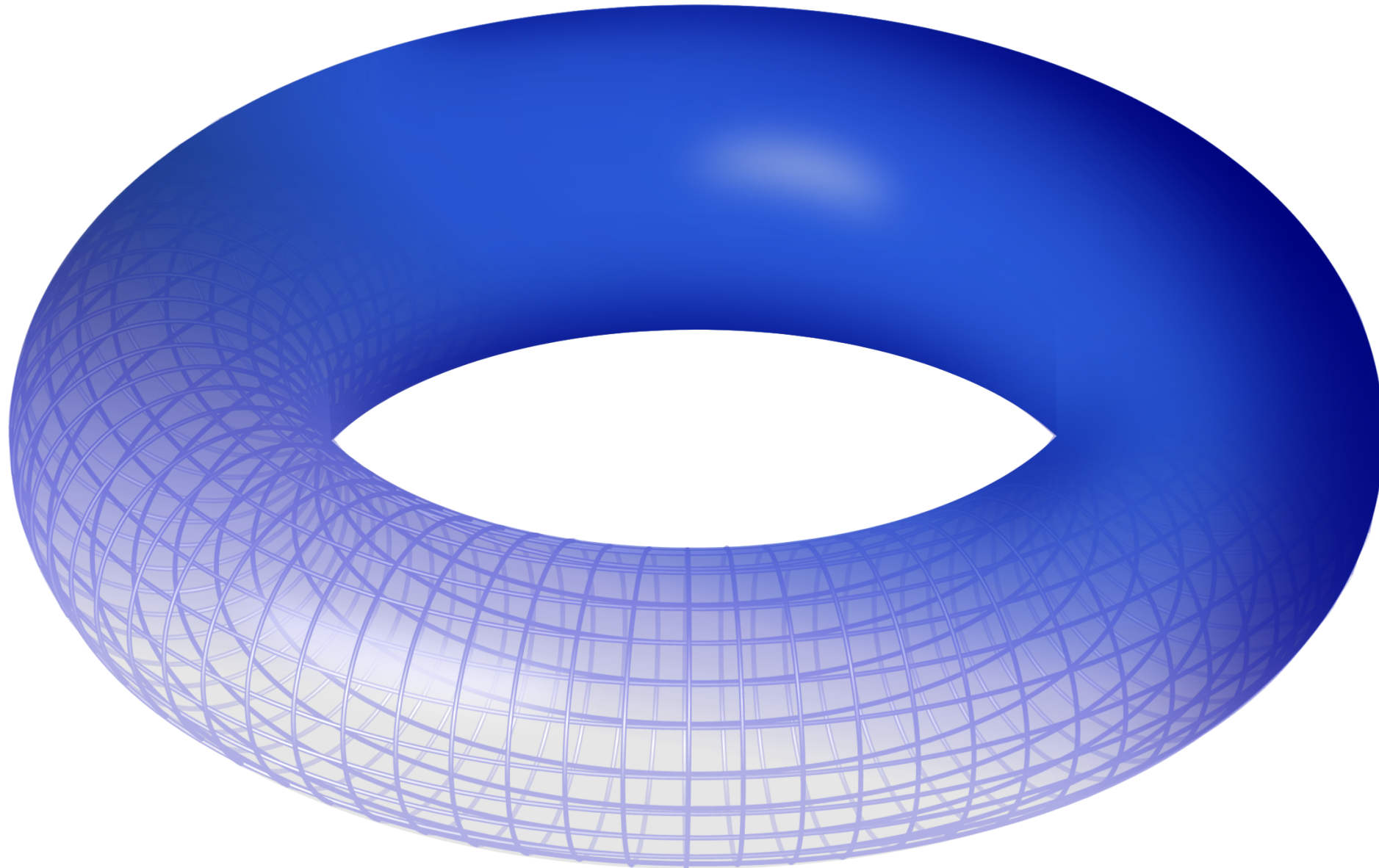
1-page *queue*-layout



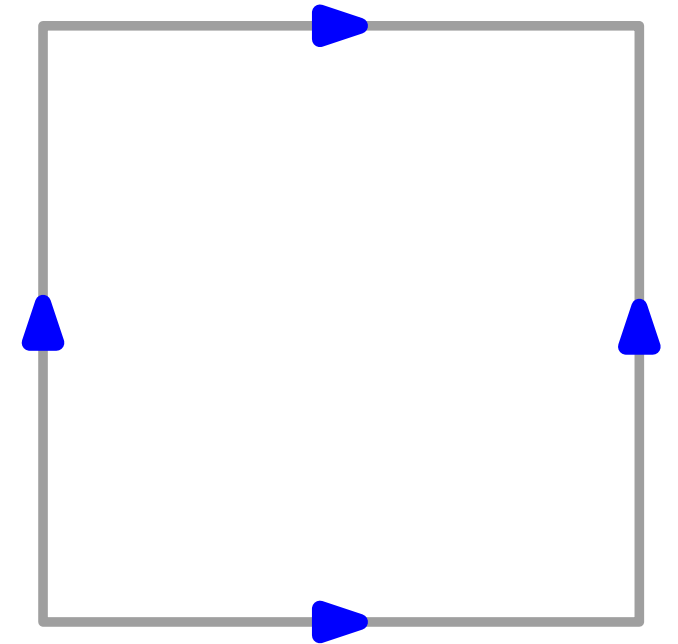
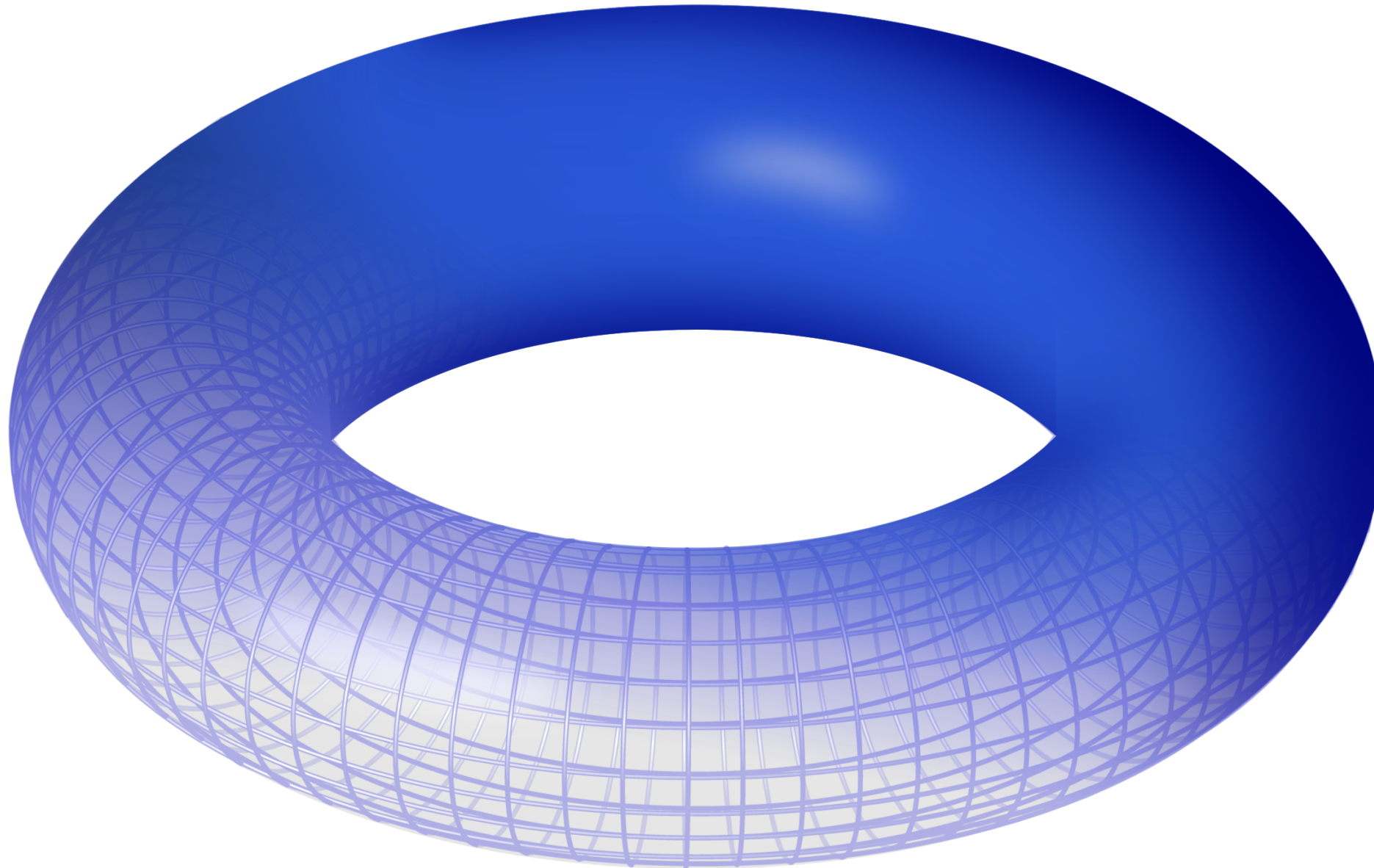
1-page RIQ-layout

- RIQ stands for *restricted-input queue*: insertions are only allowed at the head, while removals can occur at the head and the tail.

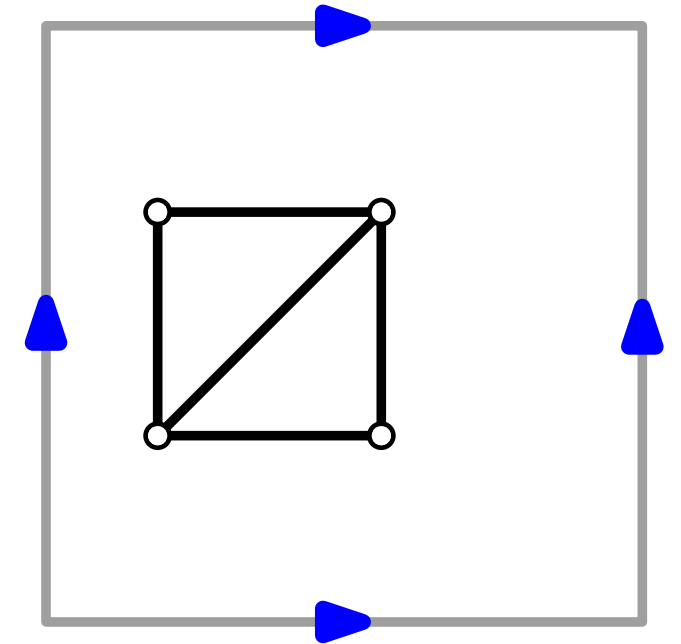
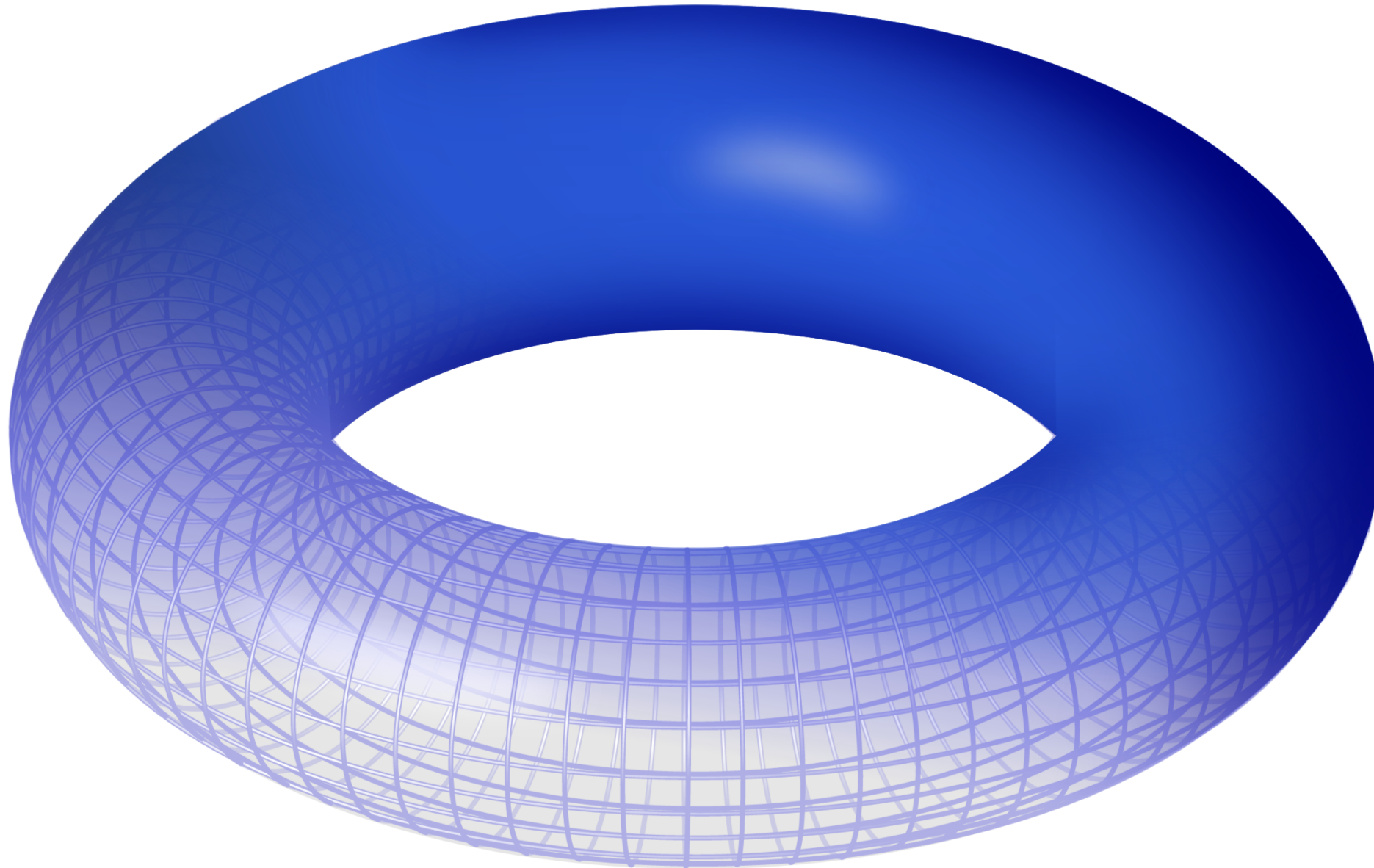
# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



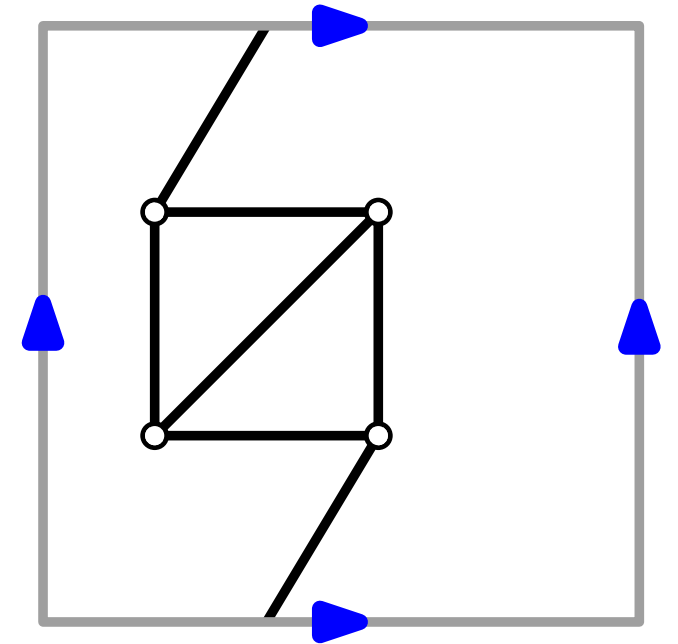
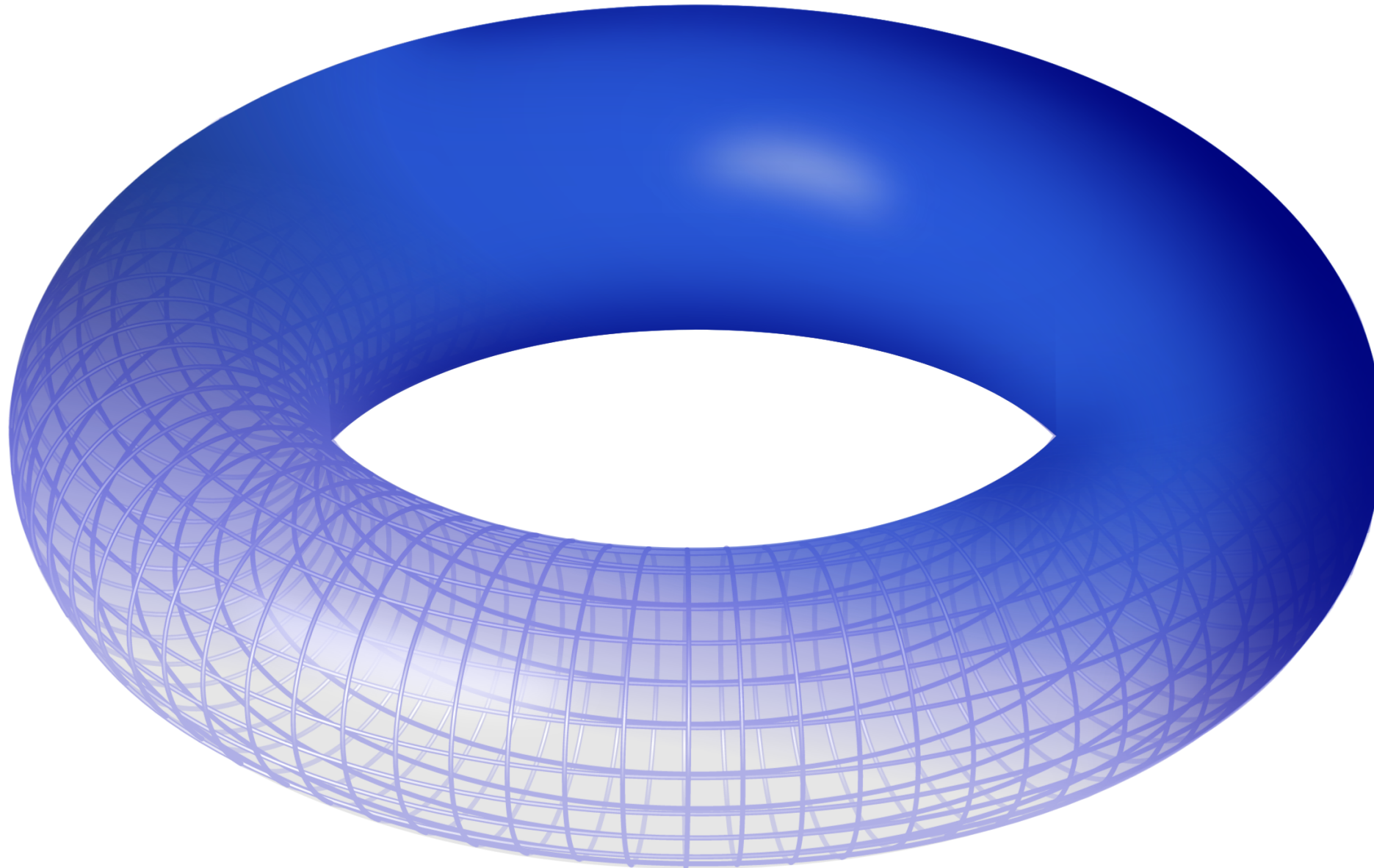
# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs

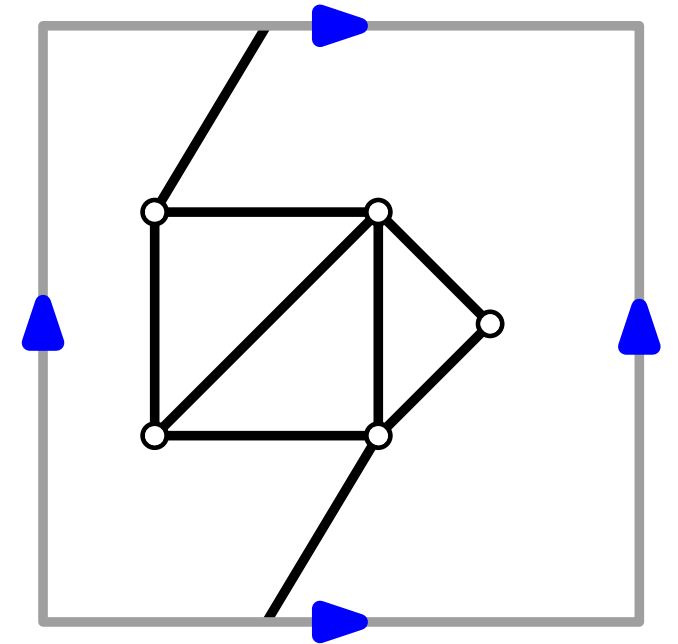
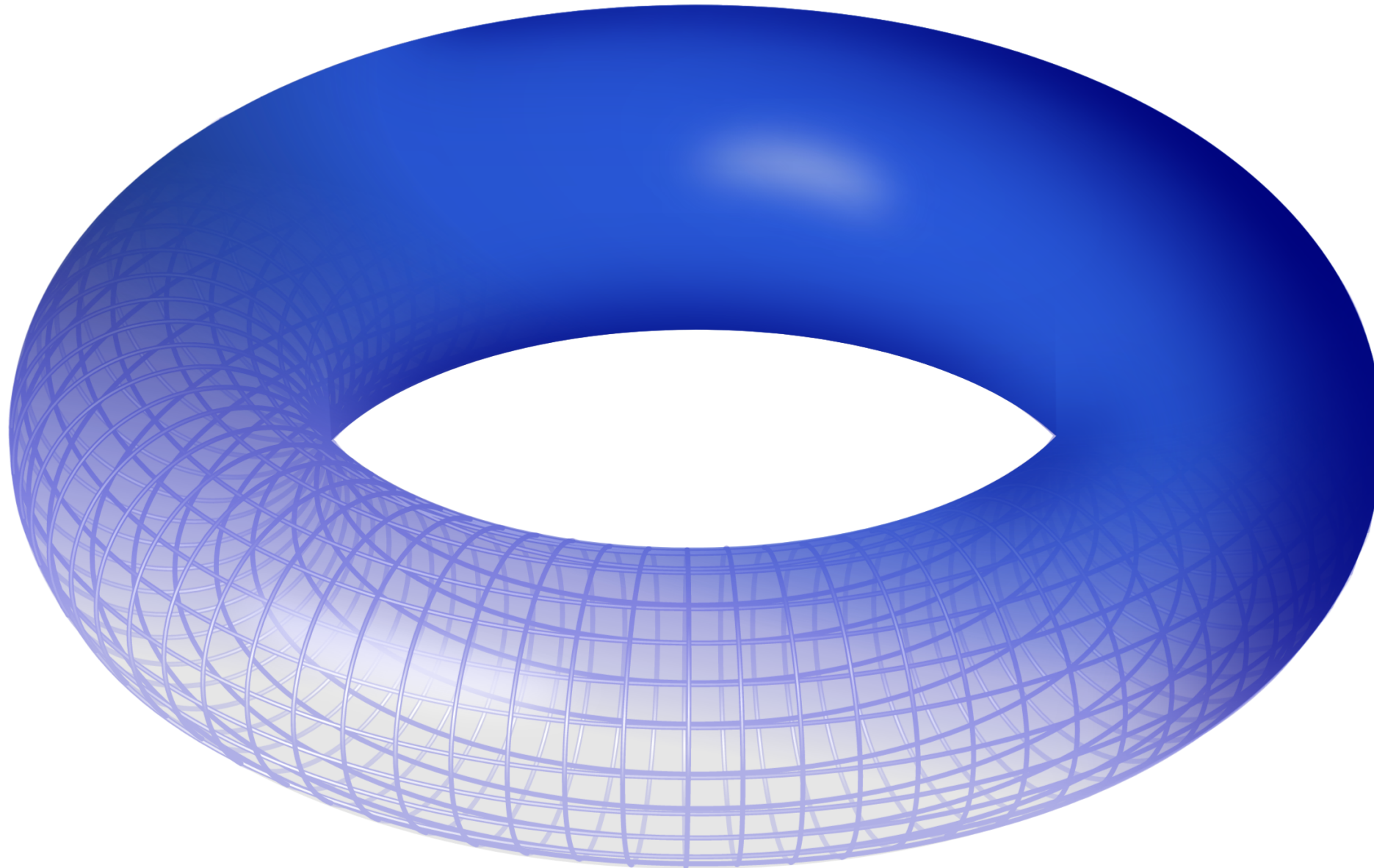


# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs

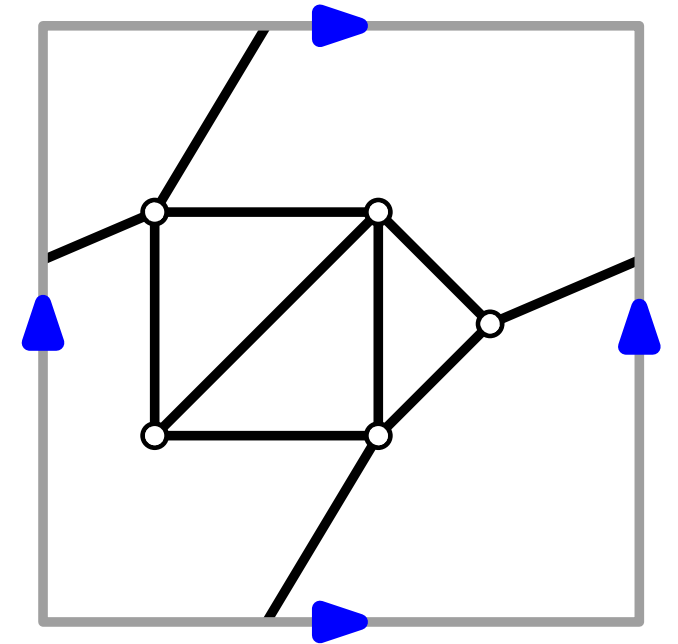
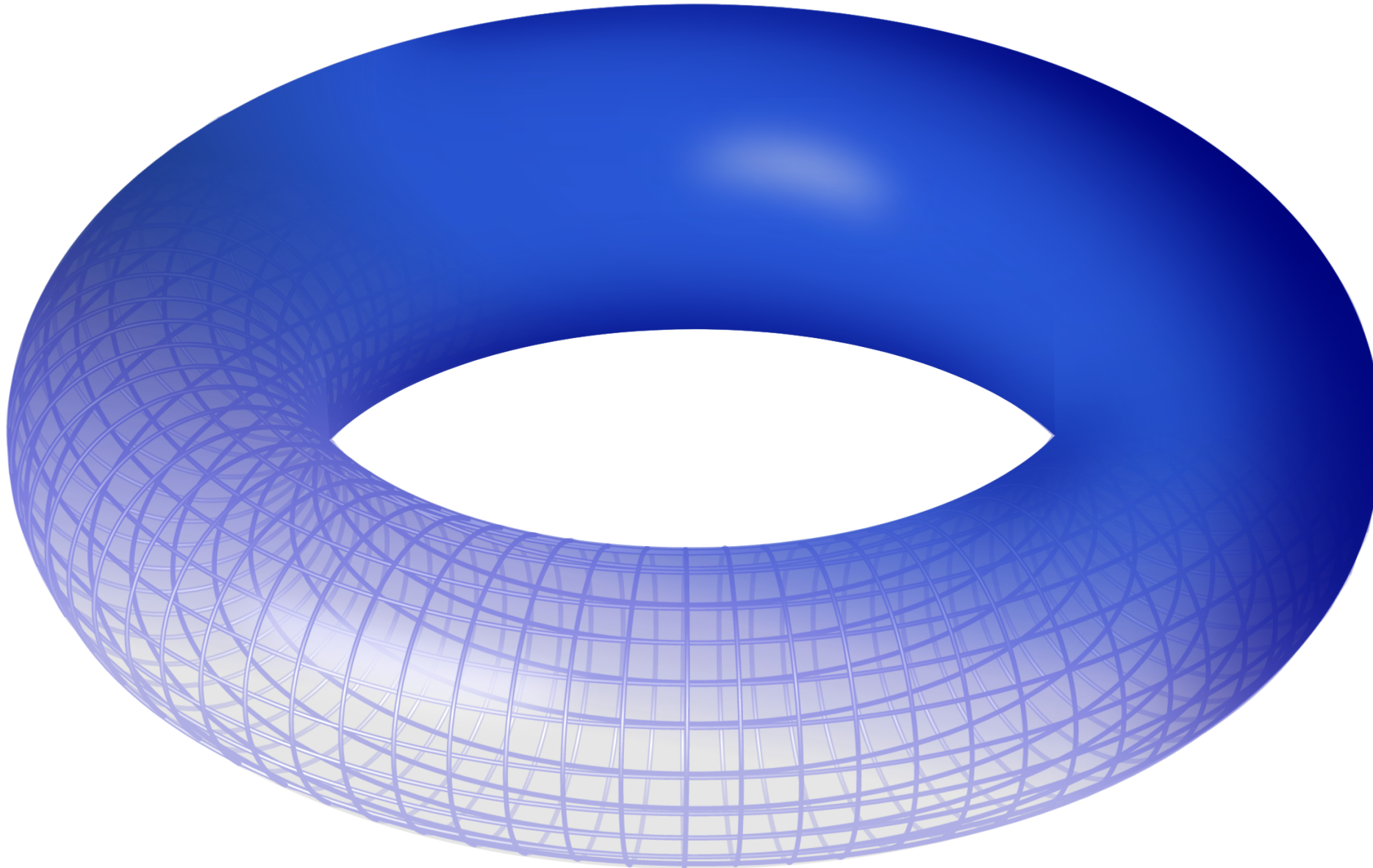




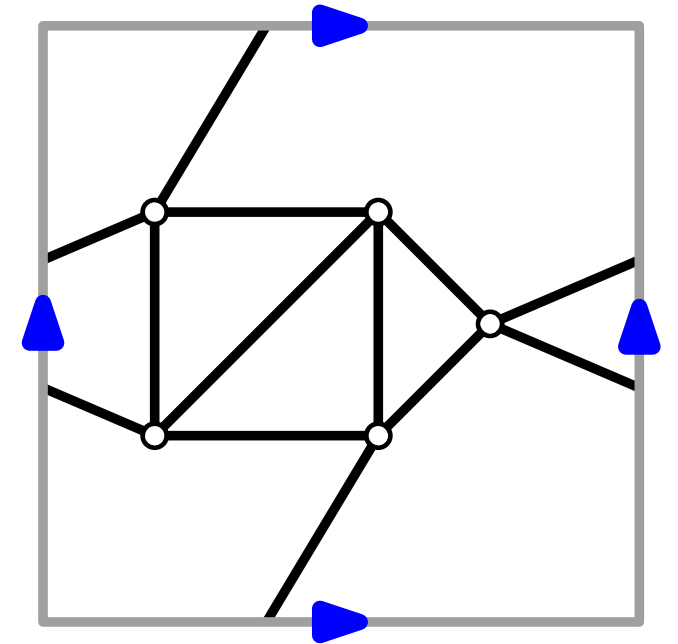
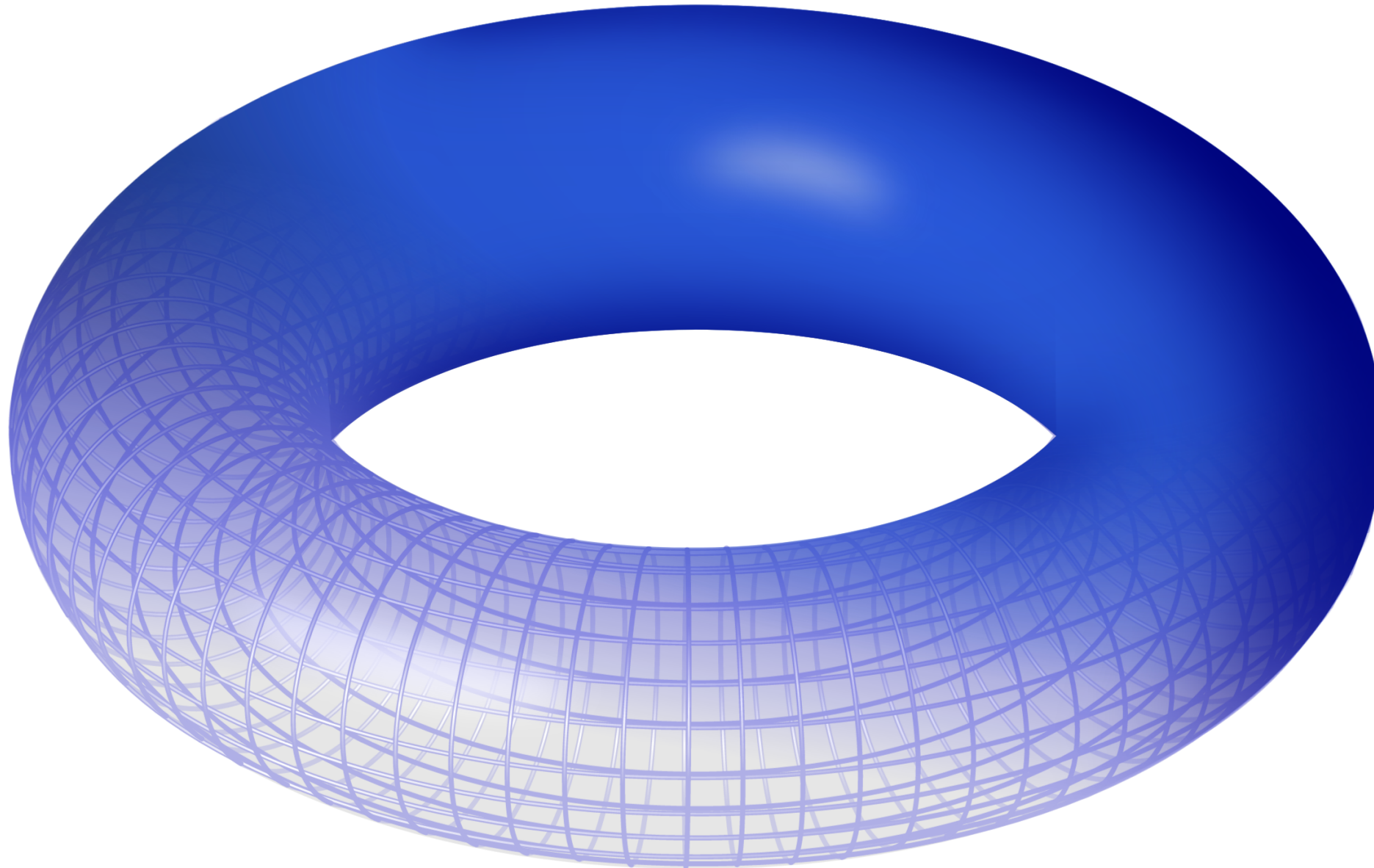
# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



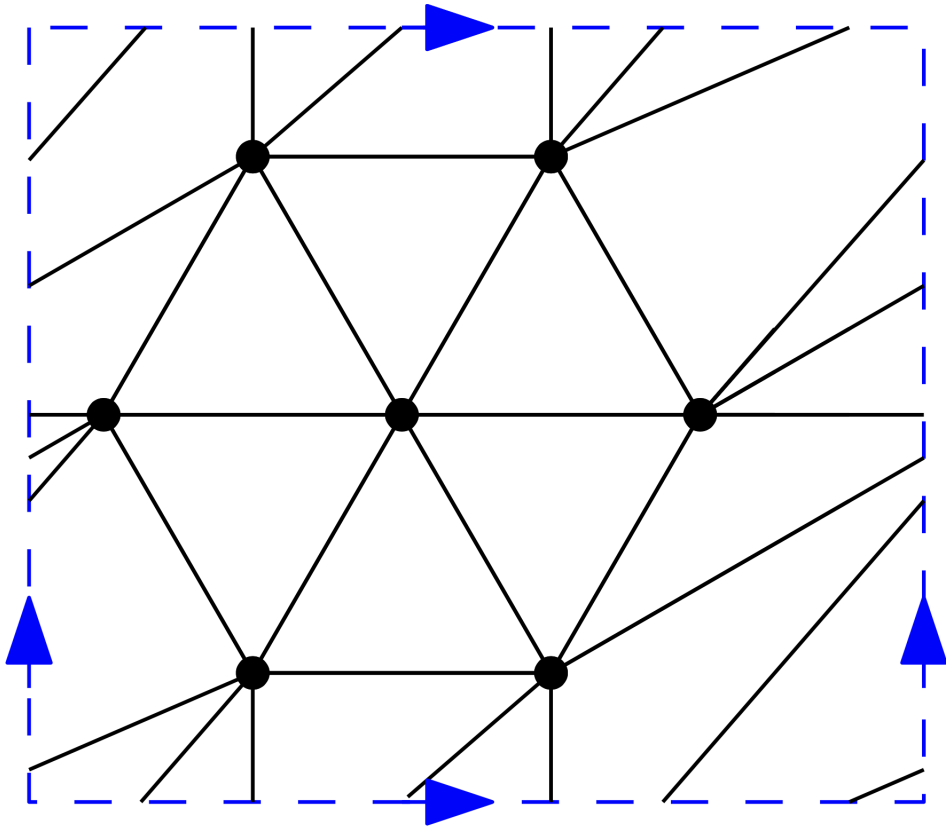
# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



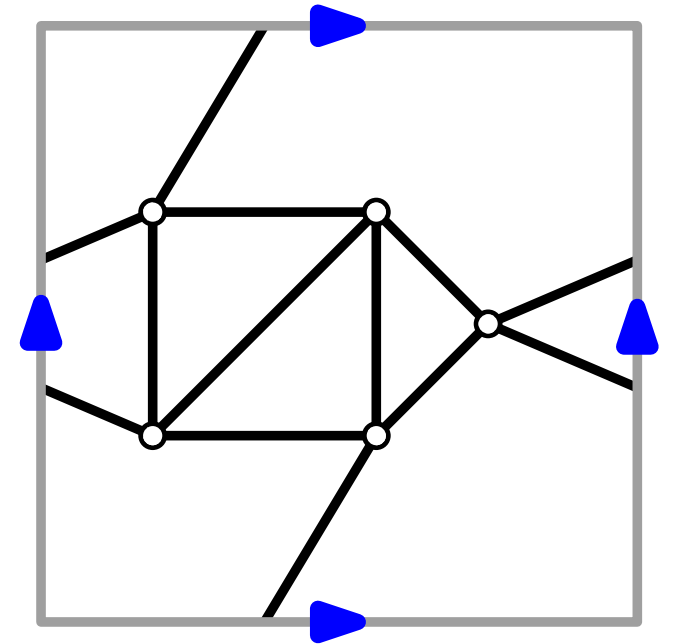
# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



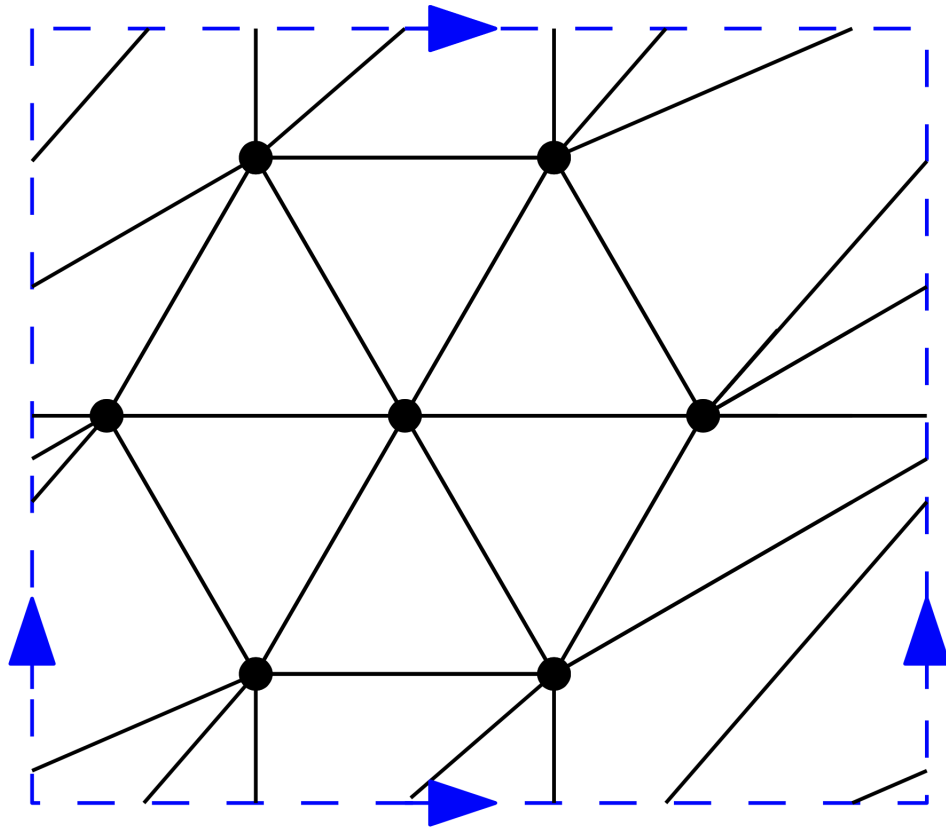
# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



$K_5$  is toroidal.

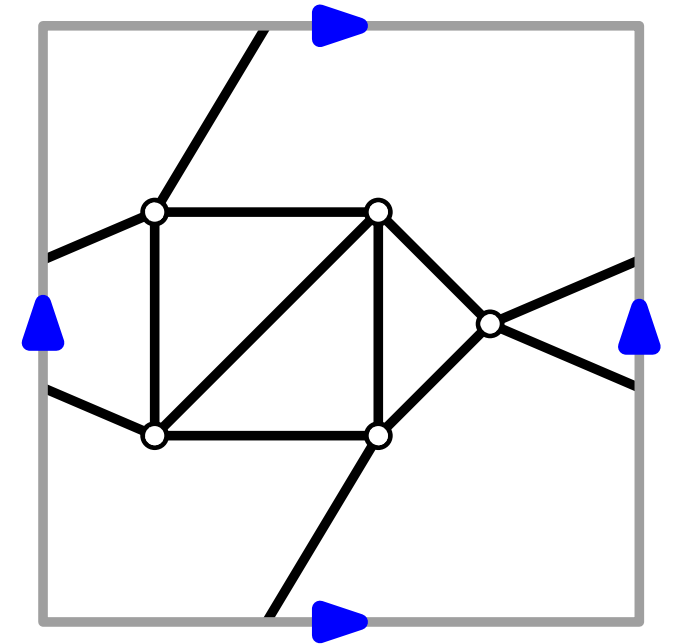


# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs

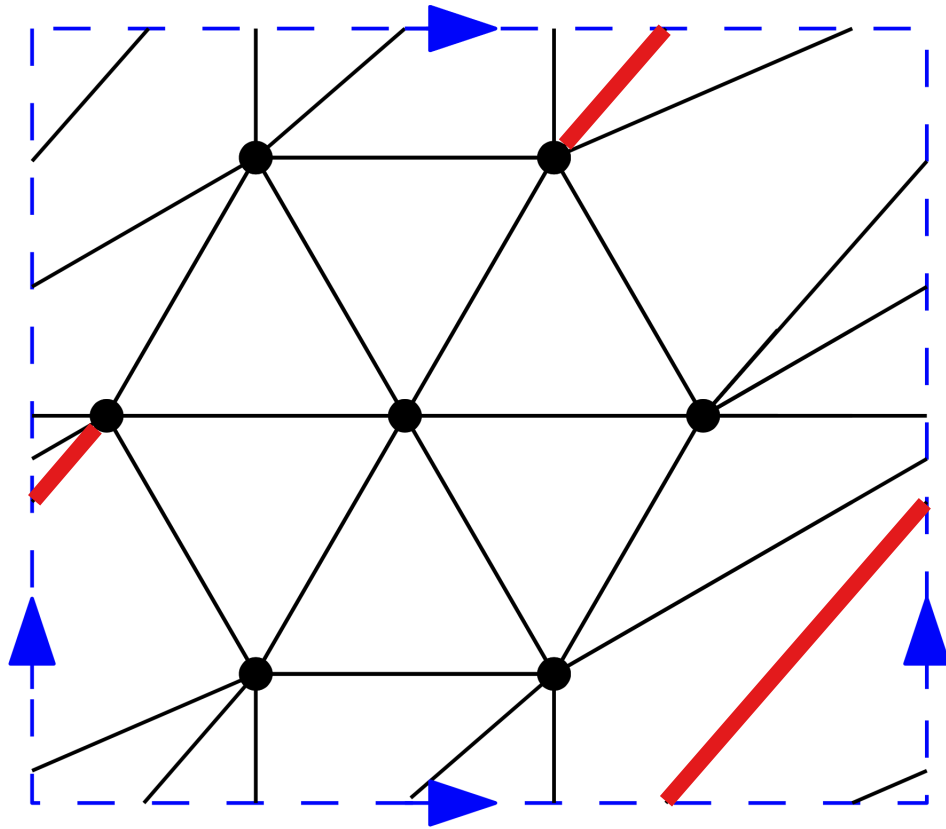


$K_7$  is toroidal.

$K_5$  is toroidal.

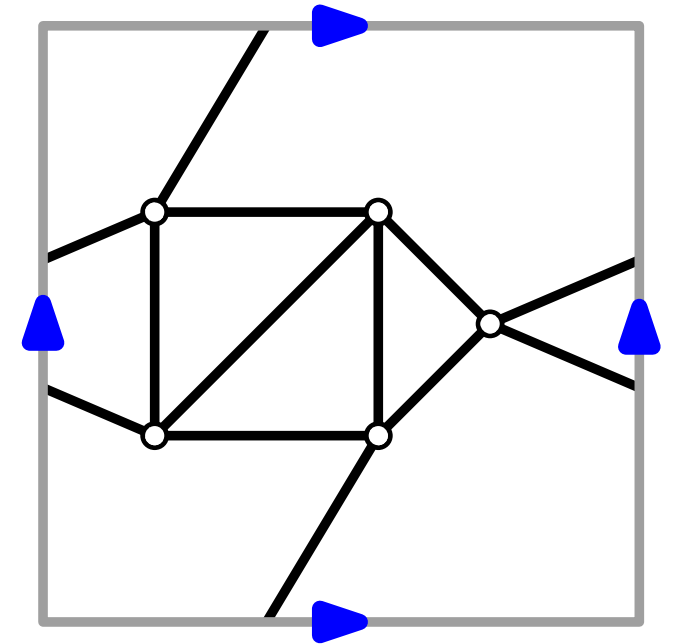


# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs

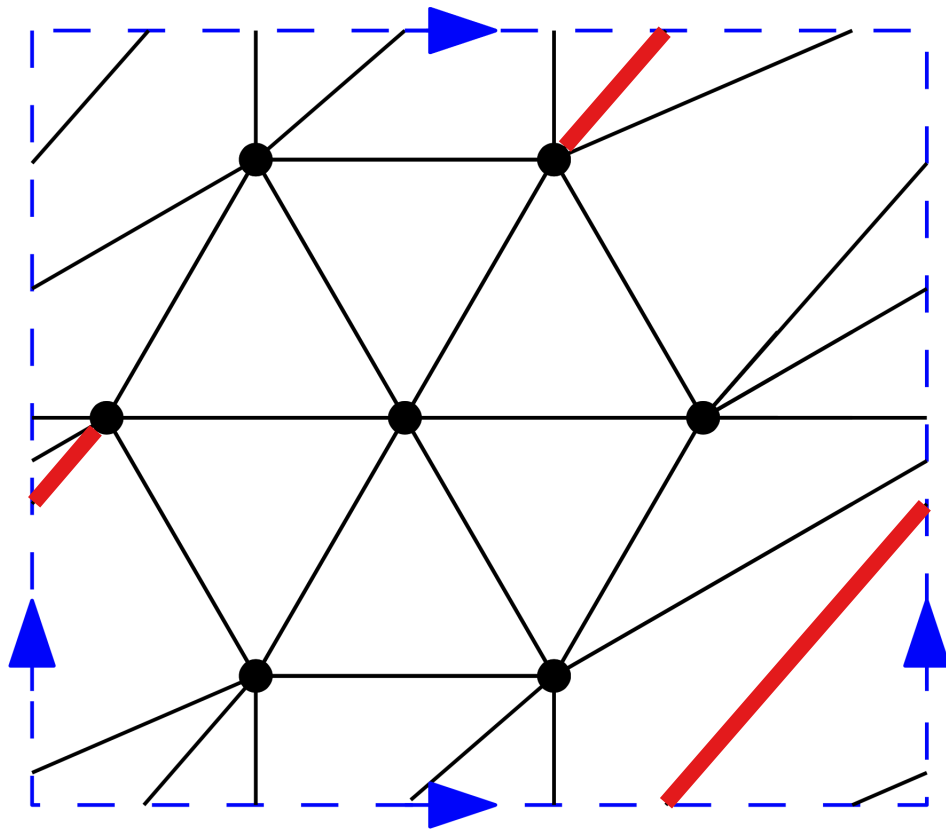


$K_7$  is toroidal.

$K_5$  is toroidal.

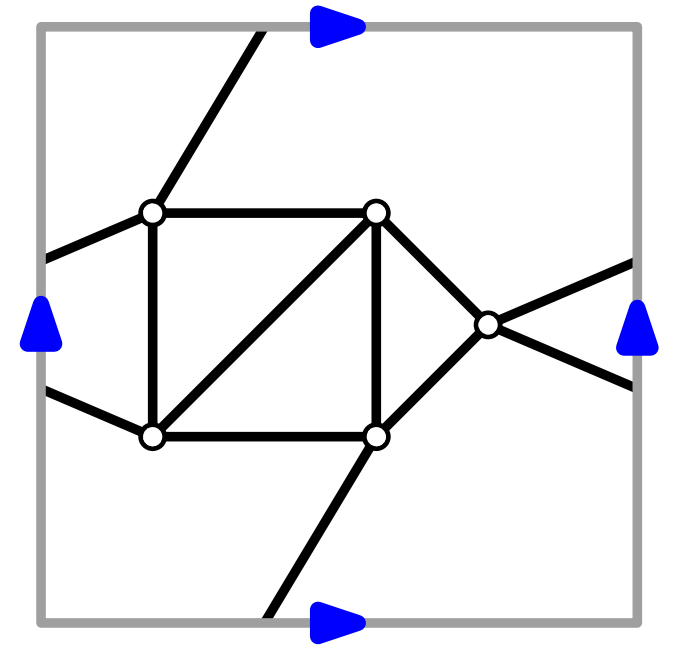


# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



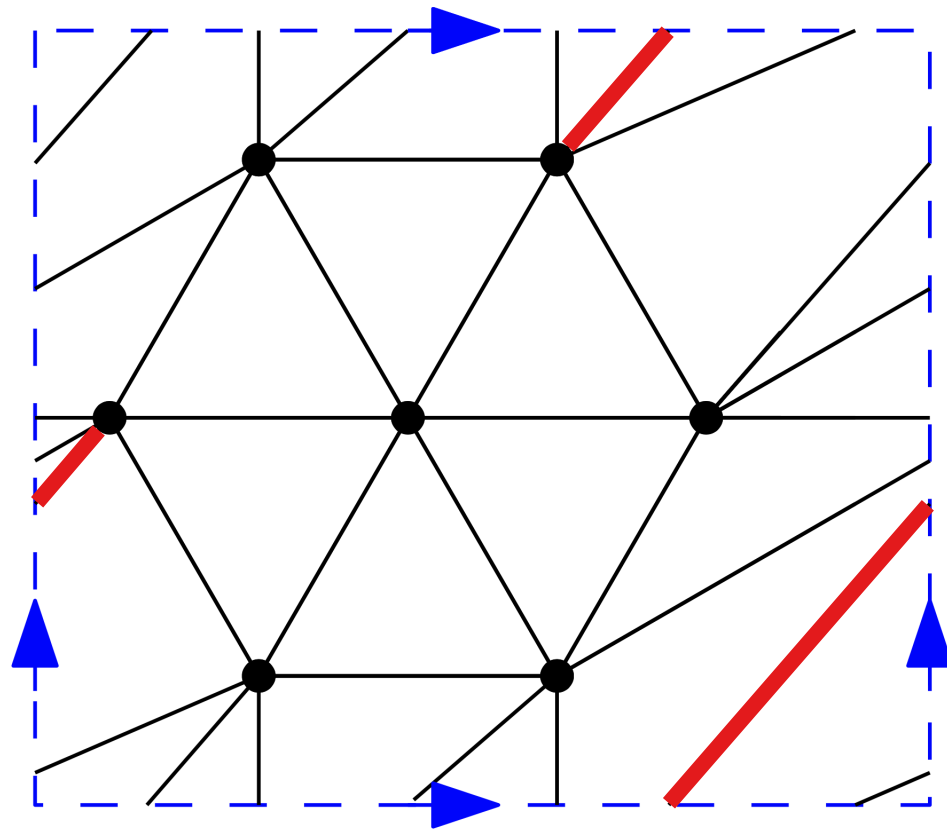
$K_7$  is toroidal.

$K_5$  is toroidal.



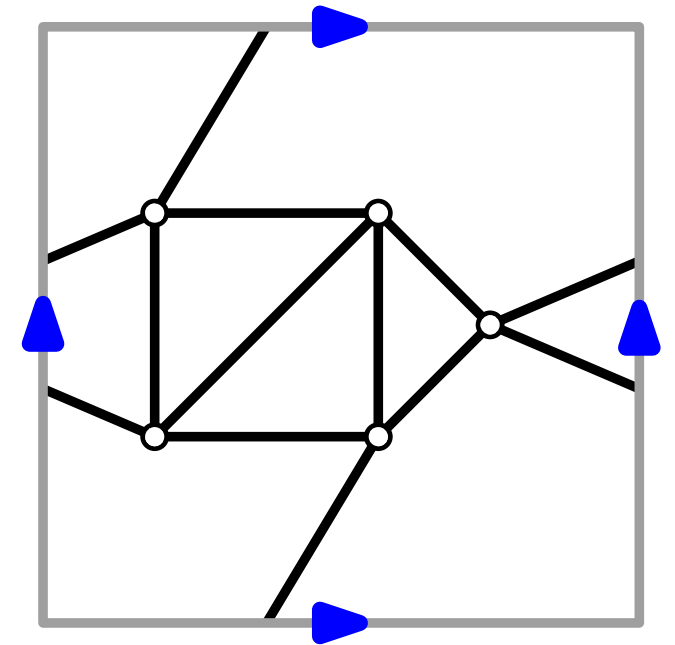
**Theorem 1.** Let  $G$  be a toroidal graph without loops. Then  $G$  has a visibility representation on the flat torus. [Mohar & Rosenstiehl, 1998]

# 14. Visibility Representations of Toroidal Graphs



$K_7$  is toroidal.

$K_5$  is toroidal.




**Theorem 1.** Let  $G$  be a toroidal graph without loops. Then  $G$  has a visibility representation on the flat torus. [Mohar & Rosenstiehl, 1998]

**Theorem 2.** Let  $G$  be a toroidal graph without loops. Then  $G$  has a visibility representation on the *rectangular* flat torus. [Biedl, 2022]






1. Small Point-Sets Supporting Graph Stories
2. On the Complexity of the Storyplan Problem
3. Compatible Spanning Trees in Simple Drawings of  $K_n$
4. Empty Triangles in Generalized Twisted Drawings of  $K_n$
5. Shooting Stars in Simple Drawings of  $K_{m,n}$
6. Mutual Witness Gabriel Drawings of Complete Bipartite Graphs
7. FORBID: Fast Overlap Removal By stochastic Gradient Descent for Graph Drawing
8. Planar Confluent Orthogonal Drawings of 4-Modal Digraphs
9. Strictly-Convex Drawings of 3-Connected Planar Graphs
10.  $st$ -Orientations with Few Transitive Edges
11. An FPT Algorithm for Bipartite Vertex Splitting
12. Queue Layouts of Two-Dimensional Posets
13. The Rique-Number of Graphs
14. Visibility Representations of Toroidal and Klein-bottle Graphs

# Diskussionsforum

wue campus  Meine Kurse ▾ Dieser Kurs ▾ Deutsch (de) ▾

## WS19:Seminar Visualisierung von Graphen

Startseite > Meine Kurse > WS19\_Sem\_GraphVis

-  Ankündigungen
-  Diskussionsforum 

### Seminar: Visualisierung von Graphen

Umfang: 5 ECTS, 2 SWS

Zeit & Ort: dienstags, 14:15–15:45 Uhr, SE III

Voraussetzung: Algorithmische Graphentheorie (empfohlen)

Zielgruppe: Master Informatik (empfohlen), Bachelor Informatik

Dozenten: Steven Chaplick, Philipp Kindermann und Alexander Wolff

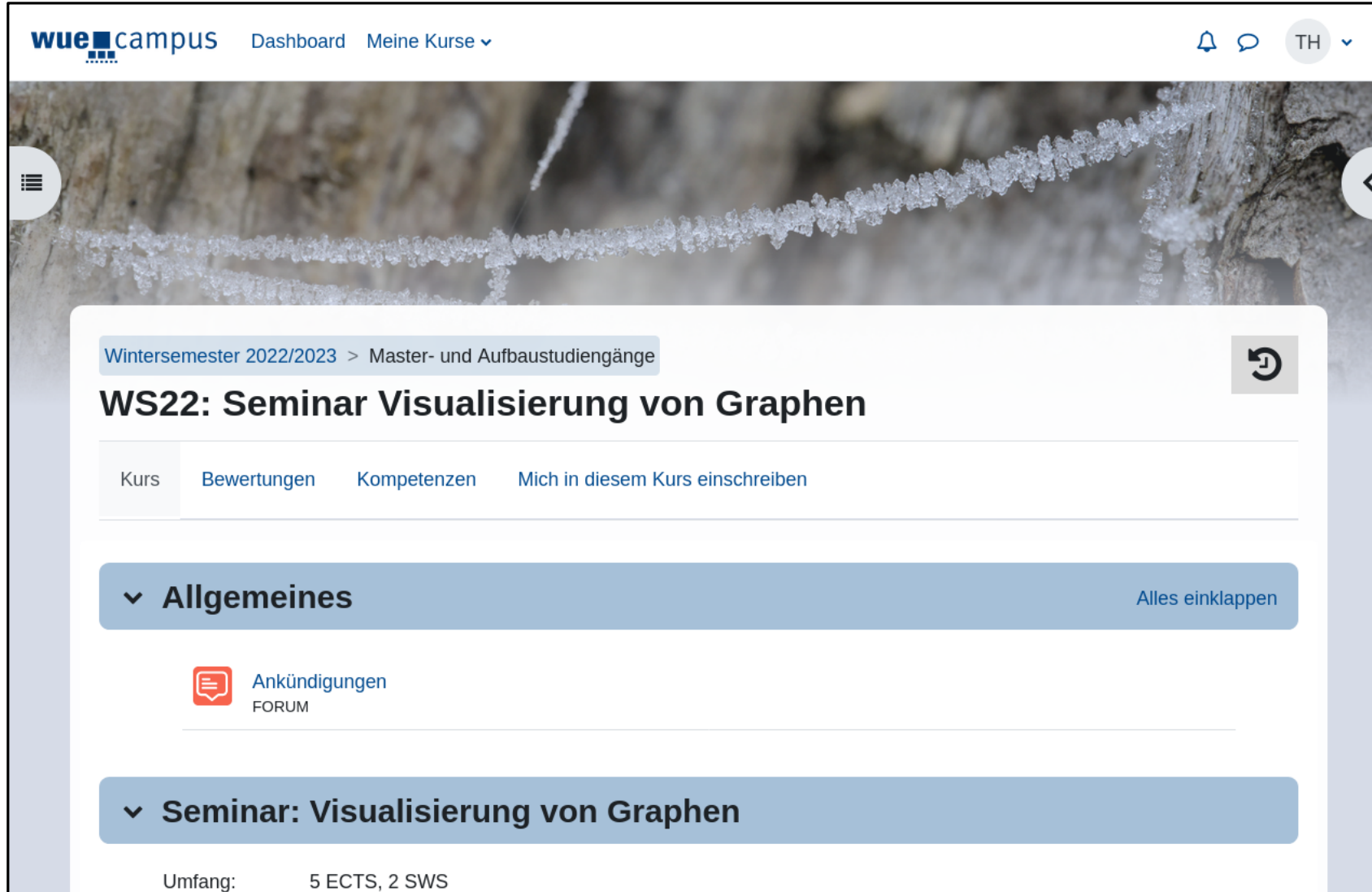
Der erste Termin ist am Di, 15.10.2019. An diesem Termin bitten wir um vollständige **Anwesenheit**, da wir den Ablauf des Seminars besprechen und die folgenden Vortragsthemen vorstellen und verteilen.

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben



The screenshot shows the user interface of the wue campus website. At the top left, the logo 'wue campus' is visible, followed by navigation links for 'Dashboard' and 'Meine Kurse'. On the top right, there are icons for notifications, chat, and a user profile labeled 'TH'. The main content area features a breadcrumb trail: 'Wintersemester 2022/203 > Master- und Aufbaustudiengänge'. Below this, the course title 'WS22: Seminar Visualisierung von Graphen' is displayed in a large, bold font. A navigation bar contains four tabs: 'Kurs' (selected), 'Bewertungen', 'Kompetenzen', and 'Mich in diesem Kurs einschreiben'. A blue bar with a dropdown arrow and the text 'Allgemeines' is shown, with a link 'Alles einklappen' on the right. Underneath, there is a section for 'Ankündigungen FORUM' with a red speech bubble icon. Another blue bar with a dropdown arrow and the text 'Seminar: Visualisierung von Graphen' is visible. At the bottom, the course details 'Umfang: 5 ECTS, 2 SWS' are listed.


wue campus Dashboard Meine Kurse

Wintersemester 2022/203 > Master- und Aufbaustudiengänge

## WS22: Seminar Visualisierung von Graphen

Kurs Bewertungen Kompetenzen Mich in diesem Kurs einschreiben

▼ Allgemeines [Alles einklappen](#)

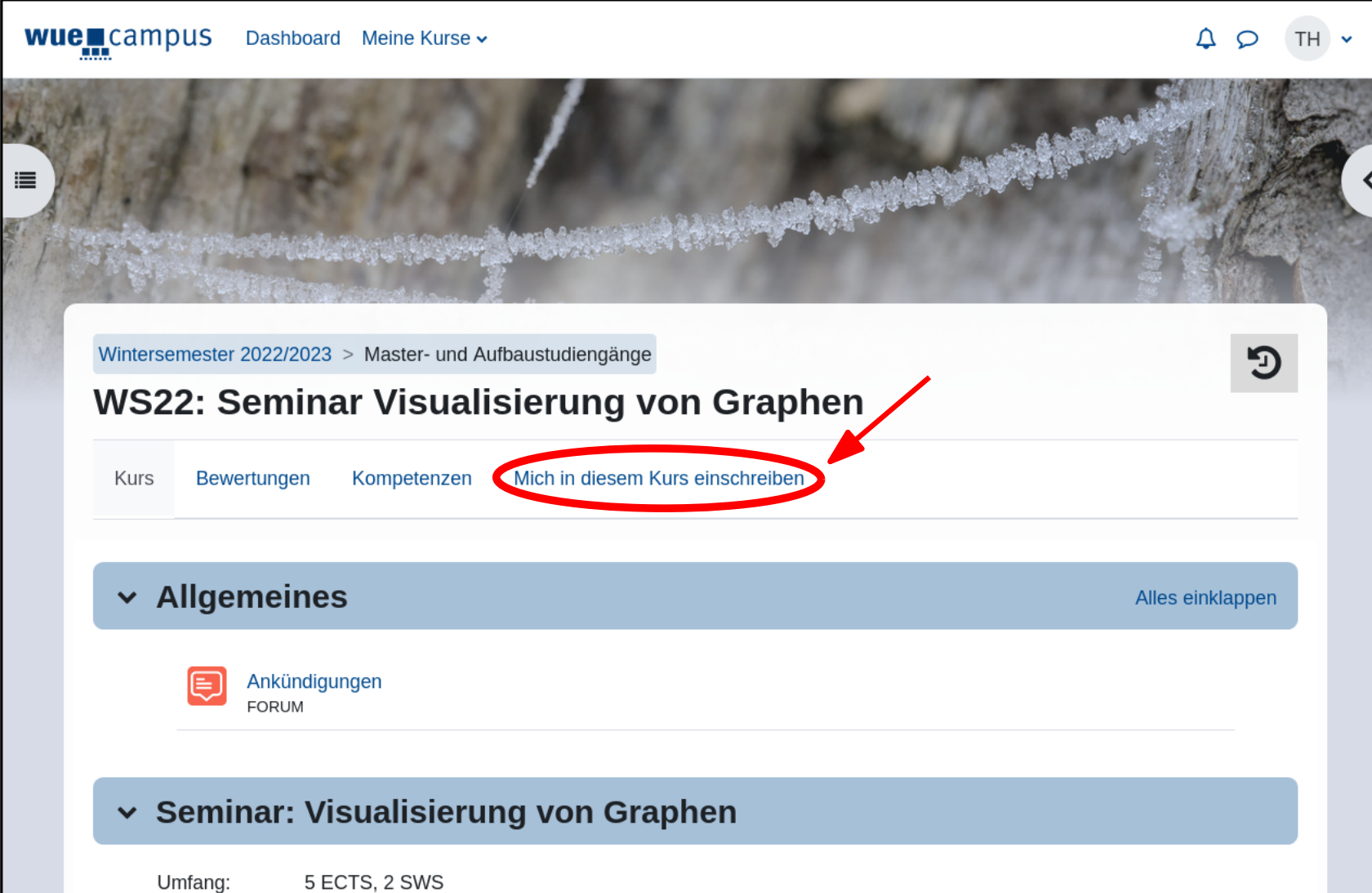
 Ankündigungen  
FORUM

▼ Seminar: Visualisierung von Graphen

Umfang: 5 ECTS, 2 SWS

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben



The screenshot shows the user interface of the wue campus system. At the top, there is a navigation bar with the logo 'wue campus', links for 'Dashboard' and 'Meine Kurse', and a user profile icon labeled 'TH'. Below the navigation bar is a header image of a tree trunk with white chalk-like markings. The main content area features a breadcrumb trail: 'Wintersemester 2022/2023 > Master- und Aufbaustudiengänge'. The course title 'WS22: Seminar Visualisierung von Graphen' is prominently displayed. Below the title, there are four tabs: 'Kurs', 'Bewertungen', 'Kompetenzen', and 'Mich in diesem Kurs einschreiben'. The last tab is circled in red, and a red arrow points to it. Below the tabs, there is a section titled 'Allgemeines' with a dropdown arrow and a link 'Alles einklappen'. Underneath, there is a 'FORUM' section with the title 'Ankündigungen' and a red speech bubble icon. At the bottom, another section titled 'Seminar: Visualisierung von Graphen' is visible, followed by the text 'Umfang: 5 ECTS, 2 SWS'.

wue campus Dashboard Meine Kurse

Wintersemester 2022/2023 > Master- und Aufbaustudiengänge

**WS22: Seminar Visualisierung von Graphen**

Kurs Bewertungen Kompetenzen **Mich in diesem Kurs einschreiben**

▼ **Allgemeines** Alles einklappen

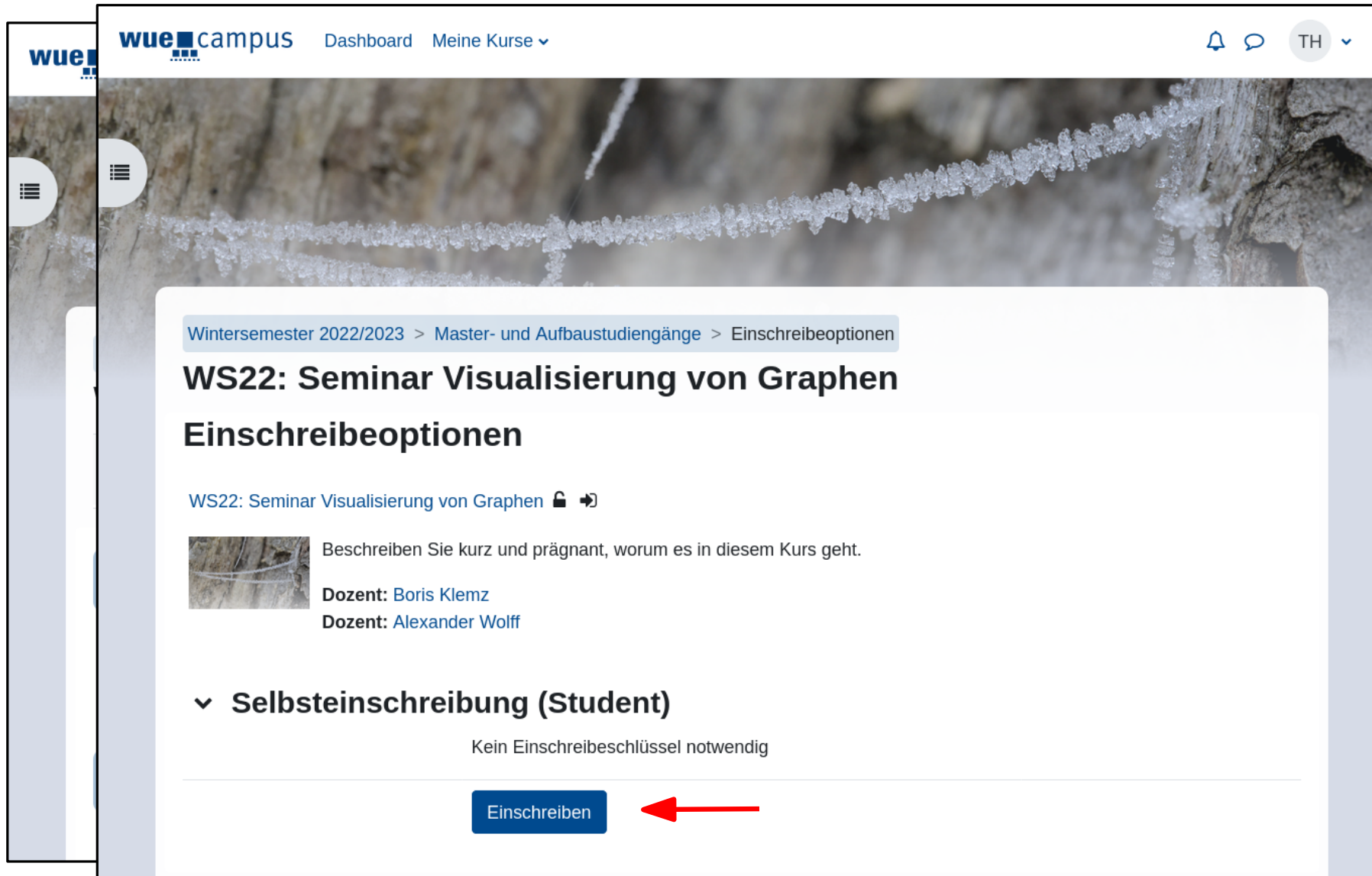
Ankündigungen FORUM

▼ **Seminar: Visualisierung von Graphen**

Umfang: 5 ECTS, 2 SWS

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben



The screenshot shows the user interface of the wue campus system. At the top, there is a navigation bar with the wue campus logo, 'Dashboard', and 'Meine Kurse'. On the right, there are notification and chat icons, and a user profile icon labeled 'TH'. The main content area features a breadcrumb trail: 'Wintersemester 2022/2023 > Master- und Aufbaustudiengänge > Einschreibeoptionen'. Below this, the course title 'WS22: Seminar Visualisierung von Graphen' is displayed in large, bold text, followed by the subtitle 'Einschreibeoptionen'. A small thumbnail image of a cave with icicles is visible on the left. The course name is repeated with a lock icon and a share icon. A text prompt asks the user to describe the course. Below this, the lecturers 'Dozent: Boris Klemz' and 'Dozent: Alexander Wolff' are listed. A dropdown menu is open, showing the option 'Selbsteinschreibung (Student)'. Underneath, it states 'Kein Einschreibeschlüssel notwendig'. At the bottom, there is a blue button labeled 'Einschreiben', which is highlighted by a red arrow pointing to it from the right.

wue campus Dashboard Meine Kurse

Wintersemester 2022/2023 > Master- und Aufbaustudiengänge > Einschreibeoptionen

## WS22: Seminar Visualisierung von Graphen

### Einschreibeoptionen

WS22: Seminar Visualisierung von Graphen

Beschreiben Sie kurz und prägnant, worum es in diesem Kurs geht.

Dozent: Boris Klemz  
Dozent: Alexander Wolff

▼ **Selbsteinschreibung (Student)**

Kein Einschreibeschlüssel notwendig

Einschreiben

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben
- Überblick verschaffen und Kurzvortrag vorbereiten



# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben
- Überblick verschaffen und Kurzvortrag vorbereiten
- Bei Fragen (oder *spätestens drei Wochen vor dem eigenen Vortrag*) an den Betreuer wenden

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben
- Überblick verschaffen und Kurzvortrag vorbereiten
- Bei Fragen (oder *spätestens drei Wochen vor dem eigenen Vortrag*) an den Betreuer wenden

Zum Abschluß:

Demonstration des Programms IPE  
zum Erstellen von Abbildungen und Folien

<http://ipe.otfried.org/>

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben
- Überblick verschaffen und Kurzvortrag vorbereiten
- Bei Fragen (oder *spätestens drei Wochen vor dem eigenen Vortrag*) an den Betreuer wenden

Zum Abschluß:

Demonstration des Programms IPE  
zum Erstellen von Abbildungen und Folien

<http://ipe.otfried.org/>

Übrigens: ein gemeinsames git-Verzeichnis eignet sich hervorragend zum gemeinsamen Bearbeiten von `.tex`, aber auch `.ipe` Dateien!

# Nächste Schritte

- In den Kurs einschreiben
- Überblick verschaffen und Kurzvortrag vorbereiten
- Bei Fragen (oder *spätestens drei Wochen vor dem eigenen Vortrag*) an den Betreuer wenden

Zum Abschluß:

Demonstration des Programms IPE  
zum Erstellen von Abbildungen und Folien

<http://ipe.otfried.org/>

 <https://gitlab2.informatik.uni-wuerzburg.de/>

Übrigens: ein gemeinsames git-Verzeichnis eignet sich hervorragend zum gemeinsamen Bearbeiten von `.tex`, aber auch `.ipe` Dateien!