

# Seminar Algorithmentchnik

## Ausgewählte Themen der Algorithmischen Graphentheorie

**26. April 2016**

Institut für Theoretische Informatik  
Lehrstuhl für Algorithmenik

# Vorstellung der Teilnehmer

Das sind wir...



Moritz Baum



Marcel Radermacher



Roman Prutkin



Ignaz Rutter



Darren Strash



Franziska Wegner

# Vorstellung der Teilnehmer

Das sind wir...



Moritz Baum



Marcel Radermacher



Roman Prutkin



Ignaz Rutter



Darren Strash



Franziska Wegner

Wer seid ihr?

- Name, Semester, Studiengang
- Vorkenntnisse
- Interesse am Seminar

- **Eigenständiges Einarbeiten** in ein aktuelles algorithmisches Forschungsthema
- Die Highlights des Themas in einem **Kurzvortrag** darstellen
- In einem **wissenschaftlichen Vortrag** das Thema anschaulich und gut aufbereitet vermitteln
- **Anwesenheit** an allen Terminen, **aktiv diskutieren**
- In einer **schriftlichen Seminararbeit** das Thema in eigenen Worten und mit eigenem Schwerpunkt darstellen
- Zu zwei anderen Seminararbeiten schriftlich **Feedback geben**
- Einhaltung der gesetzten **Fristen**

- **Vertiefte Kenntnisse** in algorithmischer Graphentheorie
- **Ääquate Präsentation** komplexer Inhalte
- **Beurteilung** wissenschaftlicher Texte
- Grundfähigkeiten des **wissenschaftlichen Arbeitens**
- Vorbereitung auf das **Schreiben und Präsentieren** der Masterarbeit

# Benotung

- Qualität des **Hauptvortrags** (Inhalt und Form) – 60%
- Qualität der **finalen Seminararbeit** – 40%
- Nichteinhalten von Fristen führt zur Abwertung!

## Unbenotet:

- Kurzvortrag
- Erste Version Seminararbeit
- Begutachtung der anderen Seminararbeiten
- ...

# Benotung

- Qualität des **Hauptvortrags** (Inhalt und Form) – 60%
- Qualität der **finalen Seminararbeit** – 40%
- Nichteinhalten von Fristen führt zur Abwertung!

Unbenotet:

- Kurzvortrag
- Erste Version Seminararbeit
- Begutachtung der anderen Seminararbeiten
- ...

Bitte:

- **Pünktliche** Anwesenheit an **allen Seminarterminen**

# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe



# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe

Einarbeitung,  
Themenverständnis,  
Literaturrecherche

11.05. Kurzvorträge

# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe

Einarbeitung,  
Themenverständnis,  
Literaturrecherche

11.05. Kurzvorträge

Auswahl /  
Strukturierung  
Vortraginhalt,  
Folien erstellen

01.06. Vortragstermin

08.06. Vortragstermin

15.06. Vortragstermin

22.06. Vortragstermin

# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe

Einarbeitung,  
Themenverständnis,  
Literaturrecherche

11.05. Kurzvorträge

Auswahl /  
Strukturierung  
Vortraginhalt,  
Folien erstellen

01.06. Vortragstermin

08.06. Vortragstermin

15.06. Vortragstermin

22.06. Vortragstermin

Auswahl/Strukturierung Seminararbeit,  
Schreiben der Ausarbeitung

17.07. Abgabe Ausarbeitung für Gutachten

# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe

Einarbeitung,  
Themenverständnis,  
Literaturrecherche

11.05. Kurzvorträge

Auswahl /  
Strukturierung  
Vortraginhalt,  
Folien erstellen

01.06. Vortragstermin

08.06. Vortragstermin

15.06. Vortragstermin

22.06. Vortragstermin

Auswahl/Strukturierung Seminararbeit,  
Schreiben der Ausarbeitung

17.07. Abgabe Ausarbeitung für Gutachten

Begutachtung von zwei Seminararbeiten

07.08. Abgabe der Gutachten

# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe

Einarbeitung,  
Themenverständnis,  
Literaturrecherche

11.05. Kurzvorträge

Auswahl /  
Strukturierung  
Vortragsinhalt,  
Folien erstellen

01.06. Vortragstermin

08.06. Vortragstermin

15.06. Vortragstermin

22.06. Vortragstermin

Auswahl/Strukturierung Seminararbeit,  
Schreiben der Ausarbeitung

17.07. Abgabe Ausarbeitung für Gutachten

Begutachtung von zwei Seminararbeiten

07.08. Abgabe der Gutachten

Überarbeitung der eigenen Seminararbeit

31.08. Abgabe der finalen Ausarbeitung

# Zeitlicher Ablauf

Heute: Themenvergabe

11.05. Kurzvorträge

01.06. Vortragstermin

08.06. Vortragstermin

15.06. Vortragstermin

22.06. Vortragstermin

17.07. Abgabe Ausarbeitung für Gutachten

07.08. Abgabe der Gutachten

31.08. Abgabe der finalen Ausarbeitung

Einarbeitung,  
Themenverständnis,  
Literaturrecherche

Auswahl /  
Strukturierung  
Vortragsinhalt,  
Folien erstellen

Auswahl/Strukturierung Seminararbeit,  
Schreiben der Ausarbeitung

Begutachtung von zwei Seminararbeiten

Überarbeitung der eigenen Seminararbeit

Ungefährer Zeitbedarf	4LP = 120h
Lesen, Recherchieren, Verstehen	40h
Vortrag gestalten und proben	30h
Ausarbeitung verfassen	30h
Fremde Ausarbeitungen lesen und begutachten	10h
Präsenztermine	10h

# Einarbeitungsphase

1. Das Paper überfliegen, danach gründlich lesen
2. Überblick über verwandte ältere Arbeiten gewinnen
  - Welche Arbeiten und Ergebnisse werden Zitiert? → Related Work
  - Welche sind die wichtigsten Grundlagen?
  - Was war der Stand der Forschung vor dem Paper?

→ Artikelsuche in Google Scholar oder DBLP; Zugang aus Uninetz
3. Überblick über verwandte neuere Arbeiten gewinnen
  - Wer verweist bereits auf das Paper?
  - Bedeutung des Papers einschätzen

→ in Google Scholar „zitiert von“-Funktion verwenden

# Einarbeitungsphase

1. Das Paper überfliegen, danach gründlich lesen
2. Überblick über verwandte ältere Arbeiten gewinnen
  - Welche Arbeiten und Ergebnisse werden Zitiert? → Related Work
  - Welche sind die wichtigsten Grundlagen?
  - Was war der Stand der Forschung vor dem Paper?  
→ Artikelsuche in Google Scholar oder DBLP; Zugang aus Uninetz
3. Überblick über verwandte neuere Arbeiten gewinnen
  - Wer verweist bereits auf das Paper?
  - Bedeutung des Papers einschätzen  
→ in Google Scholar „zitiert von“-Funktion verwenden

## Was sollte man bei der Literaturrecherche lesen?

- Titel und Abstract — Inhalt relevant?
- Falls ja: Einleitung, Conclusions, Hauptergebnisse
- Nur falls auch Details relevant: ganz lesen
- Notizen machen!



## Inhalt

- „Werbung“ für den Hauptvortrag
- **Motivation der Problemstellung:**  
Worum geht es? Warum ist das interessant?
- **Vorstellung der zentralen Ergebnisse:**  
Modellierungen, Algorithmen und verwendete Techniken,  
Schwerebeweise, Schranken, ...

## Inhalt

- „Werbung“ für den Hauptvortrag
- **Motivation der Problemstellung:**  
Worum geht es? Warum ist das interessant?
- **Vorstellung der zentralen Ergebnisse:**  
Modellierungen, Algorithmen und verwendete Techniken,  
Schwerebeweise, Schranken, ...

## Form

- 5 Minuten Zeit
- Anschauliche und übersichtliche Folien:  
Beispiele statt viel Text, Intuition statt formalen Definitionen
- Folienerstellung mit *ipe* (<http://ipe.otfried.org>) empfohlen  
(Vorlage verfügbar)  
→ *ipe*-Tutorial am 26.10.

# Hauptvortrag: Inhalt

- Bedeutung des Themas motivieren
- Neugierde wecken, Zuhörer fesseln
- Detailliert über das eigene Thema informieren

# Hauptvortrag: Inhalt

- Bedeutung des Themas motivieren
- Neugierde wecken, Zuhörer fesseln
- Detailliert über das eigene Thema informieren

## Aufbau:

- Klare Struktur, logischer Aufbau, prägnante Beispiele
- Auf das Wesentliche beschränken
- Auswählen, was sinnvoll und anschaulich erklärt werden kann
- Wer ist die Zielgruppe?

## Folien

- Stichpunkte, keine ganzen Sätze
- Grafiken nutzen
- Nicht zu viele Folien, keine überladenen Folien (ca. 2 Min/Folie)
- Klares Design (geeignete Farben, einheitliche Schrift, . . .)

## Folien

- Stichpunkte, keine ganzen Sätze
- Grafiken nutzen
- Nicht zu viele Folien, keine überladenen Folien (ca. 2 Min/Folie)
- Klares Design (geeignete Farben, einheitliche Schrift, ...)

## Vortrag

- 40 Minuten Vortrag + 5 Minuten Diskussion
- vorher (mehrfach) üben, Zeit messen
- Kontakt zum Publikum suchen (Einstieg entscheidend!)
- Frei, langsam und deutlich sprechen
- Ruhig bleiben, Nervosität kontrollieren

## Rahmen

- 12-15 Seiten, vorgegebene  $\text{\LaTeX}$ -Vorlage

## Struktur

- Kurze, prägnante Zusammenfassung
- Einleitung und Stand der Forschung
- Ausgewählte Resultate detailliert beschreiben, weitere Resultate nennen
- Zusammenfassung/Fazit
- Vollständige Referenzen (BibTeX)

- Keine Übersetzung, eigene Worte verwenden
- Logischer Aufbau, roter Faden
- Keine Bandwurmsätze, präzise und knapp formulieren
- Überschaubare Absätze, sinnvolle Untergliederung
- Abbildungen verwenden
- Korrekt zitieren, alle Quellen angeben
- Grammatik und Rechtschreibung prüfen



# Gegenseitige Begutachtung

## Ziel

- Kritisches Lesen von wissenschaftlichen Texten
- Tieferes Verständnis für zwei weitere Seminararbeiten
- Konstruktives Feedback und Verbesserungsvorschläge geben
- Feedback erhalten und Korrekturen umsetzen

# Gegenseitige Begutachtung

## Ziel

- Kritisches Lesen von wissenschaftlichen Texten
- Tieferes Verständnis für zwei weitere Seminararbeiten
- Konstruktives Feedback und Verbesserungsvorschläge geben
- Feedback erhalten und Korrekturen umsetzen

## Form

- Schriftliche Stellungnahme (Formular wird bereitgestellt)
- Kurze inhaltliche Zusammenfassung
- Stärken und Schwächen der Arbeiten
- Begründete Bewertung des Textes (Verständlichkeit, Struktur, Korrektheit, Sprache, Themenabdeckung, ggf. Unklarheiten)
- Detaillierte Kommentare und Korrekturhinweise
- So ausführlich, wie man es sich für den eigenen wünsch Text wünscht
- Anonym, sachlich und fair

- Der Betreuer ist **Ansprechpartner** bei allen Fragen, sowohl inhaltlich als auch zum Vortrag/zur Ausarbeitung
- Es liegt in **eurer Verantwortung** auf ihn/sie zuzugehen

## Verbindliche Treffen:

- $\geq 2$  Wochen vor dem Hauptvortrag:  
Besprechung des Vortragskonzepts
- $\geq 1$  Woche vor dem Hauptvortrag:  
Besprechung der vollständigen Folien
- bis spätestens 1.7.:  
Besprechung des Ausarbeitungskonzepts
- bis spätestens 15.8.:  
Besprechung der korrigierten Version nach gegenseitiger  
Begutachtung

1. Kürzeste Wege in Unit-Disk-Graphen
2. Primal Dual Circle Packings
3. Planare Graphen  $\subseteq$  1-STRING
4. Recognition of Circle Graphs
5. Approximation von Flüssen
6. Baumweite und das Excluded Minor Theorem
7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons
8. Outerstring Graphs are  $\chi$ -bounded

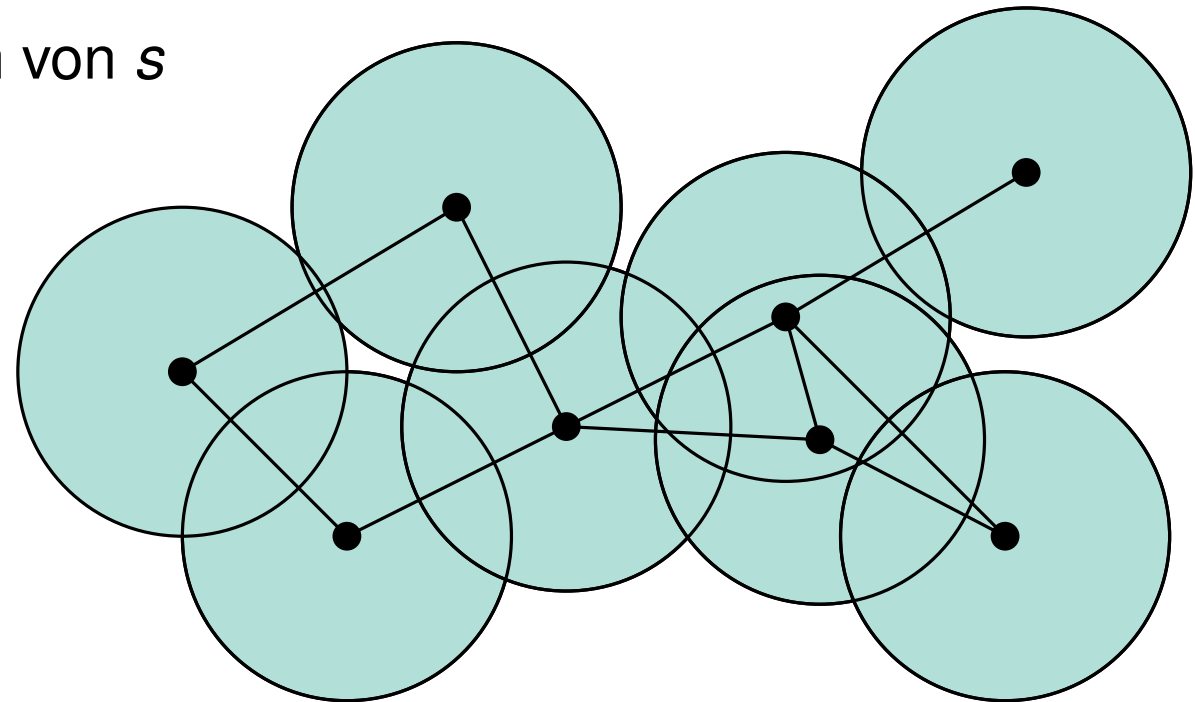
# 1. Kürzeste Wege in Unit-Disk Graphen

**Geg.:** Unit-Disk Graph, Knoten  $s$

**Ges.:** Kürzeste-Wege-Baum von  $s$

## 1. Ungewichteter Graph

- BFS:  $\mathcal{O}(m)$
- Hier:  $\mathcal{O}(n \log n)$
- Benutzt Triangulierung



## 2. Gewichteter Graph

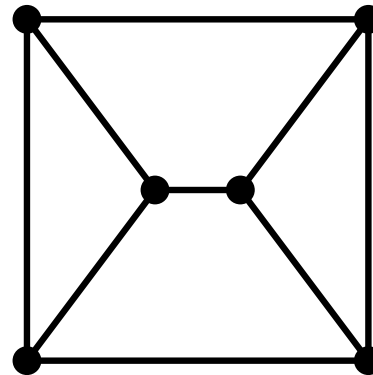
- Gewicht  $\hat{=}$  euklidische Distanz
- Dijkstra's Algorithmus:  $\mathcal{O}(n \log n + m)$
- Hier:  $\mathcal{O}(n^{1+\varepsilon})$
- Variante von Dijkstra's Algorithmus + dynamische Datenstruktur

## 2. Primal Dual Circle Packings

Bojan Mohar and Carsten Thomassen, **Graphs on Surfaces**, Kapitel 2

**Theorem [Brightwell and Scheinerman 1993]:**

Jeder **3-fach zshg. planare** Graph hat eine **Primal-Dual-Kreispackung**.



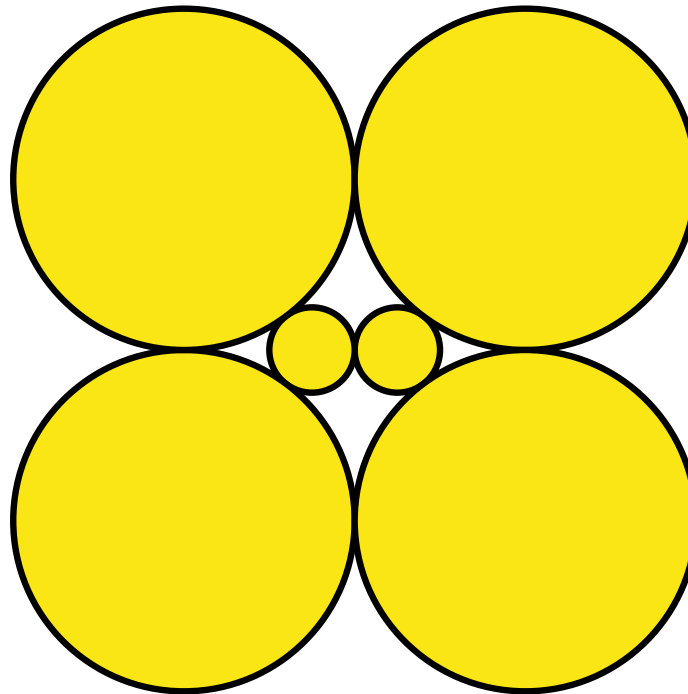
Primalgraph  $G$

## 2. Primal Dual Circle Packings

Bojan Mohar and Carsten Thomassen, **Graphs on Surfaces**, Kapitel 2

**Theorem [Brightwell and Scheinerman 1993]:**

Jeder **3-fach zshg. planare** Graph hat eine **Primal-Dual-Kreispackung**.



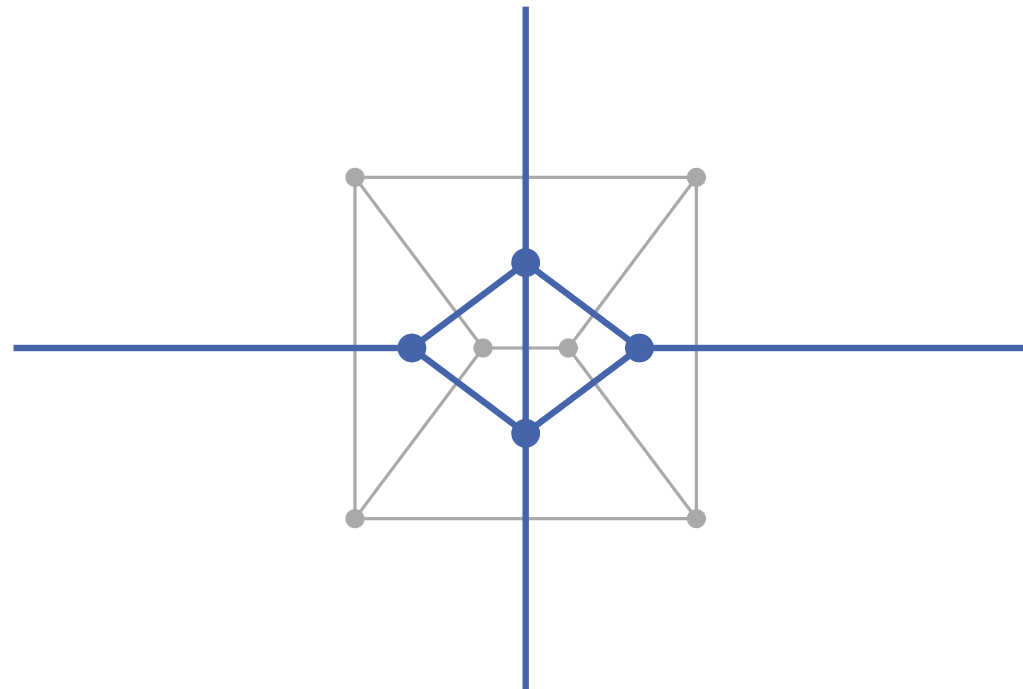
Kreispackungsdarstellung von  $G$

## 2. Primal Dual Circle Packings

Bojan Mohar and Carsten Thomassen, **Graphs on Surfaces**, Kapitel 2

**Theorem [Brightwell and Scheinerman 1993]:**

Jeder **3-fach zshg. planare** Graph hat eine **Primal-Dual-Kreispackung**.



Dualgraph  $G^*$

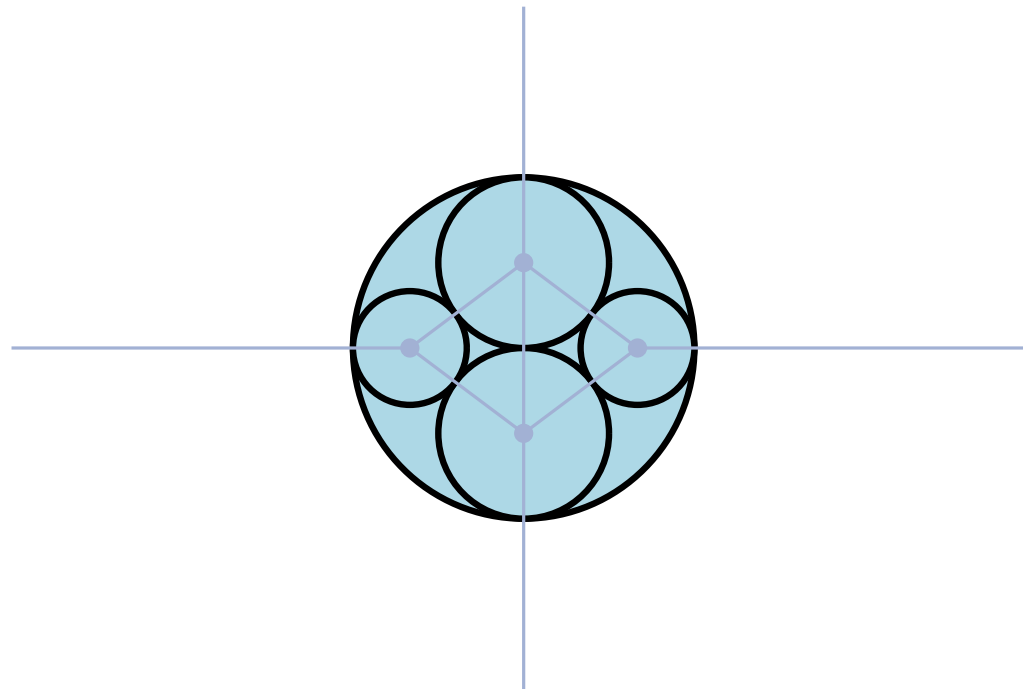


## 2. Primal Dual Circle Packings

Bojan Mohar and Carsten Thomassen, **Graphs on Surfaces**, Kapitel 2

**Theorem [Brightwell and Scheinerman 1993]:**

Jeder **3-fach zshg. planare** Graph hat eine **Primal-Dual-Kreispackung**.



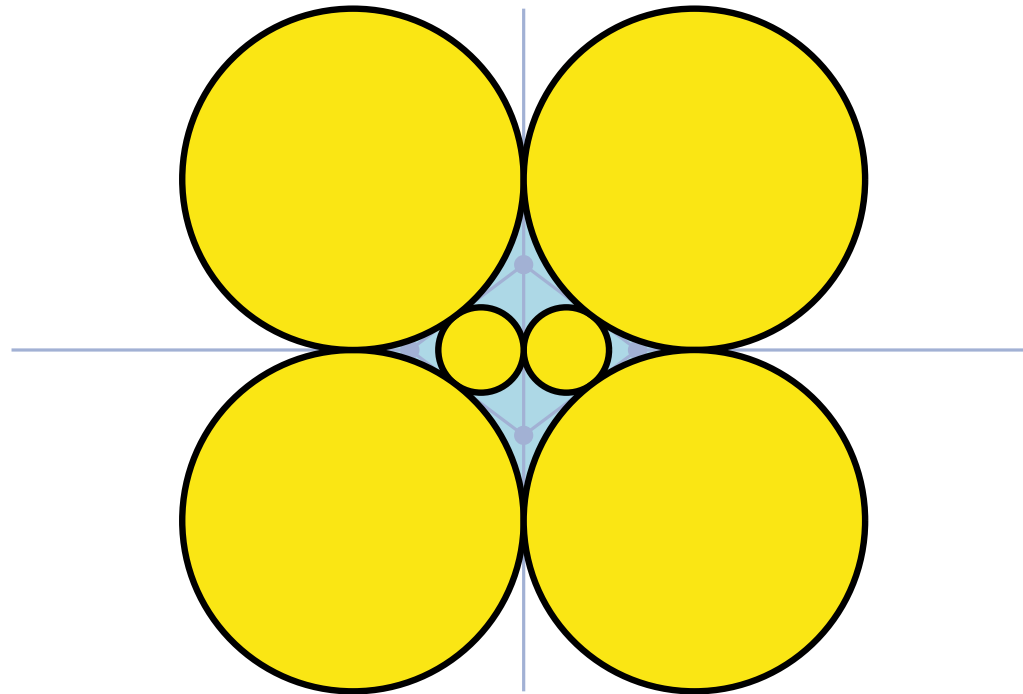
Kreispackungsdarstellung von  $G^*$

## 2. Primal Dual Circle Packings

Bojan Mohar and Carsten Thomassen, **Graphs on Surfaces**, Kapitel 2

**Theorem [Brightwell and Scheinerman 1993]:**

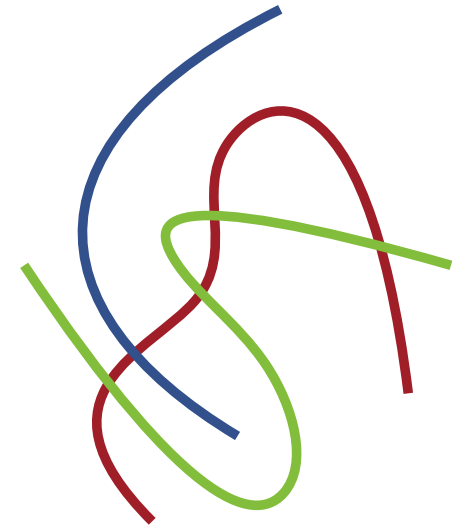
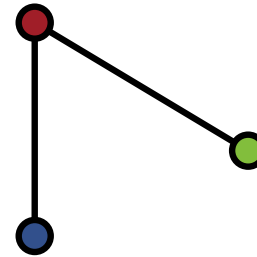
Jeder **3-fach zshg. planare** Graph hat eine **Primal-Dual-Kreispackung**.



Primal-Dual-Kreispackungsdarstellung von  $G$

### 3. Planare Graphen $\subseteq$ 1-String-Graphen

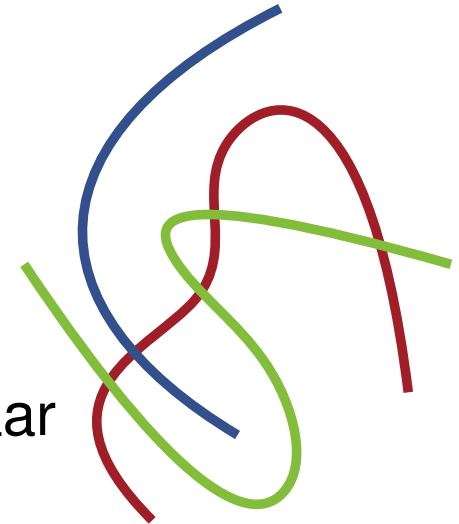
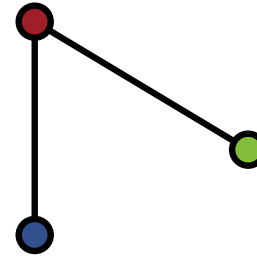
String: beliebige Kurve in der Ebene  
String-Graph: Schnittgraph von Strings



### 3. Planare Graphen $\subseteq$ 1-String-Graphen

String: beliebige Kurve in der Ebene

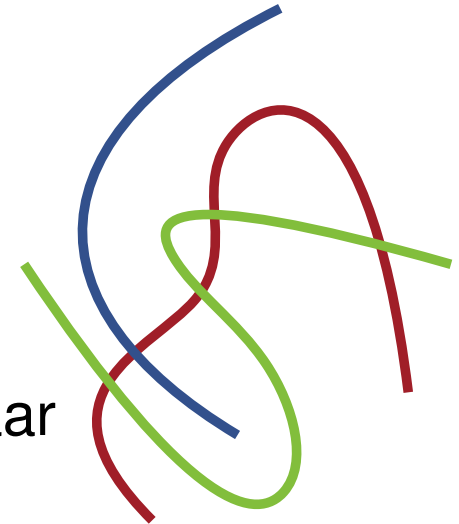
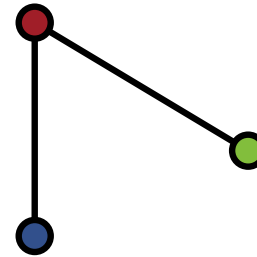
String-Graph: Schnittgraph von Strings



$k$ -String-Graph: höchstens  $k$  Kreuzungen pro Kurvenpaar

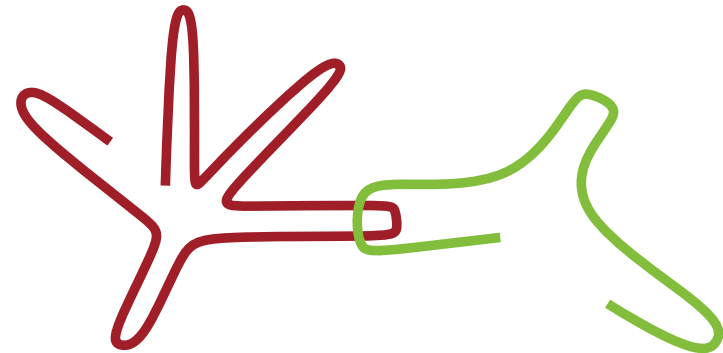
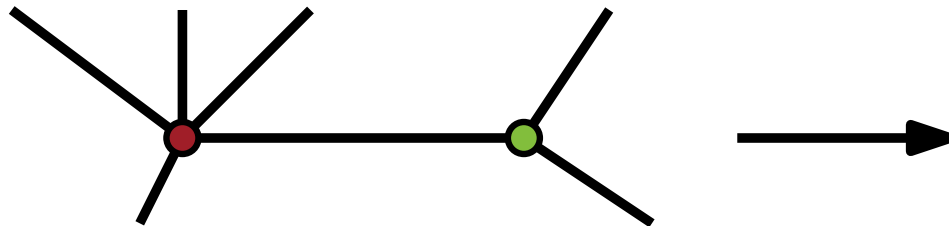
### 3. Planare Graphen $\subseteq$ 1-String-Graphen

String: beliebige Kurve in der Ebene  
String-Graph: Schnittgraph von Strings



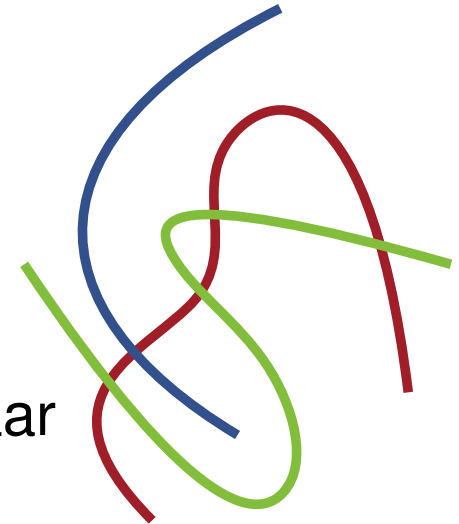
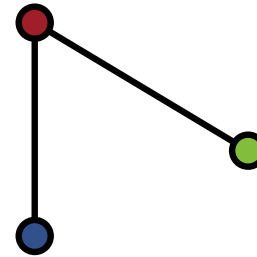
$k$ -String-Graph: höchstens  $k$  Kreuzungen pro Kurvenpaar

Planare Graphen  $\subseteq$  2-String-Graphen



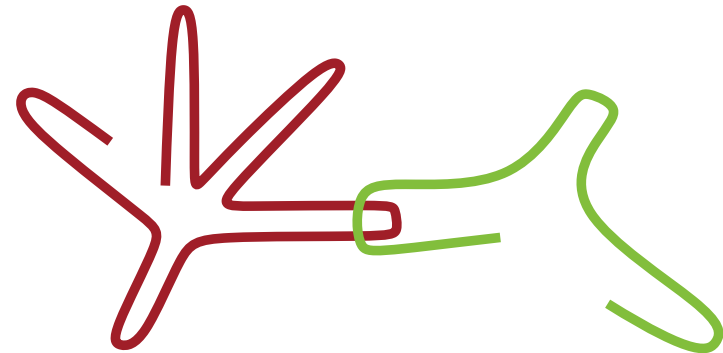
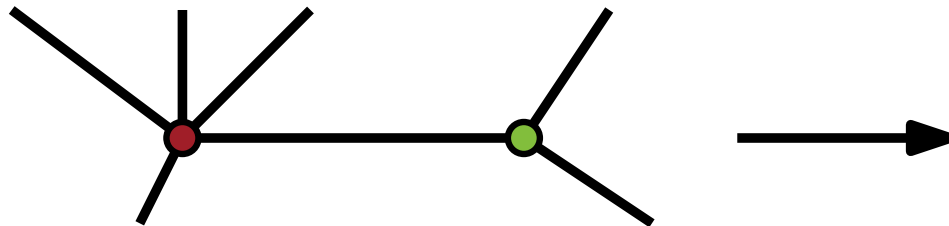
### 3. Planare Graphen $\subseteq$ 1-String-Graphen

String: beliebige Kurve in der Ebene  
String-Graph: Schnittgraph von Strings



$k$ -String-Graph: höchstens  $k$  Kreuzungen pro Kurvenpaar

Planare Graphen  $\subseteq$  2-String-Graphen



**Theorem**

Planare Graphen  $\subseteq$  1-String-Graphen

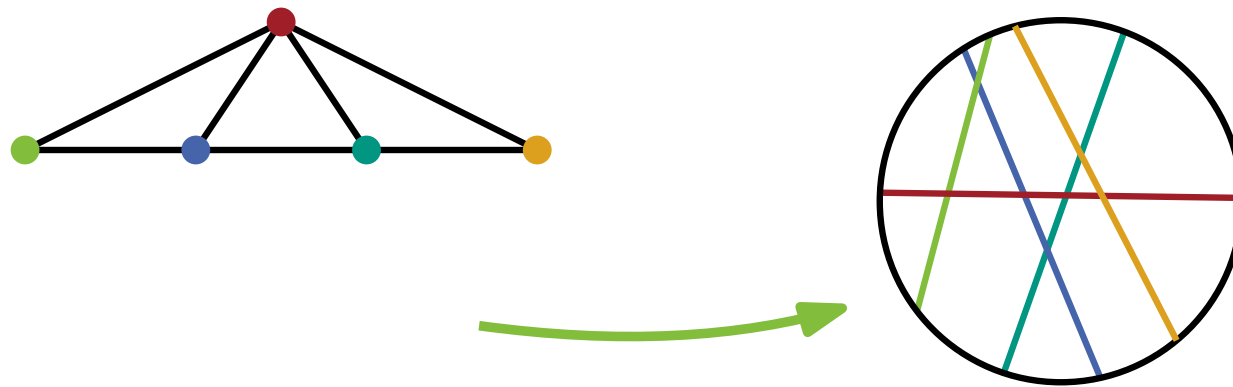
**Theorem**

Planare Graphen  $\subseteq$  SEG

# 4. Recognition of Circle Graphs

**Frage:** Existiert eine Kreissehnenzeichnung zu einem Graphen?

Bouchet:  $O(n^9)$ ; Verbesserung auf  $O(n^4)$  möglich



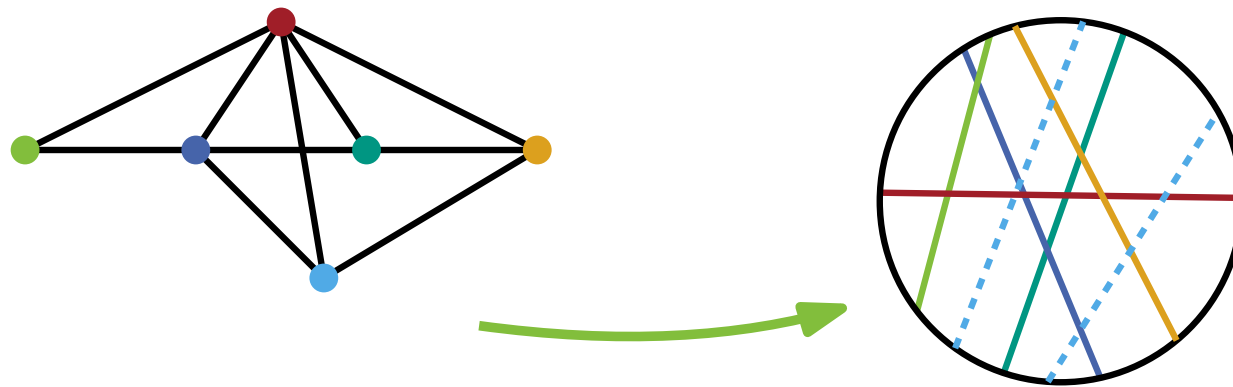
**Vorgehen:** Platziere eine eindeutig festgelegte Menge initial

- Verwalte alle möglichen Platzierungen effizient

# 4. Recognition of Circle Graphs

**Frage:** Existiert eine Kreissehnenzeichnung zu einem Graphen?

Bouchet:  $O(n^9)$ ; Verbesserung auf  $O(n^4)$  möglich



**Vorgehen:** Platziere eine eindeutig festgelegte Menge initial

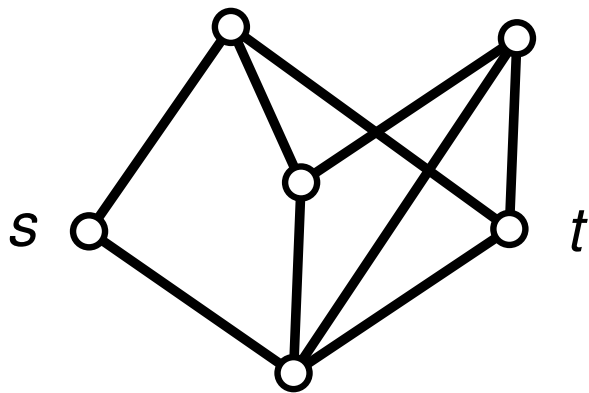
- Verwalte alle möglichen Platzierungen effizient

**Laufzeit:**  $O(n^2)$



# 5. Approximation von Flüssen

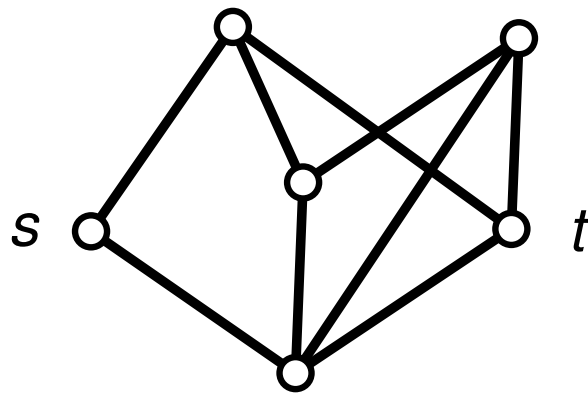
Flussnetzwerk



- Kapazitätsbedingungen
- Max-Flow  $O(n^2)$

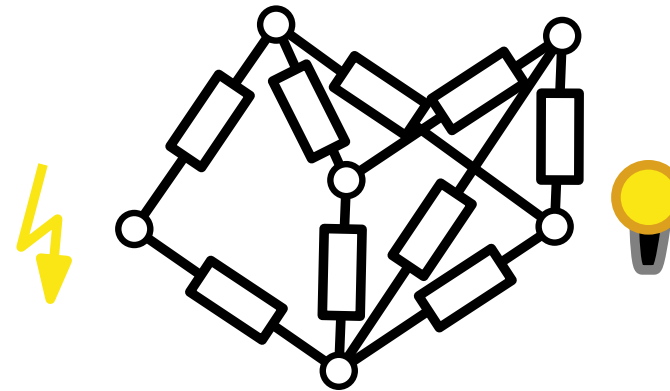
# 5. Approximation von Flüssen

Flussnetzwerk



- Kapazitätsbedingungen
- Max-Flow  $O(n^2)$

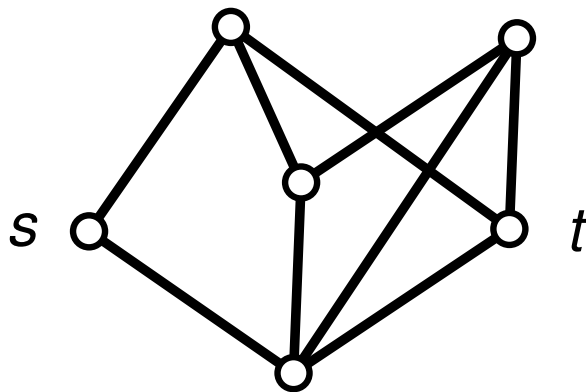
Elektrisches Netzwerk



- Widerstände
- Physikalische Nebenbedingungen
- sehr gute Näherung in  $\tilde{O}(m)$  Zeit

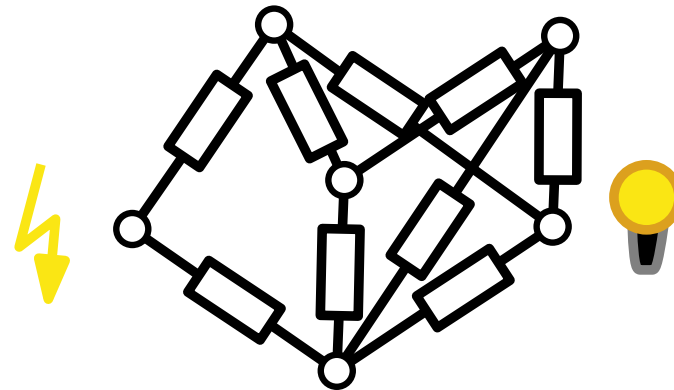
# 5. Approximation von Flüssen

Flussnetzwerk



- Kapazitätsbedingungen
- Max-Flow  $O(n^2)$

Elektrisches Netzwerk



- Widerstände
- Physikalische Nebenbedingungen
- sehr gute Näherung in  $\tilde{O}(m)$  Zeit

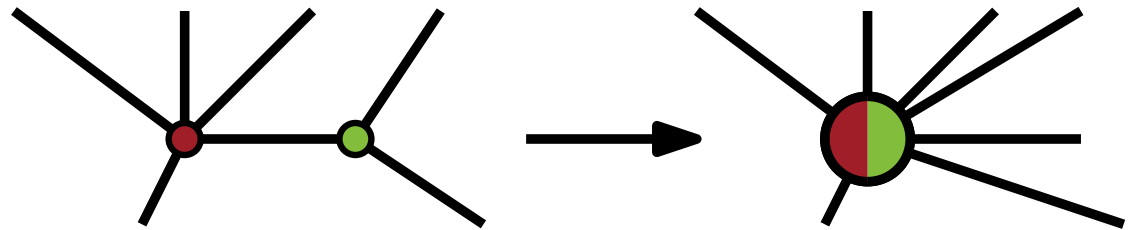
Approximiere Max-Flüsse mit elektrischen Flüssen  
 $\rightsquigarrow$  sehr schnelle Approximation für Max-Flow;  $O(mn^{1/3}\epsilon^{-11/3})$

# 6. Baumweite und das Excluded Minor Theorem

Minoren:

- Löschen von Knoten
- Löschen von Kanten
- Kontrahieren von Kanten

Planare Graphen Minor-Abgeschlossen

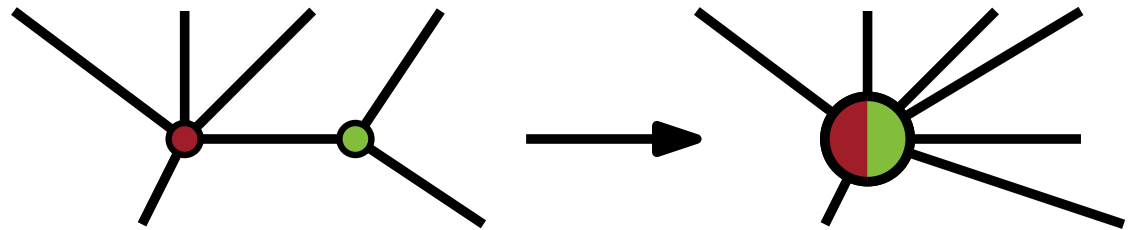


# 6. Baumweite und das Excluded Minor Theorem

Minoren:

- Löschen von Knoten
- Löschen von Kanten
- Kontrahieren von Kanten

Planare Graphen Minor-Abgeschlossen



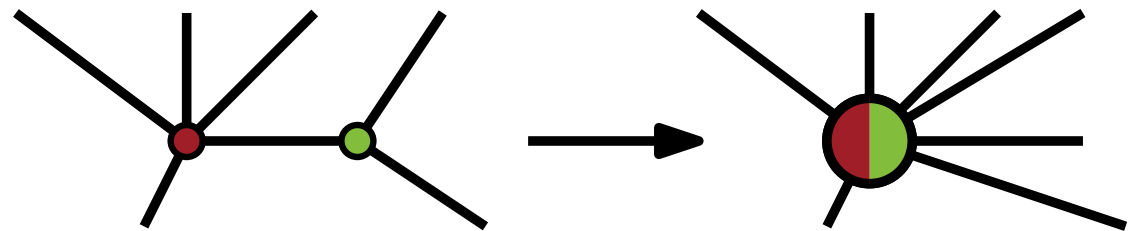
Planare Graphen  $\equiv K_{3,3}$ ,  $K_5$ -minor freie Graphen

# 6. Baumweite und das Excluded Minor Theorem

Minoren:

- Löschen von Knoten
- Löschen von Kanten
- Kontrahieren von Kanten

Planare Graphen Minor-Abgeschlossen



Planare Graphen  $\equiv K_{3,3}$ ,  $K_5$ -minor freie Graphen

**Satz** (Beweis: ca. 600 Seiten!!!)

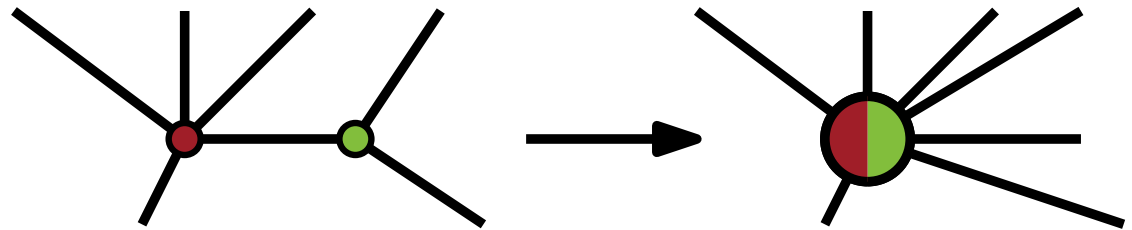
Jede unter Minoren-Bildung abgeschlossene Graphklasse besitzt eine endliche Menge verbotener Minoren.

# 6. Baumweite und das Excluded Minor Theorem

Minoren:

- Löschen von Knoten
- Löschen von Kanten
- Kontrahieren von Kanten

Planare Graphen Minor-Abgeschlossen



Planare Graphen  $\equiv K_{3,3}$ ,  $K_5$ -minor freie Graphen

**Satz** (Beweis: ca. 600 Seiten!!!)

Jede unter Minoren-Bildung abgeschlossene Graphklasse besitzt eine endliche Menge verbotener Minoren.

**Satz**

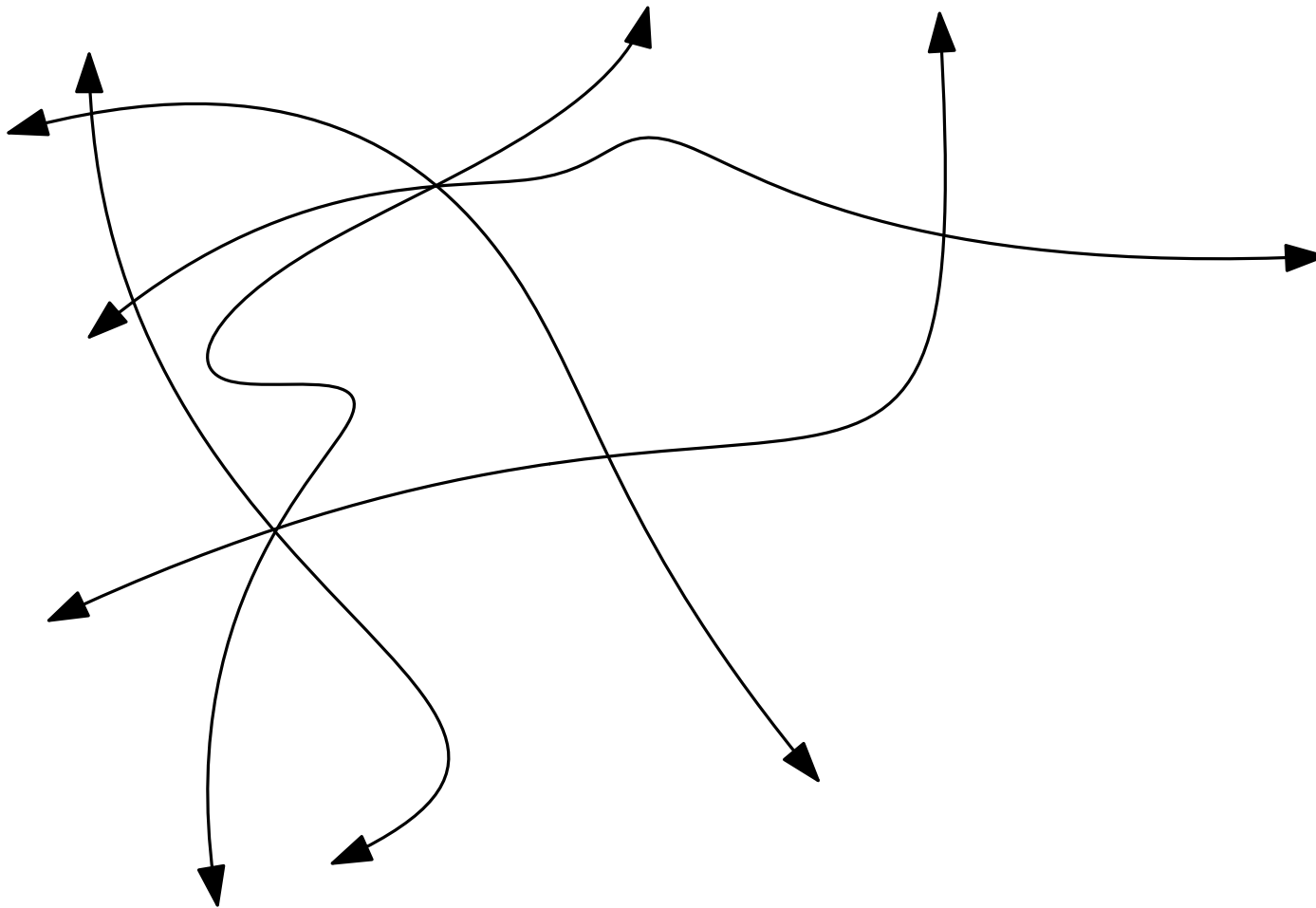
Für jede Fläche  $S$  sind die in  $S$  kreuzungsfrei einbettbaren Graphen durch eine endliche Menge verbotener Minoren definiert.

Wichtigstes Hilfsmittel: Baumweite

Resultat, Graphen mit großer Baumweite enthalten großes Gitter.

# 7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons

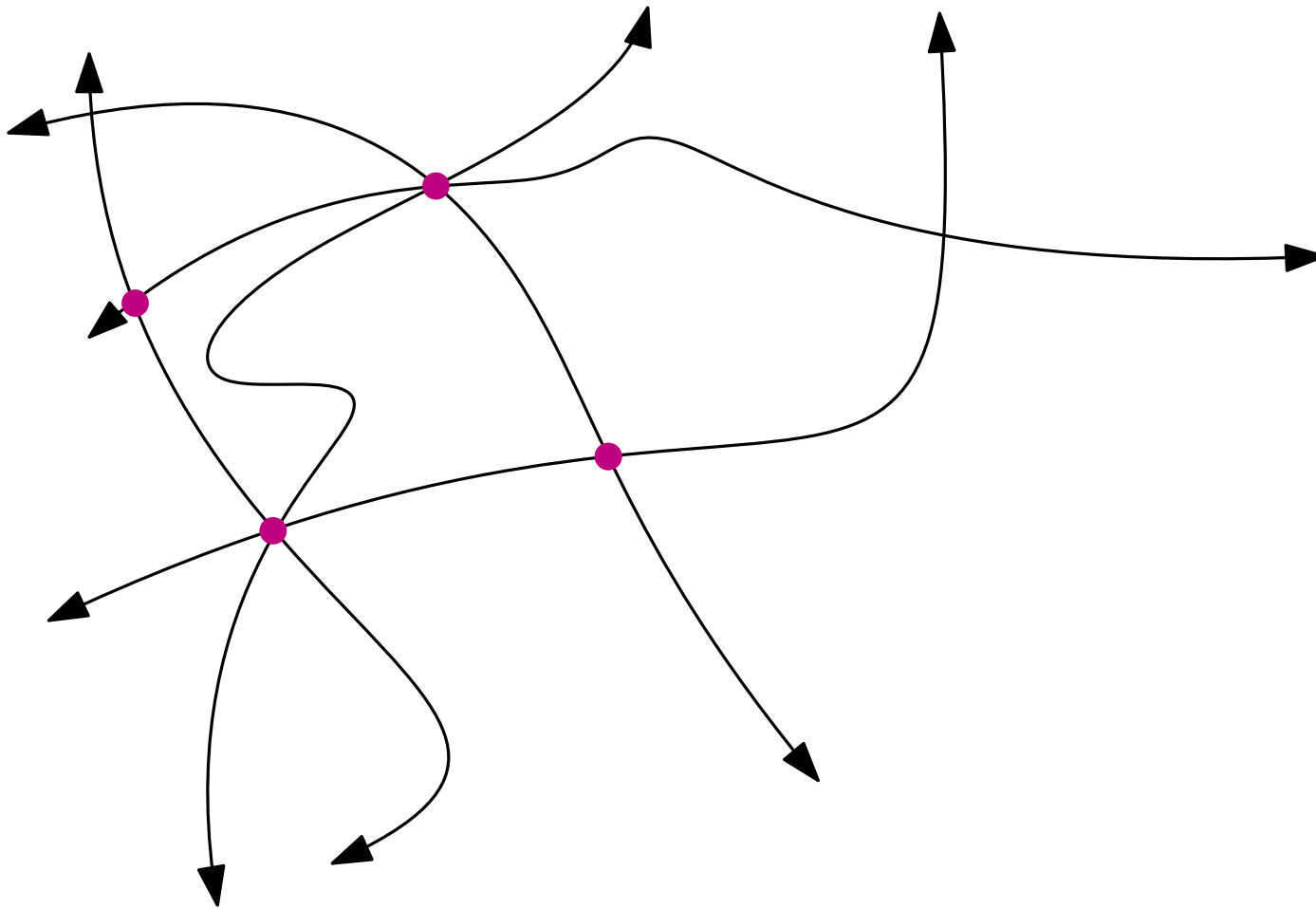
Given: Arrangement  $\mathcal{A}$  of pseudo-lines





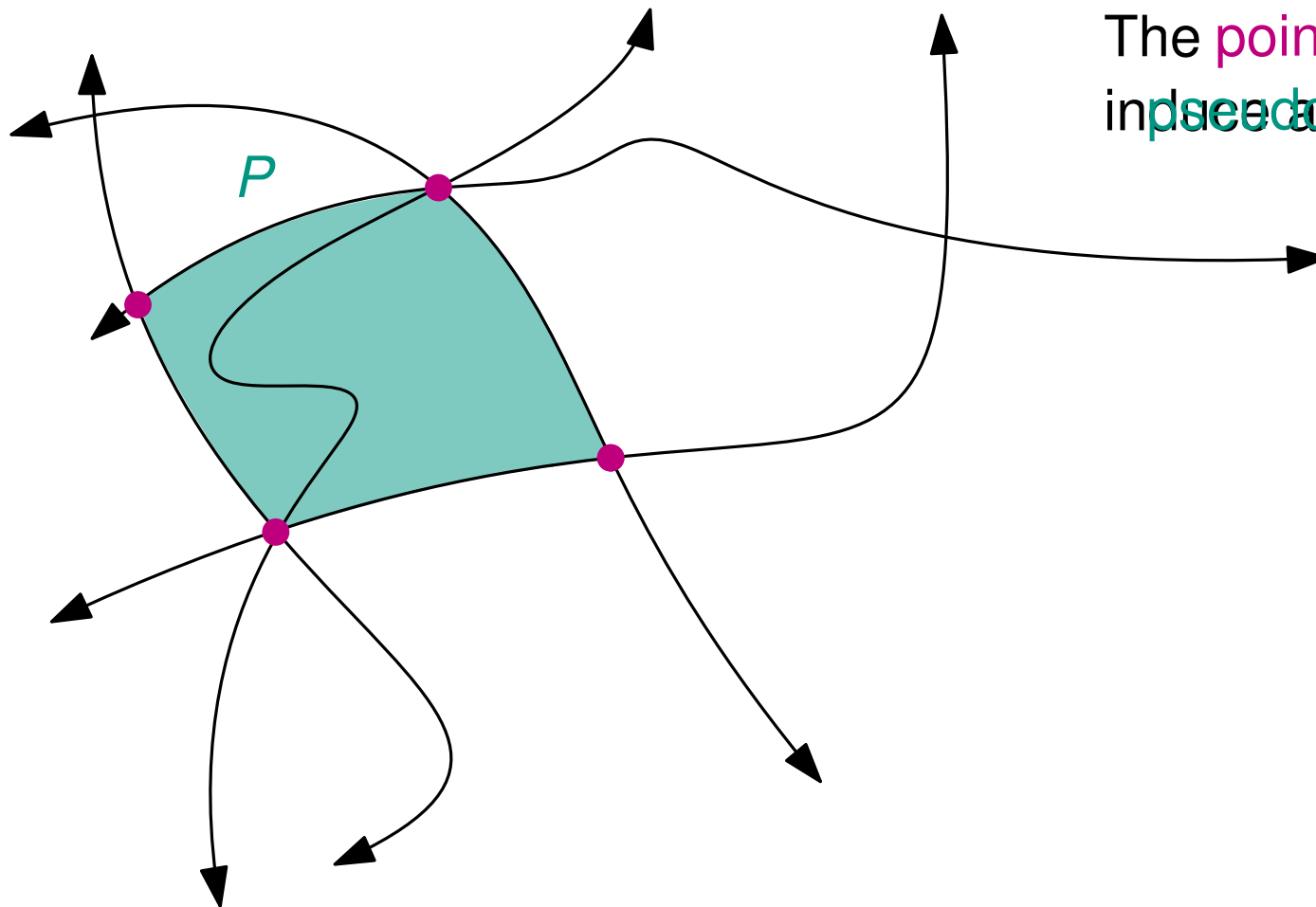
# 7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons

**Given:** Arrangement  $\mathcal{A}$  of pseudo-lines  
and exactly 2 **points** on each pseudo-line.



# 7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons

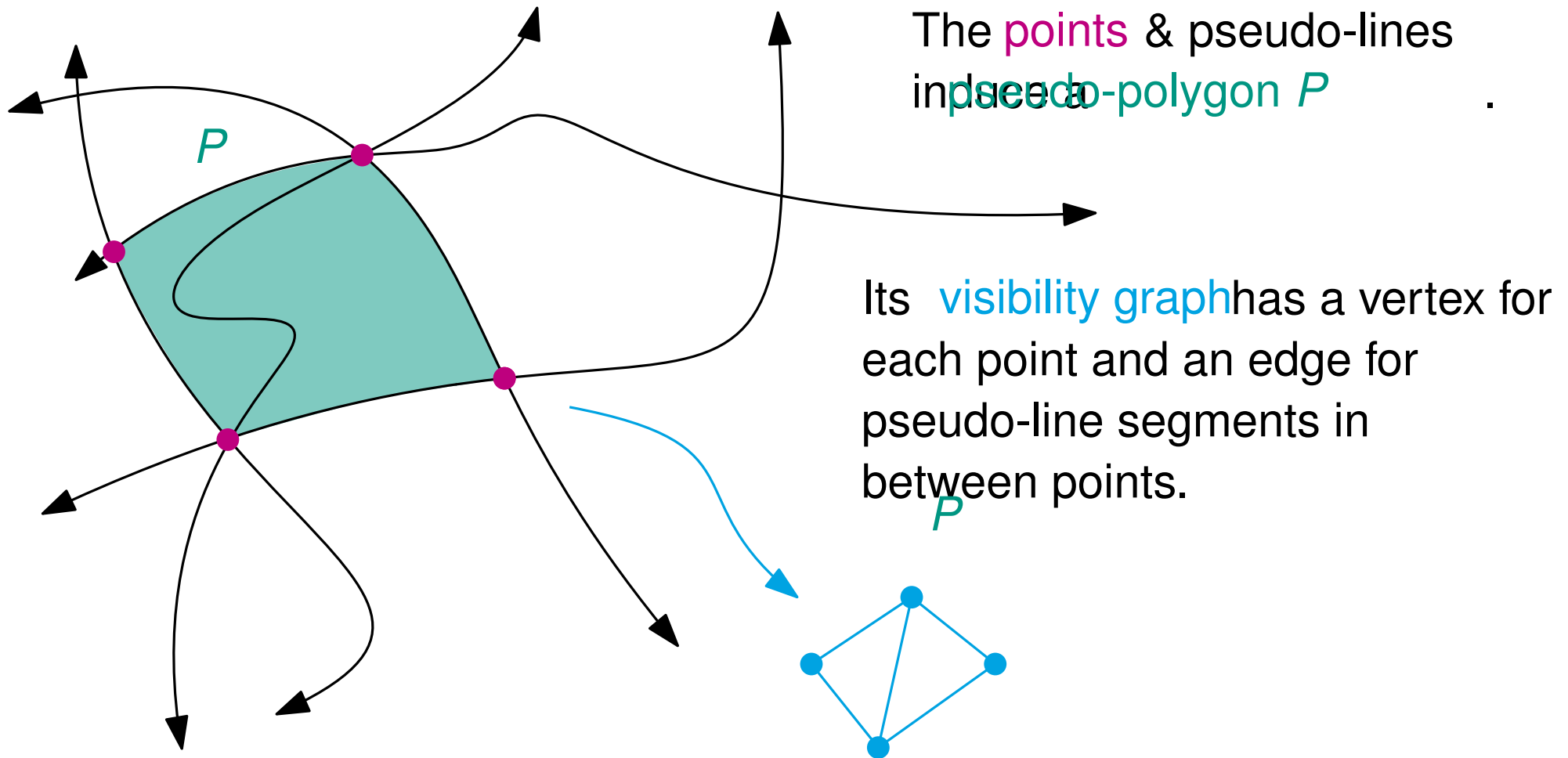
**Given:** Arrangement  $\mathcal{A}$  of pseudo-lines  
and exactly 2 **points** on each pseudo-line.



The **points** & pseudo-lines  
inside a pseudo-polygon  $P$ .

# 7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons

**Given:** Arrangement  $\mathcal{A}$  of pseudo-lines  
and exactly 2 **points** on each pseudo-line.



# 7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons

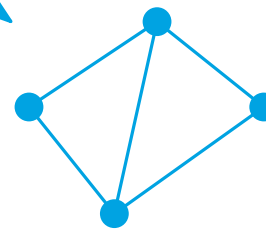
**Given:** Arrangement  $\mathcal{A}$  of pseudo-lines  
and exactly 2 **points** on each pseudo-line.

The **points** & pseudo-lines  
induce a **pseudo-polygon  $P$** .

**Question:** Given a graph  $G$ , how can we know if it is a visibility graph of some pseudo-polygon?

**This paper will tell you how!** (A complete characterization of pseudo-polygon visibility graphs)

between points.

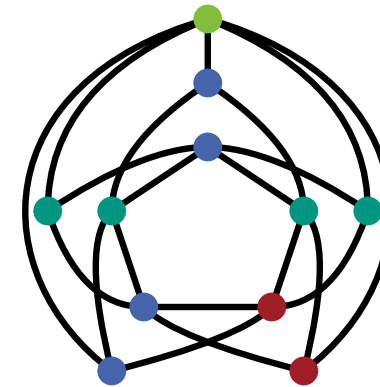


# 8. Outerstring Graphs are $\chi$ -Bounded

Cliquenzahl  $\omega \leq$  Chromatische Zahl  $\chi$

**Gesucht:** Funktion  $f$  mit  $\chi \leq f(\omega)$

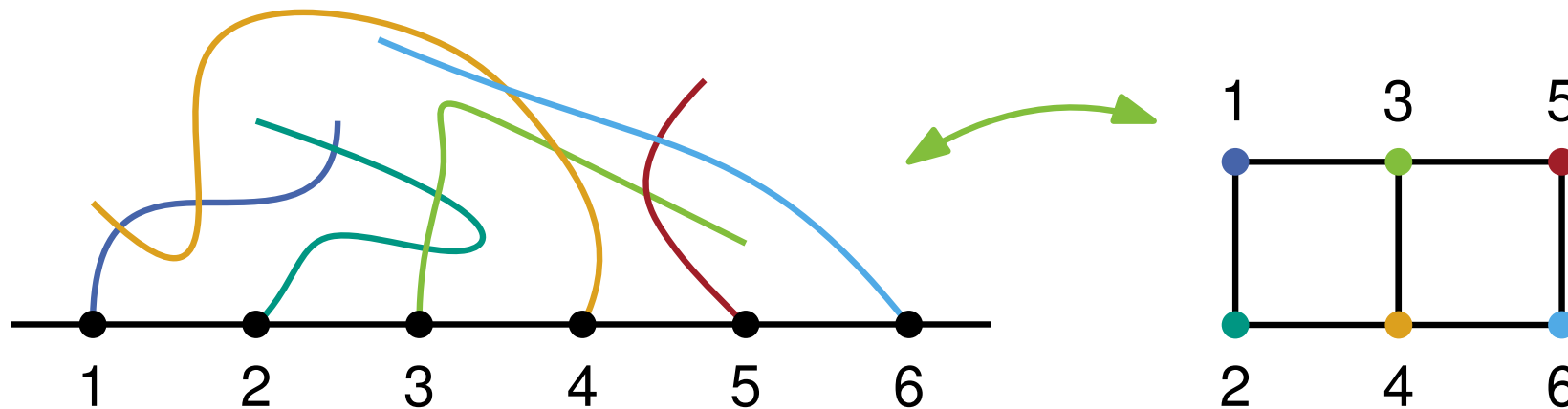
**Beobachtung:** Existiert nicht immer



$$\omega(G_k) = 2$$

$$\chi(G_k) = k$$

**Outerstring Graphs:** Schnittgraph von einseitig verankerten Kurven



**Resultat:**  $\chi$  ist beschränkt

1. Kürzeste Wege in Unit-Disk-Graphen
2. Primal Dual Circle Packings
3. Planare Graphen  $\subseteq$  1-STRING
4. Recognition of Circle Graphs
5. Approximation von Flüssen
6. Baumweite und das Excluded Minor Theorem
7. Characterization of Visibility Graphs for Pseudo-Polygons
8. Outerstring Graphs are  $\chi$ -bounded

# Nächste Termine

**jetzt:**

Individuelle Abstimmung mit Betreuer

**11. Mai:**

Kurzvorträge

**1. Juni:**

Vorträge Themen 1+2

**8. Juni:**

Vorträge Themen 3+4

Jeweils 14:00  
im SR 236