Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG

Lehrstuhl für
INFORMATIK I
Effiziente Algorithmen und
wissensbasierte Systeme

Institut für Informatik

Seminar Praktische und theoretische Aspekte des Graphenzeichnens

Sommersemester 2020
Ablauf und Themenübersicht

Alexander Wolff Lehrstuhl für Informatik I Johannes Zink

Infosim

denkbares

Agenda

1. Thema und Konzept
2. Ablauf des Seminars
3. Vorstellung der Vortragsthemen

Konzept

Seminar in Kooperation mit Würzburger IT-Unternehmen

Konzept

Seminar in Kooperation mit Würzburger IT-Unternehmen

- Mitarbeiter von Infosim und denkbares hören bei den Vorträgen zu und übernehmen die Betreuung einzelner Themen.

Konzept

Seminar in Kooperation mit Würzburger IT-Unternehmen

- Mitarbeiter von Infosim und denkbares hören bei den Vorträgen zu und übernehmen die Betreuung einzelner Themen.
- Das Seminar bietet eine Möglichkeit Kontakte zu Infosim und denkbares zu knüpfen.

Konzept

Seminar in Kooperation mit Würzburger IT-Unternehmen

- Mitarbeiter von Infosim und denkbares hören bei den Vorträgen zu und übernehmen die Betreuung einzelner Themen.
- Das Seminar bietet eine Möglichkeit Kontakte zu Infosim und denkbares zu knüpfen.
- Im Anschluss kann z.B. in Praktika o.ä. in Kooperation mit Infosim oder denkbares an interessanten Themen weitergearbeitet werden

Konzept

Seminar in Kooperation mit Würzburger IT-Unternehmen

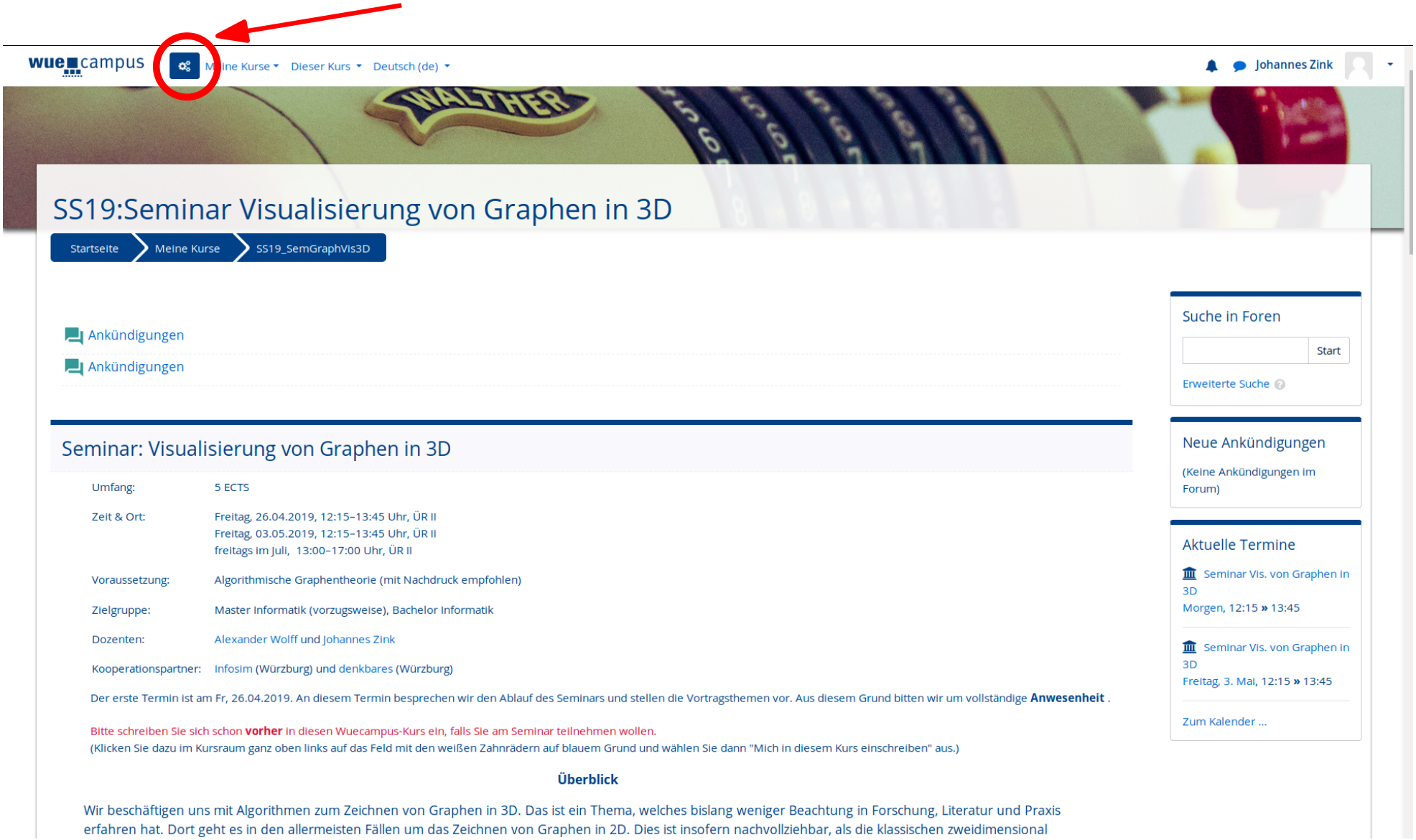
- Mitarbeiter von Infosim und denkbares hören bei den Vorträgen zu und übernehmen die Betreuung einzelner Themen.

- Das Seminar bietet eine Möglichkeit Kontakte zu Infosim und denkbares zu knüpfen.

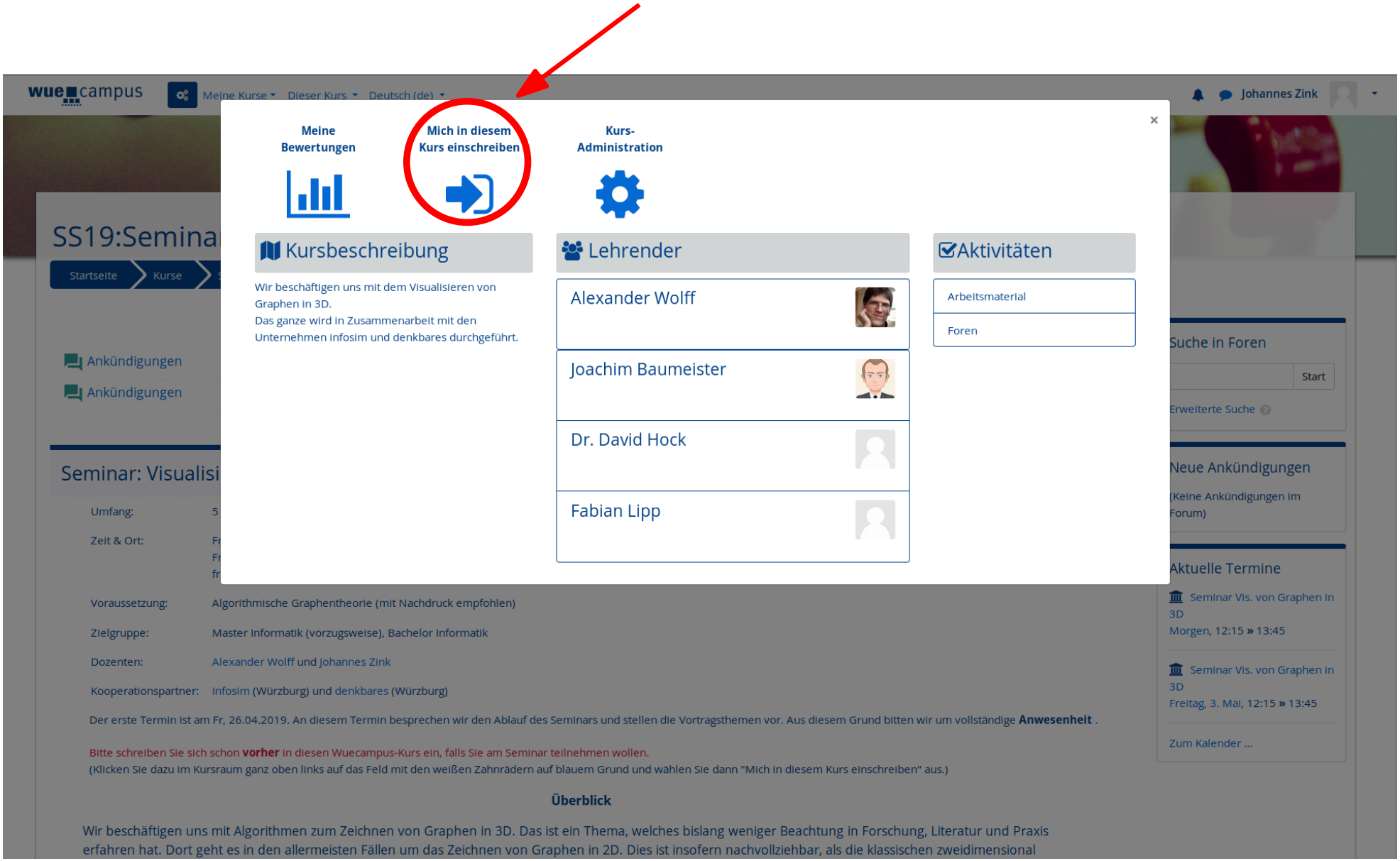
- Im Anschluss kann z.B. in Praktika o.ä. in Kooperation mit Infosim oder denkbares an interessanten Themen weitergearbeitet werden
  – natürlich auch wenn die Betreuung im Seminar zunächst nicht durch Infosim oder denkbares erfolgt.

Kursraum in Moodle

Kursraum in Moodle



Kursraum in Moodle



Kursraum in Moodle

Kursraum in Moodle

Ablauf des Seminars

- Aufgrund der Einschränkungen während der Coronapandemie alles vorerst online

Ablauf des Seminars

- Aufgrund der Einschränkungen während der Coronapandemie alles vorerst online
- Fr, 24.04.2020: **Deadline Themenauswahl**, drei ersten Präferenzen per Email angeben

Ablauf des Seminars

- Aufgrund der Einschränkungen während der Coronapandemie alles vorerst online
- Fr, 24.04.2020: **Deadline Themenauswahl**, drei ersten Präferenzen per Email angeben
- Fr, 08.05.2020: **Kurzvortrag** zu eurem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien) per Onlinekonferenz (z. B. über Zoom)

Ablauf des Seminars

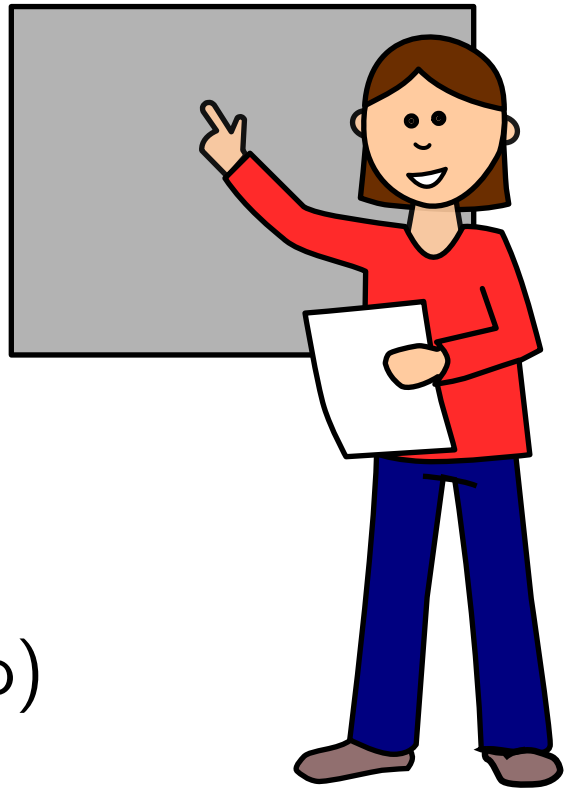
- Aufgrund der Einschränkungen während der Coronapandemie alles vorerst online
- Fr, 24.04.2020: **Deadline Themenauswahl**, drei ersten Präferenzen per Email angeben
- Fr, 08.05.2020: **Kurzvortrag** zu eurem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien) per Onlinekonferenz (z. B. über Zoom)
- Fr, 12.06.2020:
  Vorlage der **vorläufigen Ausarbeitungen**
  beim Betreuer

Ablauf des Seminars

- Aufgrund der Einschränkungen während der Coronapandemie alles vorerst online
- Fr, 24.04.2020: **Deadline Themenauswahl**, drei ersten Präferenzen per Email angeben
- Fr, 08.05.2020: **Kurzvortrag** zu eurem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien) per Onlinekonferenz (z. B. über Zoom)
- Fr, 12.06.2020:
  Vorlage der **vorläufigen Ausarbeitungen**
  beim Betreuer
- Mo, 22.06.2020:
  Abgabe der **schriftlichen Ausarbeitungen**

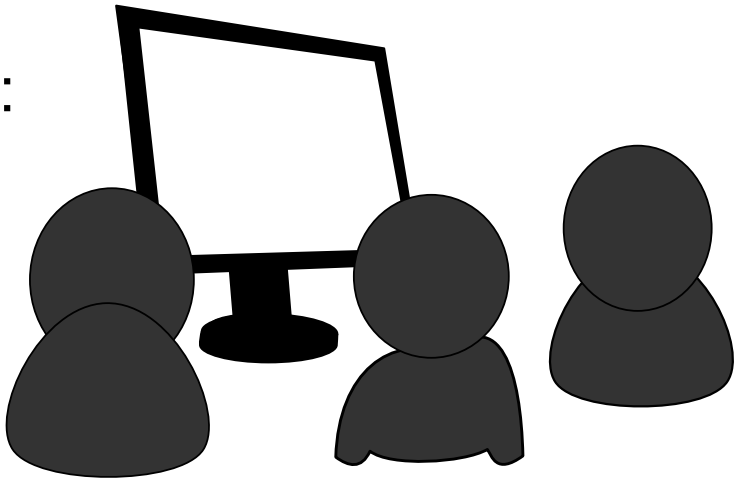
Ablauf des Seminars

- Aufgrund der Einschränkungen während der Coronapandemie alles vorerst online
- Fr, 24.04.2020: **Deadline Themenauswahl**, drei ersten Präferenzen per Email angeben
- Fr, 08.05.2020: **Kurzvortrag** zu eurem Thema (etwa 5 Min., ca. 3 Folien) per Onlinekonferenz (z. B. über Zoom)
- Fr, 12.06.2020:
  Vorlage der **vorläufigen Ausarbeitungen** beim Betreuer
- Mo, 22.06.2020:
  Abgabe der **schriftlichen Ausarbeitungen**
- ab Fr, 10.07.2020: **Vorträge**
  (in 1–2 Blockveranstaltungen oder als Video)



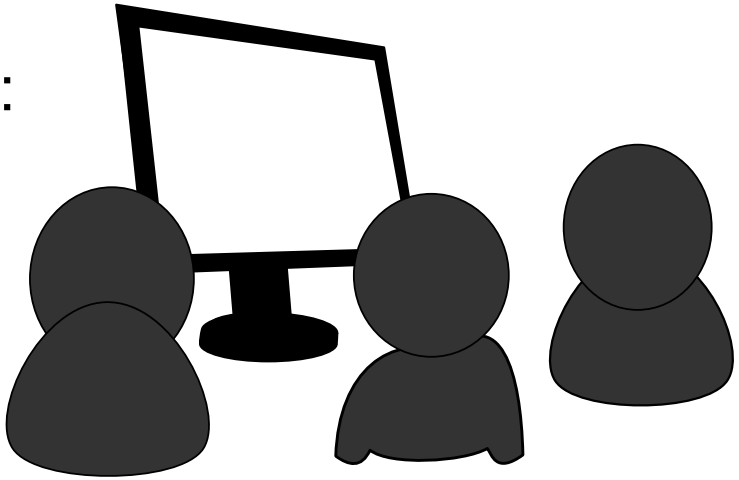
Kurzvorträge

- Präsentation über ca. 3 Folien. Wir empfehlen pdfs und zur Erstellung ipe: http://ipe.otfried.org/



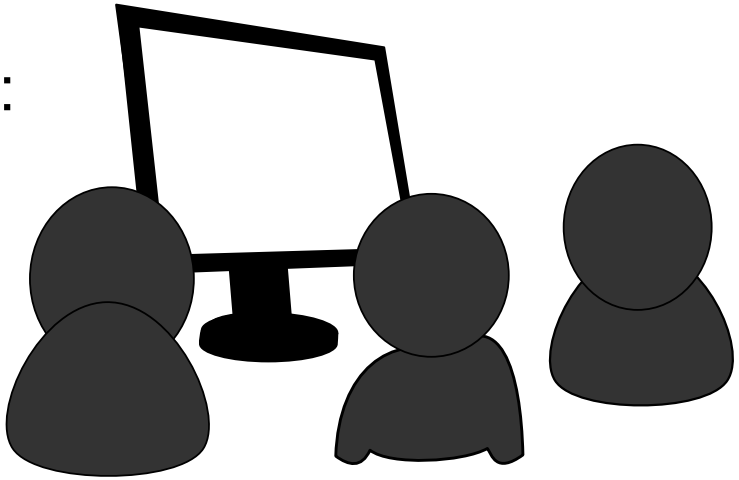
Kurzvorträge

- Präsentation über ca. 3 Folien. Wir empfehlen pdfs und zur Erstellung ipe: http://ipe.otfried.org/
- Dauer: ca. 5 Minuten (und max. 10 min!)



Kurzvorträge

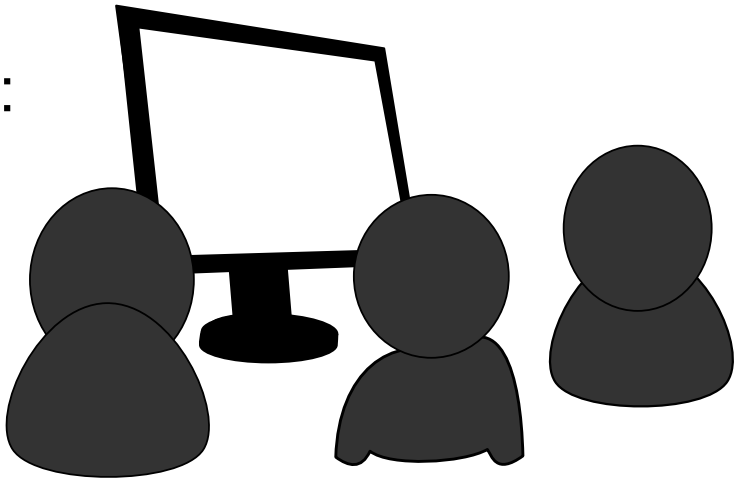
- Präsentation über ca. 3 Folien. Wir empfehlen pdfs und zur Erstellung ipe: http://ipe.otfried.org/



- Dauer: ca. 5 Minuten (und max. 10 min!)
- Aufgrund der aktuellen Beschränkungen in der Coronakrise online abgehalten: Nutze ein gängiges Onlinekonferenzprogramm, z. B. Zoom mit Einstieg über die Universität Würzburg. Wir kommunizieren vorher per Email.

Kurzvorträge

- Präsentation über ca. 3 Folien. Wir empfehlen pdfs und zur Erstellung ipe: http://ipe.otfried.org/



- Dauer: ca. 5 Minuten (und max. 10 min!)
- Aufgrund der aktuellen Beschränkungen in der Coronakrise online abgehalten: Nutze ein gängiges Onlinekonferenzprogramm, z. B. Zoom mit Einstieg über die Universität Würzburg. Wir kommunizieren vorher per Email.
- Inhalt des Kurzvortrags:
  - Was ist das Problem?
  - Warum ist es interessant/relevant?
  - Was sind die Ergebnisse des vorgestellten Papers?

Ausarbeitung

- etwa 10 Seiten

Ausarbeitung

- etwa 10 Seiten
- keine reine Zusammenfassung des Artikels

Ausarbeitung

- etwa 10 Seiten
- keine reine Zusammenfassung des Artikels
- evtl. Verbindungen zu anderen Vortragsthemen

Ausarbeitung

- etwa 10 Seiten
- keine reine Zusammenfassung des Artikels
- evtl. Verbindungen zu anderen Vortragsthemen
- LaTeX-Vorlage

Ausarbeitung

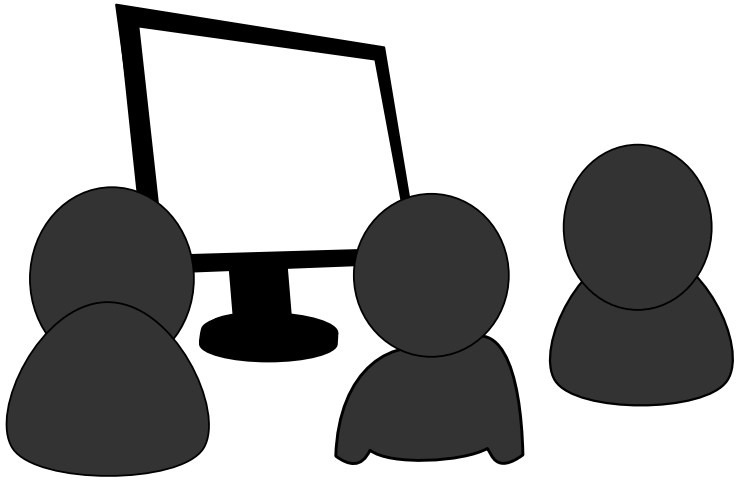
- etwa 10 Seiten
- keine reine Zusammenfassung des Artikels
- evtl. Verbindungen zu anderen Vortragsthemen
- LaTeX-Vorlage
- Erste Version für Betreuer: **Fr, 12.06.2020**

Ausarbeitung

- etwa 10 Seiten
- keine reine Zusammenfassung des Artikels
- evtl. Verbindungen zu anderen Vortragsthemen
- LaTeX-Vorlage
- Erste Version für Betreuer: **Fr, 12.06.2020**
- **Abgabe: Mo, 22.06.2020**

Vorträge

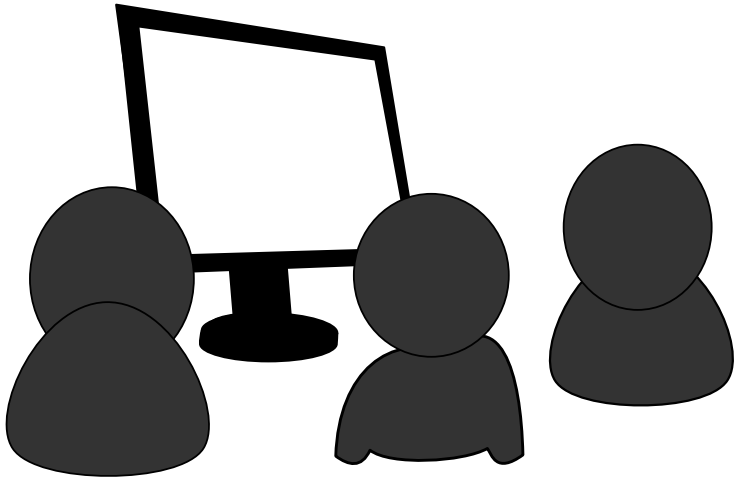
- 25–30 Minuten (1 Person) bzw.
  45–50 Minuten (2 Personen)
  Vortrag (evtl. mit offenen Probleme)



Vorträge

- 25–30 Minuten (1 Person) bzw.
  45–50 Minuten (2 Personen)
  Vortrag (evtl. mit offenen Probleme)

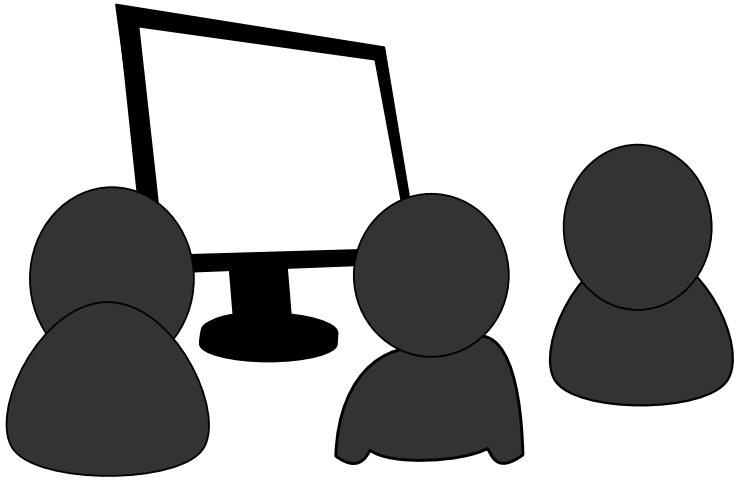
- danach wenn möglich **Diskussion**
  (beispielsweise über offene Probleme)



Vorträge

- 25–30 Minuten (1 Person) bzw.
  45–50 Minuten (2 Personen)
  Vortrag (evtl. mit offenen Probleme)

- danach wenn möglich **Diskussion**
  (beispielsweise über offene Probleme)



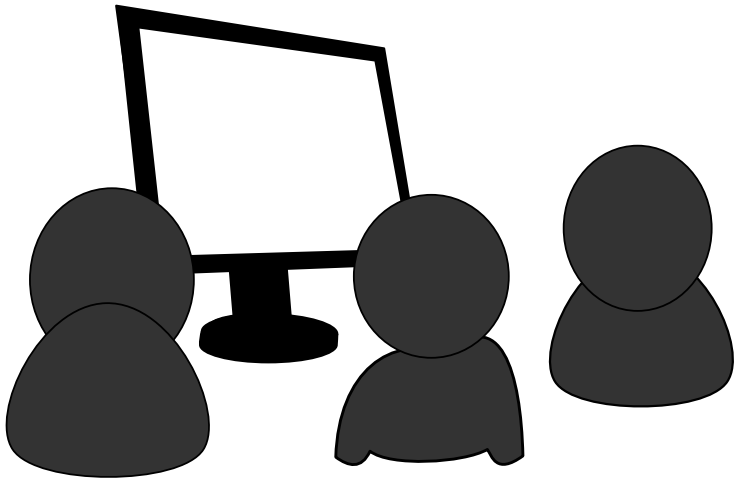
Vorbesprechungen:

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

Vorträge

- 25–30 Minuten (1 Person) bzw.
  45–50 Minuten (2 Personen)
  Vortrag (evtl. mit offenen Probleme)

- danach wenn möglich **Diskussion**
  (beispielsweise über offene Probleme)



Vorbesprechungen:

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

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

Bestehen & Bewertung

Voraussetzungen für das Bestehen des Seminars

- Halten eines Kurzvortrags zu Beginn des Semesters
- Anfertigen einer Ausarbeitung
- Halten einer Präsentation zum gewählten Thema
- Teilnahme und Anwesenheit bei den Vorträgen in den 1–2 Blockveranstaltungen im Juli
  (nur wenn bis dahin möglich, ansonsten alles per Video oder Onlinekonferenz)

Bewertung

- Ausarbeitung (Inhalte, sprachliche Darstellung, Typographie, Verbindungen zu weiterer Literatur & Vortragsthemen)
- Vortrag (Inhalte, Gestaltung der Folien, Verständlichkeit)

Vortragsthemen

Allgemeines

- 1 Person pro Thema (2 Personen im Ausnahmefall)
- Wir geben für jedes Thema einen Artikel vor.
- Darüber hinaus eigene Literaturrecherche
- Ausgangspunkt können Referenzen im Artikel sein.

Themenübersicht

1. Graphen mit guter Winkelauflösung
2. Symmetrien in Graphzeichnungen
3. Ästhetikbewertung von Zeichnungen mittels neuronalen Netzen
4. Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)
5. Graphenzeichnen mit Zeitdimension (II)
6. Lagenbasiertes Graphenzeichnen mit quadratischem Programm
7. Grundlegende Koordinatzuweisung beim hierarchischen Graphenzeichnen
8. Koordinatzuweisung beim hierarchischen Graphenzeichnen mittels Flussnetzwerk
9. Lagenzuweisung beim hierarchischen Graphenzeichnen
10. Stressminimierung beim kräftebasierten Graphenzeichnen
11. Kräftebasierter Multilevel-Zeichenalgorithmus bei verteilter Berechnung
12. Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgorithmus
13. Bioinformatik

Graphen mit guter Winkelauflösung

- *Graphs with large total angular resolution*

[Aichholzer et al. 2019]

Graphen mit guter Winkelauflösung

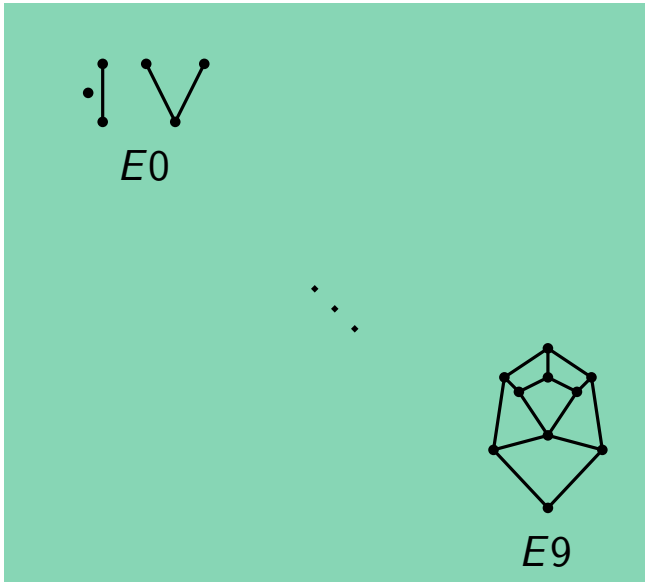
- *Graphs with large total angular resolution*
  [Aichholzer et al. 2019]
- Gesamtwinkelauflösung einer geradlinigen Graphzeichnung:
  kleinster Winkel zwischen 2 Kanten

Graphen mit guter Winkelauflösung

- *Graphs with large total angular resolution*
  [Aichholzer et al. 2019]
- Gesamtwinkelauflösung einer geradlinigen Graphzeichnung:
  kleinster Winkel zwischen 2 Kanten
- Gesamtwinklauflösung eines Graphen:
  größte Gesamtwinkelauflösung über alle geradlinigen Zeichnungen dieses Graphen

Graphen mit guter Winkelauflösung

- *Graphs with large total angular resolution*
  [Aichholzer et al. 2019]
- Gesamtwinkelauflösung einer geradlinigen Graphzeichnung:
  kleinster Winkel zwischen 2 Kanten
- Gesamtwinklauflösung eines Graphen:
  größte Gesamtwinkelauflösung über alle geradlinigen Zeichnungen dieses Graphen



Alle Ausnahmen (bis zu 9 Knoten)

Ergebnis:
Zu entscheiden, ob ein Graph Gesamtwinkelauflösung $\geq 60^\circ$ hat, ist NP-schwer. Bis auf wenige wohlbekannte Ausnahmen, haben solche Graphen aber höchstens $2n - 6$ Kanten, wobei n die Anzahl der Knoten ist.

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

- Symmetrie ist ein wichtiger Faktor für die menschliche Wahrnehmung im Allgemeinen und für die Visualisierung von Graphen im Besonderen.

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

- Symmetrie ist ein wichtiger Faktor für die menschliche Wahrnehmung im Allgemeinen und für die Visualisierung von Graphen im Besonderen.

- Drei Haupttypen von Symmetrie:
  Reflexion, Translation, Rotation

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

- Symmetrie ist ein wichtiger Faktor für die menschliche Wahrnehmung im Allgemeinen und für die Visualisierung von Graphen im Besonderen.

- Drei Haupttypen von Symmetrie:
  Reflexion, Translation, Rotation

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

- Symmetrie ist ein wichtiger Faktor für die menschliche Wahrnehmung im Allgemeinen und für die Visualisierung von Graphen im Besonderen.

- Drei Haupttypen von Symmetrie:
  Reflexion, Translation, Rotation

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

- Symmetrie ist ein wichtiger Faktor für die menschliche Wahrnehmung im Allgemeinen und für die Visualisierung von Graphen im Besonderen.

- Drei Haupttypen von Symmetrie:
  Reflexion, Translation, Rotation

Symmetrien in Graphzeichnungen

- *Perception of Symmetries in Drawings of Graphs*
  [De Luca et al. 2018]

- Symmetrie ist ein wichtiger Faktor für die menschliche Wahrnehmung im Allgemeinen und für die Visualisierung von Graphen im Besonderen.

- Drei Haupttypen von Symmetrie: Reflexion, Translation, Rotation

- In einer Benutzerstudie wird untersucht, welche Symmetrien am auffälligsten sind.

Ästhetikbewertung mittels neuronalen Netzen

- *Aesthetic Discrimination of Graph Layouts*

[Klammler et al. 2019]

Ästhetikbewertung mittels neuronalen Netzen

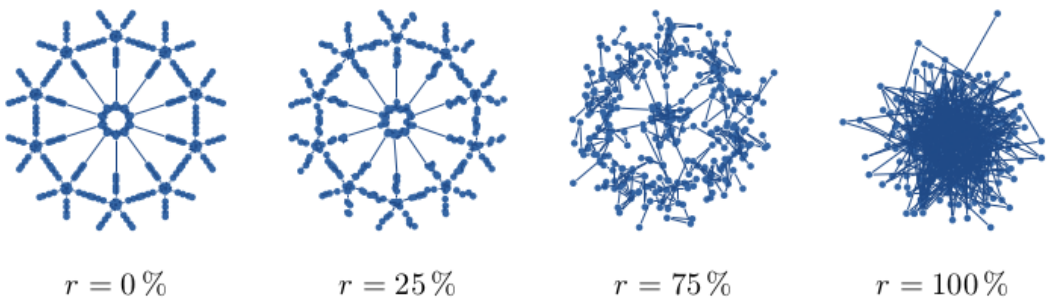
- *Aesthetic Discrimination of Graph Layouts*
  [Klammler et al. 2019]
- Welche von zwei Zeichnungen desselben Graphen ist ästhetisch ansprechender?

Ästhetikbewertung mittels neuronalen Netzen

- *Aesthetic Discrimination of Graph Layouts*
  [Klammler et al. 2019]
- Welche von zwei Zeichnungen desselben Graphen ist ästhetisch ansprechender?
- Ein auf neuronalen Netzen basierendes Diskriminatormodell wird mit einem gelabelten Datensatz trainiert und entscheidet, welches von zwei Layouts
  eine höhere ästhetische
  Qualität aufweist.

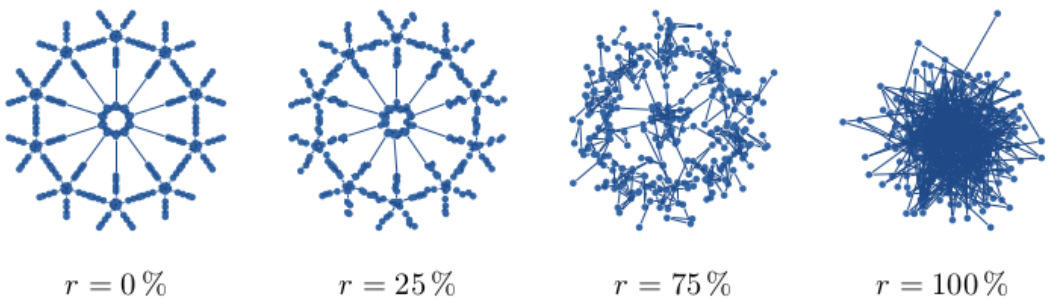
Ästhetikbewertung mittels neuronalen Netzen

- *Aesthetic Discrimination of Graph Layouts*
  [Klammler et al. 2019]
- Welche von zwei Zeichnungen desselben Graphen ist ästhetisch ansprechender?
- Ein auf neuronalen Netzen basierendes Diskriminatormodell wird mit einem gelabelten Datensatz trainiert und entscheidet, welches von zwei Layouts eine höhere ästhetische Qualität aufweist.



Ästhetikbewertung mittels neuronalen Netzen

- *Aesthetic Discrimination of Graph Layouts*
  [Klammler et al. 2019]
- Welche von zwei Zeichnungen desselben Graphen ist ästhetisch ansprechender?
- Ein auf neuronalen Netzen basierendes Diskriminatormodell wird mit einem gelabelten Datensatz trainiert und entscheidet, welches von zwei Layouts eine höhere ästhetische Qualität aufweist.



Ergebnis:
Das Modell hat eine mittlere Vorhersagegenauigkeit von 97,58 %. Das übertrifft Diskriminatoren, die auf Stress und auf der linearen Kombination gängiger Qualitätsmetriken basieren, um 2 bis 3 %.

Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)

- *Graph Stories in Small Area* [Borrazzo et al. 2019]

Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)

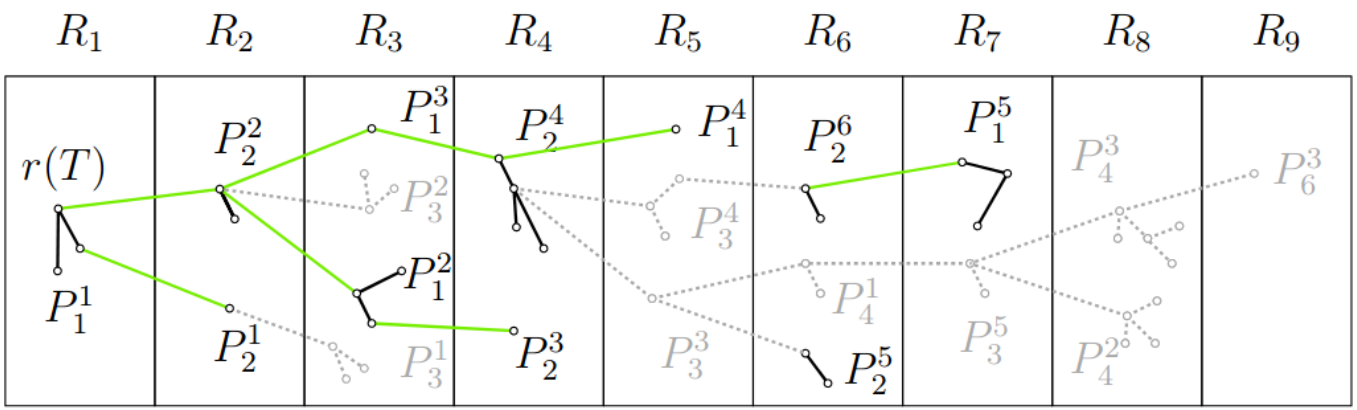
- *Graph Stories in Small Area* [Borrazzo et al. 2019]
- Zeichnen eines dynamischen Graphen, bei dem jeder Knoten zu einer bestimmten Zeit erscheint und für eine fest definierte Zeit im Graphen bleibt.

Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)

- *Graph Stories in Small Area* [Borrazzo et al. 2019]
- Zeichnen eines dynamischen Graphen, bei dem jeder Knoten zu einer bestimmten Zeit erscheint und für eine fest definierte Zeit im Graphen bleibt.
- Jeder Teil der so entstandenen „Graph-Story“ soll geradlinig und planar sein.

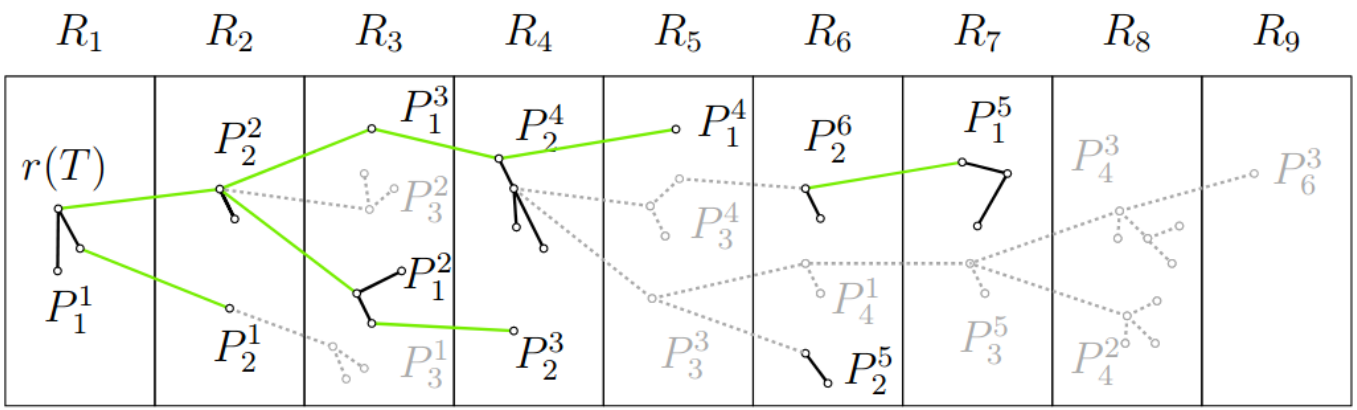
Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)

- *Graph Stories in Small Area* [Borrazzo et al. 2019]
- Zeichnen eines dynamischen Graphen, bei dem jeder Knoten zu einer bestimmten Zeit erscheint und für eine fest definierte Zeit im Graphen bleibt.
- Jeder Teil der so entstandenen „Graph-Story“ soll geradlinig und planar sein.



Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)

- *Graph Stories in Small Area* [Borrazzo et al. 2019]
- Zeichnen eines dynamischen Graphen, bei dem jeder Knoten zu einer bestimmten Zeit erscheint und für eine fest definierte Zeit im Graphen bleibt.
- Jeder Teil der so entstandenen „Graph-Story“ soll geradlinig und planar sein.



Ergebnis:
„Graph-Storys“ von Pfaden und Bäumen können in Linearzeit auf einem kleinen Gitter gezeichnet werden. Es gibt aber planare Graphen mit „Graph-Storys“, für die das nicht gilt.

Graphenzeichnen mit Zeitdimension (II)

- *Drawing Dynamic Graphs Without Timeslices*
  [Simonetto et al. 2017]

Graphenzeichnen mit Zeitdimension (II)

- *Drawing Dynamic Graphs Without Timeslices*
  [Simonetto et al. 2017]
- Oft Zeitscheiben zum Zeichnen dynamischer Graphen

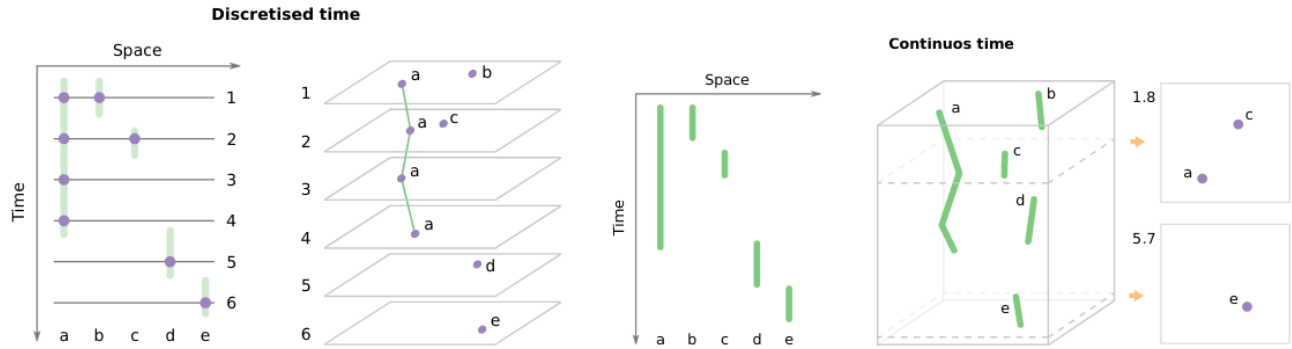
Graphenzeichnen mit Zeitdimension (II)

- *Drawing Dynamic Graphs Without Timeslices*
  [Simonetto et al. 2017]
- Oft Zeitscheiben zum Zeichnen dynamischer Graphen
- Häufig unklar, wie viele Zeitscheiben auszuwählen sind: zu wenige können zeitliche Merkmale wie Kausalität oder sogar die Graphenstruktur nicht erfassen, zu viele verlangsamen die Zeichnungsberechnung und sind unübersichtlich

Graphenzeichnen mit Zeitdimension (II)

- *Drawing Dynamic Graphs Without Timeslices*
  [Simonetto et al. 2017]
- Oft Zeitscheiben zum Zeichnen dynamischer Graphen
- Häufig unklar, wie viele Zeitscheiben auszuwählen sind: zu wenige können zeitliche Merkmale wie Kausalität oder sogar die Graphenstruktur nicht erfassen, zu viele verlangsamen die Zeichnungsberechnung und sind unübersichtlich

Daher: Einführung von Modell & Algorithmus zum Zeichnen von dynamischen Graphen **ohne** Zeitscheiben; dann Evaluierung und Vergleich mit Zeitscheiben



(a) Discrete Dynamic Graph (b) Continuous Dynamic Graph

Lagenbasiertes Graphenzeichnen/quadr. Prog.

- *A Natural Quadratic Approach to the Generalized Graph Layering Problem* [Mallach 2019]

Lagenbasiertes Graphenzeichnen/quadr. Prog.

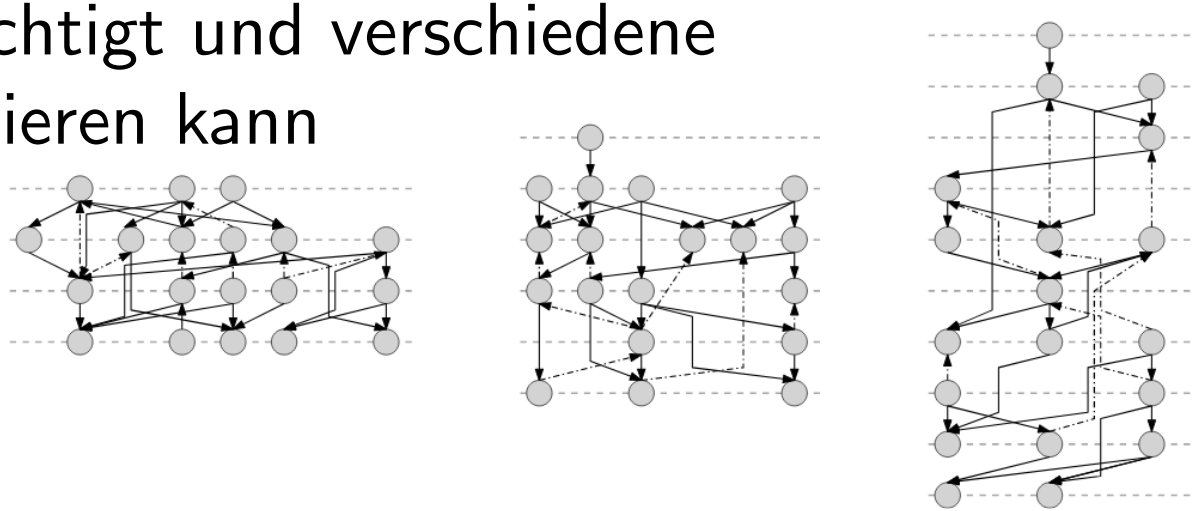
- *A Natural Quadratic Approach to the Generalized Graph Layering Problem* [Mallach 2019]
- Lagenbasiertes Graphenzeichnen gerichteter Graphen: Knoten werden auf wenige horizontale Lagen gezeichnet, Kanten sollen möglichst kurz sein & nach unten gerichtet sein

Lagenbasiertes Graphenzeichnen/quadr. Prog.

- *A Natural Quadratic Approach to the Generalized Graph Layering Problem* [Mallach 2019]
- Lagenbasiertes Graphenzeichnen gerichteter Graphen: Knoten werden auf wenige horizontale Lagen gezeichnet, Kanten sollen möglichst kurz sein & nach unten gerichtet sein
- Vorstellung eines quadratischen Programms, das typische Constraints berücksichtigt und verschiedene Zielfunktionen optimieren kann

Lagenbasiertes Graphenzeichnen/quadr. Prog.

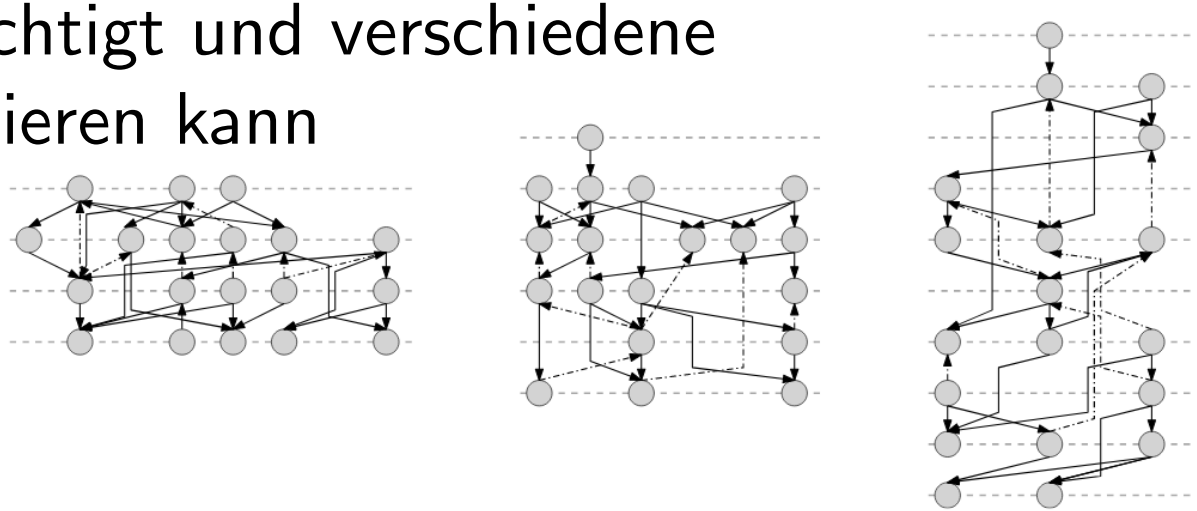
- *A Natural Quadratic Approach to the Generalized Graph Layering Problem* [Mallach 2019]
- Lagenbasiertes Graphenzeichnen gerichteter Graphen: Knoten werden auf wenige horizontale Lagen gezeichnet, Kanten sollen möglichst kurz sein & nach unten gerichtet sein
- Vorstellung eines quadratischen Programms, das typische Constraints berücksichtigt und verschiedene Zielfunktionen optimieren kann



2:1 1:1 1:2

Lagenbasiertes Graphenzeichnen/quadr. Prog.

- *A Natural Quadratic Approach to the Generalized Graph Layering Problem* [Mallach 2019]
- Lagenbasiertes Graphenzeichnen gerichteter Graphen: Knoten werden auf wenige horizontale Lagen gezeichnet, Kanten sollen möglichst kurz sein & nach unten gerichtet sein
- Vorstellung eines quadratischen Programms, das typische Constraints berücksichtigt und verschiedene Zielfunktionen optimieren kann
- Experimentelle Evaluation des quadratischen Programms



2:1 1:1 1:2

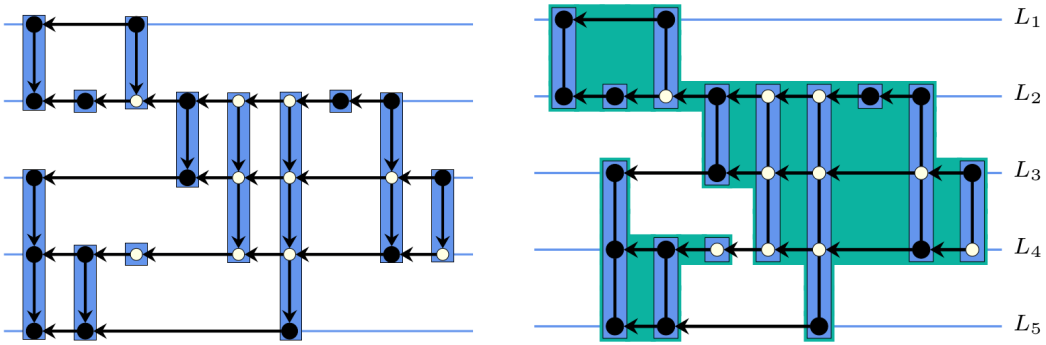
Koordinatzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Fast and Simple Horizontal Coordinate Assignment*
  [Brandes, Köpf 2001]

Koordinatzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Fast and Simple Horizontal Coordinate Assignment*

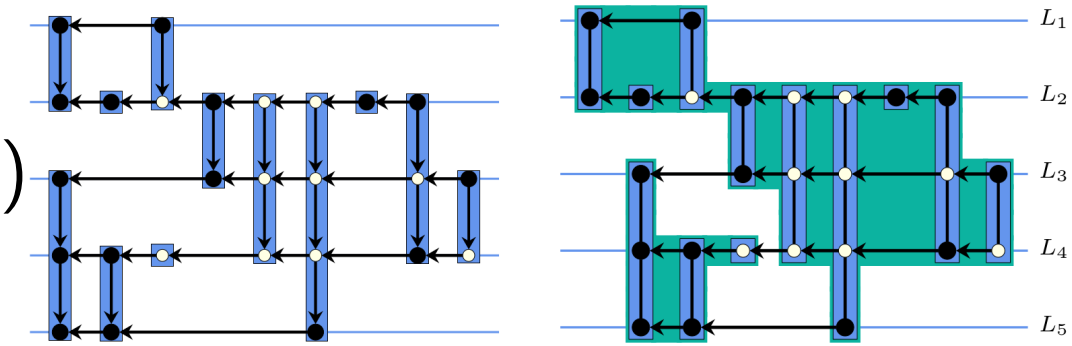
[Brandes, Köpf 2001]



(a) blocks (b) classes

Koordinatzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

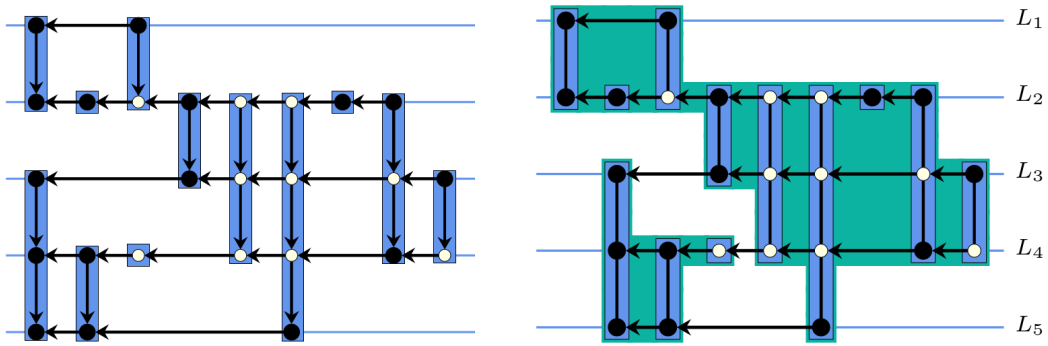
- *Fast and Simple Horizontal Coordinate Assignment*
  [Brandes, Köpf 2001]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.



(a) blocks (b) classes

Koordinatzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Fast and Simple Horizontal Coordinate Assignment*
  [Brandes, Köpf 2001]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.

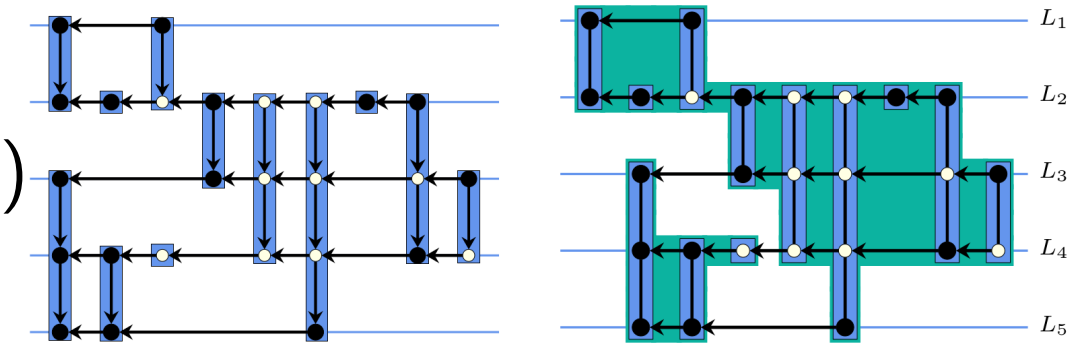


(a) blocks (b) classes

- Dabei ist auf Kriterien wie geringe Gesamtbreite oder möglichste viele vertikale Kanten zu achten.

Koordinatzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Fast and Simple Horizontal Coordinate Assignment*
  [Brandes, Köpf 2001]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.



(a) blocks (b) classes

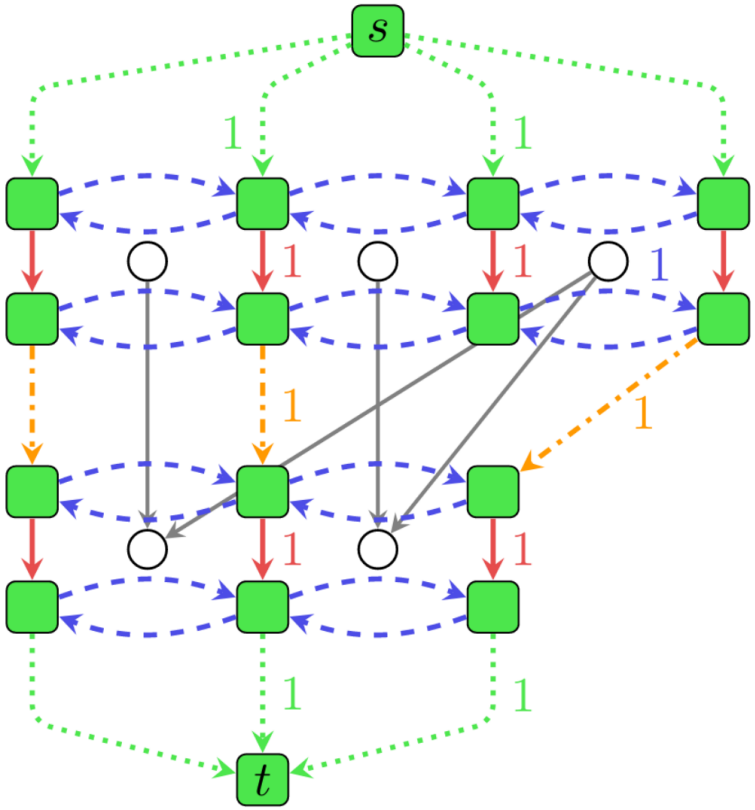
- Dabei ist auf Kriterien wie geringe Gesamtbreite oder möglichste viele vertikale Kanten zu achten.
- Hierfür wird ein Linearzeitalgorithmus eingeführt und mit anderen Verfahren verglichen

Koordinatzuweisung mit Flussnetzwerk

- *A Flow Formulation for Horizontal Coordinate Assignment with Prescribed Width* [Jünger et al. 2019]

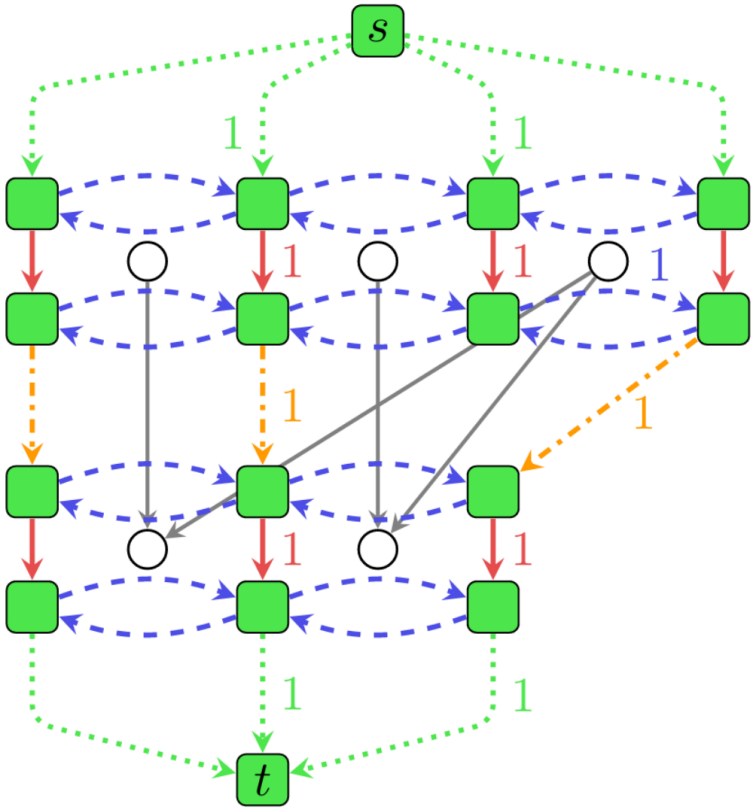
Koordinatzuweisung mit Flussnetzwerk

- *A Flow Formulation for Horizontal Coordinate Assignment with Prescribed Width* [Jünger et al. 2019]



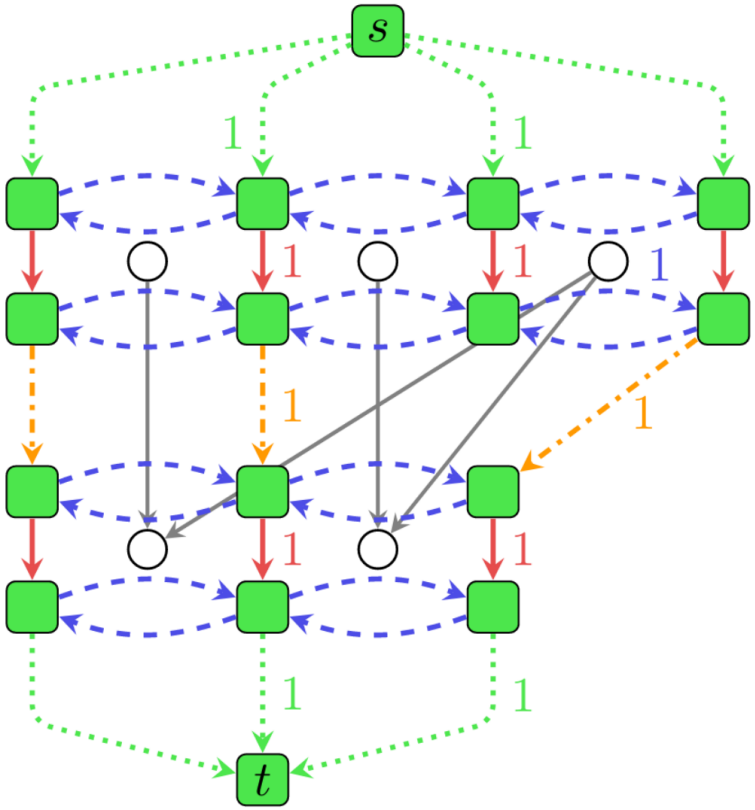
Koordinatzuweisung mit Flussnetzwerk

- *A Flow Formulation for Horizontal Coordinate Assignment with Prescribed Width* [Jünger et al. 2019]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.



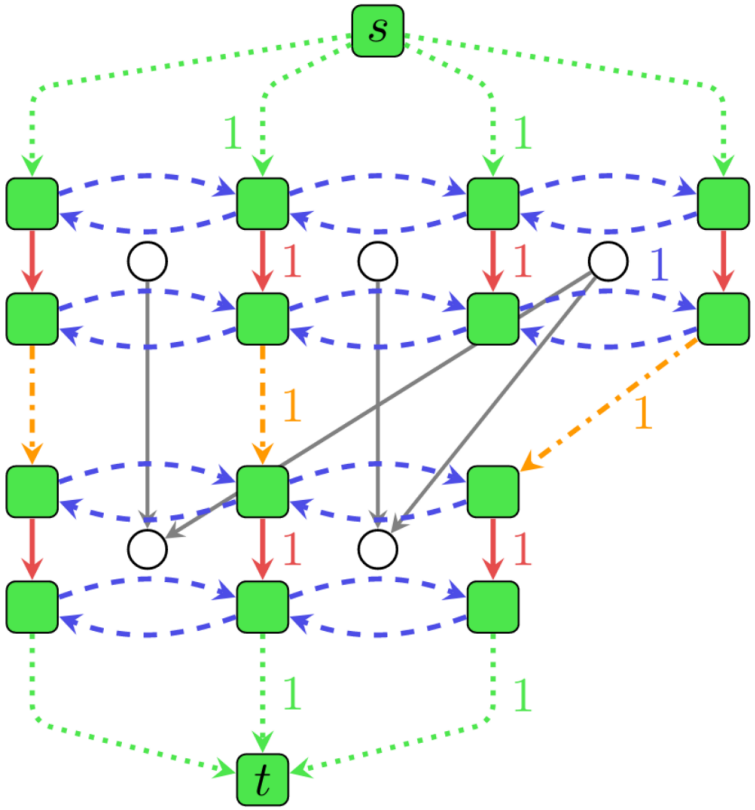
Koordinatzuweisung mit Flussnetzwerk

- *A Flow Formulation for Horizontal Coordinate Assignment with Prescribed Width* [Jünger et al. 2019]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.
- Flussnetzwerk zur Kooridnatenbestimmung



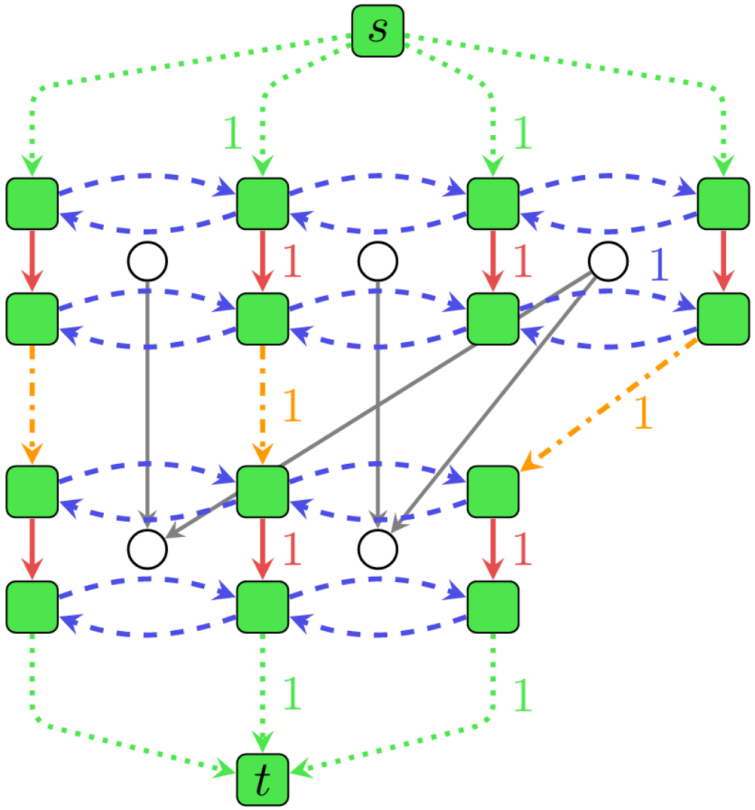
Koordinatzuweisung mit Flussnetzwerk

- *A Flow Formulation for Horizontal Coordinate Assignment with Prescribed Width* [Jünger et al. 2019]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.
- Flussnetzwerk zur Kooridnatenbestimmung
- Besondere Beachtung der Lagenbreite



Koordinatzuweisung mit Flussnetzwerk

- *A Flow Formulation for Horizontal Coordinate Assignment with Prescribed Width* [Jünger et al. 2019]
- Bei vielen lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus) erfolgt nach der Zuweisung der Knoten und deren Reihenfolge auf horizontale Lagen die konkrete Zuweisung der x-Koordinate.



- Flussnetzwerk zur Kooridnatenbestimmung
- Besondere Beachtung der Lagenbreite
- Experimentelle Evaluation

Lagenzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Generalized Layerings for Arbitrary and Fixed Drawing Areas*
  [Rüegg et al. 2017]

Lagenzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

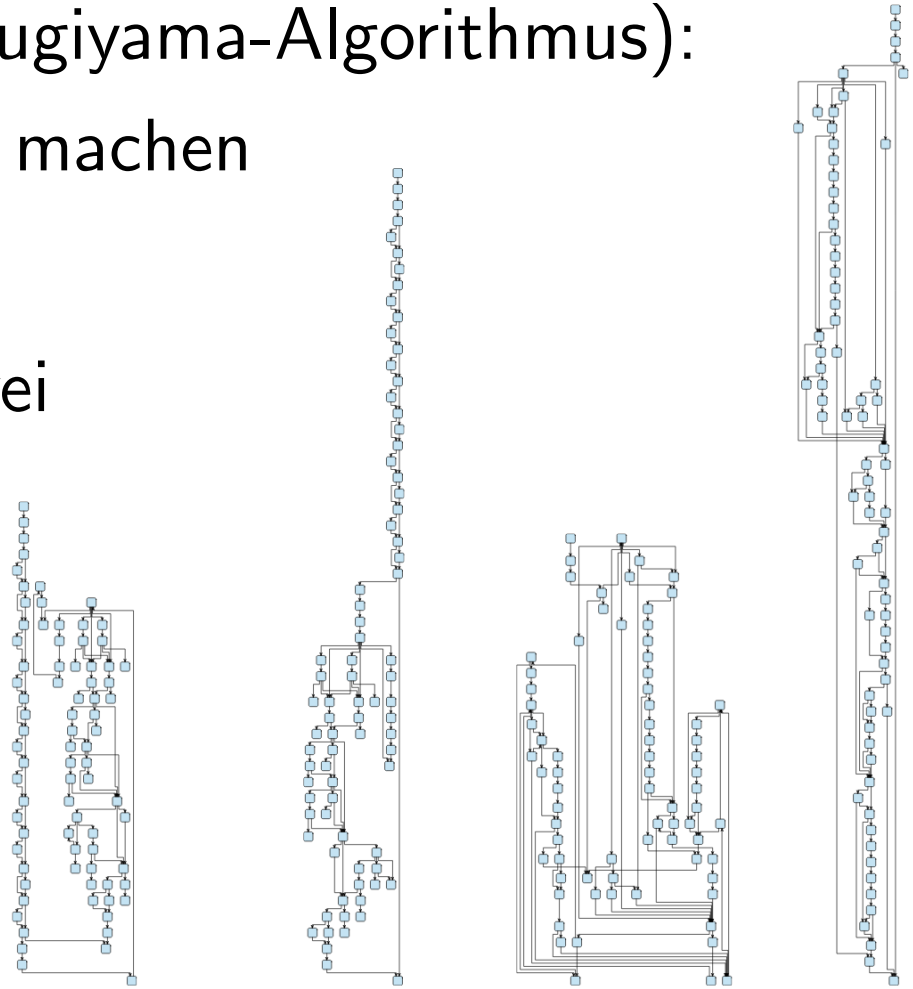
- *Generalized Layerings for Arbitrary and Fixed Drawing Areas* [Rüegg et al. 2017]
- Typische erste Schritte bei lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus):
  - gerichtete Graphen azyklisch machen
  - Lagenzuweisung

Lagenzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Generalized Layerings for Arbitrary and Fixed Drawing Areas* [Rüegg et al. 2017]
- Typische erste Schritte bei lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus):
  - gerichtete Graphen azyklisch machen
  - Lagenzuweisung
- Ansatz des Papers löst diese zwei Schritte zusammen

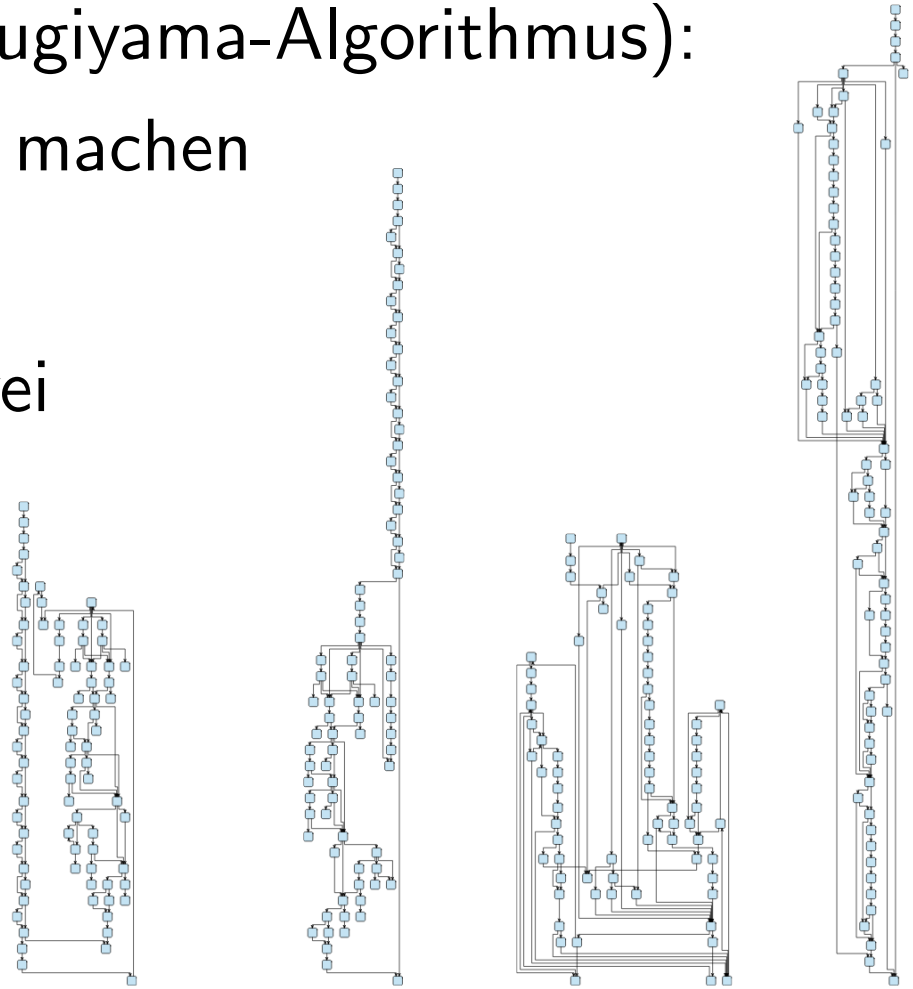
Lagenzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Generalized Layerings for Arbitrary and Fixed Drawing Areas* [Rüegg et al. 2017]
- Typische erste Schritte bei lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus):
  - gerichtete Graphen azyklisch machen
  - Lagenzuweisung
- Ansatz des Papers löst diese zwei Schritte zusammen
- Vorstellung eines ganzzahligen Programms und einer Heuristik, die verwendet wird



Lagenzuweisung/hiera. Graphenzeichnen

- *Generalized Layerings for Arbitrary and Fixed Drawing Areas* [Rüegg et al. 2017]
- Typische erste Schritte bei lagenbasierten Zeichenalgorithmen (wie dem Sugiyama-Algorithmus):
  - gerichtete Graphen azyklisch machen
  - Lagenzuweisung
- Ansatz des Papers löst diese zwei Schritte zusammen
- Vorstellung eines ganzzahligen Programms und einer Heuristik, die verwendet wird
- Experimentelle Evaluation



Stressminimierung/kräftebas. Graphenzeichnen

- *A Sparse Stress Model* [Ortmann et al. 2017]

Stressminimierung/kräftebas. Graphenzeichnen

- *A Sparse Stress Model* [Ortmann et al. 2017]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.

Stressminimierung/kräftebas. Graphenzeichnen

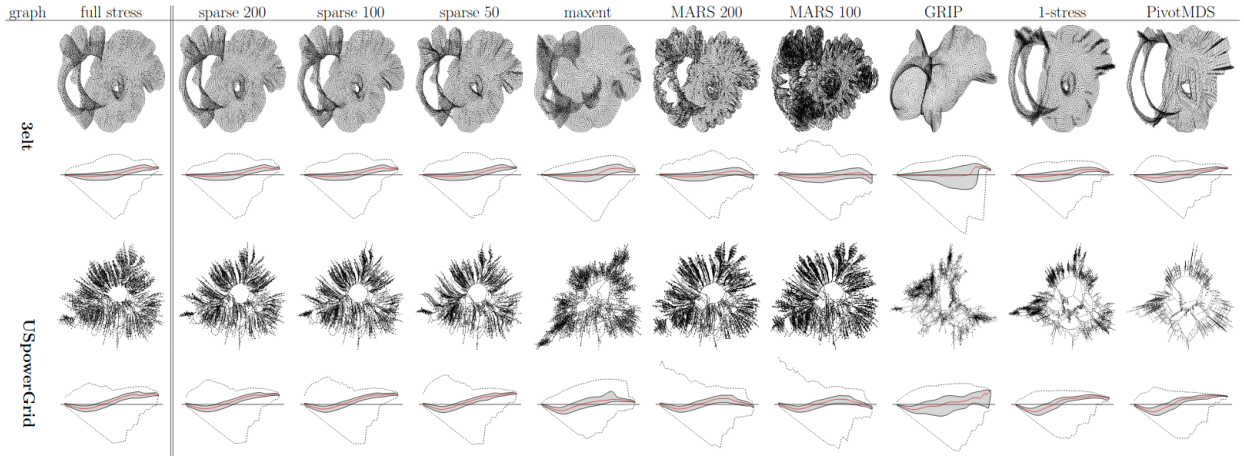
- *A Sparse Stress Model* [Ortmann et al. 2017]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.
- Darunter liefert die Stressminimierung Zeichnungen von vergleichsweise hoher Qualität, wobei sie rechnerische relativ hohe Anforderungen stellt.

Stressminimierung/kräftebas. Graphenzeichnen

- *A Sparse Stress Model* [Ortmann et al. 2017]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.
- Darunter liefert die Stressminimierung Zeichnungen von vergleichsweise hoher Qualität, wobei sie rechnerische relativ hohe Anforderungen stellt.
- Es wird eine Beschleunigungsmethode vorgestellt, die auf der Aggregation von Termen in der Zielfunktion basiert.

Stressminimierung/kräftebas. Graphenzeichnen

- *A Sparse Stress Model* [Ortmann et al. 2017]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.
- Darunter liefert die Stressminimierung Zeichnungen von vergleichsweise hoher Qualität, wobei sie rechnerische relativ hohe Anforderungen stellt.
- Es wird eine Beschleunigungsmethode vorgestellt, die auf der Aggregation von Termen in der Zielfunktion basiert.
- Experimentelle Evaluation



Kräfteb. Multilevel-Algo./verteilte Berechnung

- *A Distributed Multilevel Force-directed Algorithm*
  [Arleo et al. 2019]

Kräfteb. Multilevel-Algo./verteilte Berechnung

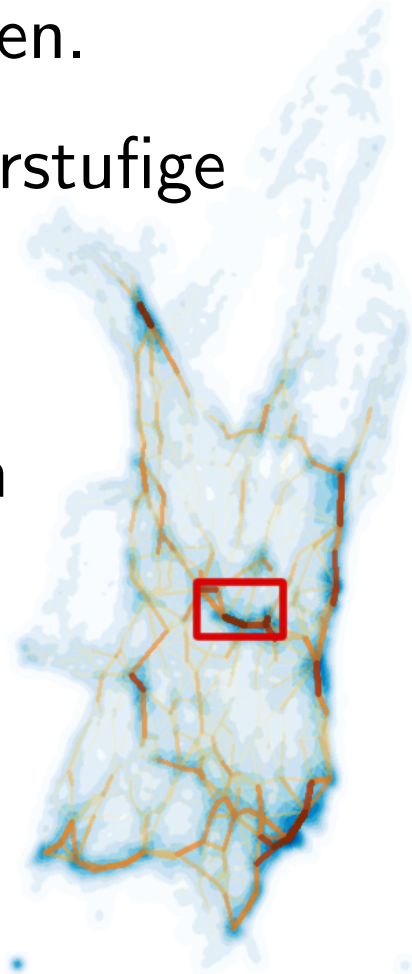
- *A Distributed Multilevel Force-directed Algorithm*
  [Arleo et al. 2019]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.

Kräfteb. Multilevel-Algo./verteilte Berechnung

- *A Distributed Multilevel Force-directed Algorithm*
  [Arleo et al. 2019]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.
- Für große Graphen nutzt man zusätzlich mehrstufige Clustering- und Entpackungsverfahren, sog. *Multilevel-Zeichenalgorithmen*

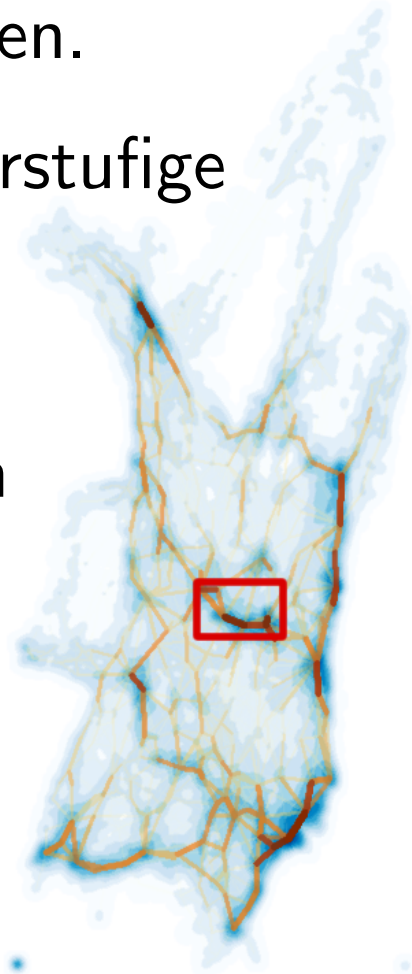
Kräfteb. Multilevel-Algo./verteilte Berechnung

- *A Distributed Multilevel Force-directed Algorithm*
  [Arleo et al. 2019]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.
- Für große Graphen nutzt man zusätzlich mehrstufige Clustering- und Entpackungsverfahren, sog. *Multilevel-Zeichenalgorithmen*
- Um auch sehr große Graphen schnell zeichnen zu können, sollten Konzepte überlegt werden, um die Berechnung zu parallelisieren.



Kräfteb. Multilevel-Algo./verteilte Berechnung

- *A Distributed Multilevel Force-directed Algorithm*
  [Arleo et al. 2019]
- Kräftebasierte Algorithmen gehören zu den gebräuchlichsten Ansätzen für das Zeichnen allgemeiner Graphen.
- Für große Graphen nutzt man zusätzlich mehrstufige Clustering- und Entpackungsverfahren, sog. *Multilevel-Zeichenalgorithmen*
- Um auch sehr große Graphen schnell zeichnen zu können, sollten Konzepte überlegt werden, um die Berechnung zu parallelisieren.
- Hier wird ein knotenzentriertes Konzept zur verteilten Berechnung vorgestellt.



Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgo.

- *TopoLayout: Multilevel Graph Layout by Topological Features*
  [Archambault et al. 2007]

Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgo.

- *TopoLayout: Multilevel Graph Layout by Topological Features* [Archambault et al. 2007]
- Bestimmte Zeichenverfahren eigenen sich am besten für Graphen mit bestimmten topologischen Eigenschaften

Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgo.

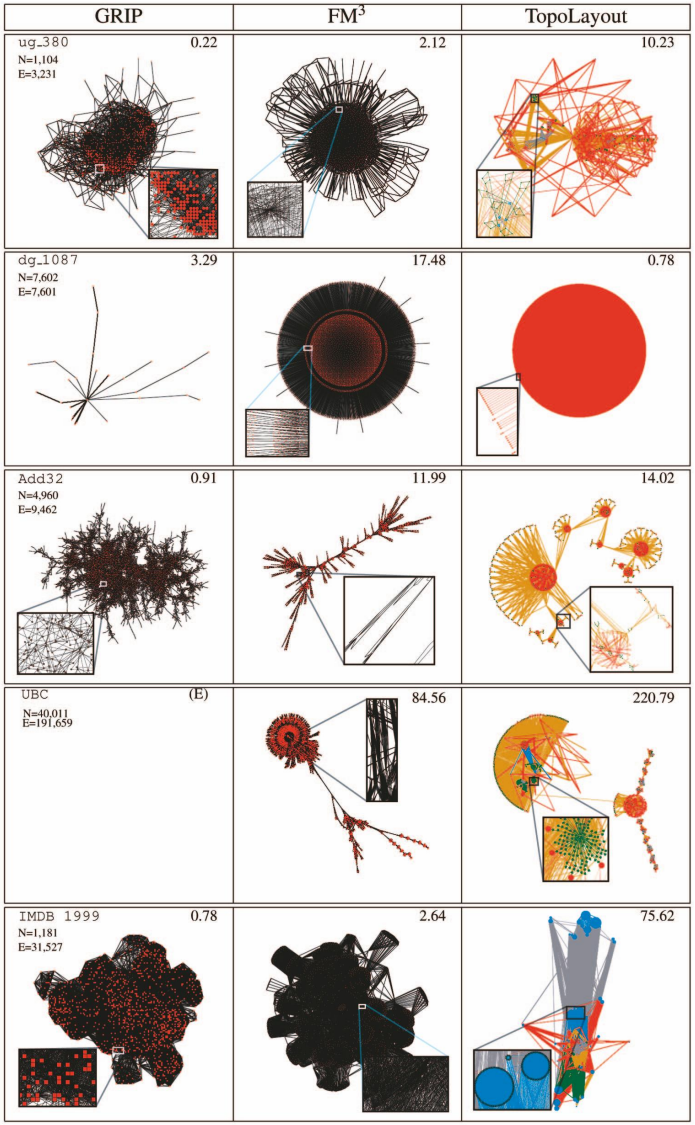
- *TopoLayout: Multilevel Graph Layout by Topological Features* [Archambault et al. 2007]
- Bestimmte Zeichenverfahren eigenen sich am besten für Graphen mit bestimmten topologischen Eigenschaften
- Was wenn ein Graph je nach Bereich mehrere unterschiedliche Strukturen aufweist?

Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgo.

- *TopoLayout: Multilevel Graph Layout by Topological Features* [Archambault et al. 2007]
- Bestimmte Zeichenverfahren eigenen sich am besten für Graphen mit bestimmten topologischen Eigenschaften
- Was wenn ein Graph je nach Bereich mehrere unterschiedliche Strukturen aufweist?
- TopoLayout versucht topologische Merkmale rekursiv zu finden und in Teilgraphen zu zerlegen, die ggf. mit unterschiedlichen Algorithmen gezeichnet werden.

Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgo.

- *TopoLayout: Multilevel Graph Layout by Topological Features* [Archambault et al. 2007]
- Bestimmte Zeichenverfahren eigenen sich am besten für Graphen mit bestimmten topologischen Eigenschaften
- Was wenn ein Graph je nach Bereich mehrere unterschiedliche Strukturen aufweist?
- TopoLayout versucht topologische Merkmale rekursiv zu finden und in Teilgraphen zu zerlegen, die ggf. mit unterschiedlichen Algorithmen gezeichnet werden.



Bioinformatik

- *Metabopolis: scalable network layout for biological pathway diagrams in urban map style* [Wu et al. 2019]

Bioinformatik

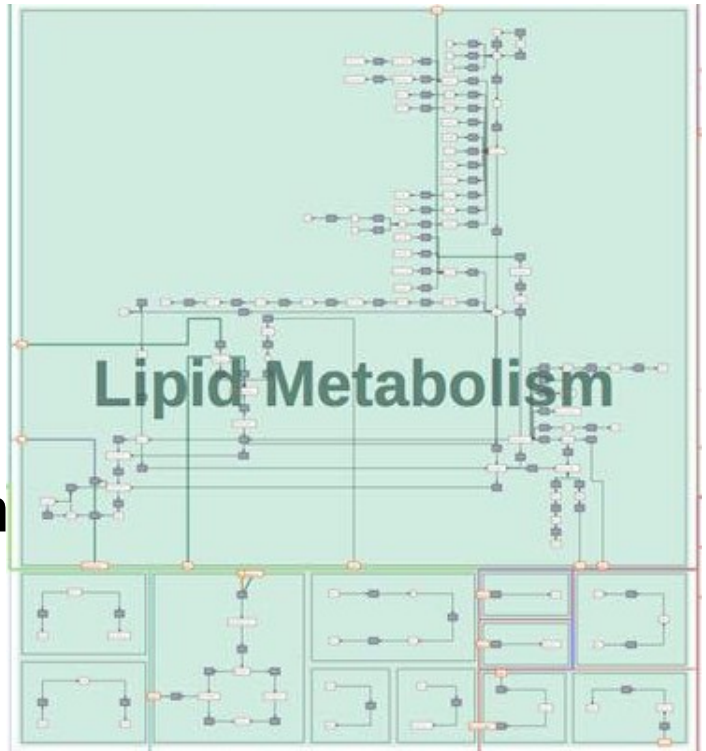
- *Metabopolis: scalable network layout for biological pathway diagrams in urban map style* [Wu et al. 2019]
- Biologische Stoffwechselwege stellen molekulare Interaktionen in biologischen Systemen dar.

Bioinformatik

- *Metabopolis: scalable network layout for biological pathway diagrams in urban map style* [Wu et al. 2019]
- Biologische Stoffwechselwege stellen molekulare Interaktionen in biologischen Systemen dar.
- Gewöhnliche Graphzeichenalgorithmen und -stile sind dabei nur bedingt geeignet und lassen für einen Menschen oft nicht das Gesamtbild erkennen.

Bioinformatik

- *Metabopolis: scalable network layout for biological pathway diagrams in urban map style* [Wu et al. 2019]
- Biologische Stoffwechselwege stellen molekulare Interaktionen in biologischen Systemen dar.
- Gewöhnliche Graphzeichenalgorithmen und -stile sind dabei nur bedingt geeignet und lassen für einen Menschen oft nicht das Gesamtbild erkennen.
- Der Stil des Algorithmus im Paper ist von Stadtstrukturen inspiriert, da eine visuelle Hierarchie biologischer Pfade geschaffen wird – analog zu Stadtblöcken und gitterartigen Straßennetzen in einem städtischen Gebiet, womit die meisten Menschen vertraut sind.



Themenübersicht

1. Graphen mit guter Winkelauflösung
2. Symmetrien in Graphzeichnungen
3. Ästhetikbewertung von Zeichnungen mittels neuronalen Netzen
4. Graphenzeichnen mit Zeitdimension (I)
5. Graphenzeichnen mit Zeitdimension (II)
6. Lagenbasiertes Graphenzeichnen mit quadratischem Programm
7. Grundlegende Koordinatzuweisung beim hierarchischen Graphenzeichnen
8. Koordinatzuweisung beim hierarchischen Graphenzeichnen mittels Flussnetzwerk
9. Lagenzuweisung beim hierarchischen Graphenzeichnen
10. Stressminimierung beim kräftebasierten Graphenzeichnen
11. Kräftebasierter Multilevel-Zeichenalgorithmus bei verteilter Berechnung
12. Topologieabhängiger Multilevel-Zeichenalgorithmus
13. Bioinformatik