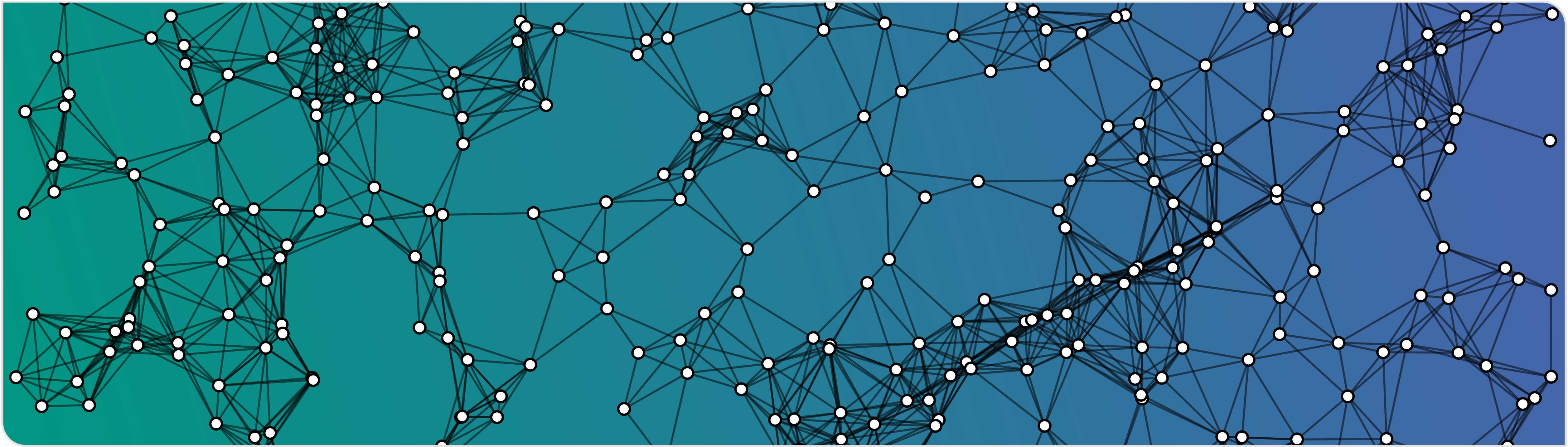
Karlsruher Institut für Technologie

Algorithmen 1

Übung 7
Average-Case Analyse, Zusammenfassung, Ausblick



Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

$$\left|\; 1 \;\middle|\; \log n \;\middle|\; \log^2 n \;\middle|\; \sqrt[3]{n} \;\middle|\; \sqrt{n} \;\middle|\; n \;\middle|\; n \log n \;\middle|\; n^2 \;\middle|\; n^3 \;\middle|\; n^{\log n} \;\middle|\; 2^{\sqrt{n}} \;\middle|\; 2^n \;\middle|\; 3^n \;\middle|\; 4^n \;\middle|\; n! \;\middle|\; 2^{n^2} \;\right|$$

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}
sub-linear															

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

binäre Suche

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}
					linear										

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

lineare Suche

Why is everything so heavy?

Karlsruher Institut für Technologie

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

quasi-linear

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

quasi-lineare Suche^^

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Sortieren

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

$$\left|\; 1 \;\middle|\; \log n \;\middle|\; \log^2 n \;\middle|\; \sqrt[3]{n} \;\middle|\; \sqrt{n} \;\middle|\; n \;\middle|\; n \log n \;\middle|\; n^2 \;\middle|\; n^3 \;\middle|\; n^{\log n} \;\middle|\; 2^{\sqrt{n}} \;\middle|\; 2^n \;\middle|\; 3^n \;\middle|\; 4^n \;\middle|\; n! \;\middle|\; 2^{n^2} \;\right|$$

polynomiell

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Floyd-Warshall

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}
									quasi-polynomiell						

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

super-polynomiell, sub-exponentiell

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

exponentiell

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Teilmengen aufzählen

Why is everything so heavy?

Karlsruher Institut für Technologie

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

super-exponentiell

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

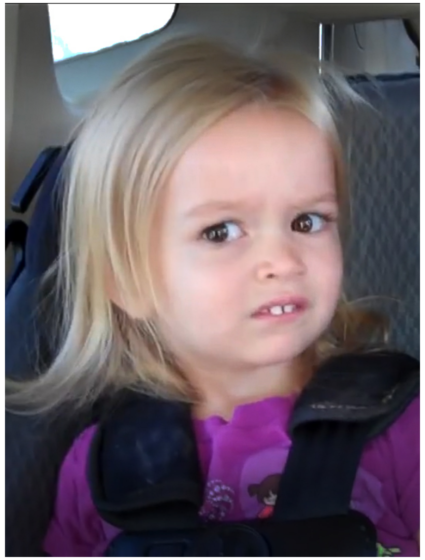
1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

https://i.imgflip.com/uhusg.jpg?a460592

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}



https://i.imgflip.com/1vu8iu.jpg?a460592

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

https://i.imgflip.com/3idgb5.jpg?a460593

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

https://imgflip.com/s/meme/Waiting-Skeleton.jpg

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind
  - Wir kennen keine (unbedingten) unteren Schranken

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind
  - Wir kennen keine (unbedingten) unteren Schranken
  - Bisher hat niemand einen polynomiellen Algorithmus gefunden

Why is everything so heavy?

Karlsruher Institut für Technologie

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind
  - Wir kennen keine (unbedingten) unteren Schranken
  - Bisher hat niemand einen polynomiellen Algorithmus gefunden
- Bekannte Algorithmen haben exponentielle Laufzeit im Worst Case

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind
  - Wir kennen keine (unbedingten) unteren Schranken
  - Bisher hat niemand einen polynomiellen Algorithmus gefunden
- Bekannte Algorithmen haben exponentielle Laufzeit im Worst Case
- Ändert nichts daran, dass wir sie in der Praxis trotzdem lösen müssen …

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind
  - Wir kennen keine (unbedingten) unteren Schranken
  - Bisher hat niemand einen polynomiellen Algorithmus gefunden
- Bekannte Algorithmen haben exponentielle Laufzeit im Worst Case
- Ändert nichts daran, dass wir sie in der Praxis trotzdem lösen müssen …
- Häufig sind die Algorithmen in der Praxis super effizient

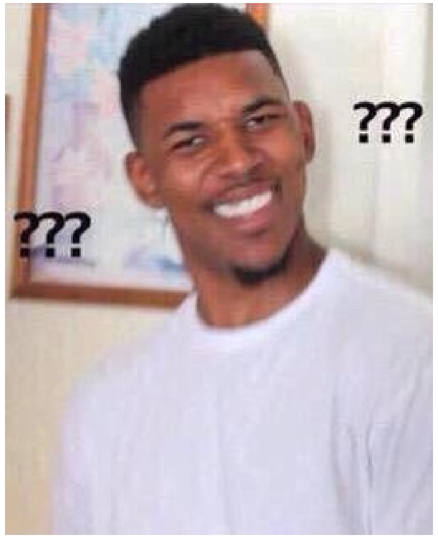
Karlsruher Institut für Technologie

Why is everything so heavy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

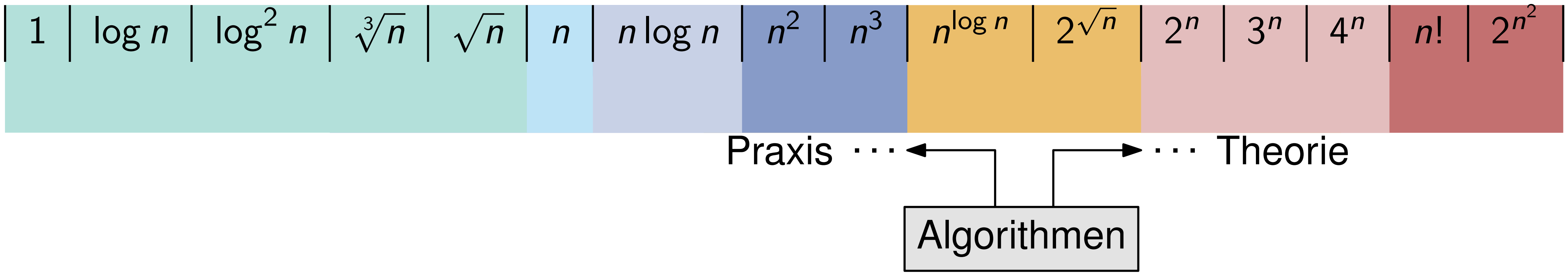
- super viele praktisch relevante Probleme scheinen hier zu leben
- Was heißt das?
  - Wir wissen, dass diese Probleme gleich schwer zu lösen sind
  - Wir kennen keine (unbedingten) unteren Schranken
  - Bisher hat niemand einen polynomiellen Algorithmus gefunden
- Bekannte Algorithmen haben exponentielle Laufzeit im Worst Case
- Ändert nichts daran, dass wir sie in der Praxis trotzdem lösen müssen .
- Häufig sind die Algorithmen in der Praxis super effizient



https://i.imgflip.com/o63vh.jpg?a460593 (cropped)

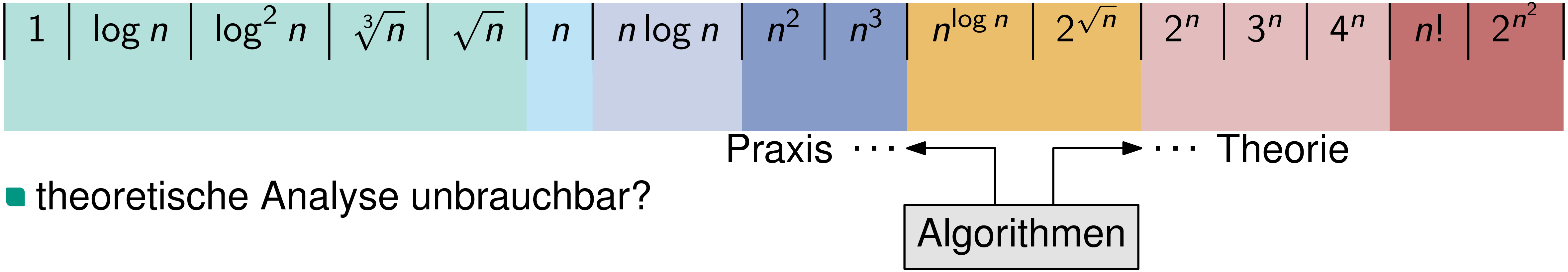
Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben



Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben



- theoretische Analyse unbrauchbar?

Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Praxis $\cdots \leftarrow$ Algorithmen $\rightarrow \cdots$ Theorie

- theoretische Analyse ~~unbrauchbar~~?

  zu pessimistisch!

Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Praxis $\cdots \leftarrow$ Algorithmen $\rightarrow \cdots$ Theorie

- theoretische Analyse ~~unbrauchbar~~?

  zu pessimistisch!
- bisher typischerweise betrachtet: Worst-Case Laufzeit

Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Praxis $\cdots$ ← Algorithmen → $\cdots$ Theorie

- theoretische Analyse ~~unbrauchbar~~? zu pessimistisch!
- bisher typischerweise betrachtet: Worst-Case Laufzeit
- ein Adversary kennt den Algorithmus und baut eine Instanz die die Laufzeit maximiert

https://i.imgflip.com/3w723.jpg?a460595 (cropped)

Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

Praxis $\cdots \leftarrow$ Algorithmen $\rightarrow \cdots$ Theorie

- theoretische Analyse ~~unbrauchbar~~? zu pessimistisch!
- bisher typischerweise betrachtet: Worst-Case Laufzeit
- ein Adversary kennt den Algorithmus und baut eine Instanz die die Laufzeit maximiert
- so gut wie immer die richtige Sichtweise (stärkst-mögliche Aussage, insbesondere beim Entwurf von Algorithmen)

https://i.imgflip.com/3w723.jpg?a460595 (cropped)

Why is everything so easy?

- die Welt braucht effiziente Algorithmen
- elementare Funktionen die Laufzeiten beschreiben

1	$\log n$	$\log^2 n$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{n}$	n	$n \log n$	n^2	n^3	$n^{\log n}$	$2^{\sqrt{n}}$	2^n	3^n	4^n	$n!$	2^{n^2}

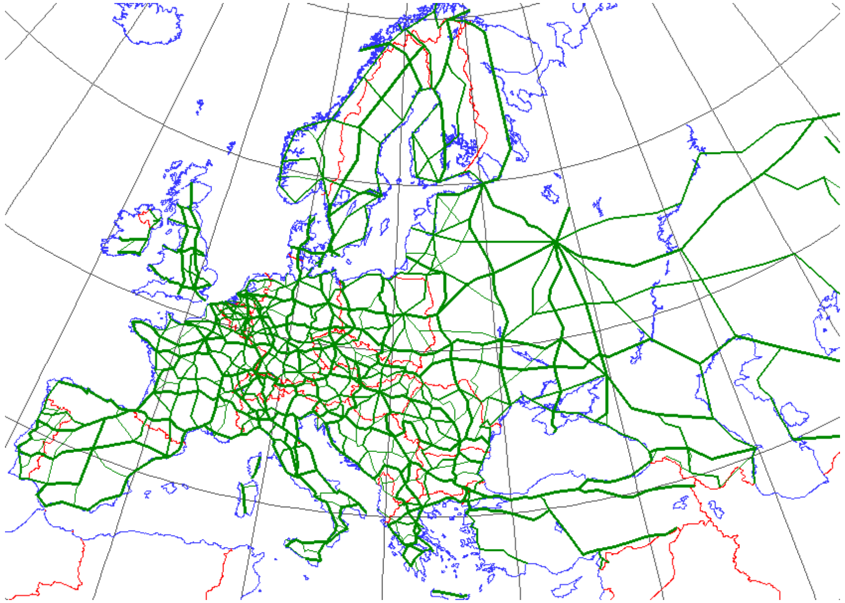
Praxis $\cdots$ ← Algorithmen → $\cdots$ Theorie

- theoretische Analyse ~~unbrauchbar~~?
  zu pessimistisch!
- bisher typischerweise betrachtet: Worst-Case Laufzeit
- ein Adversary kennt den Algorithmus und baut eine Instanz die die Laufzeit maximiert
- so gut wie immer die richtige Sichtweise (stärkst-mögliche Aussage, insbesondere beim Entwurf von Algorithmen)
- aber... so entstehen keine Instanzen in der Praxis . . .

`https://i.imgflip.com/3w723.jpg?a460595` (cropped)

Praktische Instanzen: Graphen

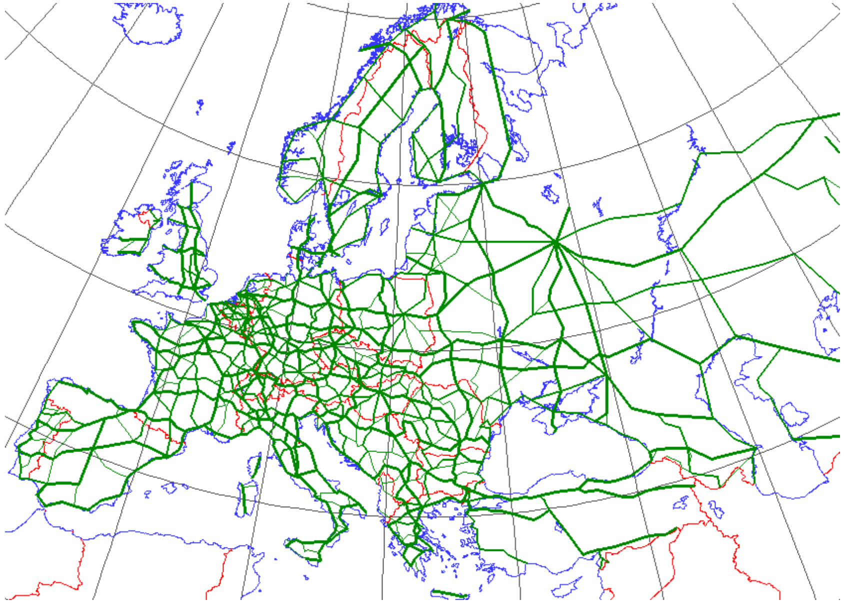
Straßen



http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_
E_Road_Network.png

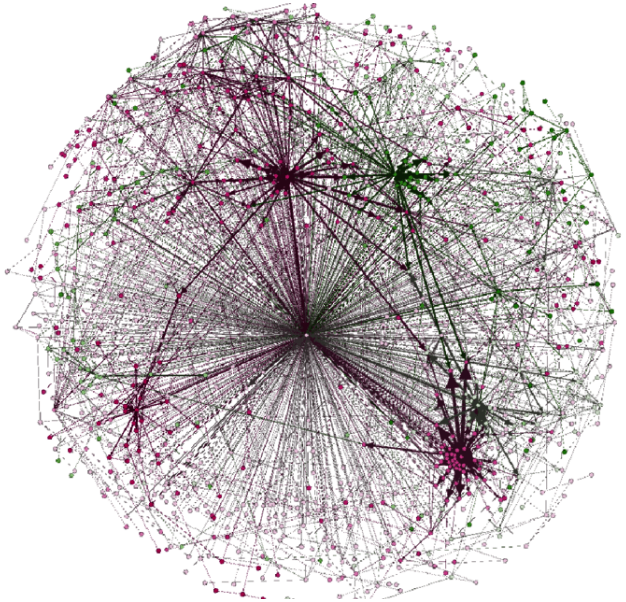
Praktische Instanzen: Graphen

Straßen



http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_E_Road_Network.png

Soziale Interaktionen

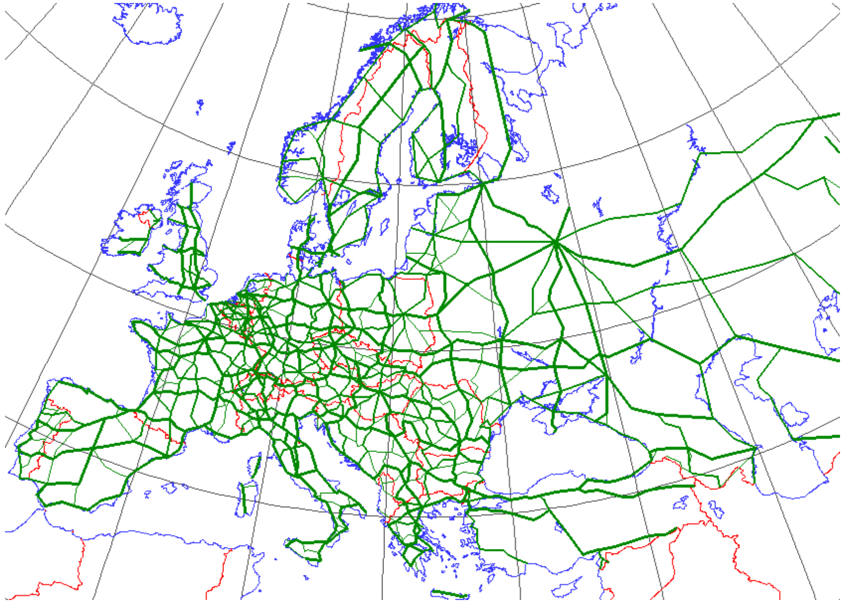


Nia et al. SIN: A Platform to Make Interactions in Social Networks Accessible, SocialInformatics 2012

Praktische Instanzen: Graphen

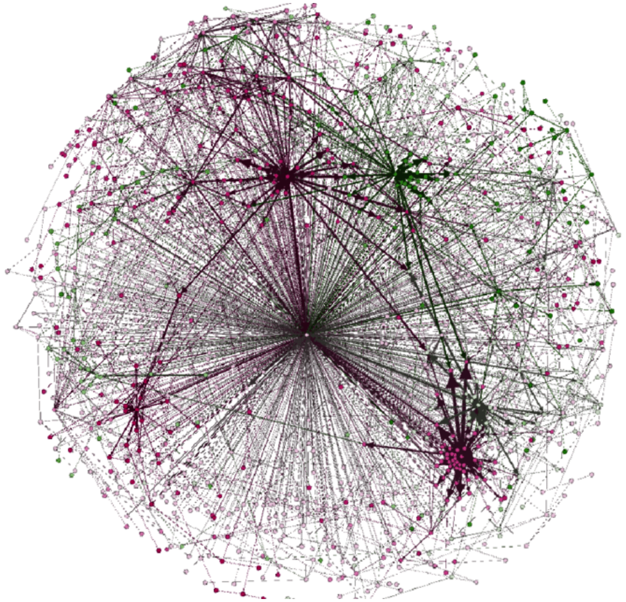
Karlsruher Institut für Technologie

Straßen



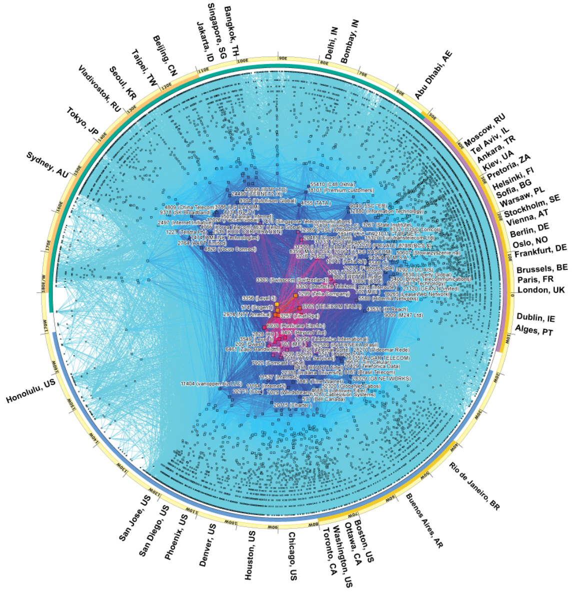
http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_E_Road_Network.png

Soziale Interaktionen



Nia et al. SIN: A Platform to Make Interactions in Social Networks Accessible, SocialInformatics 2012

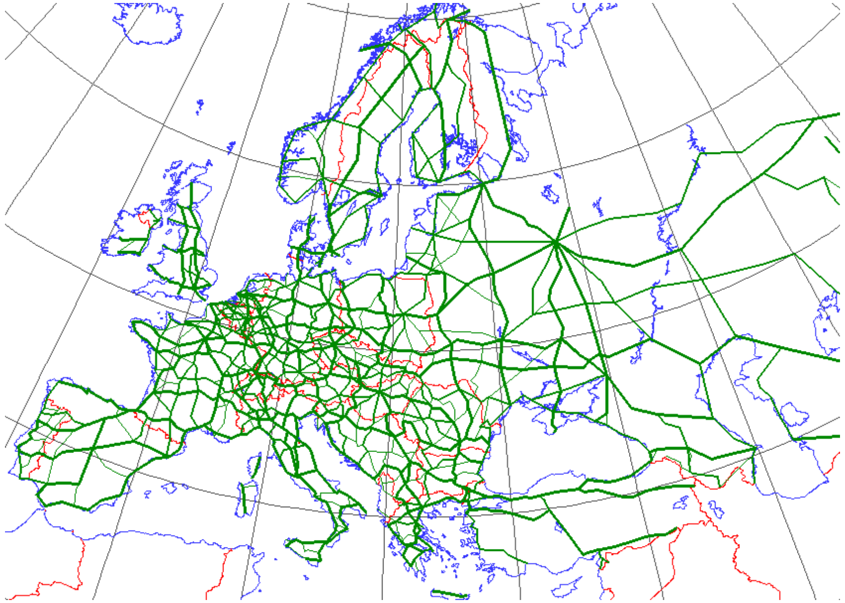
Internet



https://www.caida.org/projects/as-core/pics/2017/ascore-2017-feb-ipv4-standalone-1000x1037.png

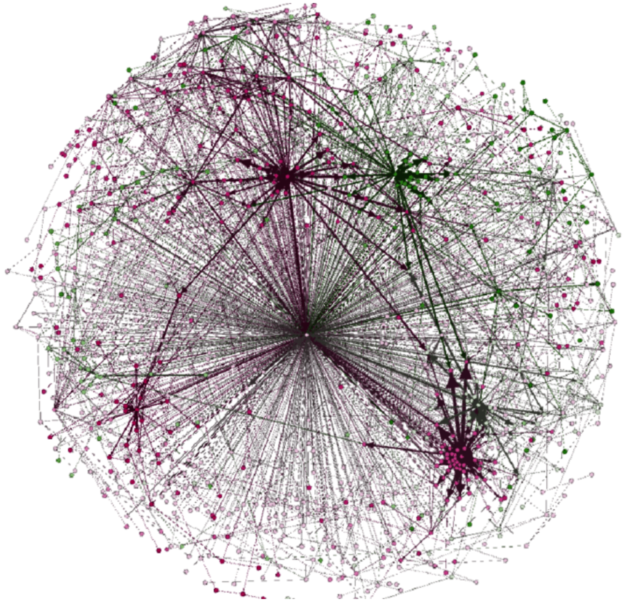
Praktische Instanzen: Graphen

Straßen



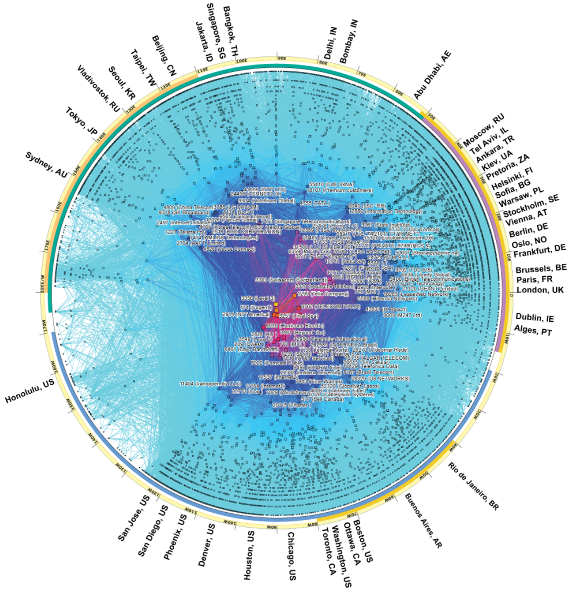
http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_
E_Road_Network.png

Soziale Interaktionen



Nia et al. SIN: A Platform to Make Interactions in
Social Networks Accessible, SocialInformatics 2012

Internet



https://www.caida.org/projects/as-
core/pics/2017/ascore-2017-feb-ipv4-
standalone-1000x1037.png

- Werden nicht gebaut um deinen Algorithmus langsam zu machen
- echte Netzwerke unterscheiden sich von Worst-Case Instanzen

Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

Menge aller Graphen

Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

Menge aller Graphen

G_0

Zurück in die Theorie?

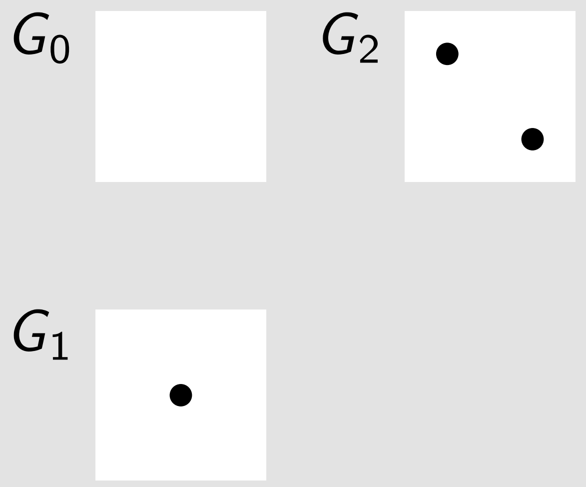
- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

Menge aller Graphen

Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

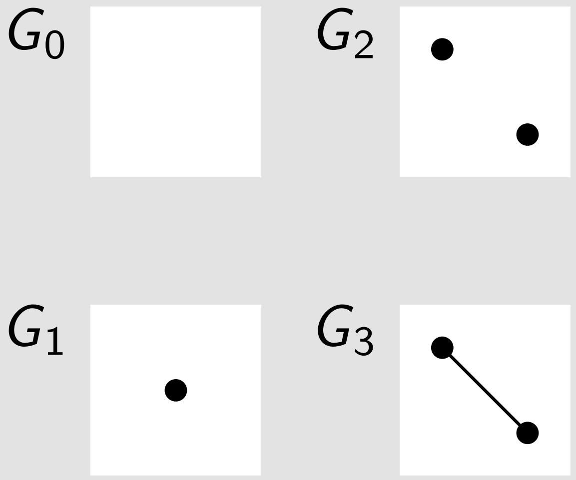
Menge aller Graphen



Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

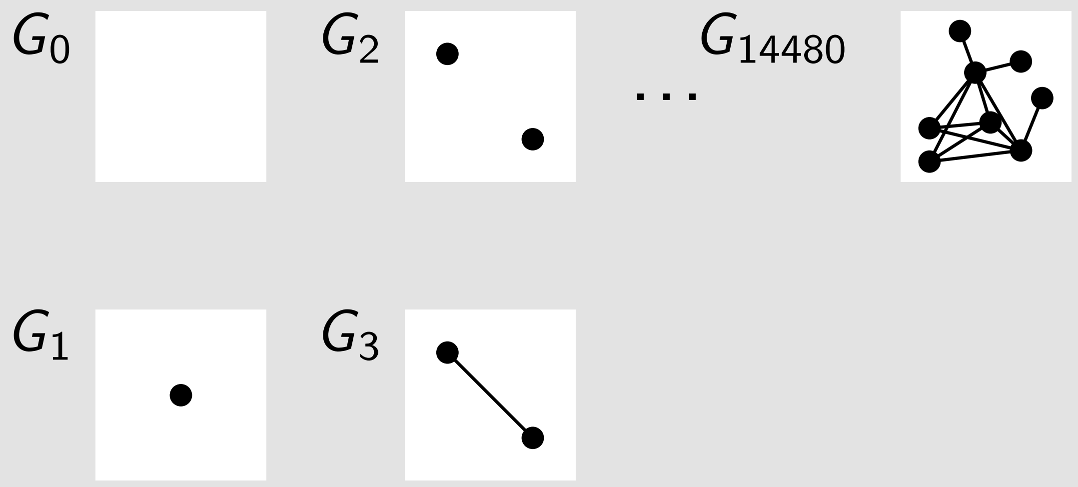
Menge aller Graphen



Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

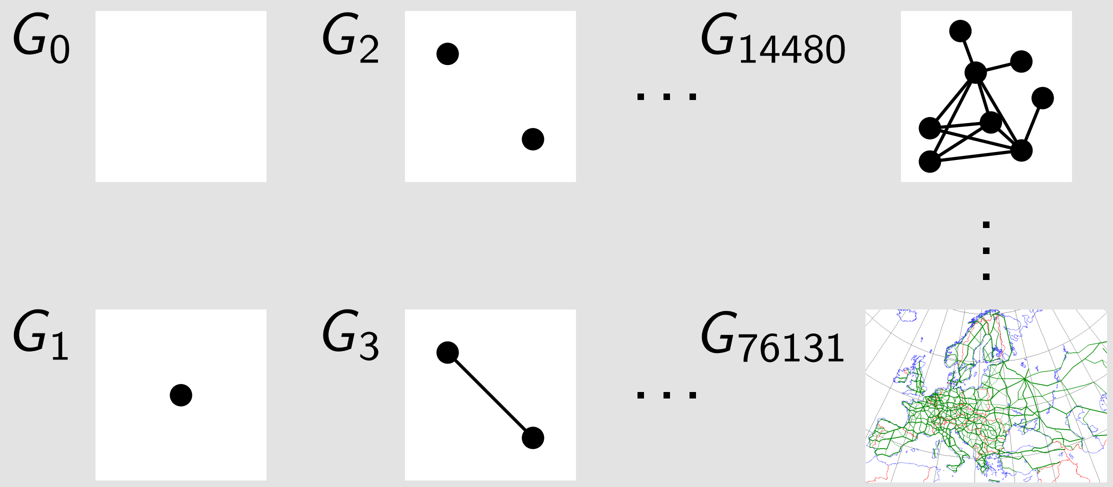
Menge aller Graphen



Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind → Analyse einschränken auf realistische Instanzen

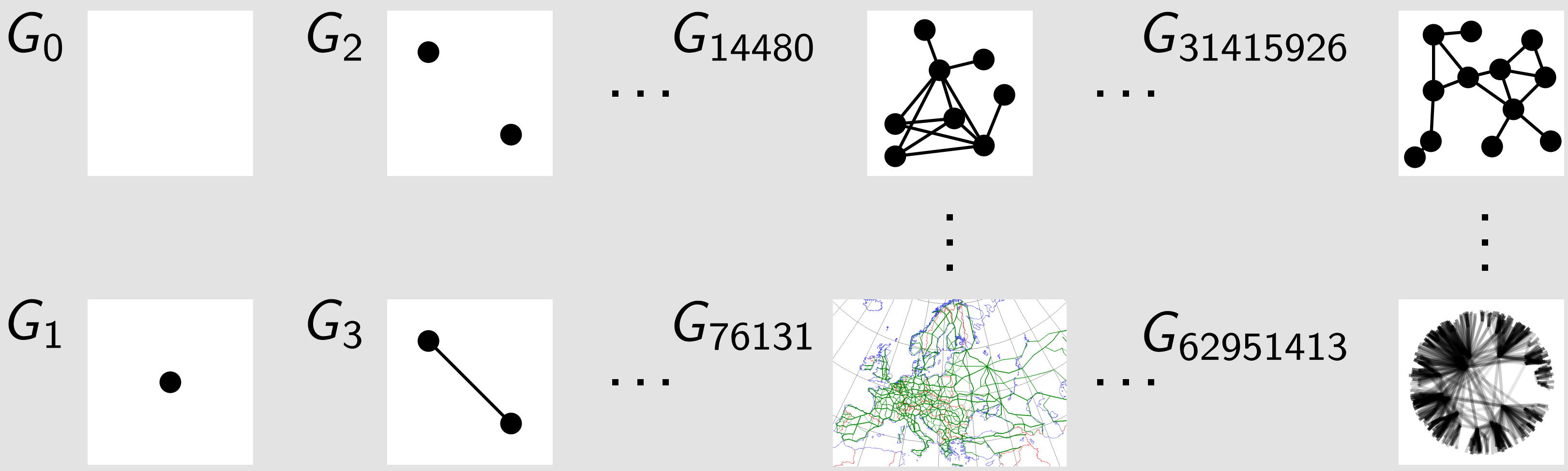
Menge aller Graphen



Zurück in die Theorie?

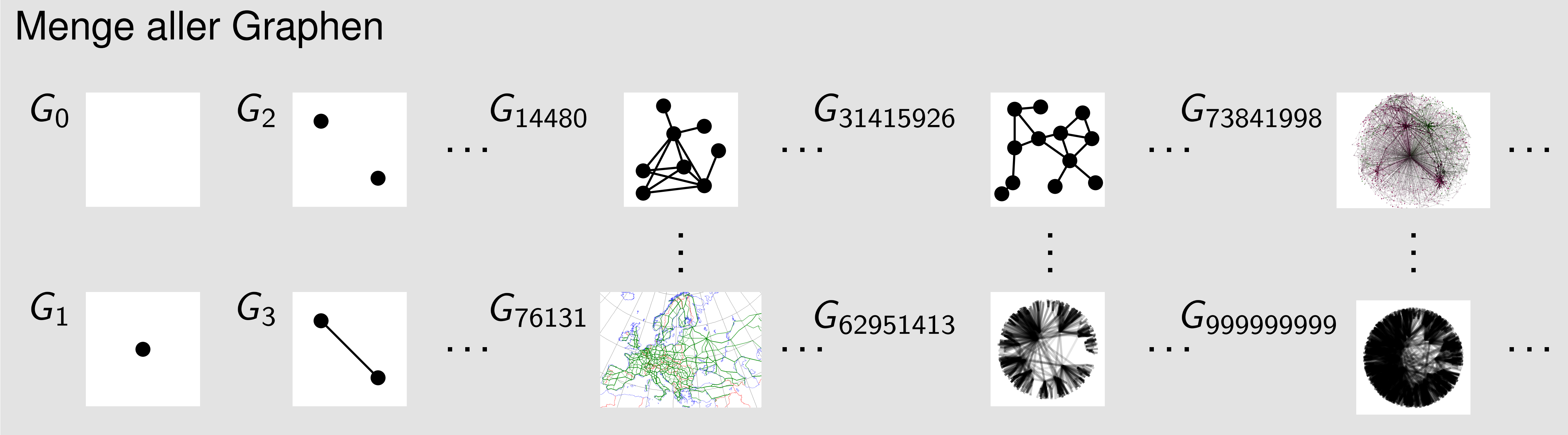
- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen

Menge aller Graphen



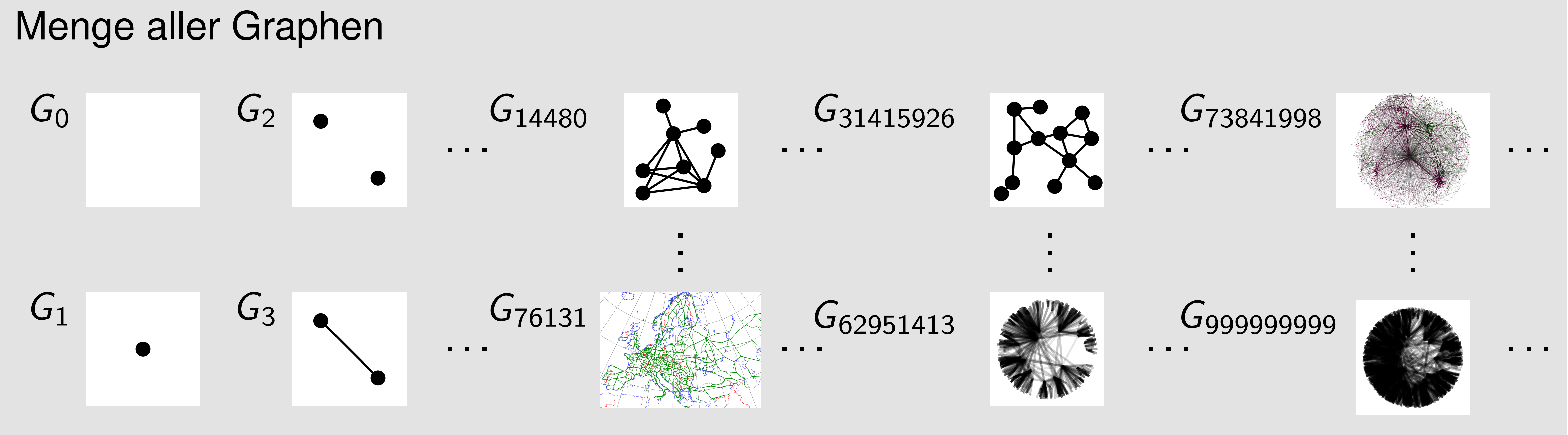
Zurück in die Theorie?

- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen



Zurück in die Theorie?

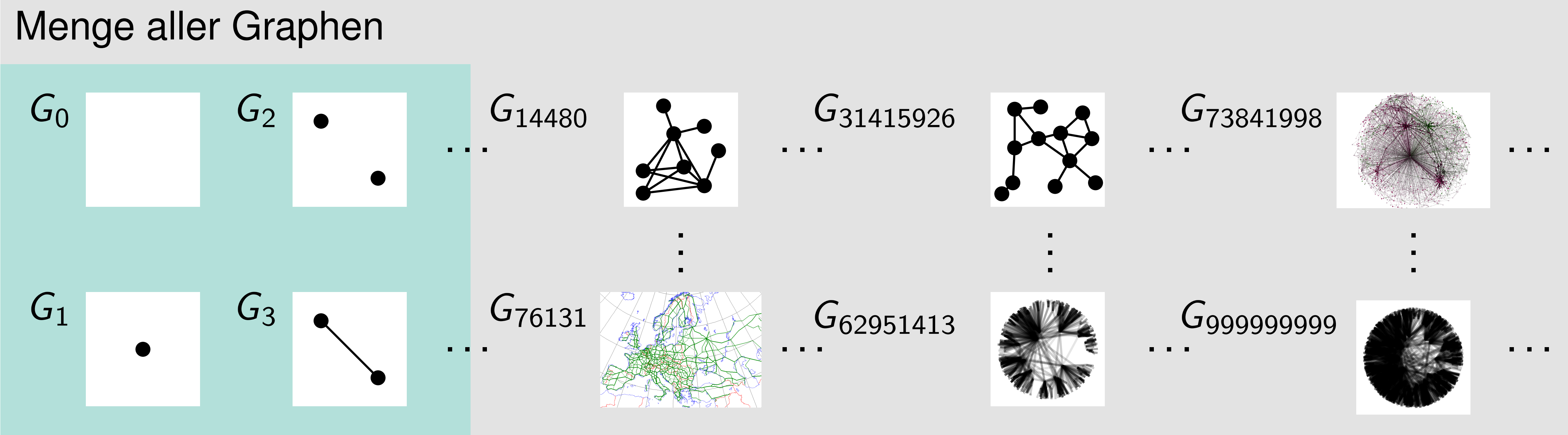
- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind → Analyse einschränken auf realistische Instanzen



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?

Zurück in die Theorie?

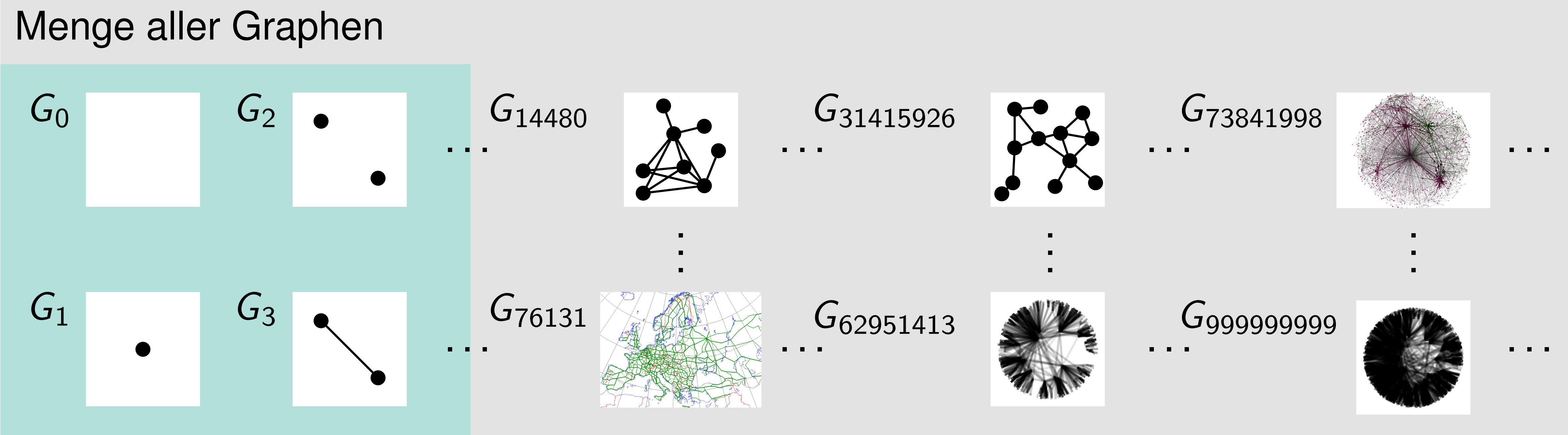
- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - “alle Graphen mit Maximalgrad höchstens 2”

Zurück in die Theorie?

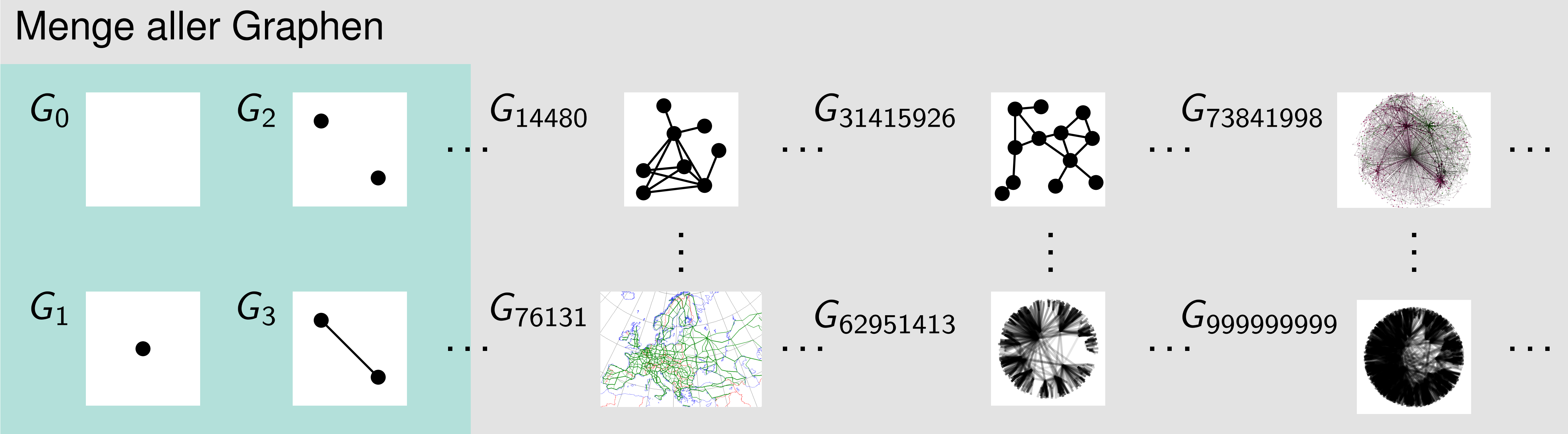
- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind $\rightarrow$ Analyse einschränken auf realistische Instanzen



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - "alle Graphen mit Maximalgrad höchstens 2" ← Einschränkung über Eigenschaften von Graphen

Zurück in die Theorie?

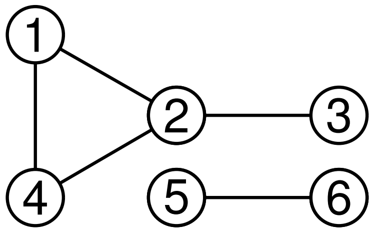
- theoretisch erklären warum Algorithmen in der Praxis schnell sind → Analyse einschränken auf realistische Instanzen



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - “alle Graphen mit Maximalgrad höchstens 2” ⟵ Einschränkung über Eigenschaften von Graphen
- Welche Eigenschaften haben realistische Instanzen?

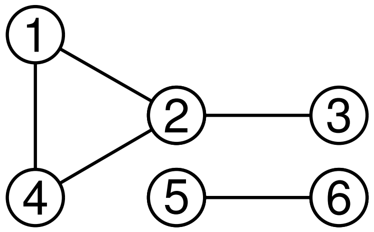
Eigenschaften von echten Graphen

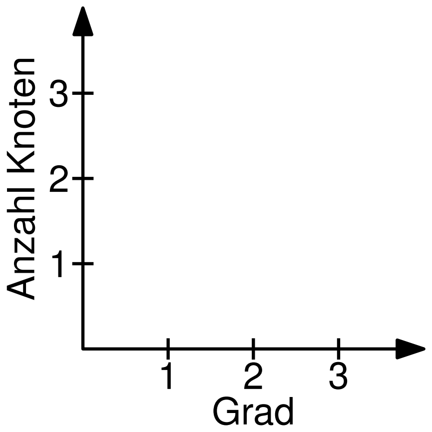
Gradverteilung



Eigenschaften von echten Graphen

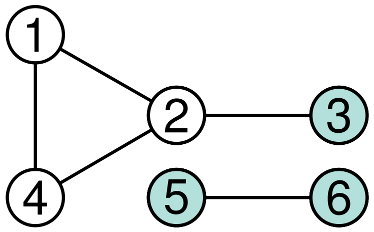
Gradverteilung

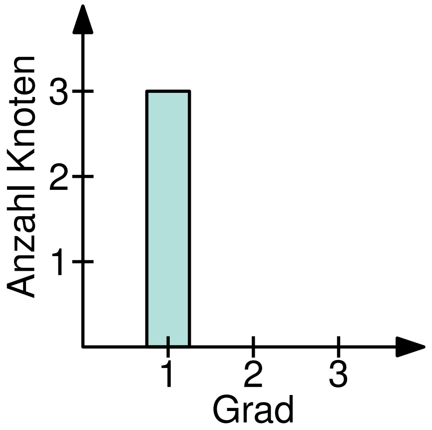




Eigenschaften von echten Graphen

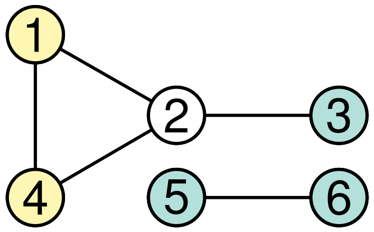
Gradverteilung

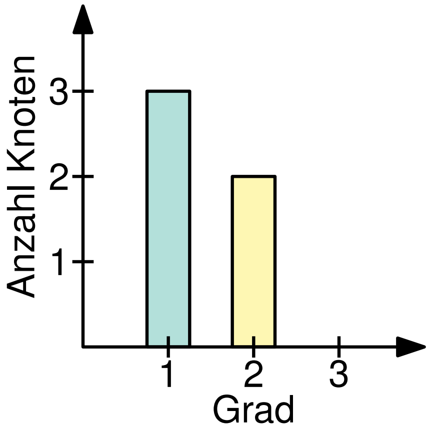




Eigenschaften von echten Graphen

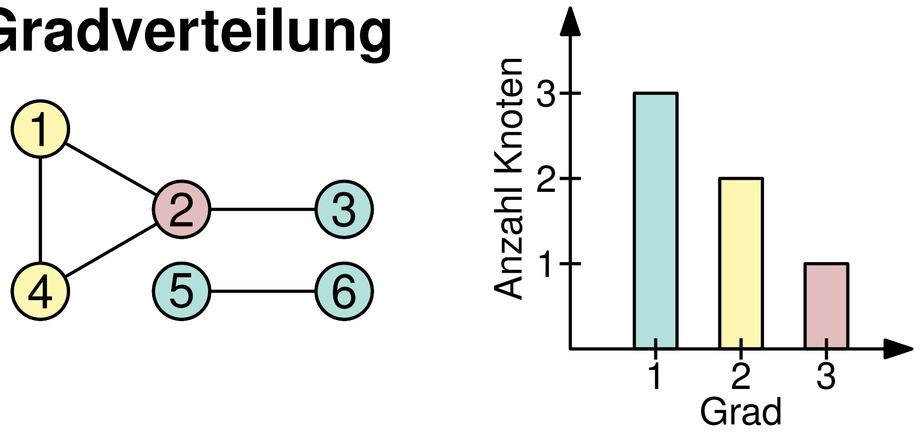
Gradverteilung





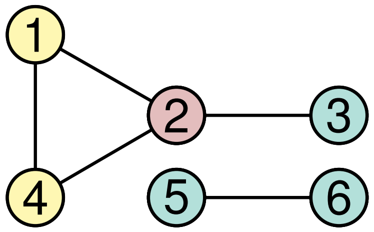
Eigenschaften von echten Graphen

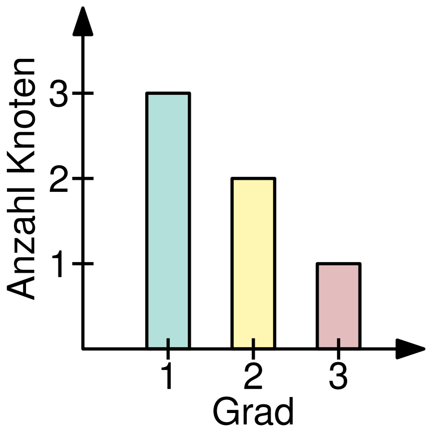
Gradverteilung

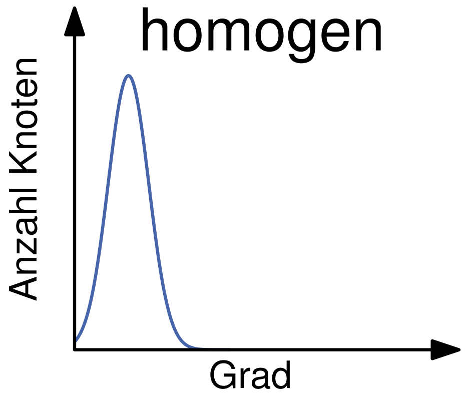


Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

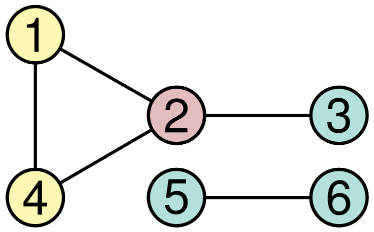


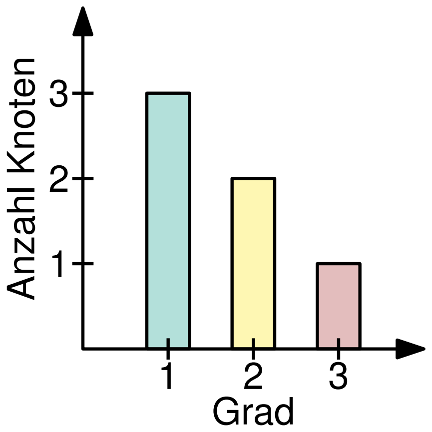


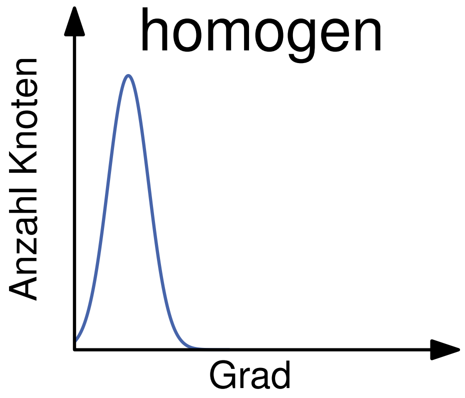


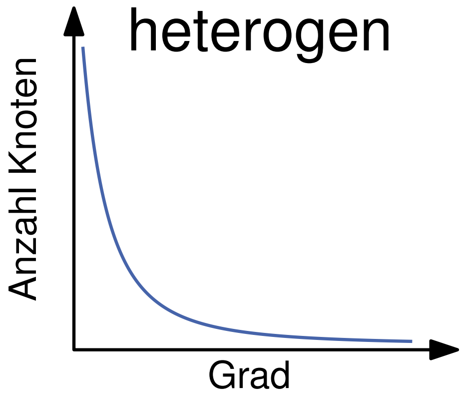
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung



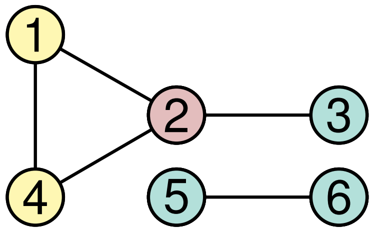


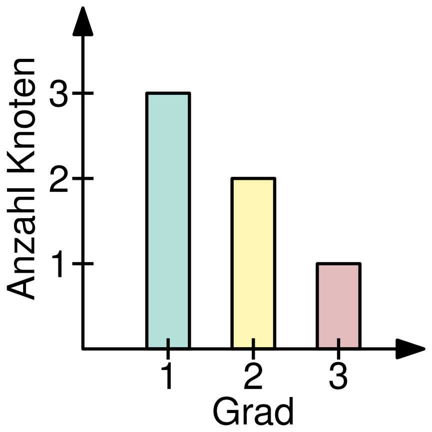


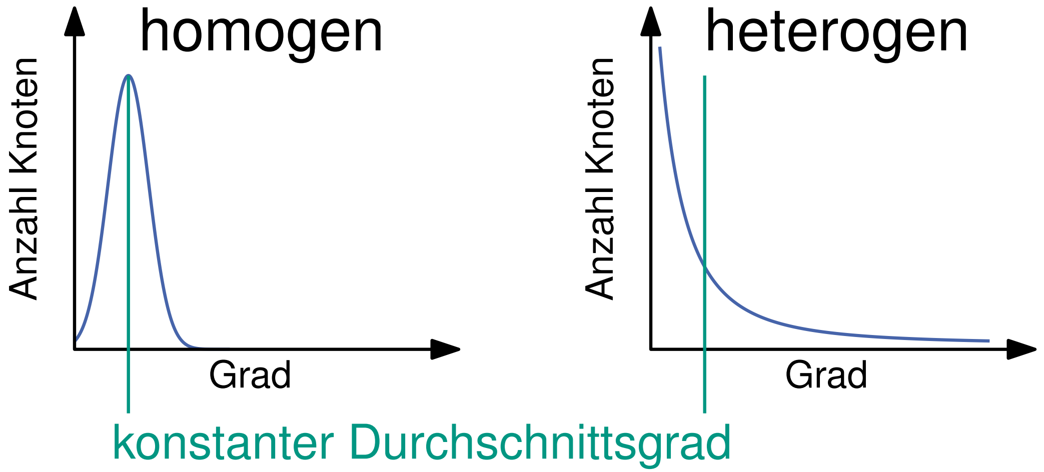


Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

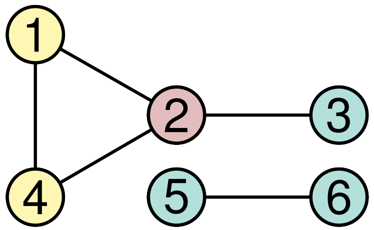


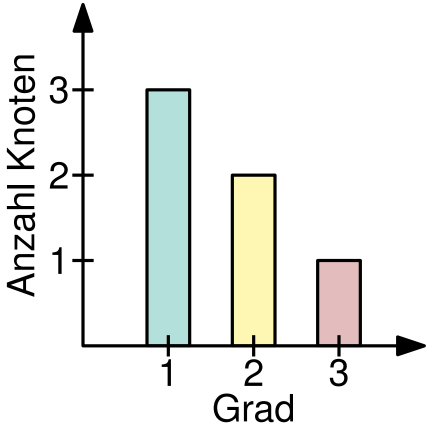


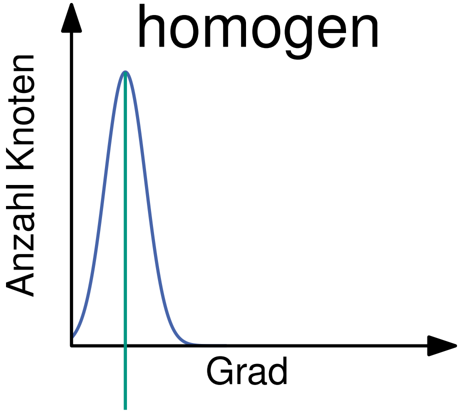


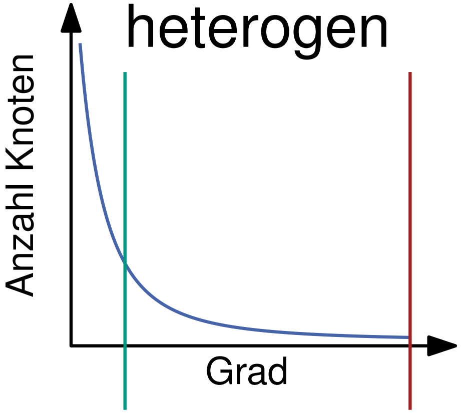
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung





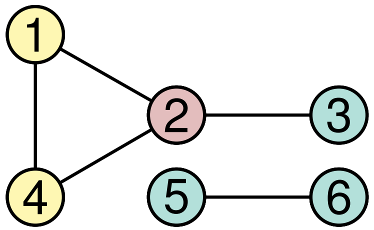


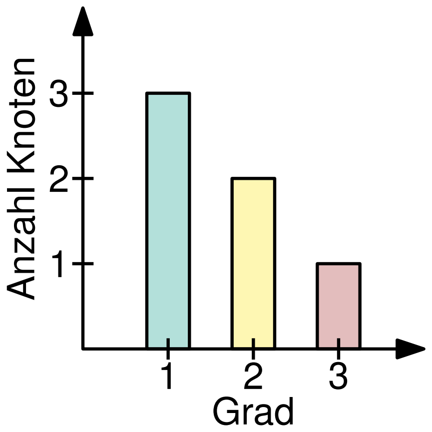


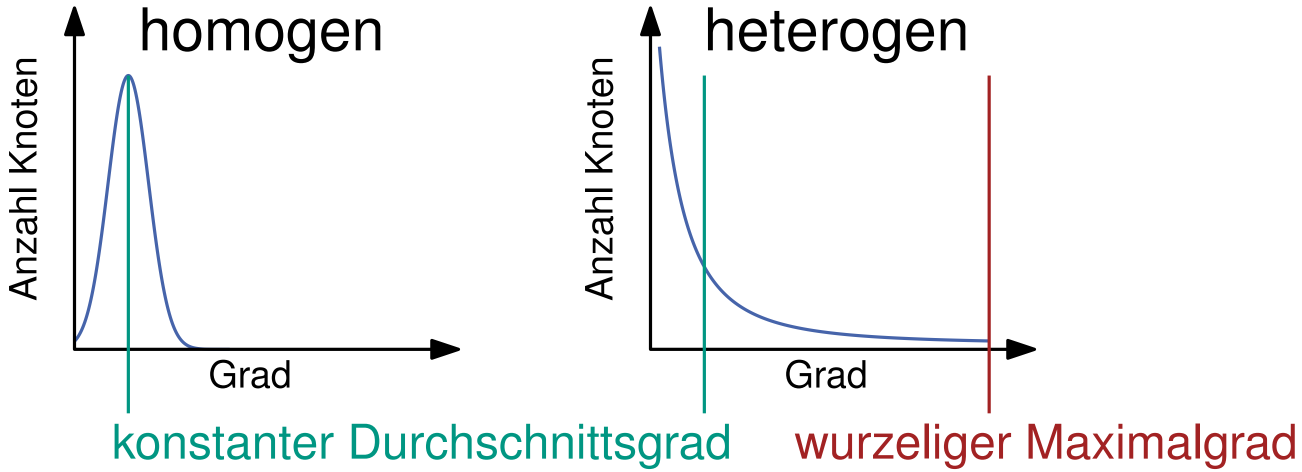
konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad app.klicker.uzh.ch/join/algo1

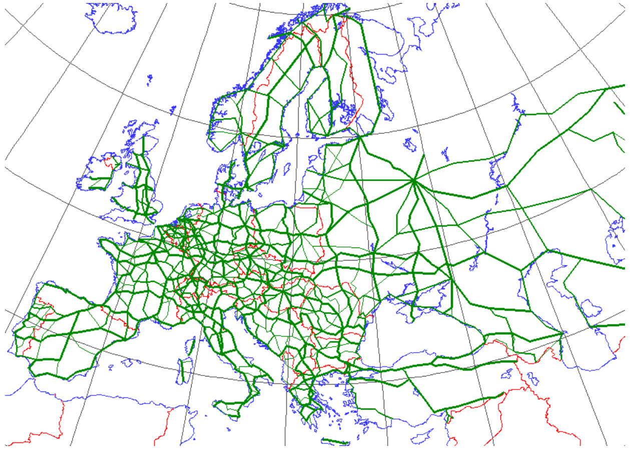
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung





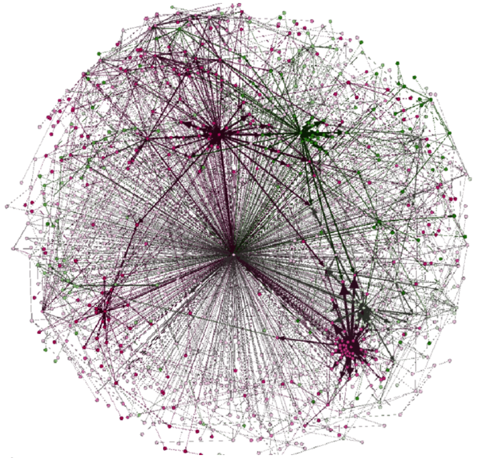




http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_E_Road_Network.png

Die Gradverteilung eines Straßennetzwerks ist eher...

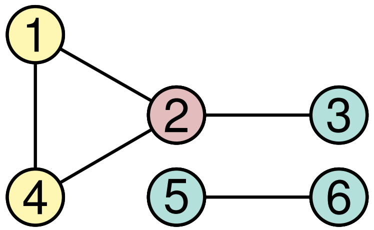
Die Gradverteilung eines sozialen Netzwerks ist eher...

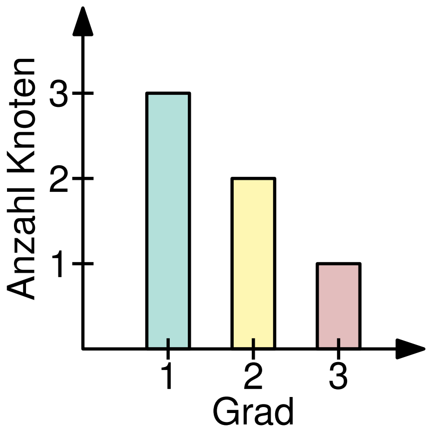


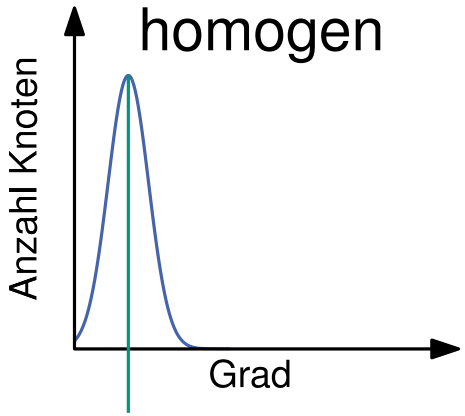
Nia et al. SIN: A Platform to Make Interactions in Social Networks Accessible, SocialInformatics 2012

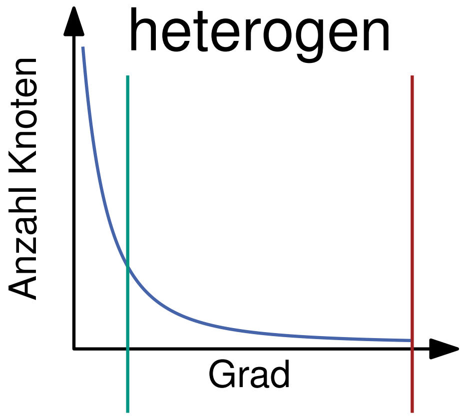
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

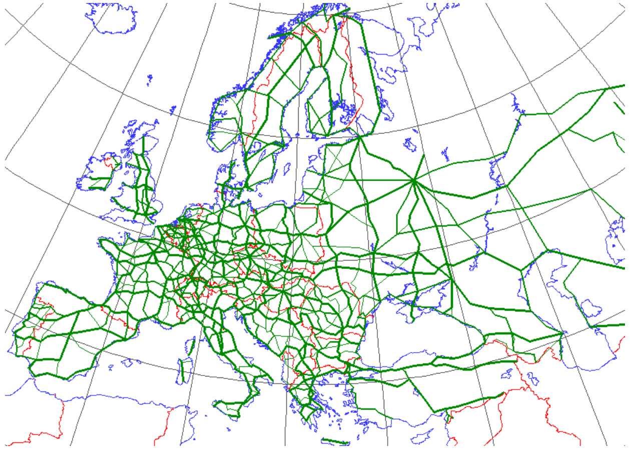




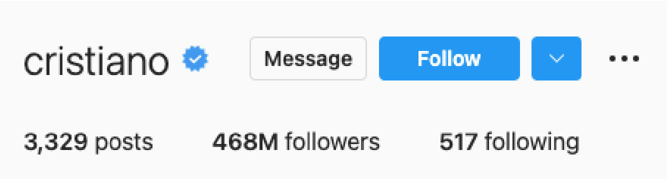




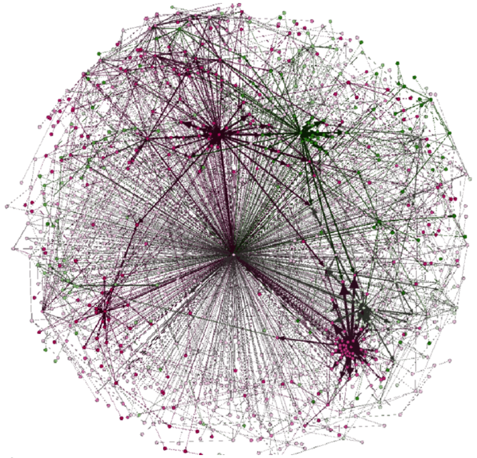
konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad



http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_E_Road_Network.png



https://www.instagram.com/cristiano/

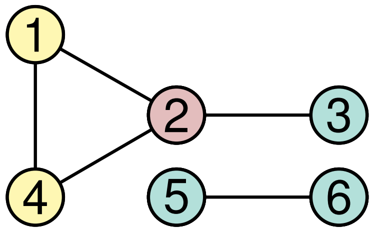


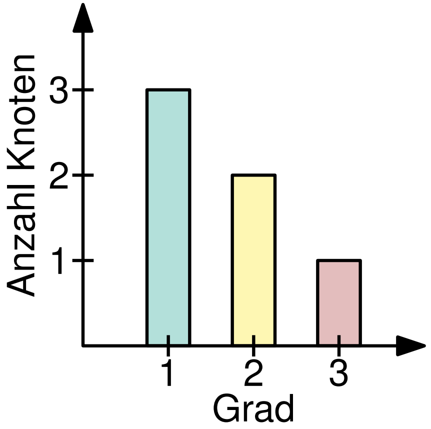
Nia et al. SIN: A Platform to Make Interactions in Social Networks Accessible, SocialInformatics 2012

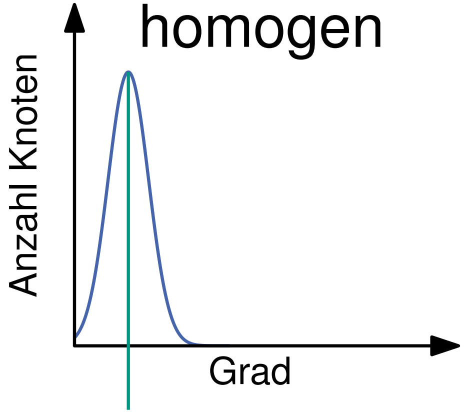
Karlsruher Institut für Technologie

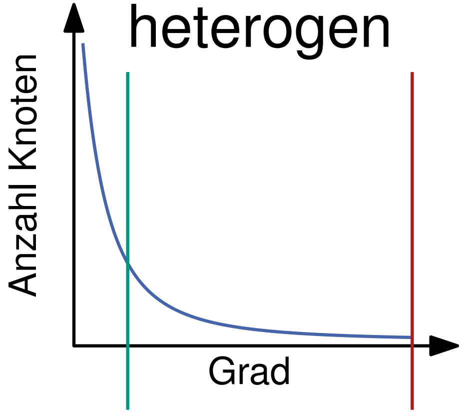
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

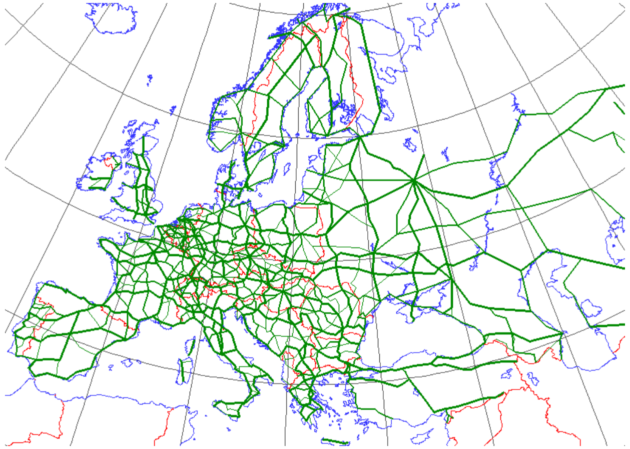






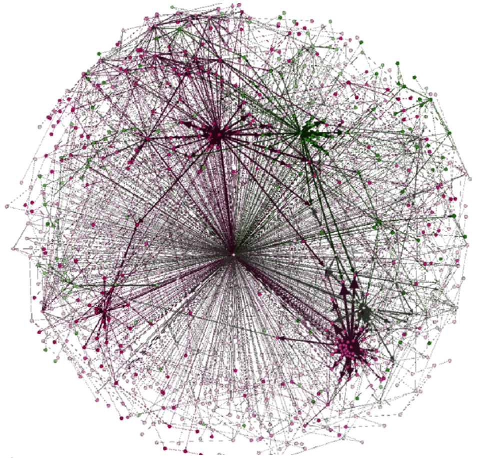


konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad



http://en.wikipedia.org/wiki/Image:International_E_Road_Network.png

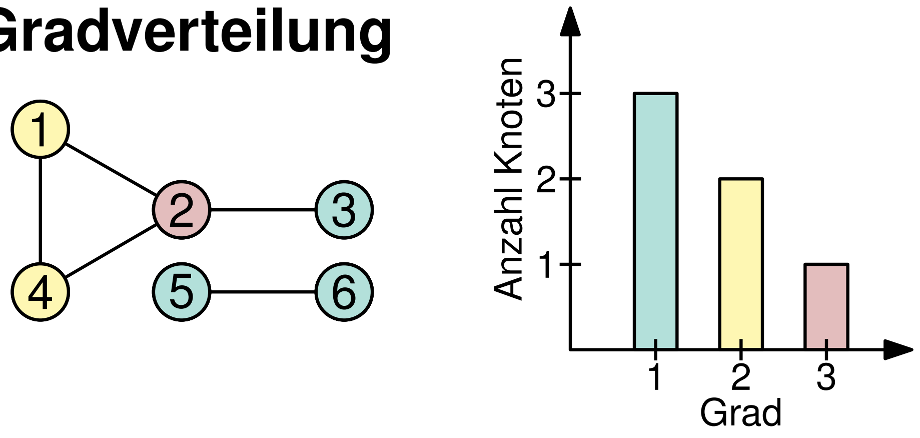
https://images.fineartamerica.com/images/artworkimages/mediumlarge/3/beverly-hills-california-six-way-intersection-aerial-trekkerimages-photography.jpg

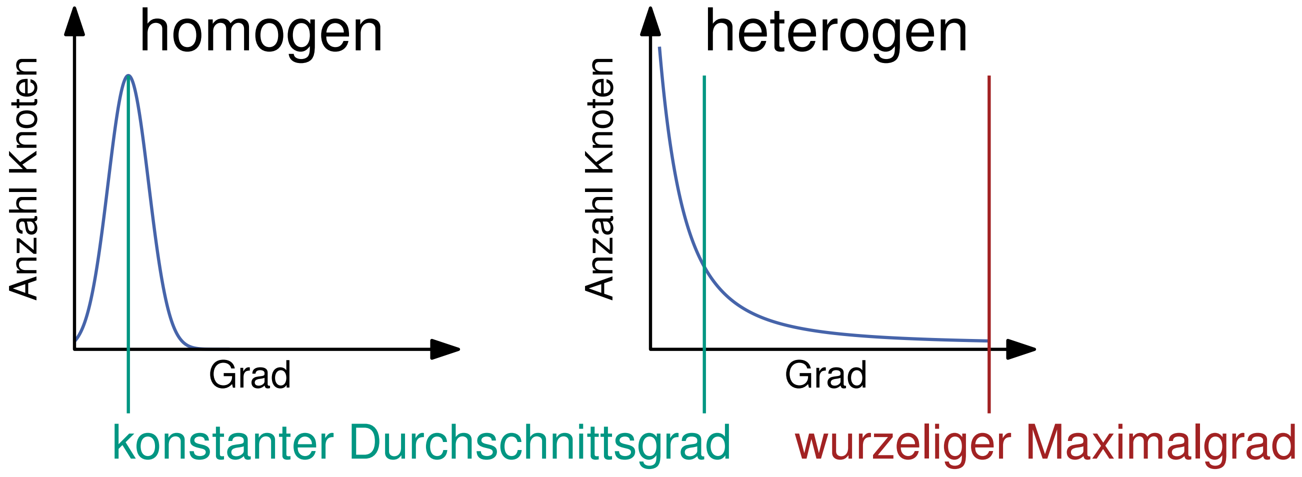


Nia et al. SIN: A Platform to Make Interactions in Social Networks Accessible, SocialInformatics 2012

Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung



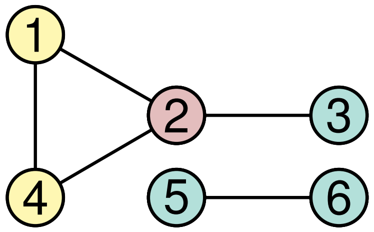


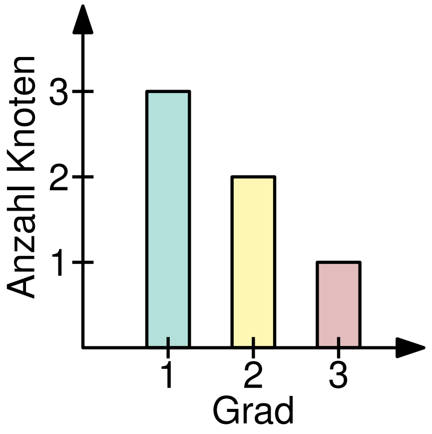
Lokalität

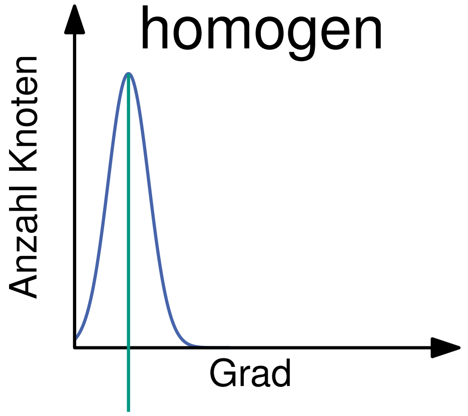
- "Kanten sind kurz"

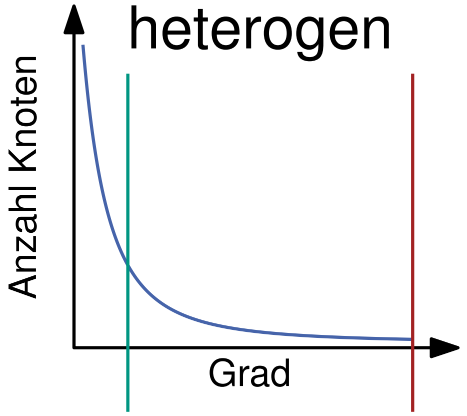
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung









konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad

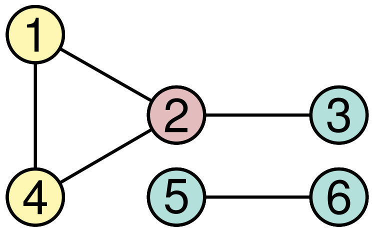
Lokalität

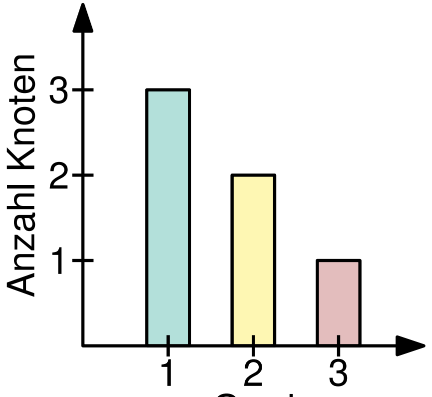
- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt

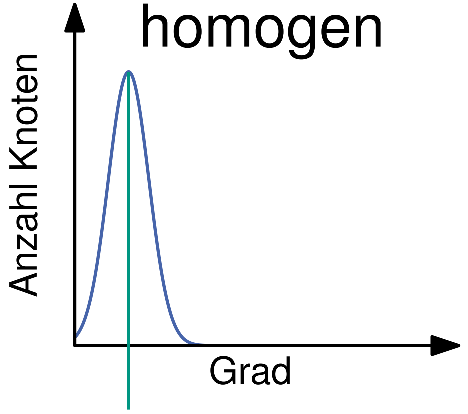
Eigenschaften von echten Graphen

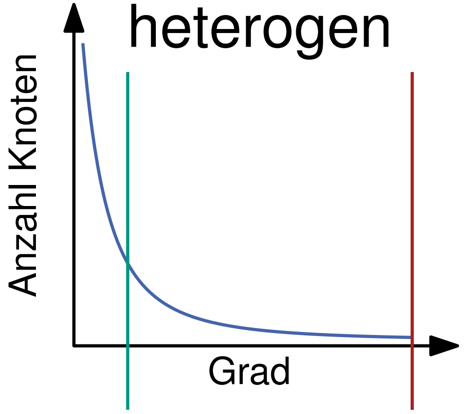
Karlsruher Institut für Technologie

Gradverteilung









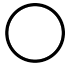
konstanter Durchschnittsgrad

wurzeliger Maximalgrad

Lokalität

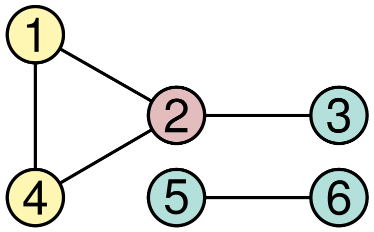
- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt

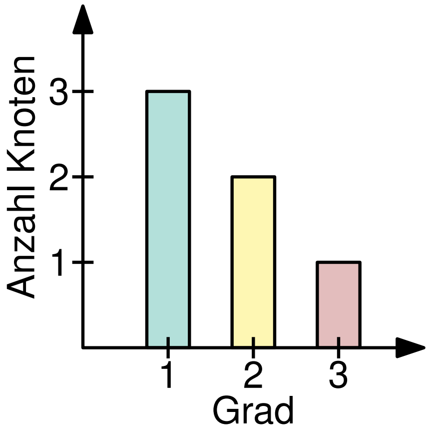
Du

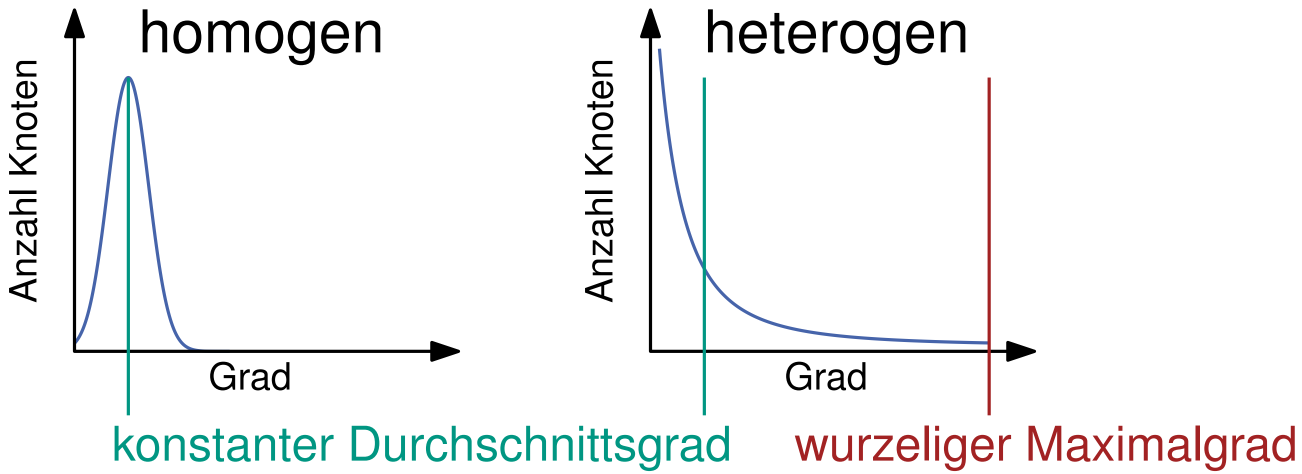


Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

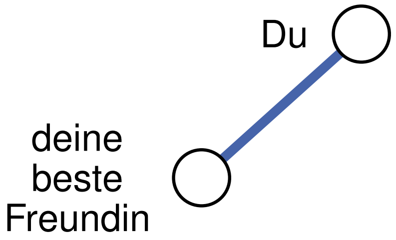






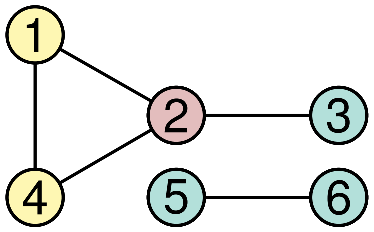
Lokalität

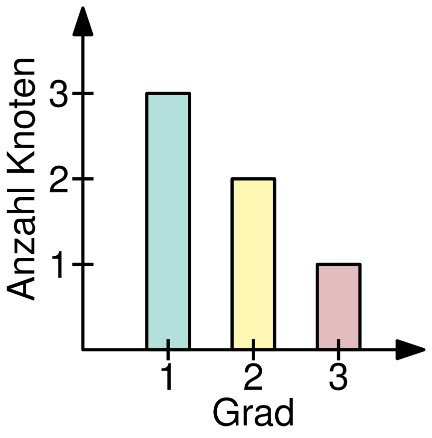
- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt

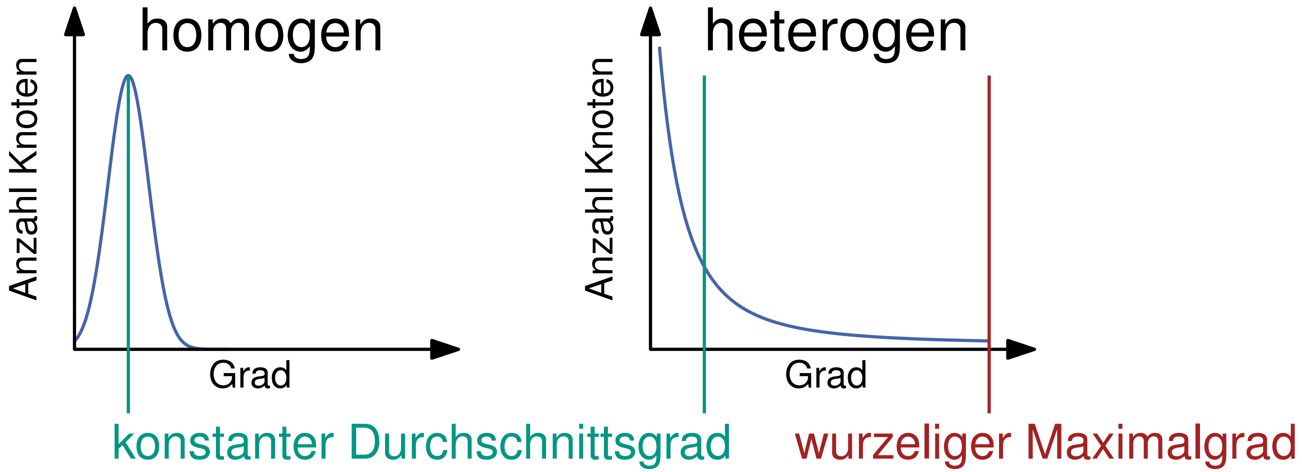


Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

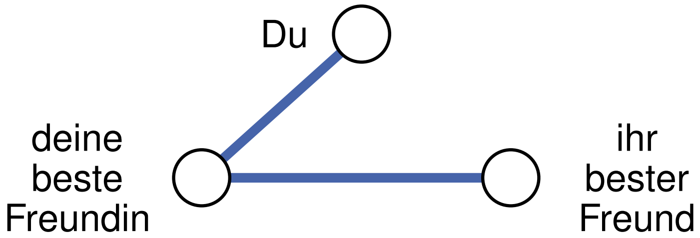






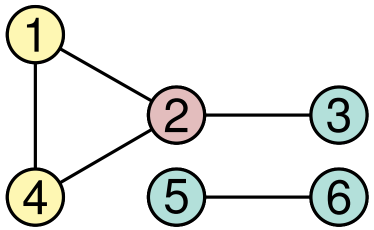
Lokalität

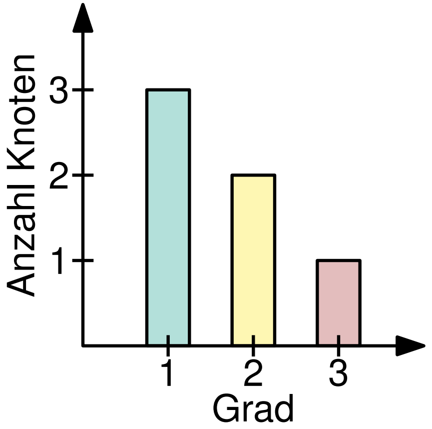
- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt

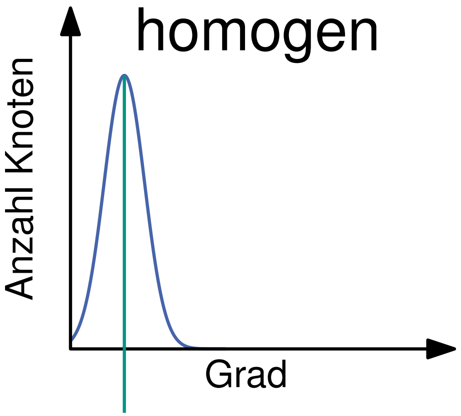


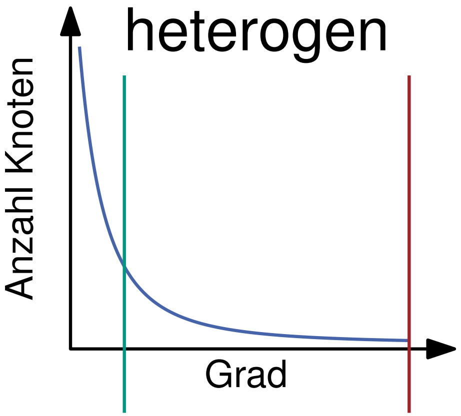
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung





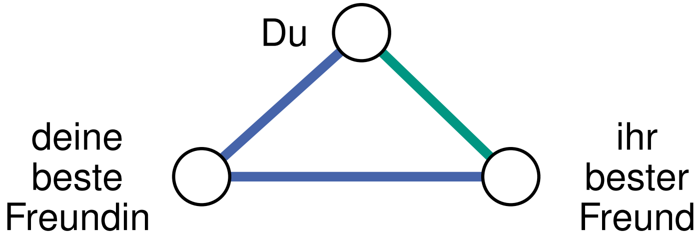




konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad

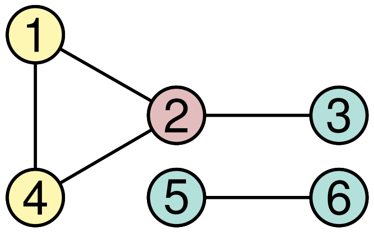
Lokalität

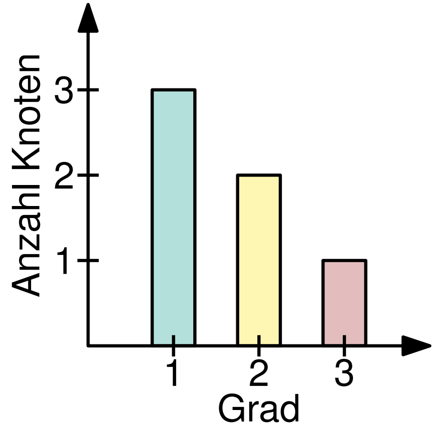
- "Kanten sind kurz"
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt

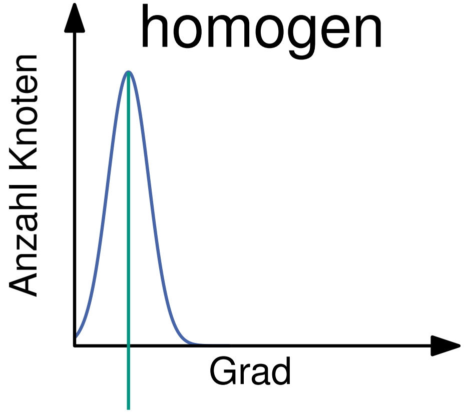


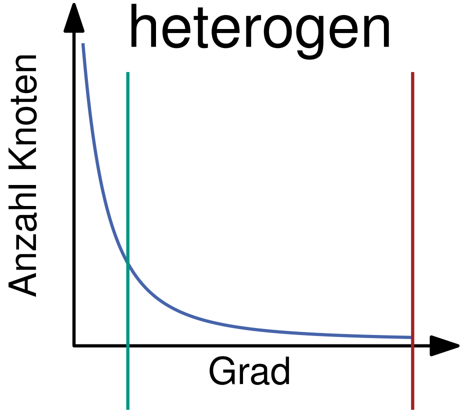
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung





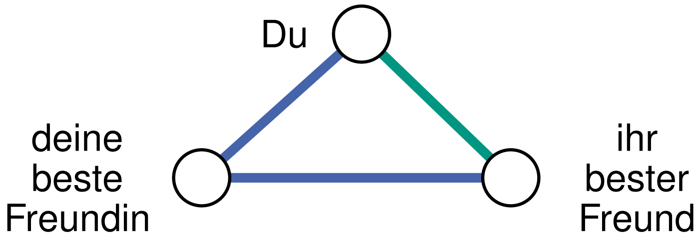




konstanter Durchschnittsgrad   wurzeliger Maximalgrad

Lokalität

- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt

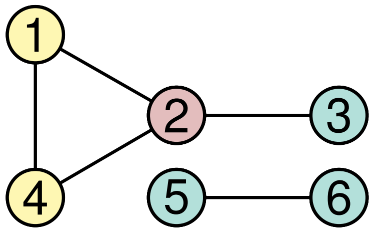


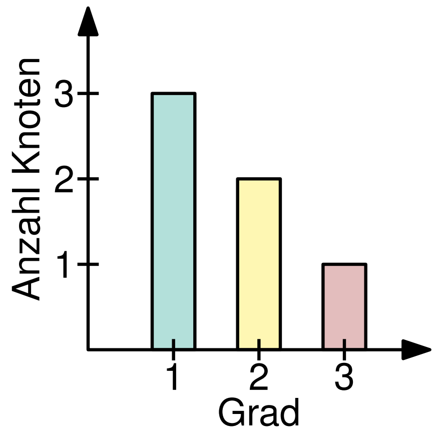
Durchmesser

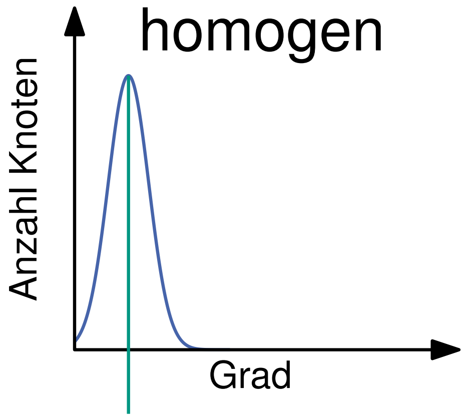
- “Jeder kennt jeden über 6 Ecken”

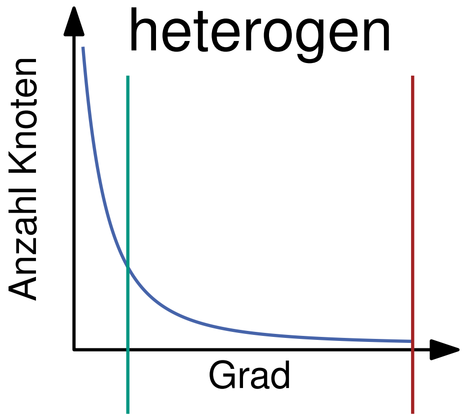
Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung





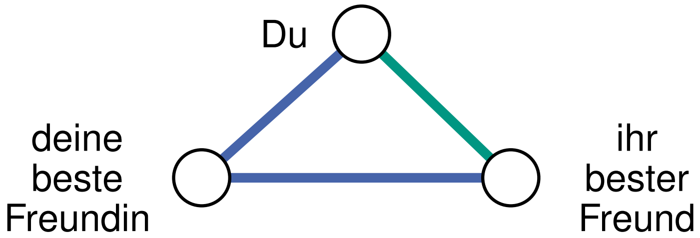




konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad

Lokalität

- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt



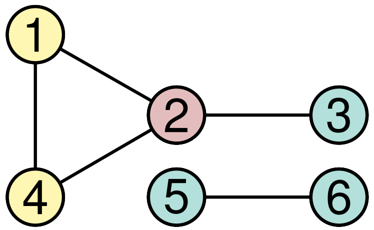
Durchmesser

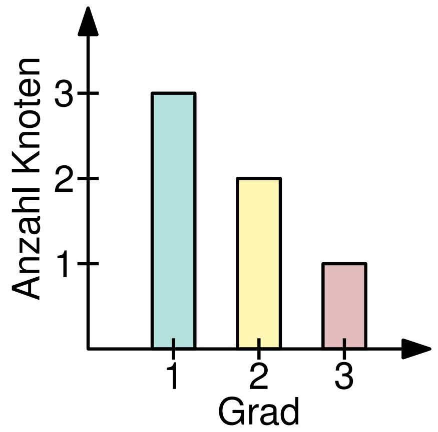
- “Jeder kennt jeden über 6 Ecken”
- der längste kürzeste Pfad ist kurz

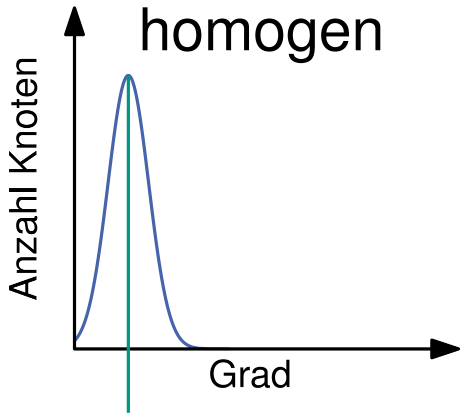
Eigenschaften von echten Graphen

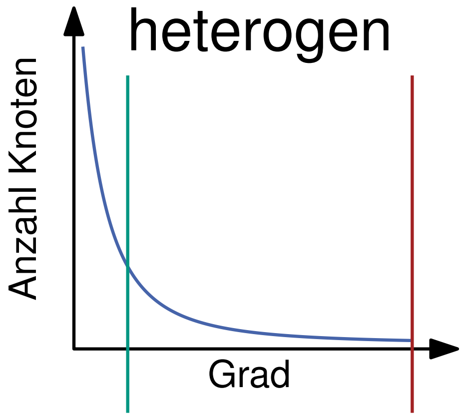
Karlsruher Institut für Technologie

Gradverteilung





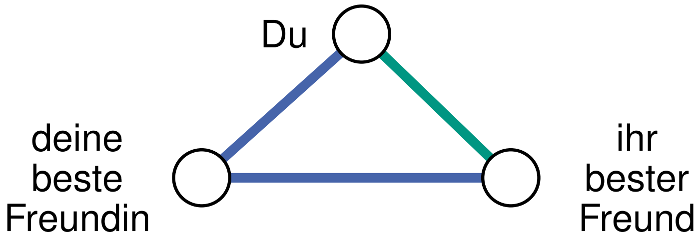




konstanter Durchschnittsgrad wurzeliger Maximalgrad

Lokalität

- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt



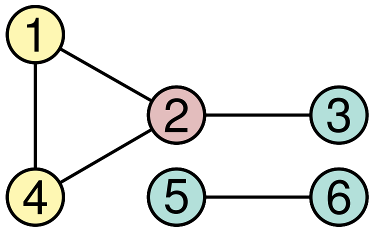
Durchmesser

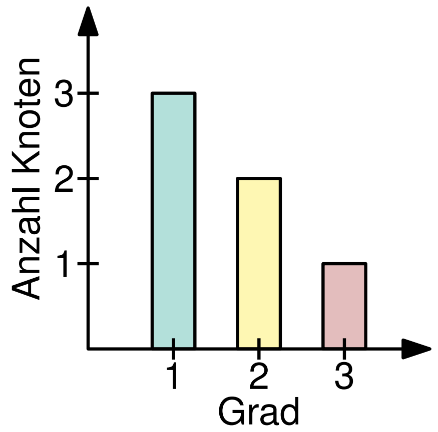
- “Jeder kennt jeden über 6 Ecken”
- der längste kürzeste Pfad ist kurz
- in Facebook kennt jeder jeden über 3.57 Ecken (im Durchschnitt)

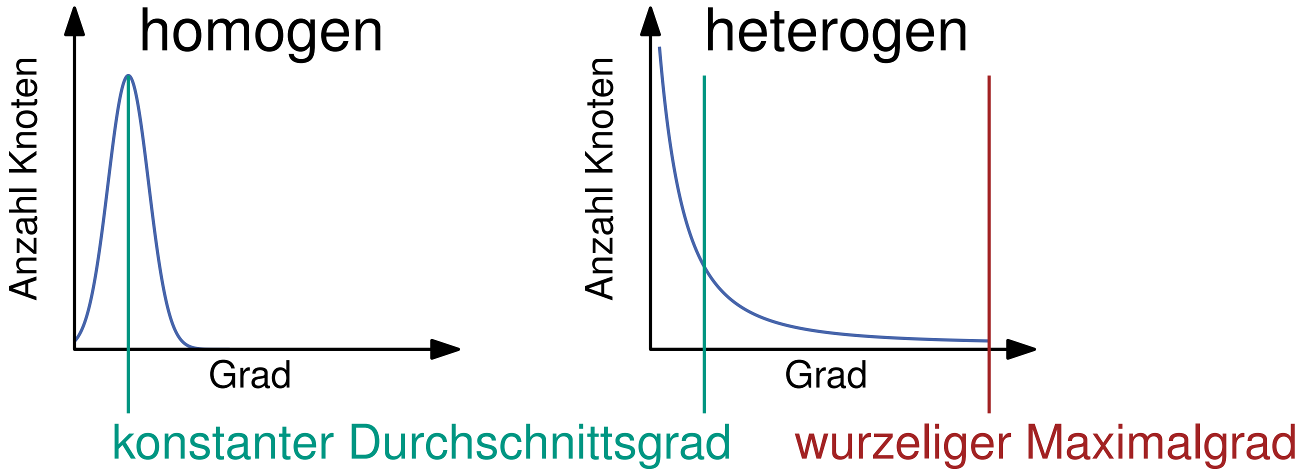
https://research.facebook.com/blog/2016/2/three-and-a-half-degrees-of-separation/

Eigenschaften von echten Graphen

Gradverteilung

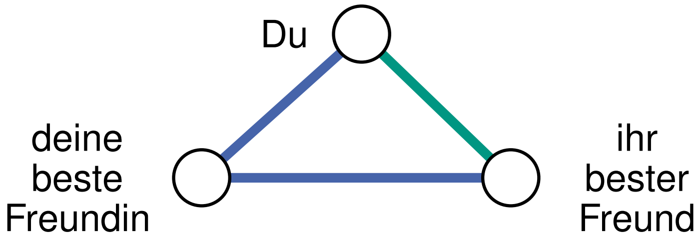






Lokalität

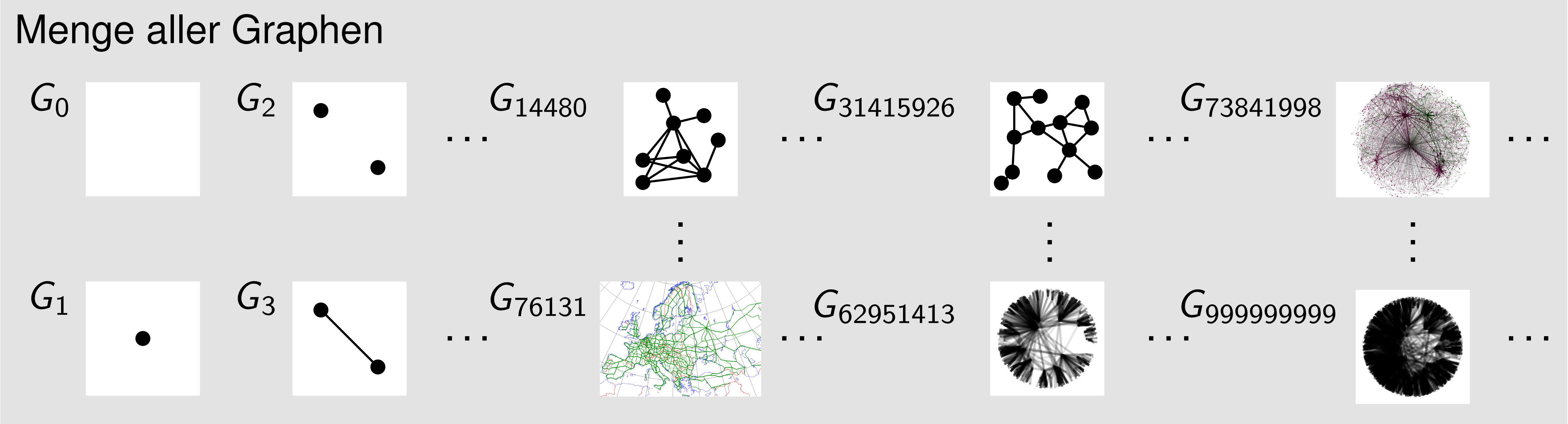
- “Kanten sind kurz”
- Kanten verbinden Knoten zwischen denen es schon kurze Pfade gibt



Durchmesser

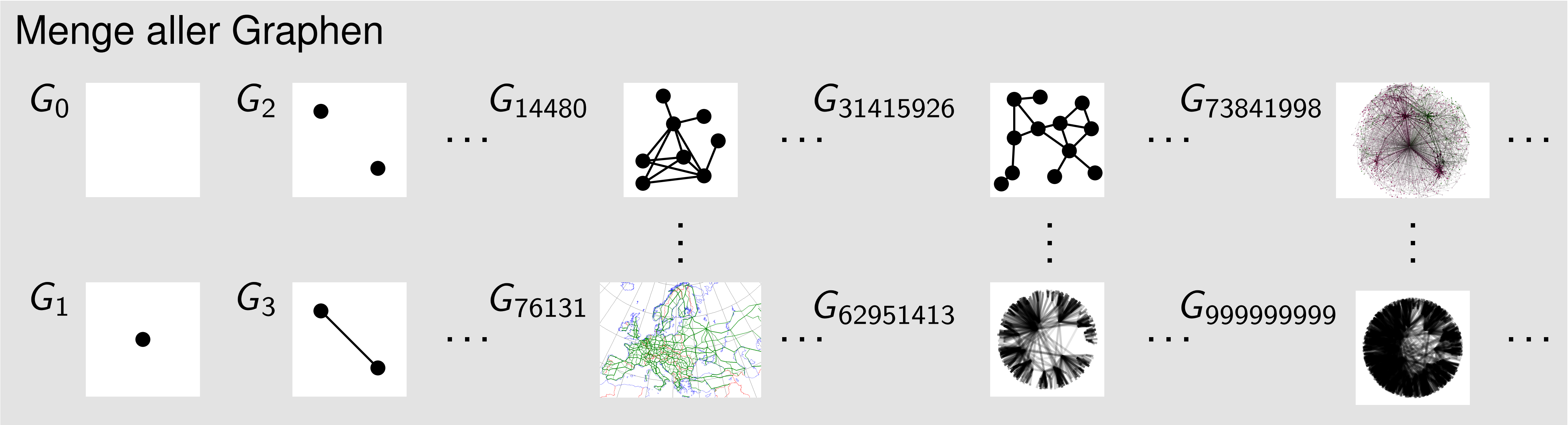
- “Jeder kennt jeden über 6 Ecken”
- der längste kürzeste Pfad ist kurz
- in Facebook kennt jeder jeden über 3.57 Ecken (im Durchschnitt)
  https://research.facebook.com/blog/2016/2/three-and-a-half-degrees-of-separation/
- in Straßennetzwerken eher nicht

Zurück in die Theorie?



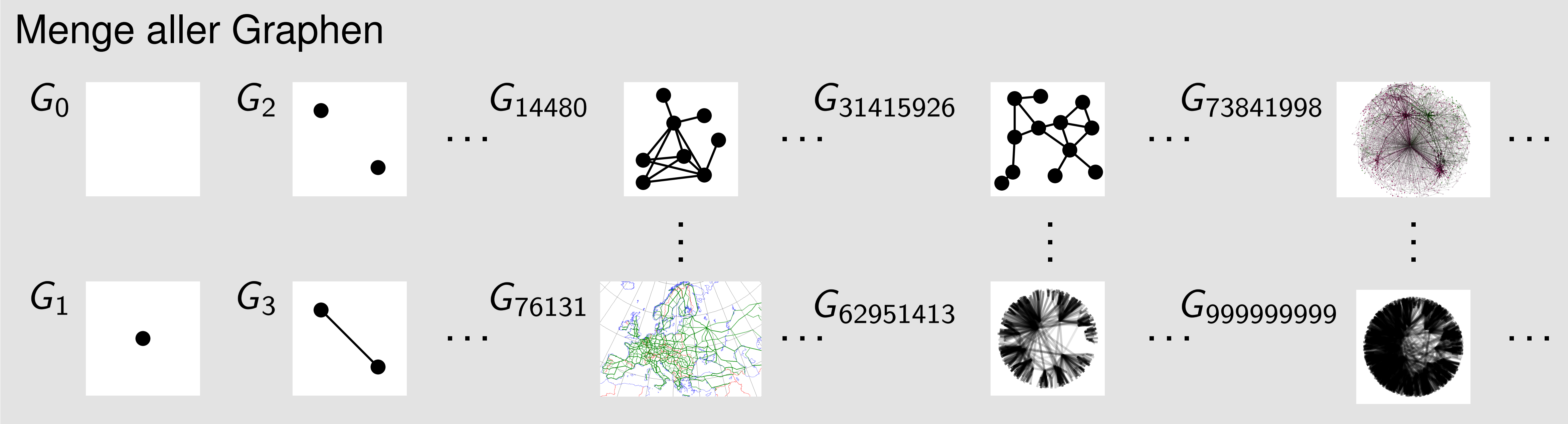
- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?

Zurück in die Theorie?



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - “Graphen mit heterogener Gradverteilung”

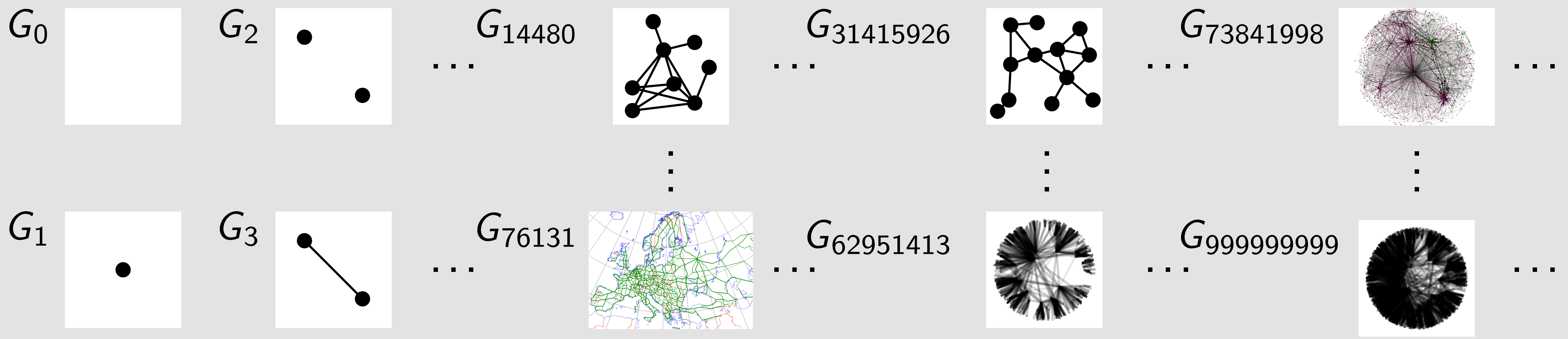
Zurück in die Theorie?



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - "Graphen mit heterogener Gradverteilung"
  - "…und hoher Lokalität"

Zurück in die Theorie?

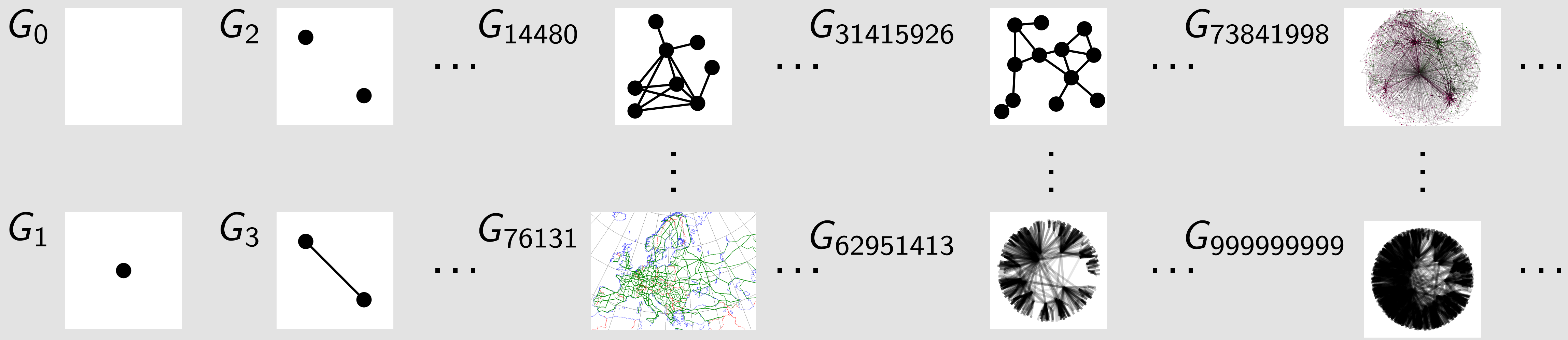
Menge aller Graphen



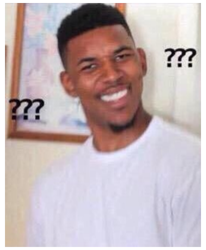
- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - “Graphen mit heterogener Gradverteilung”
  - “. . . und hoher Lokalität”
  - “. . . und kleinem Durchmesser”

Zurück in die Theorie?

Menge aller Graphen



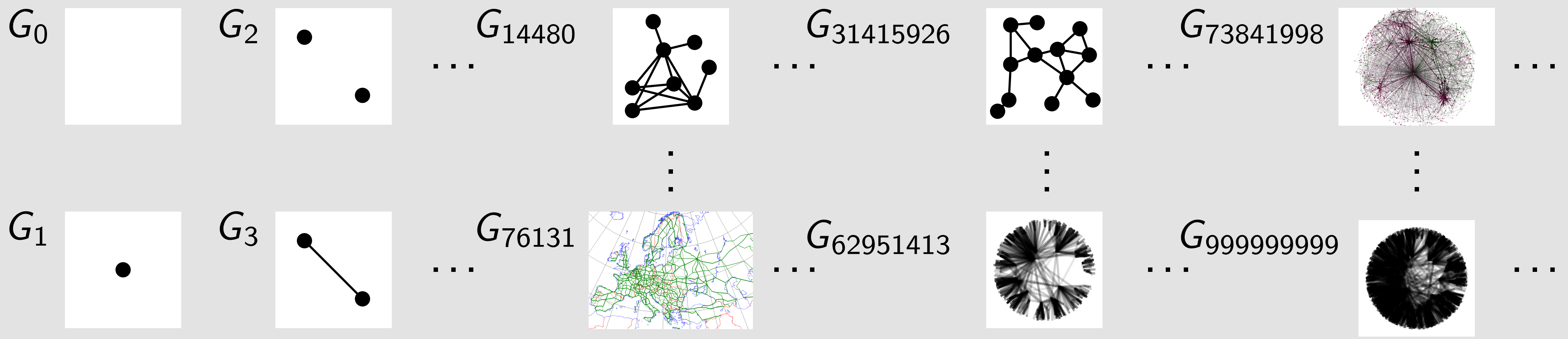
- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - “Graphen mit heterogener Gradverteilung”
  - “...und hoher Lokalität”
  - “...und kleinem Durchmesser”



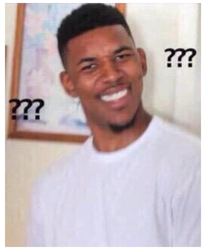
https://i.imgflip.com/o63vh.jpg?a460593 (cropped)

Zurück in die Theorie?

Menge aller Graphen



- Wie können wir mathematisch beschreiben wie der Adversary Instanzen wählen darf?
  - “Graphen mit heterogener Gradverteilung”
  - “…und hoher Lokalität”
  - “…und kleinem Durchmesser”
- Das ist alles zu unkonkret!



https://i.imgflip.com/o63vh.jpg?a460593 (cropped)

Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Zufallsgraph

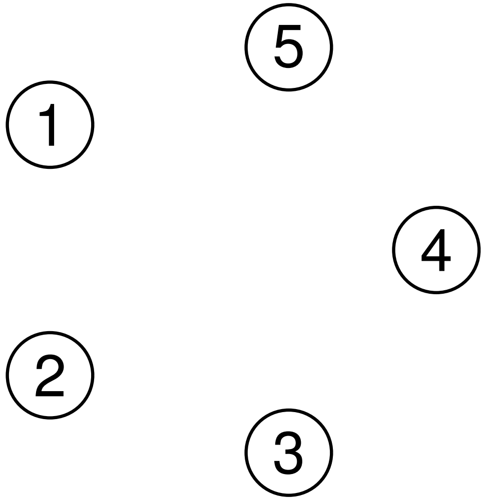
Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Beispiel

$V = \{1, \dots, 5\}$

$p = 1/2$



Zufallsgraph

Karlsruher Institut für Technologie

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

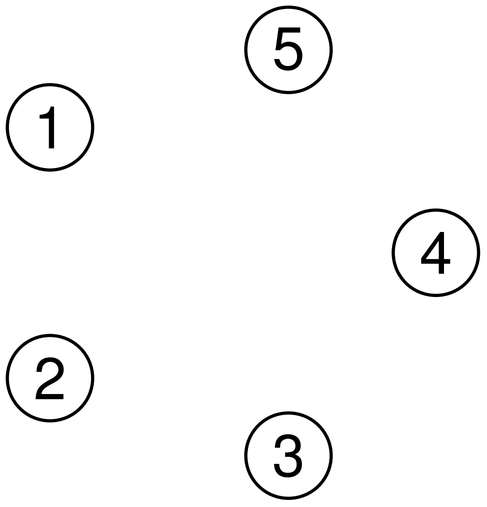
- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Beispiel

$V = \{1, \ldots, 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

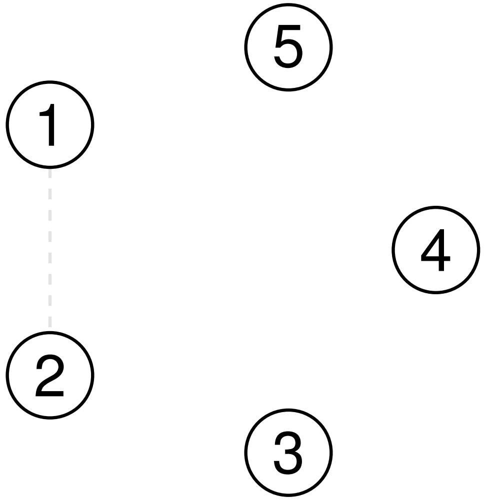
- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Beispiel

$V = \{1, \dots, 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

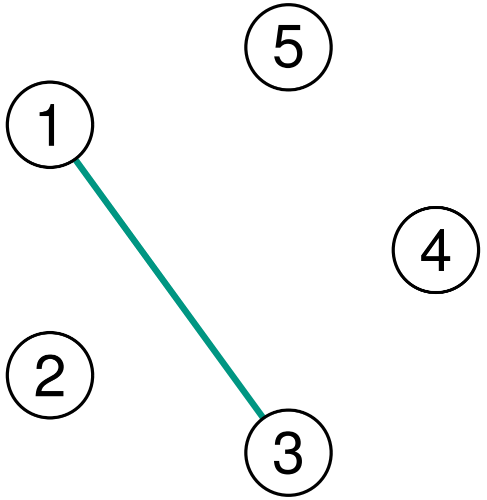
- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Beispiel

$V = \{1, \dots, 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

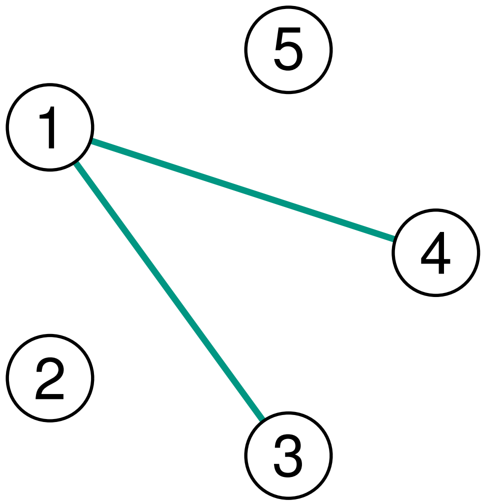
- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, ..., n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Beispiel

$V = \{1, ..., 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

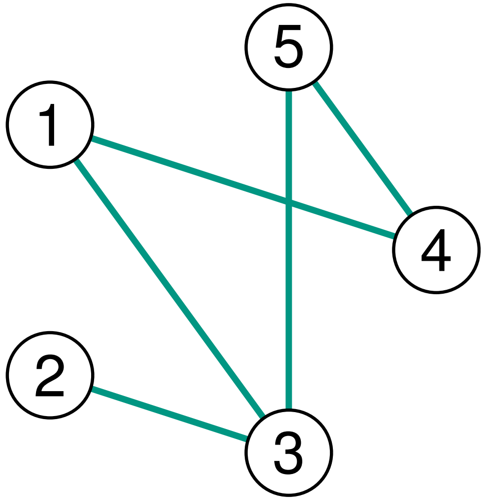
- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, ..., n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$

Beispiel

$V = \{1, ..., 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

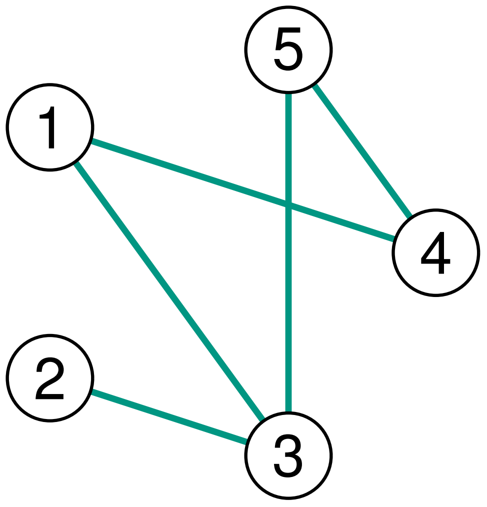
- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$
    - Folgt einer Verteilung über alle Graphen mit n Knoten.

Beispiel

$V = \{1, \ldots, 5\}$

$p = 1/2$

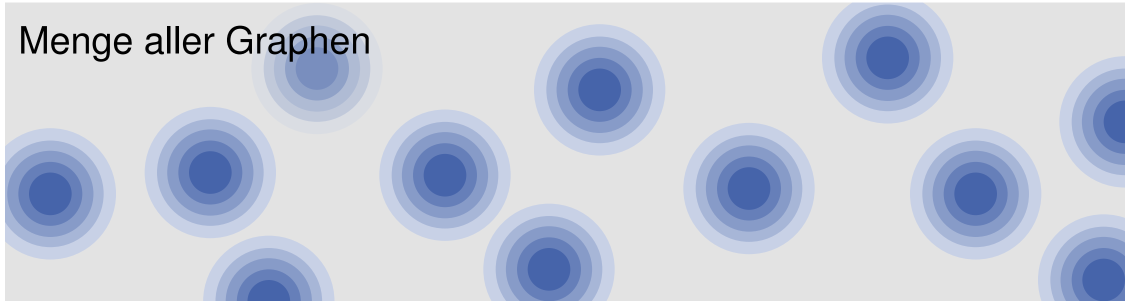
$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$
    - Folgt einer Verteilung über alle Graphen mit n Knoten.



(unter der Annahme, dass wir nach der Generierung die Knoten-IDs vergessen)

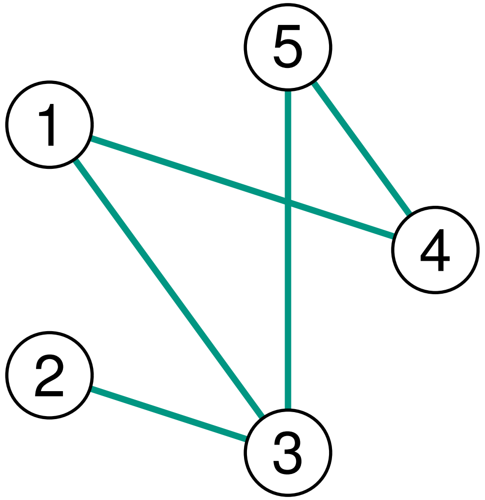
"Adversary soll Erdős-Rényi Zufallsgraph generieren"

Beispiel

$V = \{1, \ldots, 5\}$

$p = 1/2$

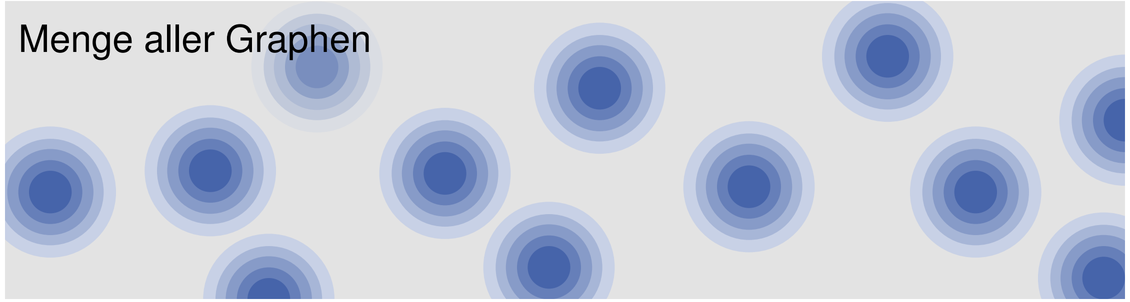
$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$
    - Folgt einer Verteilung über alle Graphen mit n Knoten.



(unter der Annahme, dass wir nach der Generierung die Knoten-IDs vergessen)

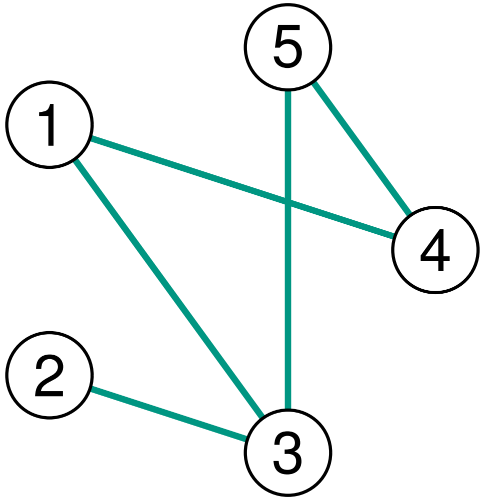
"Adversary soll Erdős-Rényi Zufallsgraph generieren"

Beispiel

$V = \{1, \ldots, 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Eigenschaften

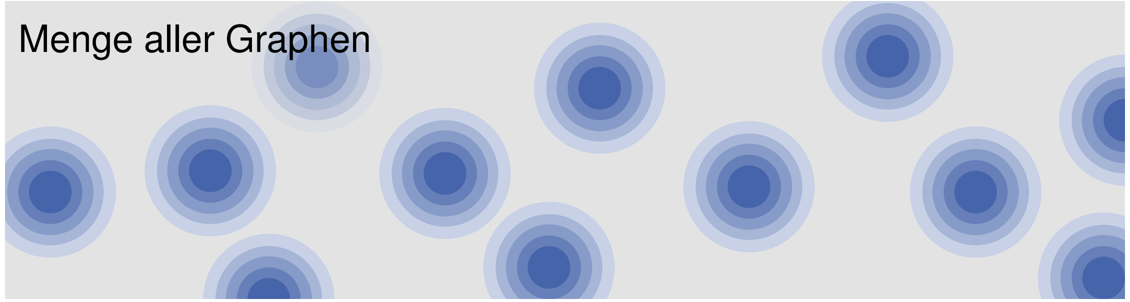
- Erwarteter Grad eines Knotens

$$\mathbb{E}[\deg(v)] = \sum_{u \neq v} X_{u,v} = p \cdot (n-1)$$

Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, ..., n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$
    - Folgt einer Verteilung über alle Graphen mit n Knoten.



(unter der Annahme, dass wir nach der Generierung die Knoten-IDs vergessen)

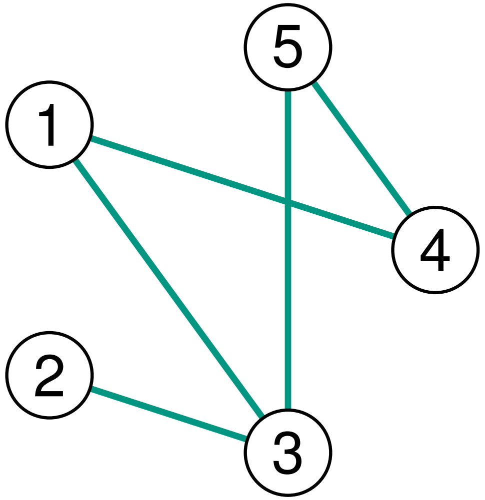
"Adversary soll Erdős-Rényi Zufallsgraph generieren"

Beispiel

$V = \{1, ..., 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



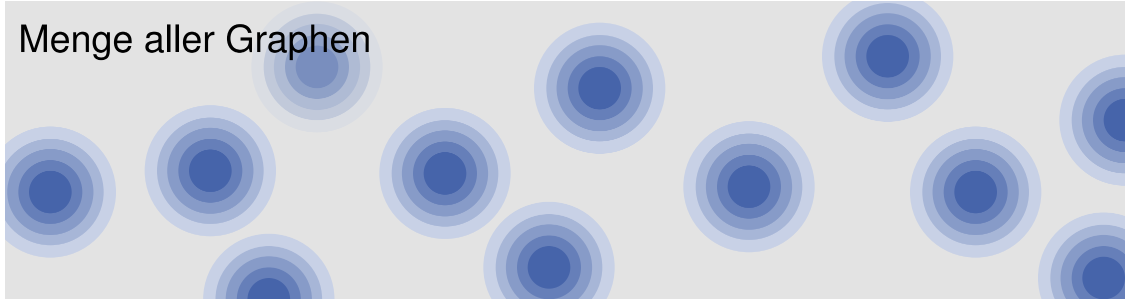
Eigenschaften

- Erwarteter Grad eines Knotens homogen
  $\mathbb{E}[\deg(v)] = \sum_{u \neq v} X_{u,v} = p \cdot (n - 1)$

Zufallsgraph

Ein **Zufallsgraph** ist ein Graph $G = (V, E)$ bei dem E eine Zufallsvariable ist.

- **Erdős-Rényi Modell**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - $X_{u,v}$ Indikatorzufallsvariable mit $p(X_{u,v} = 1) = p$ für alle $1 \leq u < v \leq n$.
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid X_{u,v} = 1\}$
    - Folgt einer Verteilung über alle Graphen mit n Knoten.



(unter der Annahme, dass wir nach der Generierung die Knoten-IDs vergessen)

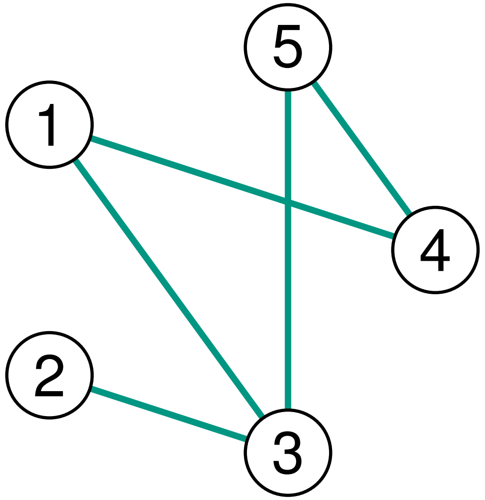
"Adversary soll Erdős-Rényi Zufallsgraph generieren"

Beispiel

$V = \{1, \dots, 5\}$

$p = 1/2$

$X_{1,2} = 0$	$X_{2,4} = 0$
$X_{1,3} = 1$	$X_{2,5} = 0$
$X_{1,4} = 1$	$X_{3,4} = 0$
$X_{1,5} = 0$	$X_{3,5} = 1$
$X_{2,3} = 1$	$X_{4,5} = 1$



Eigenschaften

- Erwarteter Grad eines Knotens homogen
  $\mathbb{E}[\deg(v)] = \sum_{u \neq v} X_{u,v} = p \cdot (n-1)$
- Kanten unabhängig keine Lokalität

Geometrischer Zufallsgraph

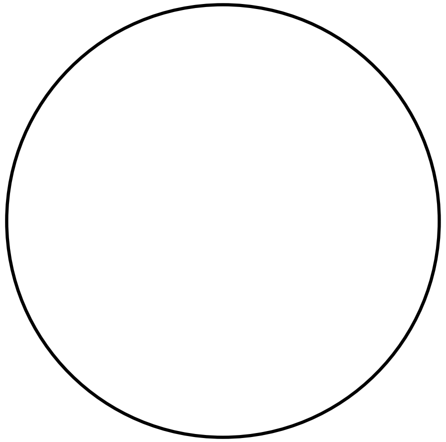
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$

Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis

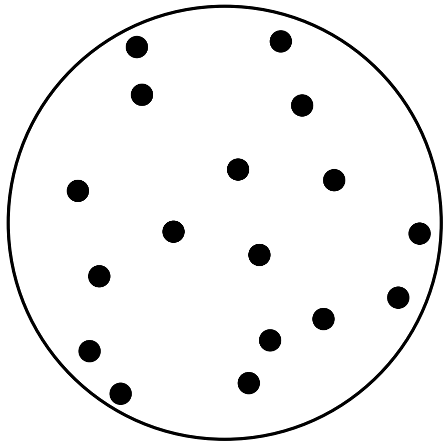
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis



Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis

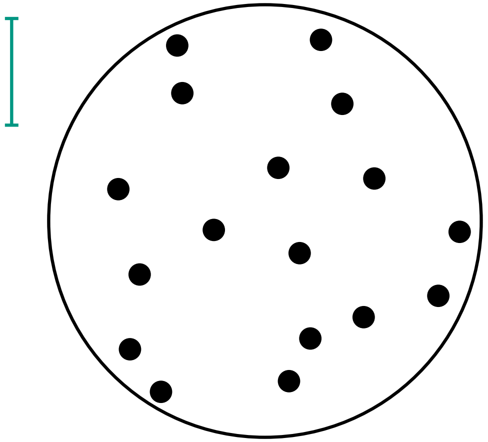


Geometrischer Zufallsgraph

Karlsruher Institut für Technologie

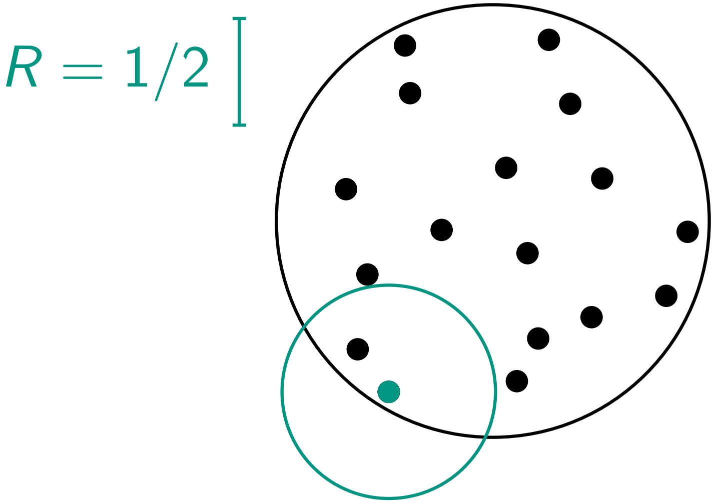
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, ..., n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

$R = 1/2$



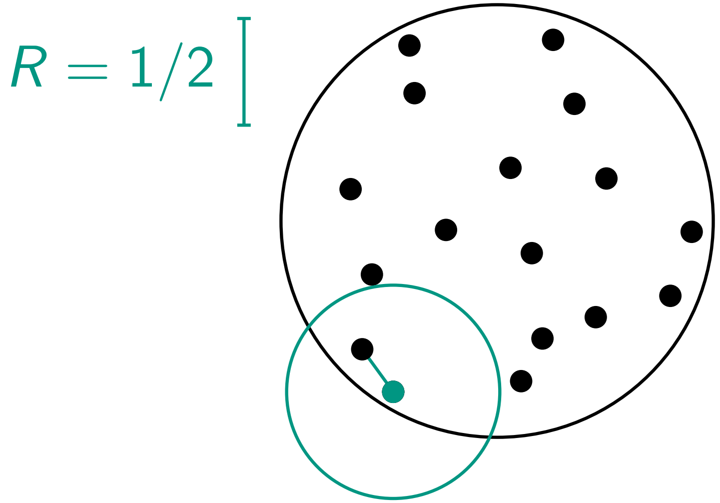
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$



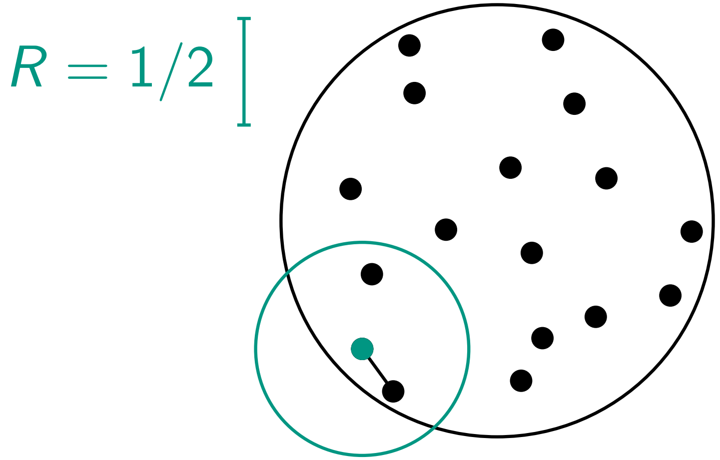
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$



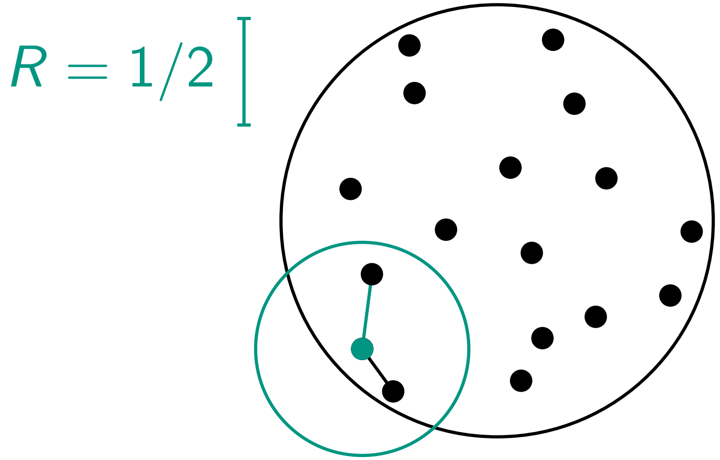
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$



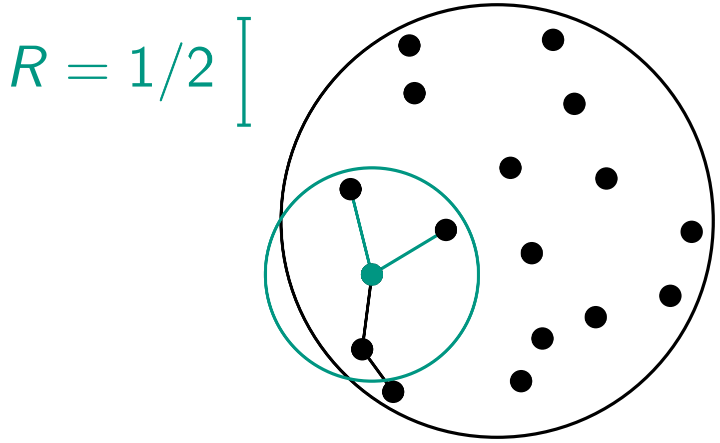
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$



Geometrischer Zufallsgraph

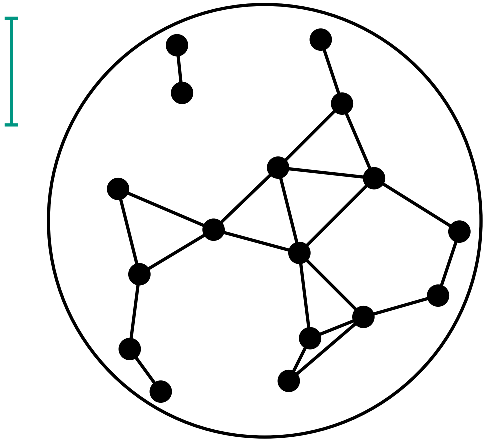
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$



Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

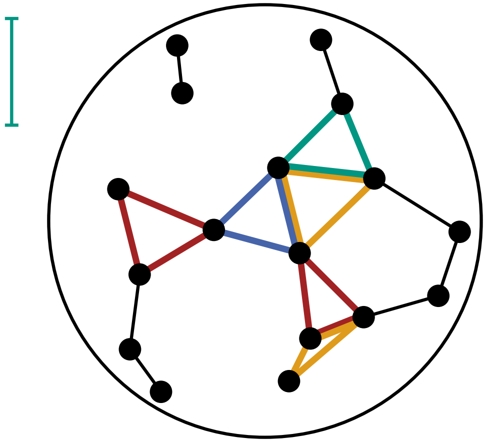
$R = 1/2$



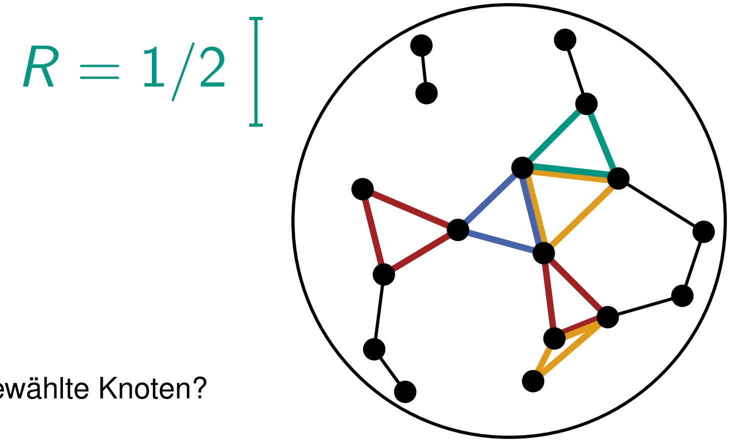
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?

$R = 1/2$



Geometrischer Zufallsgraph

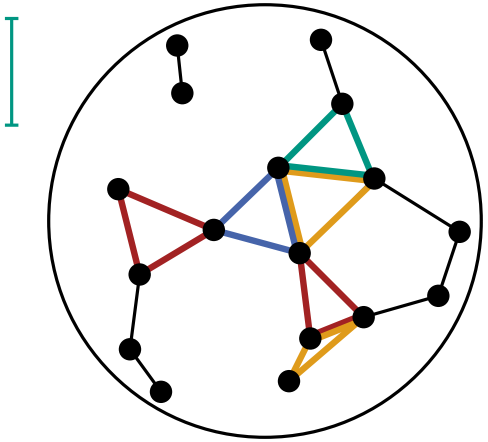


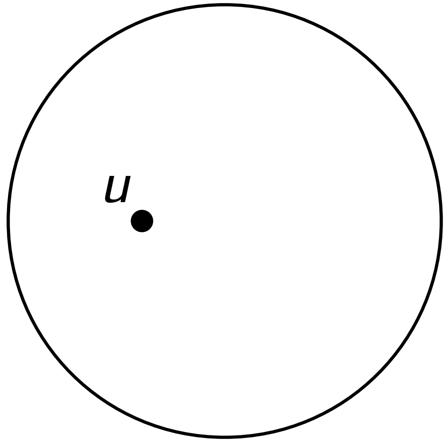
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten

Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten

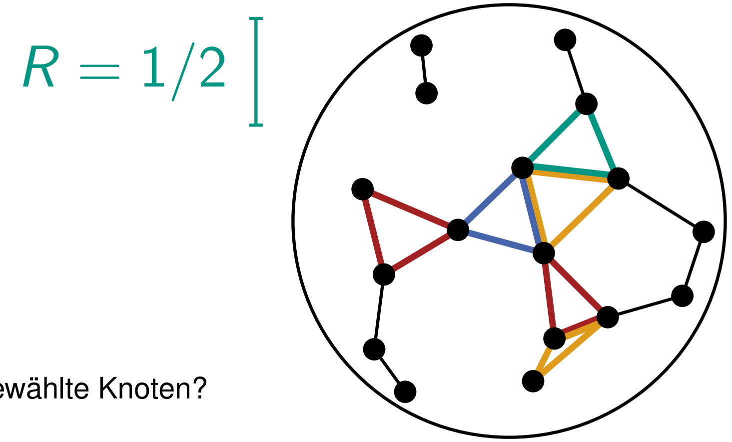
$R = 1/2$

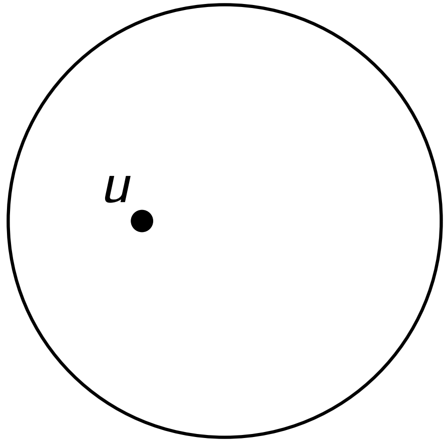




Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$

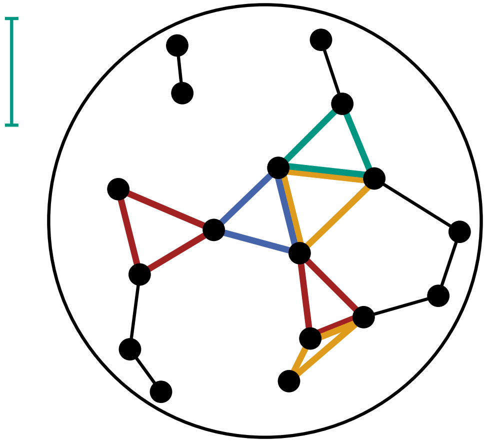




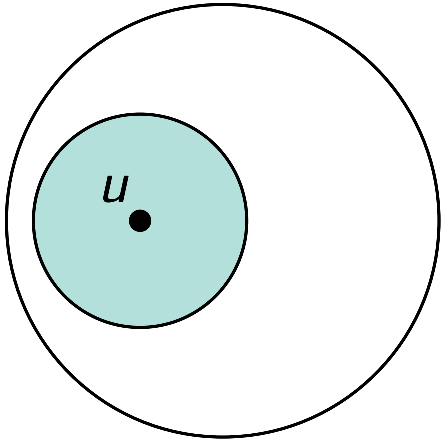
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

$R = 1/2$



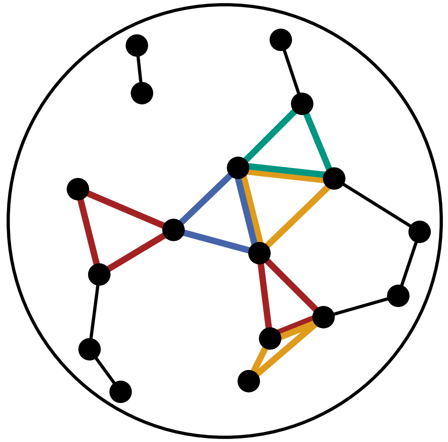
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$



Geometrischer Zufallsgraph

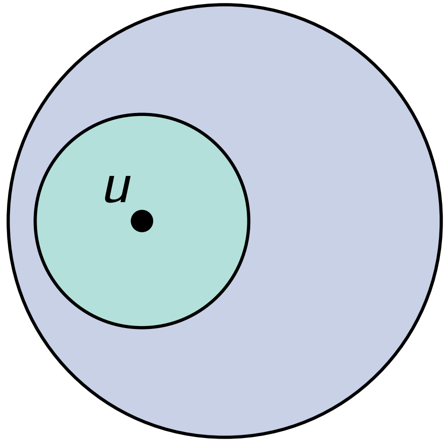
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

$R = 1/2$



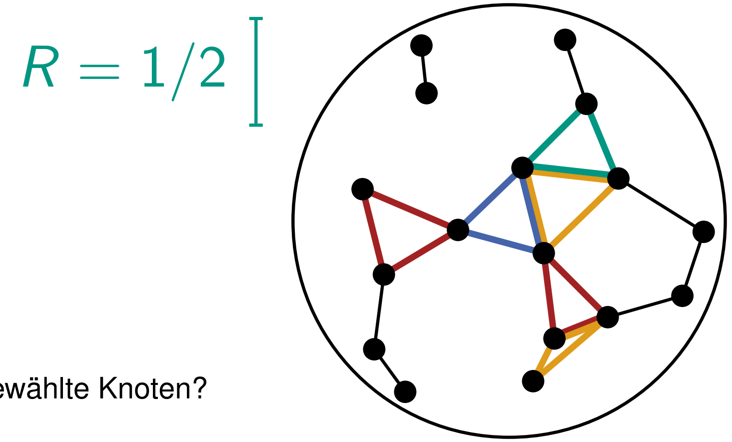
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$

      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)}$



Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

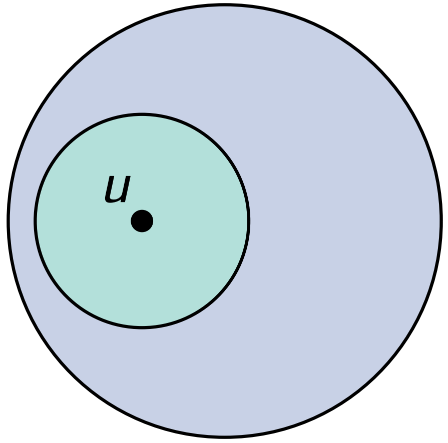


- Lokalität

Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?

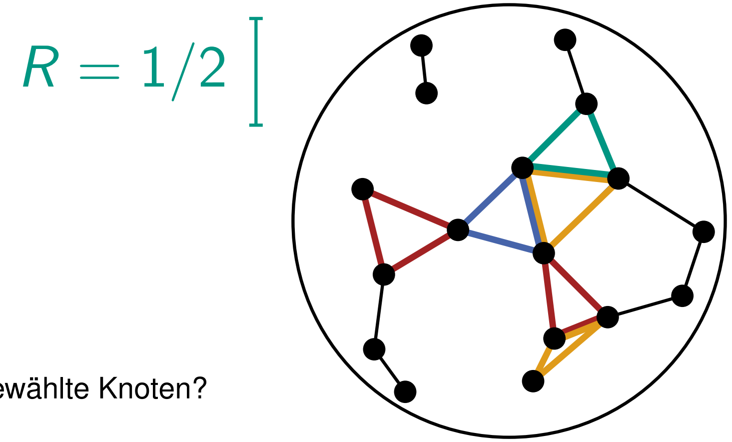
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)}$

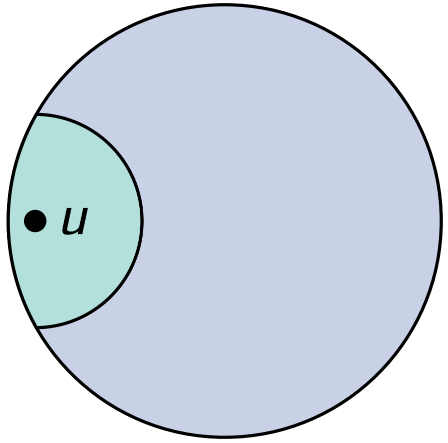
?



Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)}$
      ?

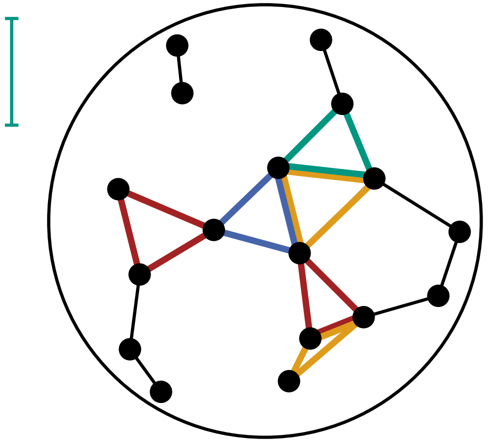


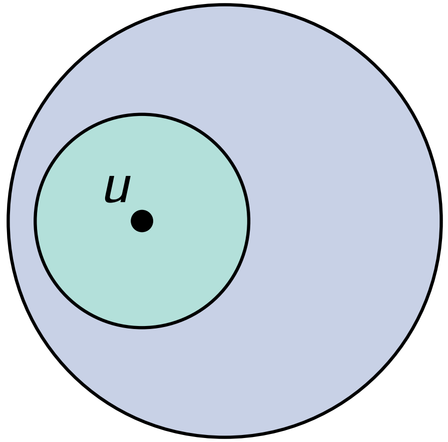


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität   Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$

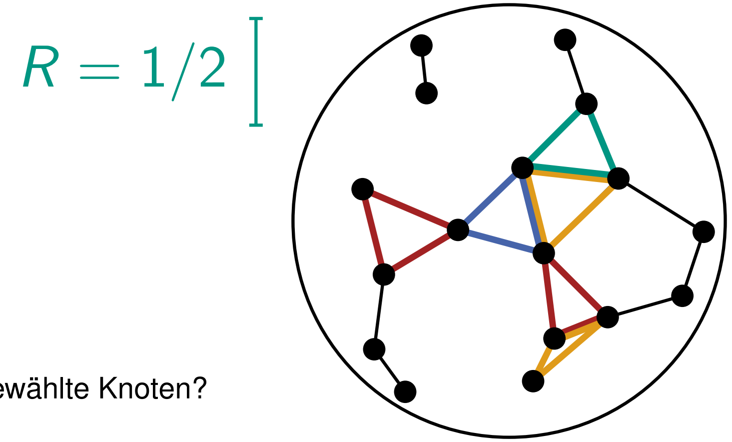
$R = 1/2$



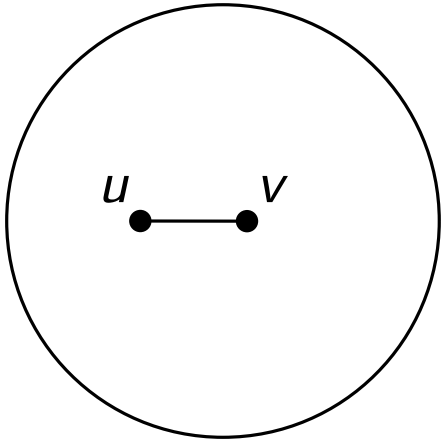


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

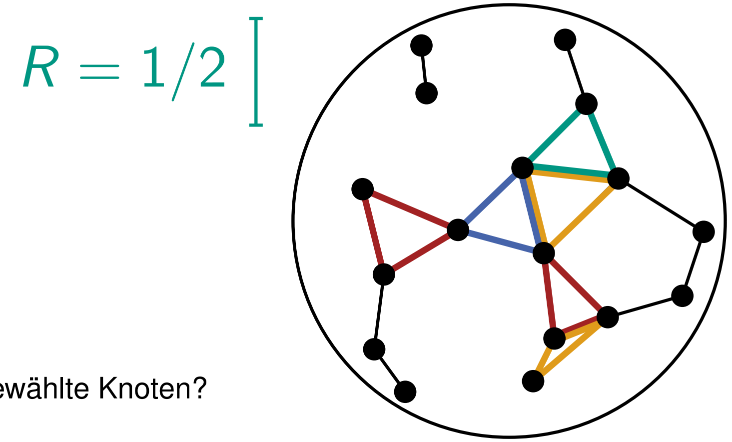


- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$
  - u, w haben Nachbar v

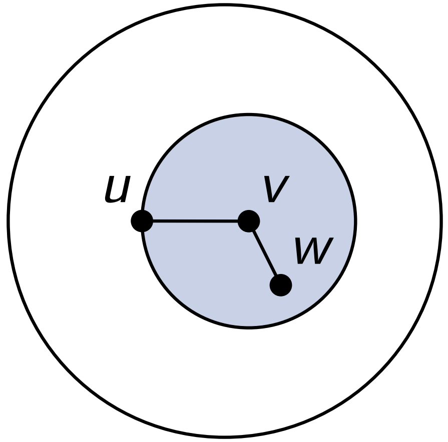


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

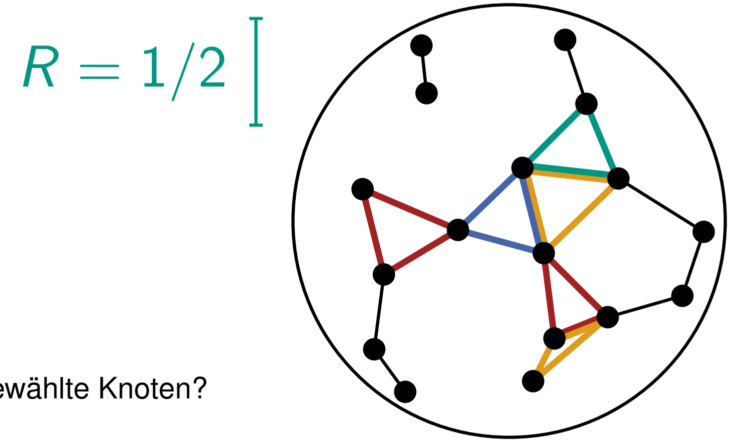


- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$
  - u, w haben Nachbar $v \rightarrow w \in \bigcirc$

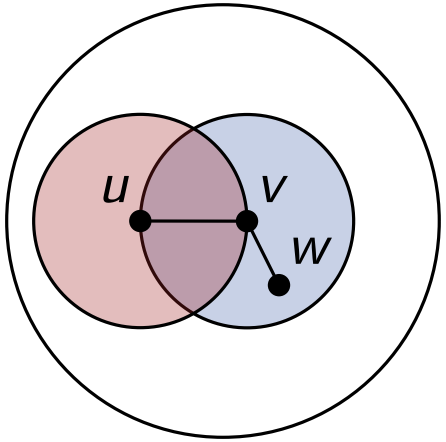


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$



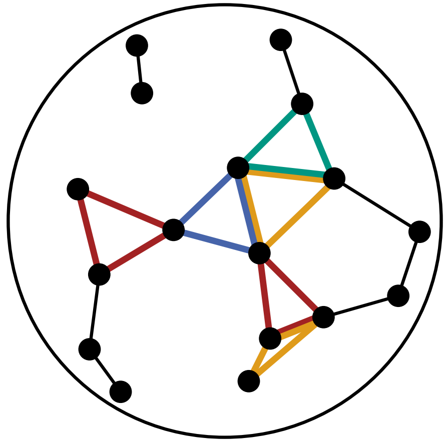
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$
  - u, w haben Nachbar v $\rightarrow w \in \bigcirc$
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow w \in \bigcirc$



Geometrischer Zufallsgraph

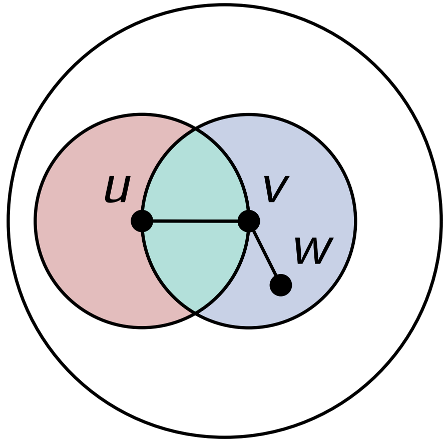
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

$R = 1/2$

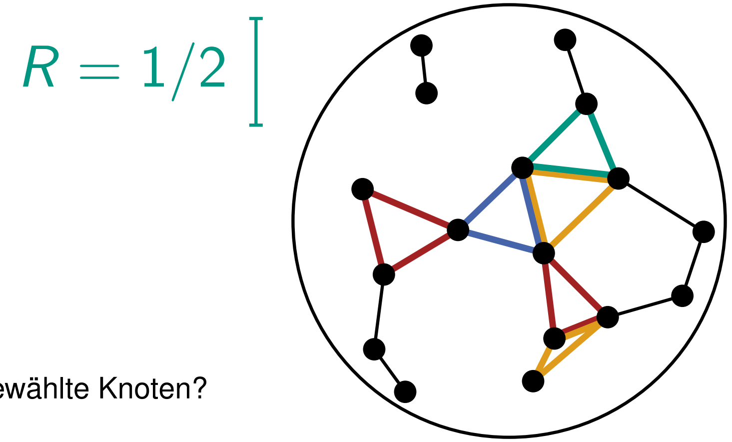


- Lokalität   Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$
  - u, w haben Nachbar v $\rightarrow w \in \bigcirc$
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow w \in \bigcirc$

  $\rightarrow w \in \bigcirc$

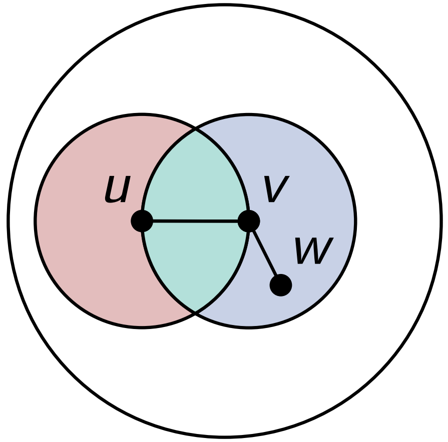


Geometrischer Zufallsgraph



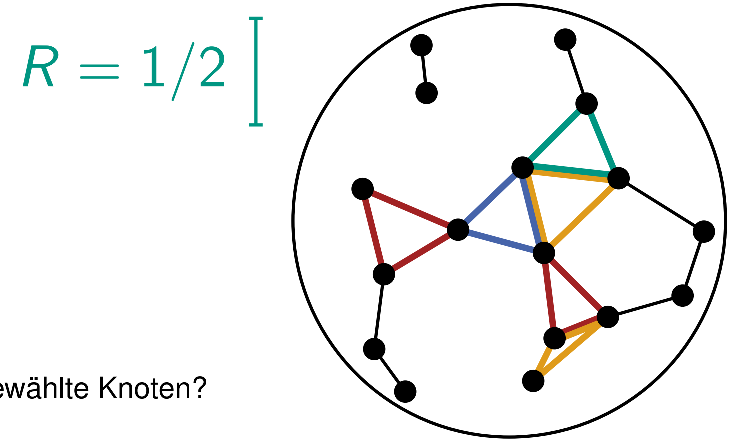
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$
  - u, w haben Nachbar v $\rightarrow w \in \bigcirc$
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow w \in \bigcirc$

    $\rightarrow w \in \lozenge$
    - $\Pr[\{u, w\} \in E \mid \{u, v\}, \{v, w\} \in E] = \frac{A(\lozenge)}{A(\bigcirc)} \gtrapprox 0.391$

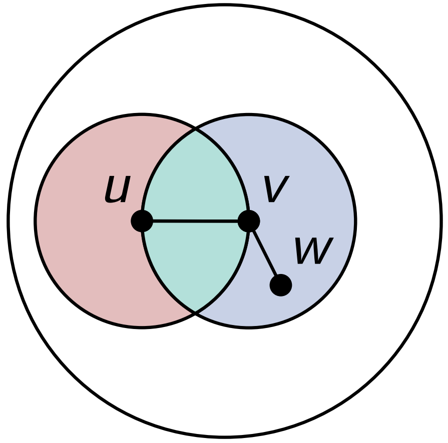


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$

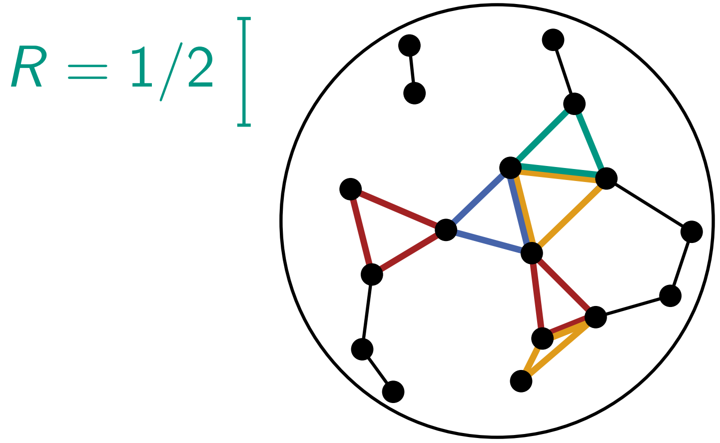


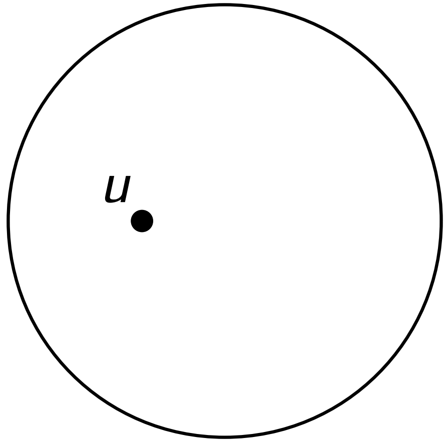
- Lokalität Sind zwei Knoten mit gemeinsamem Nachbar wahrscheinlicher verbunden, als zwei zufällig gewählte Knoten?
  - u, w sind zwei zufällig gewählte Knoten
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow ||X_u - X_w||_2 \leq R$
      $\leftrightarrow w \in \bigcirc$
    - $\Pr[\{u, v\} \in E] \leq \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)} = \frac{\pi R^2}{\pi 1^2} = R^2 = 0.25$
  - u, w haben Nachbar v $\rightarrow w \in \bigcirc$
    - $\{u, w\} \in E \leftrightarrow w \in \bigcirc$ $\Big\} \rightarrow w \in \lozenge$
    - $\Pr[\{u, w\} \in E \mid \{u, v\}, \{v, w\} \in E] = \frac{A(\lozenge)}{A(\bigcirc)} \gtrapprox 0.391$



Geometrischer Zufallsgraph

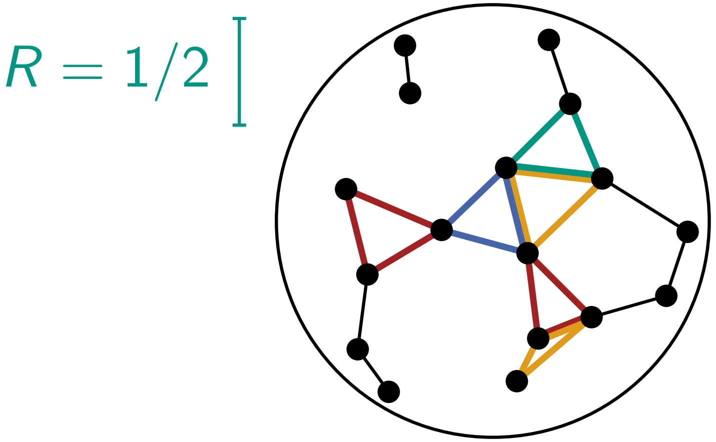
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung

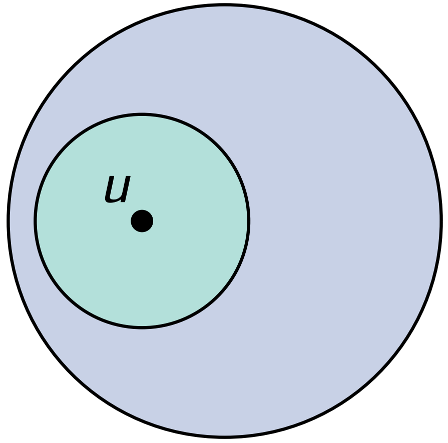




Geometrischer Zufallsgraph

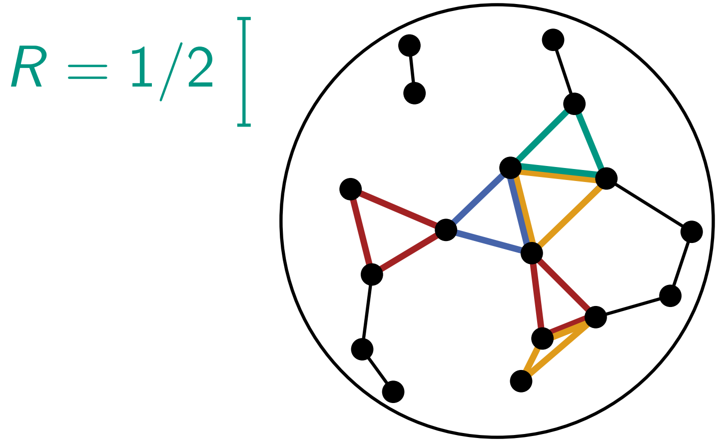
- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung
  - $\mathbb{E}[\deg(u)] \leq n \cdot \frac{A(\bigcirc)}{A(\bigcirc)} = n \cdot 0.25$

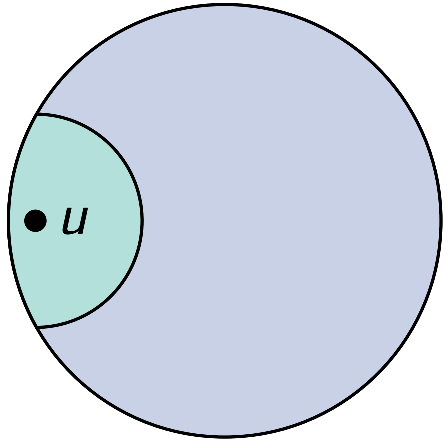




Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung homogen
  - $\mathbb{E}[\deg(u)] \leq n \cdot \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)} = n \cdot 0.25$ ... aber nicht beliebig klein

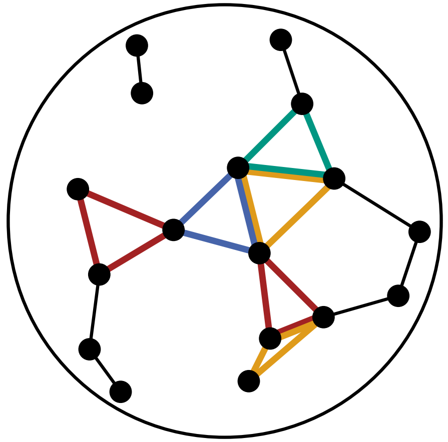


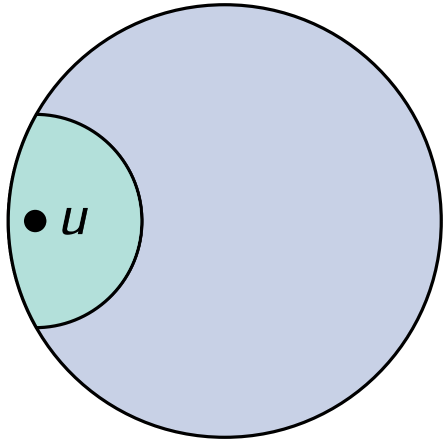


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung homogen
  - $\mathbb{E}[\deg(u)] \leq n \cdot \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)} = n \cdot 0.25$ ...aber nicht beliebig klein

$R = 1/2$

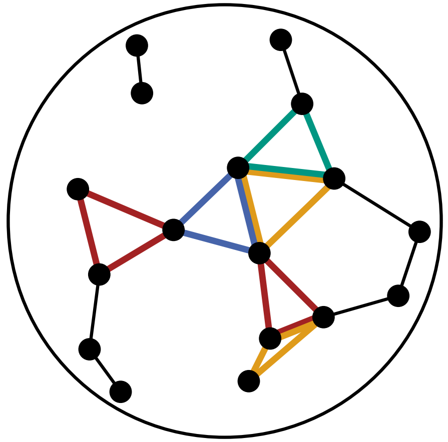


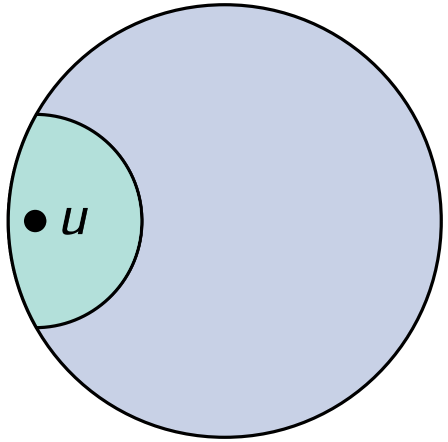


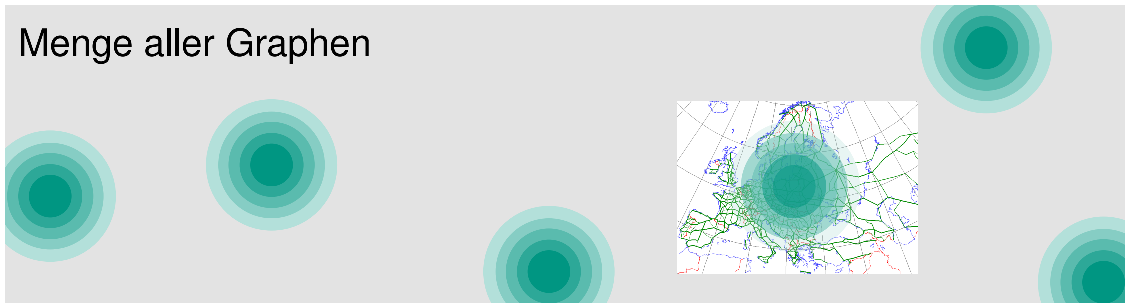
Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \|X_u - X_v\|_2 \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung homogen
  - $\mathbb{E}[\deg(u)] \leq n \cdot \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)} = n \cdot 0.25$ …aber nicht beliebig klein

$R = 1/2$

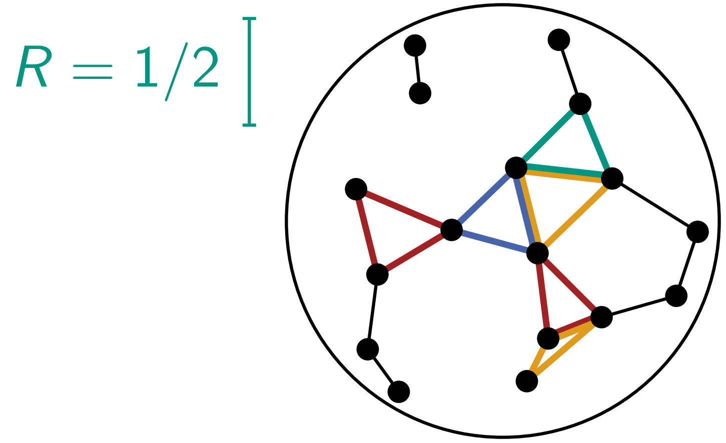


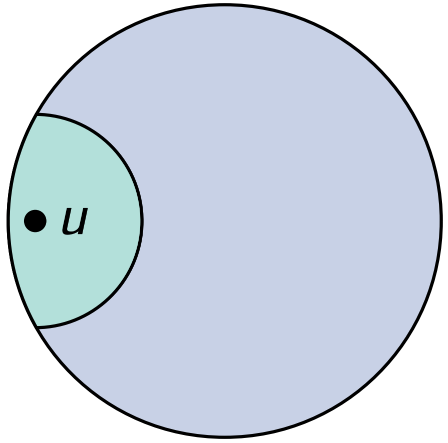


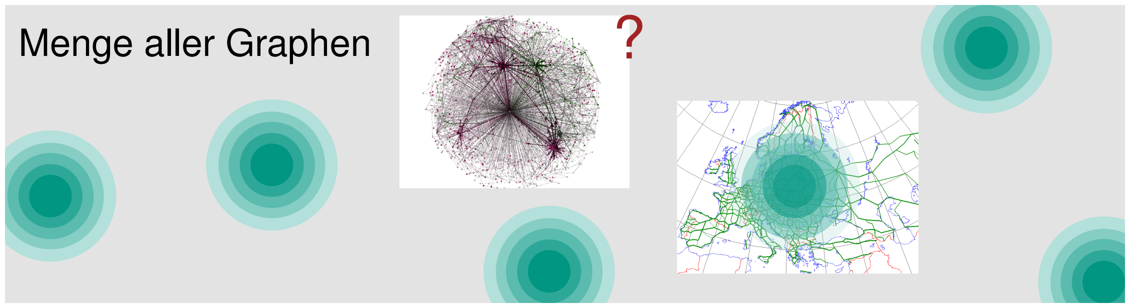


Geometrischer Zufallsgraph

- **Euklidisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus dem Einheitskreis
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid ||X_u - X_v||_2 \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung homogen
  - $\mathbb{E}[\deg(u)] \leq n \cdot \frac{A(\circ)}{A(\bigcirc)} = n \cdot 0.25$ . . . aber nicht beliebig klein

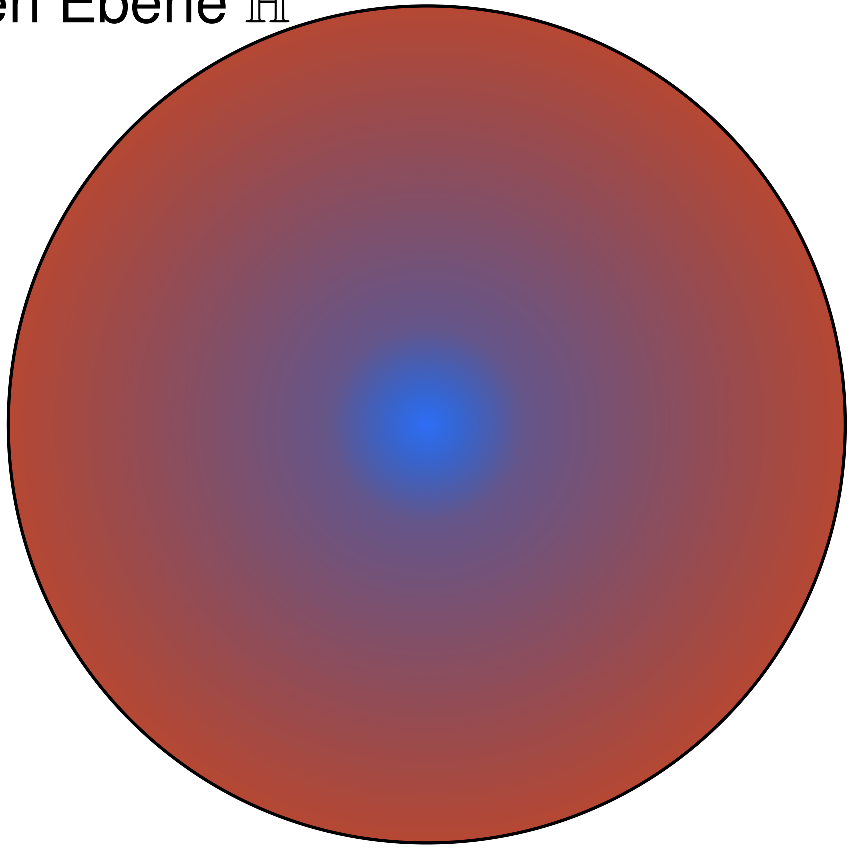






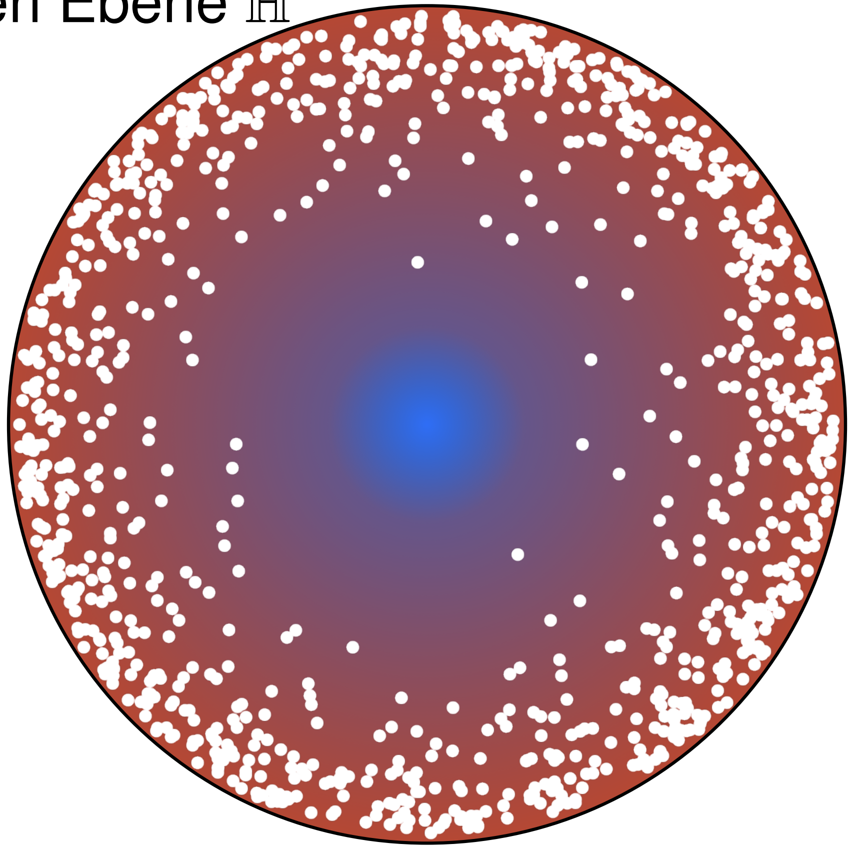
Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \text{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$



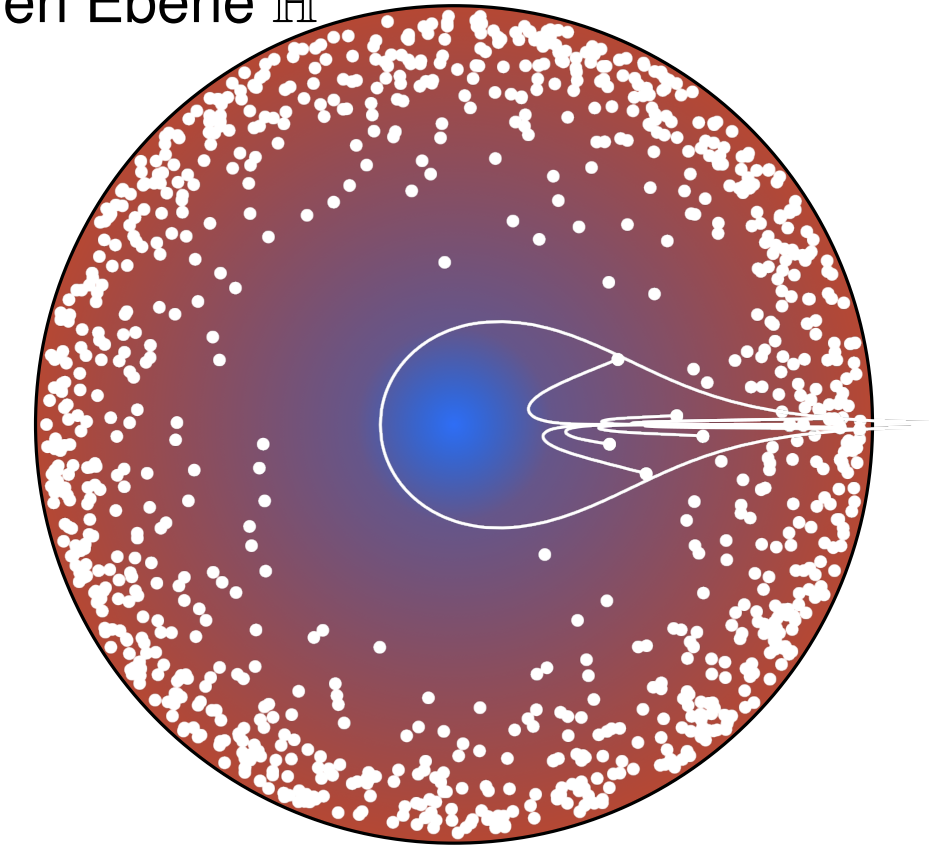
Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$



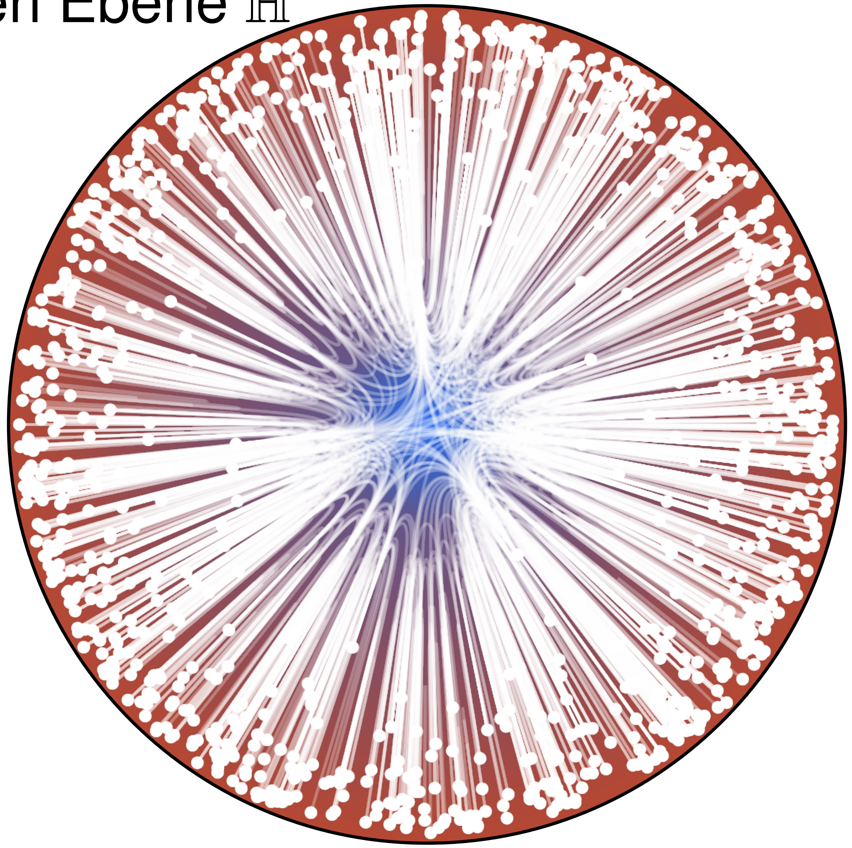
Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$



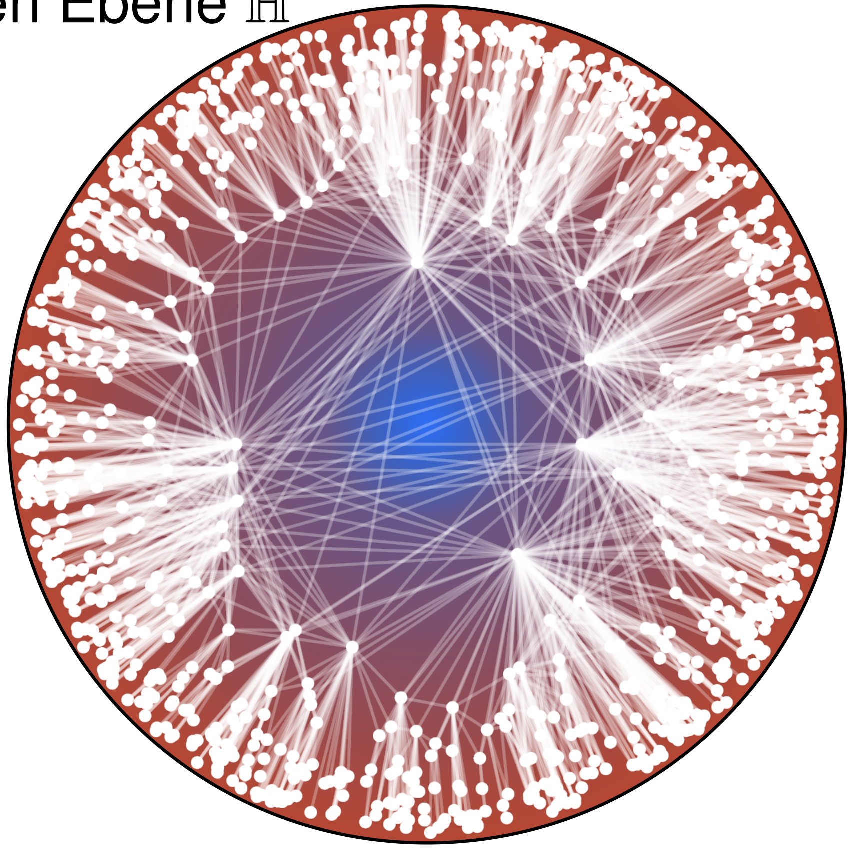
Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$



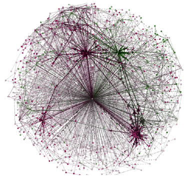
Geometrischer Zufallsgraph

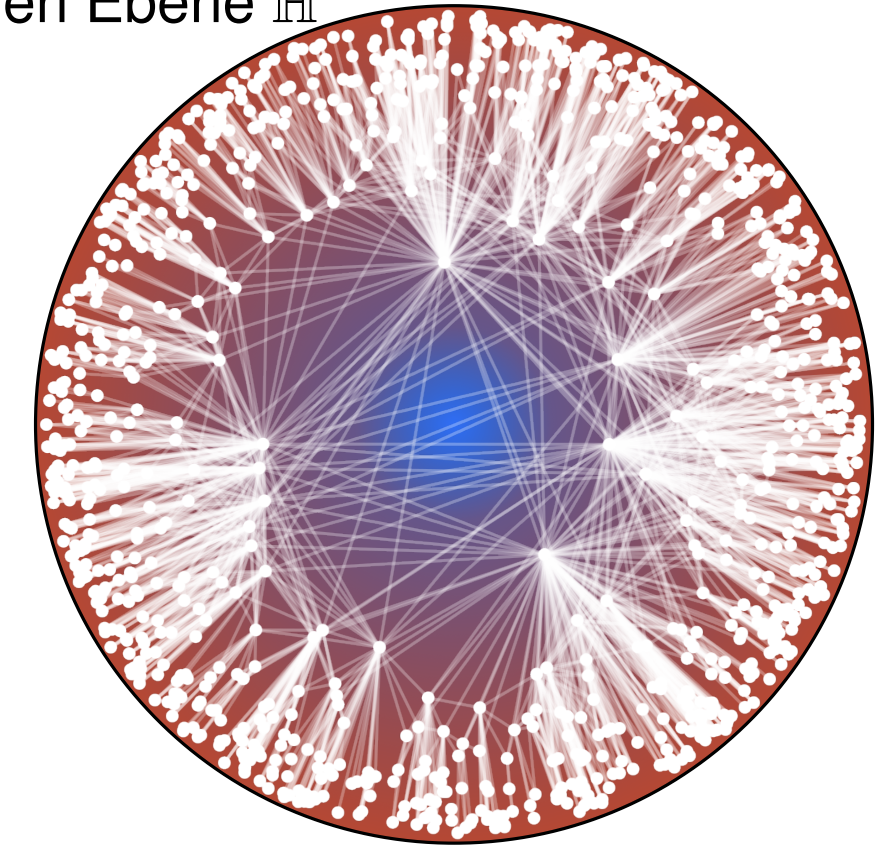
- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$



Geometrischer Zufallsgraph

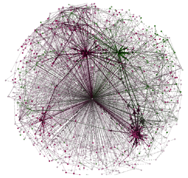
- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \dots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung heterogen



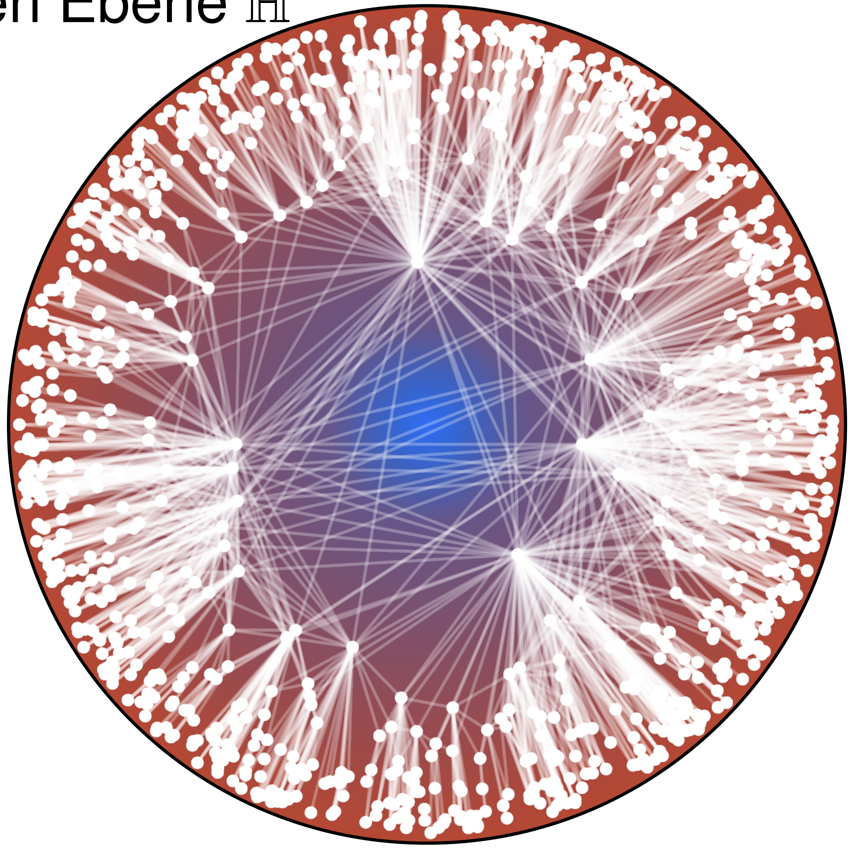


Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung heterogen

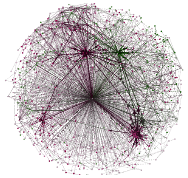


- **Average-Case Analyse**
  - Eingabe für den Algorithmus: ein hyperbolischer Zufallsgraph

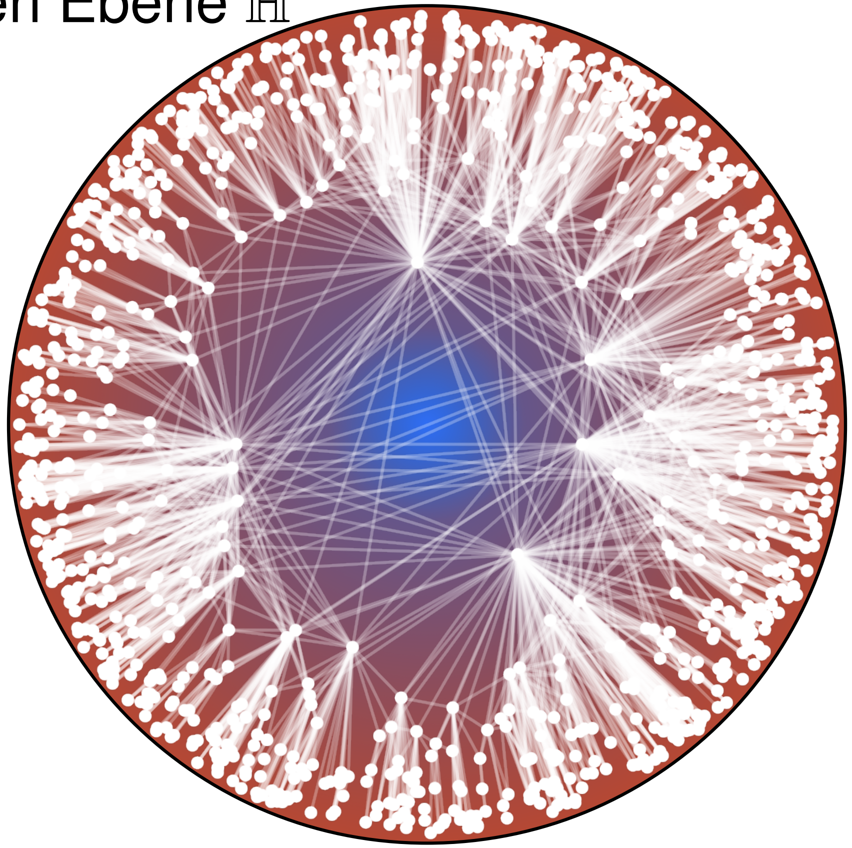


Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung heterogen

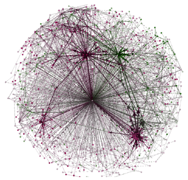


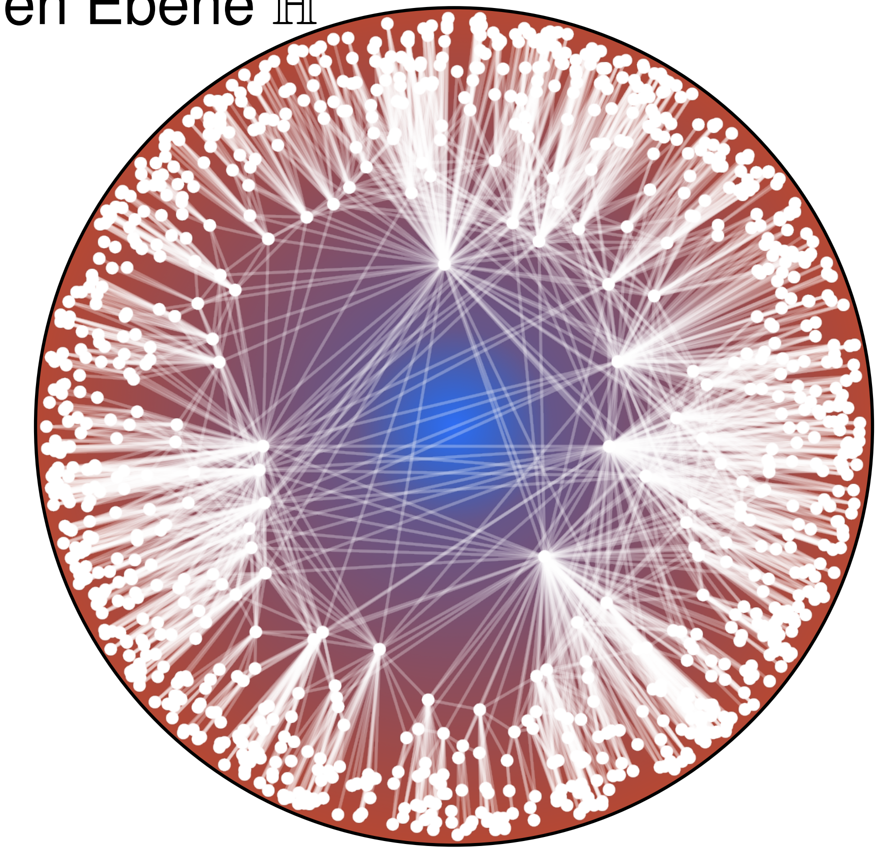
- **Average-Case Analyse**
  - Eingabe für den Algorithmus: ein hyperbolischer Zufallsgraph
  - geringe Laufzeit mit hoher Wahrscheinlichkeit



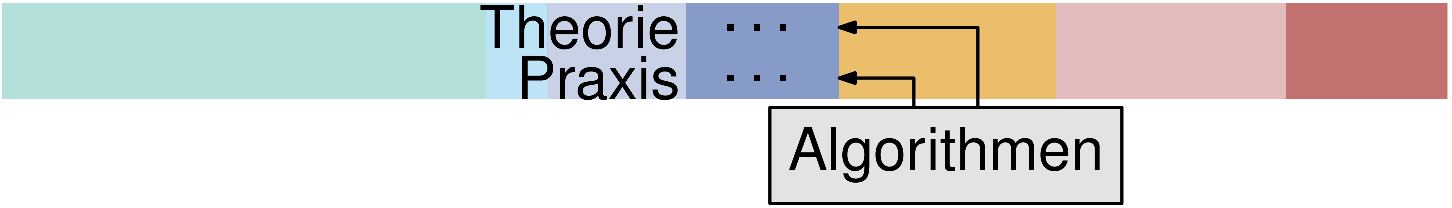
Geometrischer Zufallsgraph

- **Hyperbolisch**
  - $V = \{1, \ldots, n\}$
  - X_v gleichverteilt aus einem Kreis in der hyperbolischen Ebene $\mathbb{H}$
  - $E = \{\{u, v\} \in \binom{V}{2} \mid \mathrm{dist}_{\mathbb{H}}(u, v) \leq R\}$
- Lokalität ✓
- Gradverteilung heterogen



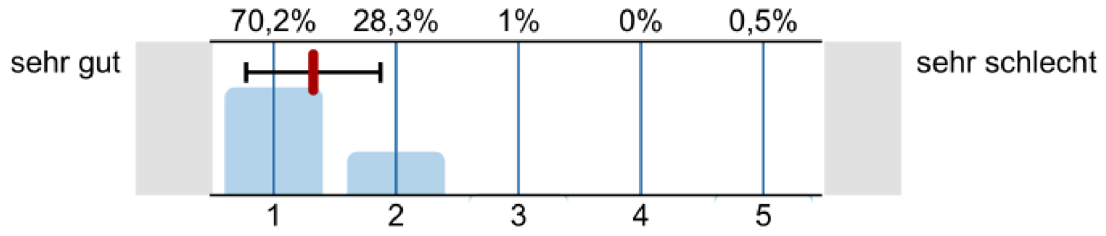


- **Average-Case Analyse**
  - Eingabe für den Algorithmus: ein hyperbolischer Zufallsgraph
  - geringe Laufzeit mit hoher Wahrscheinlichkeit

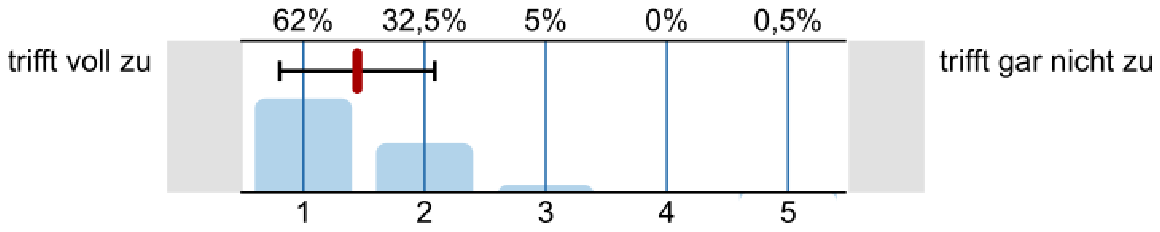


Eval – Gesamteindruck

Bitte benoten Sie die Lehrveranstaltung insgesamt



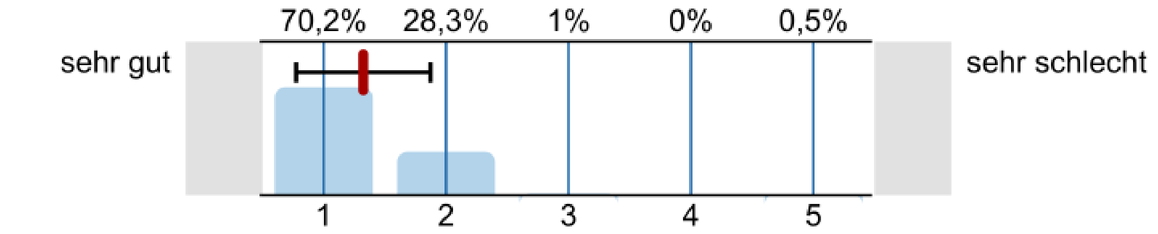
In dieser Lehrveranstaltung lerne ich viel.



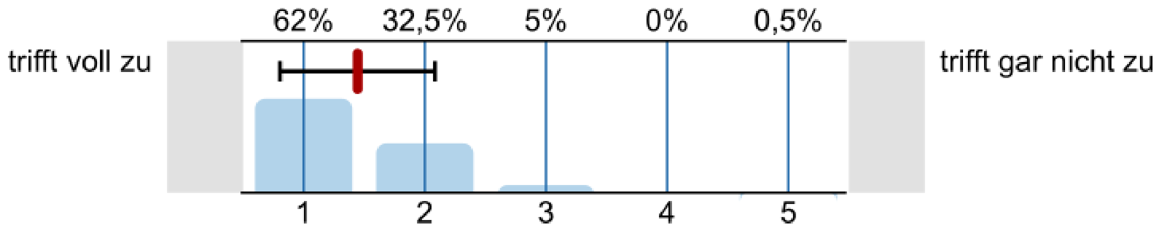
Vorlesung war eig ganz nice und interessant

Eval – Gesamteindruck

Bitte benoten Sie die Lehrveranstaltung insgesamt



In dieser Lehrveranstaltung lerne ich viel.



Vorlesung war eig ganz nice und interessant

55× Klicker-Abfragen regen zum mitdenken an

Die interaktive teilnahme

interaktive Umfragen in der Vorlesung hilfreich

Eval – Vortragsstil

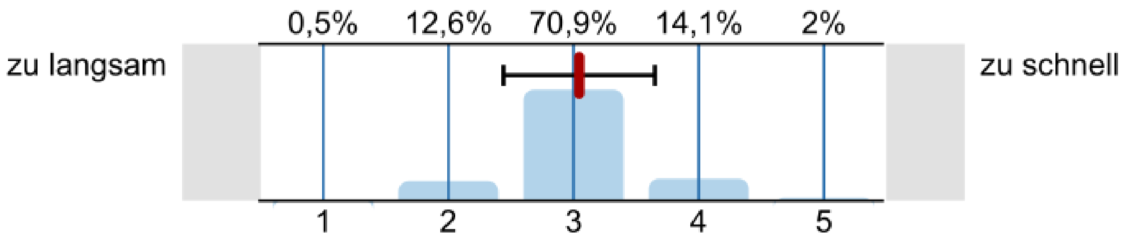
29×

Der Votragende hat laut und deutlich geredet

Die hohe Qualität des Vortrags

Die allgemeine Art des vortragens und der Präsentation des Stoffes war absolut genial.

Geschwindigkeit



Eval – Vortragsstil

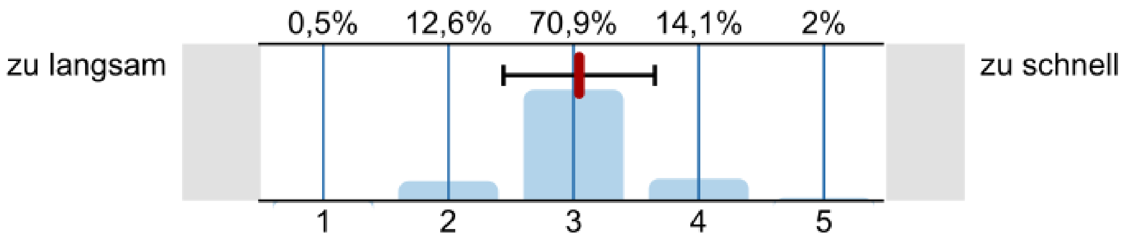
29×

Der Votragende hat laut und deutlich geredet

Die hohe Qualität des Vortrags

Die allgemeine Art des vortragens und der Präsentation des Stoffes war absolut genial.

Geschwindigkeit



6×

Manchmal redet der Prof zu schnell(zu lange schnelle Monologe).

Manchmal redet er sehr schnell

Sehr schnelle Sprechgeschwindigkeit

8×

Oft ziemlich langsam

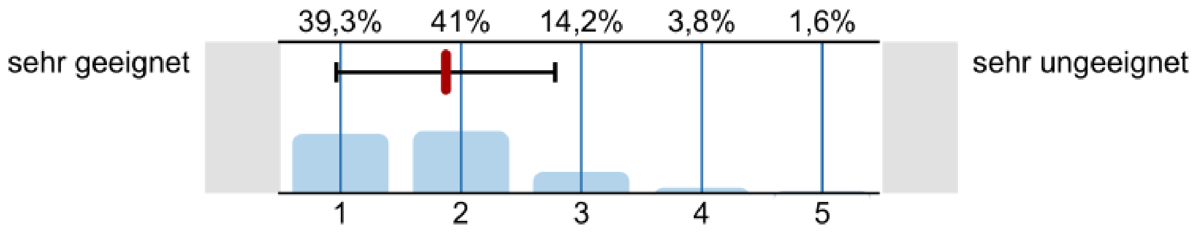
Etwas zu langsam

Teilweise werden einfache Beispiele und Tatsachen zu ausführlich ausgeführt, obwohl diese relativ offensichtlich sind.

Eval – Lernmaterialien

Karlsruher Institut für Technologie

Eignung der Lernmaterialien



32×

hervorrgande Folien (die auch später noch gut verständlich sind)

sehr sehr sehr gute, übersichtliche Folien :-)

Sehr gute Folien als Vorlesungsskript,

12×

Kein skript. Hätte erne ein skript

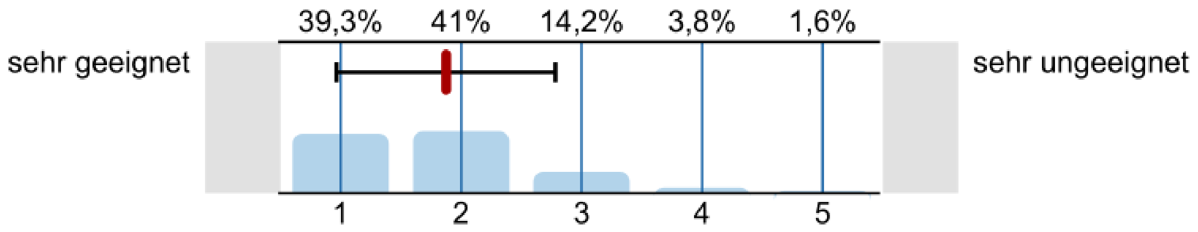
Bitte ein Skript erstellen.

- Dem Skript, also den Folien, fehlt so etwas wie ein Inhaltsverzeichnis / Stichwortverzeichnis. Es gibt viele Begriffe und manchmal sucht man eine Weile, bis man den Begriff gefunden hat.

Zusätzliches Skript wäre sinnvoll. Foliensätze zum Nachschlagen nicht gut geeignet

Eval – Lernmaterialien

Eignung der Lernmaterialien



32×

hervorrgande Folien (die auch später noch gut verständlich sind)

sehr sehr sehr gute, übersichtliche Folien :-)

Sehr gute Folien als Vorlesungsskript,

12×

Kein skript. Hätte erne ein skript

Bitte ein Skript erstellen.

- Dem Skript, also den Folien, fehlt so etwas wie ein Inhaltsverzeichnis / Stichwortverzeichnis. Es gibt viele Begriffe und manchmal sucht man eine Weile, bis man den Begriff gefunden hat.

Zusätzliches Skript wäre sinnvoll. Foliensätze zum Nachschlagen nicht gut geeignet

neu (auf der Homepage): Dokument mit Lernzielen, Literaturhinweisen und Glossar

Eval – Plattformen

Karlsruher Institut für Technologie

$5\times$ Nutzen von Discord

Kein Forum auf Ilias -> Entweder zwang zu Discord oder Email für kleine allgemeine Frage

$8\times$ Lieber Ilias nutzen als die Website für Einheitlichkeit mit anderen Modulen

Bitte ILIAS statt eigener Vorlesungswebsite nutzen

- ILIAS statt Website nutzen

Vorhandene Ressourcen werden nicht genutzt, sondern auf neue, unbekannte Systeme wird zurückgegriffen: Ilias, das zum Übungsblätter zur Verfügung stellen von jedem sonst genutzt wird, wird auf eine eigene Website ausgelagert.
Das integrierte Ilias Forum wird nicht benutzt, sondern man muss sich erst extra mit Discord auseinandersetzten, um essenzielle Informationen über z.b. die übungsblätter zu erhalten.
Alle anderen lehrveranstaltungen nutzen Zoom. Nur hier wird Twitch benutzt, worüber das Fragenstellen nur Benutzern möglich ist.

Eval – Plattformen

5×

Nutzen von Discord

Kein Forum auf Ilias -> Entweder zwang zu Discord oder Email für kleine allgemeine Frage

8×

Lieber Ilias nutzen als die Website für Einheitlichkeit mit anderen Modulen

Bitte ILIAS statt eigener Vorlesungswebsite nutzen

- ILIAS statt Website nutzen

Vorhandene Ressourcen werden nicht genutzt, sondern auf neue, unbekannte Systeme wird zurückgegriffen: Ilias, das zum Übungsblätter zur Verfügung stellen von jedem sonst genutzt wird, wird auf eine eigene Website ausgelagert.
Das integrierte Ilias Forum wird nicht benutzt, sondern man muss sich erst extra mit Discord auseinandersetzten, um essenzielle Informationen über z.b. die übungsblätter zu erhalten.
Alle anderen lehrveranstaltungen nutzen Zoom. Nur hier wird Twitch benutzt, worüber das Fragenstellen nur Benutzern möglich ist.

19×

schnelle Kommunikation über Discord praktisch

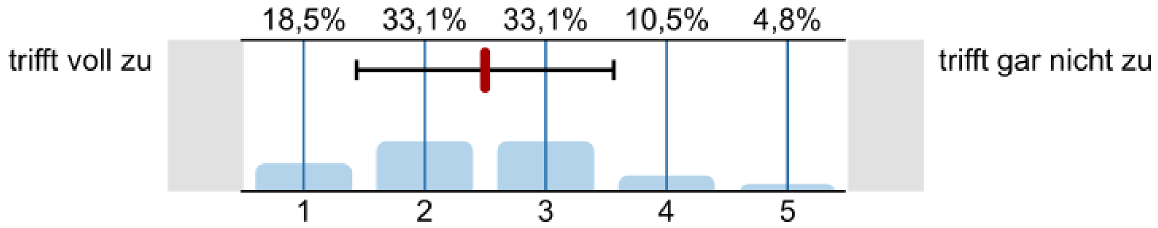
Beantwortung von Fragen in Discord

Den regen Austausch auf Discord. Es scheint als würde man hier mehr und schnellere Antworten als auf den anderen Ilias Foren erhalten.

Eval – Übung

Karlsruher Institut für Technologie

In dieser Lehrveranstaltung lerne ich viel.



4×

teilweise etwas zu viel Wiederholung

ausufernde Wiederholungen

für meinen Geschmack etwas zu viel Wiederholung des Vorlesungsstoffs

6×

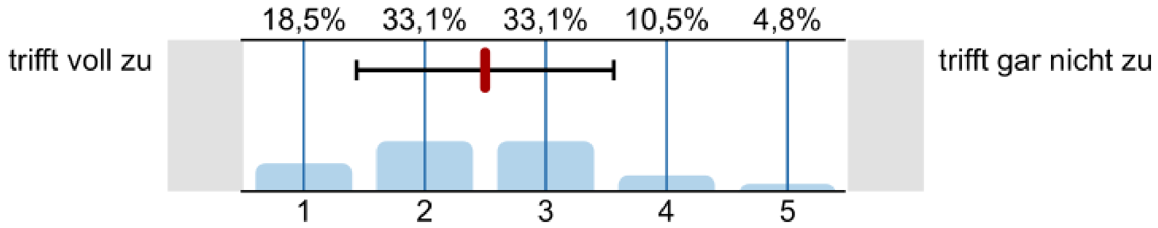
Ist wird öfters neuer Stoff vermittelt und nicht der alte Stoff geübt

Zu viel Übertrag und neue Themen
Fehlende Wiederholung der Inhalte

Es wird wenig wiederholt oder Beispielaufgaben gerechnet.

Eval – Übung

In dieser Lehrveranstaltung lerne ich viel.



4×

teilweise etwas zu viel Wiederholung

ausufernde Wiederholungen

für meinen Geschmack etwas zu viel Wiederholung des Vorlesungsstoffs

6×

Ist wird öfters neuer Stoff vermittelt und nicht der alte Stoff geübt

Zu viel Übertrag und neue Themen
Fehlende Wiederholung der Inhalte

Es wird wenig wiederholt oder Beispielaufgaben gerechnet.

14×

Anwendungen des Vorlesungsstoffs

Andere Beispiele als in der Vorlesung, Vertiefung

Teilweise auch neue Konzepte (bsp. Rot Schwarz Bäume) die nicht Teil der Vorlesung sind werden behandelt.
Das ist wesentlich interessanter und hilfreicher als einfach nur die Musterlösung vorzulesen

Eval 2.0

Welche Plattformen bevorzugt ihr?

Was wäre für euch in der Übung am hilfreichsten?

Falls ihr weniger als 50% der Übungspunkte erzielt habt, woran lag das?

Wie waren eure Tutorien?

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

dynamisches Array

Hashmap

Liste

(a, b)-Baum

binärer Heap

Union–Find

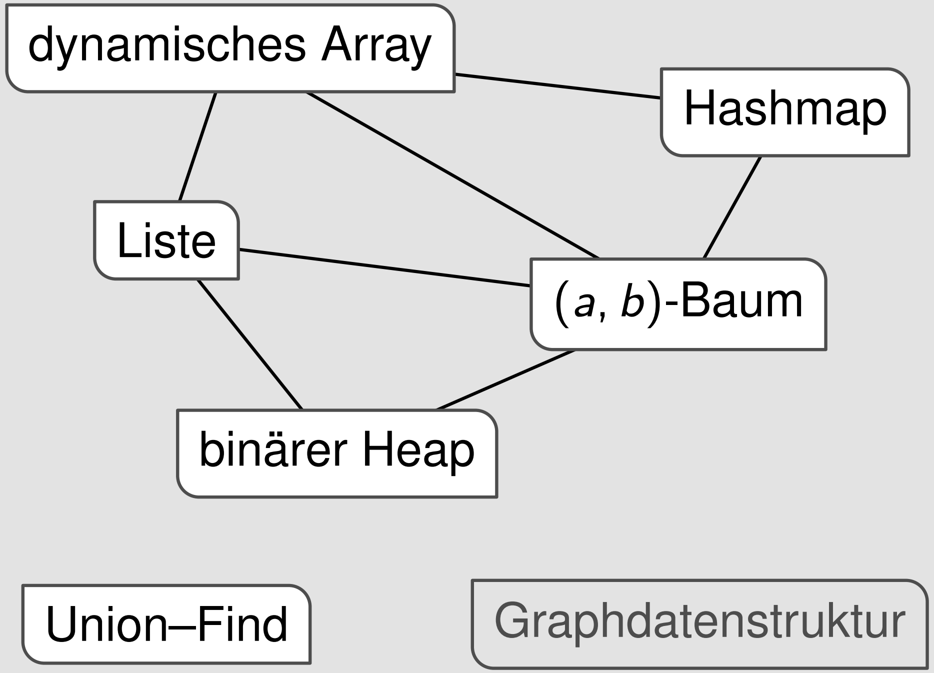
Graphdatenstruktur

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Kante: Überleg dir, was jeweils die Vor- und Nachteile der beiden Strukturen im Vergleich miteinander sind. Kennst du für beide Richtungen Situationen, in denen jeweils die eine der anderen überlegen ist?



Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

binäre Suche

Tiefensuche
gerichtet
ungerichtet

minimale Spannbäume
Prim und Kruskal

sortieren
vergleichsbasiert
(Merge- und Quicksort)
Zahlen
(Bucket- und Radixsort)

kürzeste Wege
Breitensuche
Dijkstra
Bellman–Ford
Floyd–Warshall

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

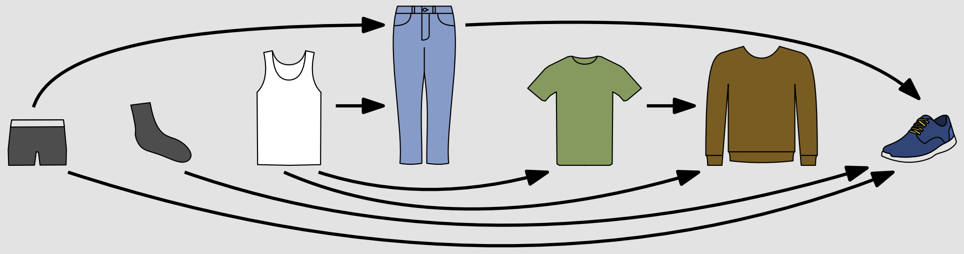
- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit



Formulierung in natürlicher Sprache

↓

formales Problem

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

Teile und Herrsche

Greedy

dynamische Programmierung

kleinere Tricks

etwas Unordnung erlauben
Lazy Evaluation
nutze Zahlen als Arrayindex

Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

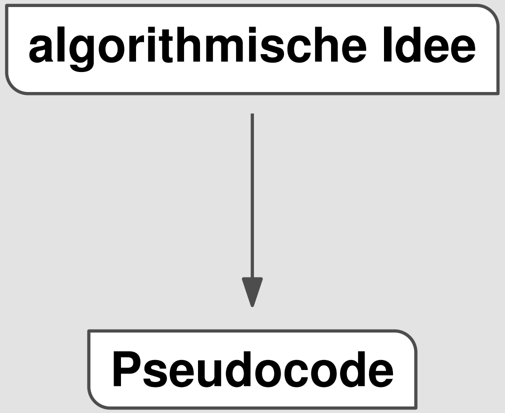
- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit



Was haben wir gelernt?

Datenstrukturen

- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen

- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken

- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

Invarianten

Induktion

Widerspruchsbeweis
(minimales Gegenbeispiel)

Austauschargument (Greedy)

(es gibt aber meist kein Kochrezept)

Was haben wir gelernt?

Karlsruher Institut für Technologie

Datenstrukturen
- Welche Datenstrukturen haben wir kennen gelernt?
- Für welchen Zweck ist welche Datenstruktur geeignet?
- Wie funktioniert die effiziente Umsetzung?

Algorithmen
- Welche Algorithmen haben wir kennen gelernt?
- Wie und warum funktionieren sie?

Methoden und Techniken
- Formalisierung
- Algorithmenentwurf
- Detailumsetzung
- Korrektheit
- Laufzeit

Asymptotik: O-Notation

Rekurrenzen auflösen
(via Rekursionsbaum)

exponentielle Summen

amortisierte Analyse

Average-Case Analyse
(randomisierte Algorithmen)

Adversary Argument

$\sum_{v \in V} \deg(v) \in \Theta(m)$

Klausur (1. September, 8 Uhr)

Karlsruher Institut für Technologie

Materialien

- Folien für Vorlesung und Übung (Homepage)
- Übungsblätter mit Lösungen (Homepage)
- Lernziele, Literaturhinweise und Glossar (Homepage)
- Aufzeichnung von Vorlesung und Übung (Ilias)
- alte Klausuren (Fachschaft)

Klausur (1. September, 8 Uhr)

Materialien

- Folien für Vorlesung und Übung (Homepage)
- Übungsblätter mit Lösungen (Homepage)
- Lernziele, Literaturhinweise und Glossar (Homepage)
- Aufzeichnung von Vorlesung und Übung (Ilias)
- alte Klausuren (Fachschaft)

Zusätzliche Angebote

- Nachholtuts im August jeweils Montag und Mittwoch 9:45 in Raum -102
- digitale Sprechstunde (via Twitch): 3.8. um 14 Uhr und eventuell nochmal in der Woche 22.8. – 26.8.

Klausur (1. September, 8 Uhr)

Materialien

- Folien für Vorlesung und Übung (Homepage)
- Übungsblätter mit Lösungen (Homepage)
- Lernziele, Literaturhinweise und Glossar (Homepage)
- Aufzeichnung von Vorlesung und Übung (Ilias)
- alte Klausuren (Fachschaft)

Zusätzliche Angebote

- Nachholtuts im August jeweils Montag und Mittwoch 9:45 in Raum -102
- digitale Sprechstunde (via Twitch): 3.8. um 14 Uhr und eventuell nochmal in der Woche 22.8. – 26.8.

Plant ihr zu den Nachholtuts zu gehen?

Klausur (1. September, 8 Uhr)

Karlsruher Institut für Technologie

Materialien

- Folien für Vorlesung und Übung (Homepage)
- Übungsblätter mit Lösungen (Homepage)
- Lernziele, Literaturhinweise und Glossar (Homepage)
- Aufzeichnung von Vorlesung und Übung (Ilias)
- alte Klausuren (Fachschaft)

Zusätzliche Angebote

- Nachholtuts im August jeweils Montag und Mittwoch 9:45 in Raum -102
- digitale Sprechstunde (via Twitch): 3.8. um 14 Uhr und eventuell nochmal in der Woche 22.8. – 26.8.

Erlaubte Hilfsmittel

- Spickzettel: ein A4 Blatt (Vor- und Rückseite), beliebig beschrieben
- Empfehlung: selbst erstellen und nicht von Kommiliton:innen kopieren

Algorithmen-Vorlesungen am KIT (Stand 2022)

Im Bachelor belegbar

- (Theoretische Grundlagen der Informatik)
- Algorithmen 2
- Algorithmen für planare Graphen
- Fortgeschrittenes algorithmisches Programmieren

Welche Vorlesungen genau angeboten werden ist natürlich immer etwas im Wandel.

Algorithmen-Vorlesungen am KIT (Stand 2022)

Welche Vorlesungen genau angeboten werden ist natürlich immer etwas im Wandel.

Im Bachelor belegbar

- (Theoretische Grundlagen der Informatik)
- Algorithmen 2
- Algorithmen für planare Graphen
- Fortgeschrittenes algorithmisches Programmieren

Vertiefungsvorlesungen für den Master

- Algorithm Engineering
- Fortgeschrittene Datenstrukturen
- Parallele Algorithmen
- Text-Indexierung
- Algorithmen in Zellularautomaten
- Randomisierte Algorithmen
- Modelle der Parallelverarbeitung
- Algorithmische Geometrie
- Parametrisierte Algorithmen
- Algorithmen für Routenplanung
- Algorithmische Graphentheorie
- Algorithmen zur Visualisierung von Graphen

Todo für euch

Karlsruher Institut für Technologie

Meldet euch für die Klausur an!

Bereitet euch gut darauf vor!

Schreibt eine gute Klausur!

Todo für euch

Meldet euch für die Klausur an!

Bereitet euch gut darauf vor!

Schreibt eine gute Klausur!

Wir wünschen viel Erfolg!