

# Netzwerkanalyse zur Komposition und Evolution innerprotestantischer Gruppen im 16. Jahrhundert

Ramona Roller

8. Februar 2023



# Die Reformation und ideologische Gruppen



Adobe stock 132438421

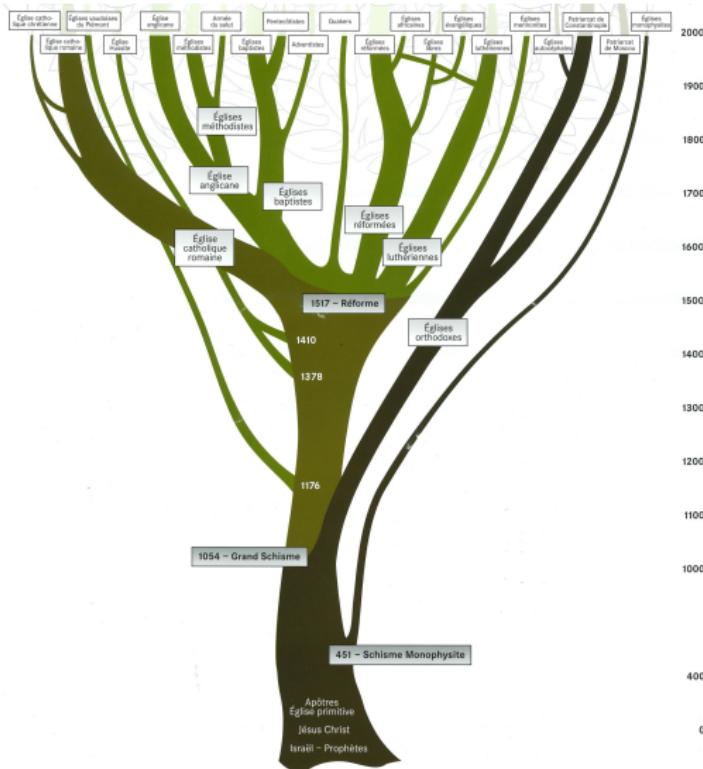
- ➔ **Binärer** Kampf zw. ideologischen Gruppen

# Die Reformation und ideologische Gruppen



Adobe stock 132438421

### → Binärer Kampf zw. ideologischen Gruppen



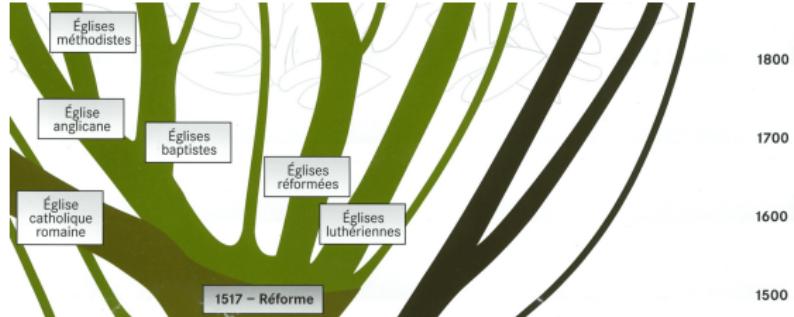
source: International Museum of the Reformation, Geneva (2018)

# Die Reformation und ideologische Gruppen



source: Adobe stock 132438421

- ⌚ Binärer Kampf zw. ideologischen Gruppen



source: International Museum of the Reformation, Geneva [2018]

- ⌚ Multi-konfessionale Bewegung

# Die Reformation und ideologische Gruppen



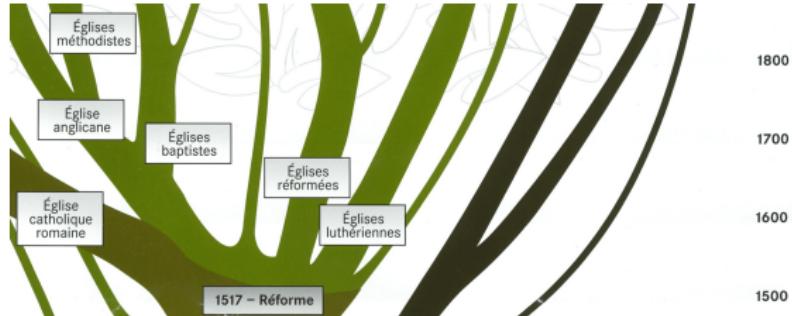
source: Adobe stock 132438421

## ④ Binärer Kampf zw. ideologischen Gruppen

### Forschungsfrage

Wie können wir protestantische Ideologien identifizieren und Individuen ihnen zuordnen?

Wie können wir diese Ideologien rückkoppeln an existierende Theorien in den Sozial- und Geschichtswissenschaften?



source: International Museum of the Reformation, Geneva [2018]

## ④ Multi-konfessionale Bewegung

# Die Reformation und ideologische Gruppen



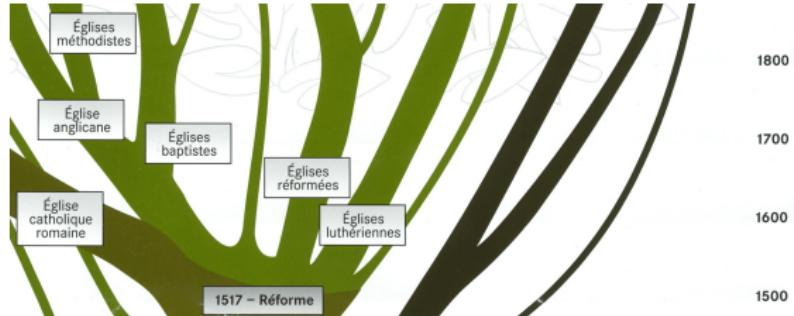
source: Adobe stock 132438421

## ② Binärer Kampf zw. ideologischen Gruppen

### Forschungsfrage

Wie können wir protestantische Ideologien identifizieren und Individuen ihnen zuordnen?

Wie können wir diese Ideologien rückkoppeln an existierende Theorien in den Sozial- und Geschichtswissenschaften?



source: International Museum of the Reformation, Geneva [2018]

## ③ Multi-konfessionale Bewegung

### Zwischenschritt

► Welche protestantischen Ideologien gab es?

► Warum sind protestantische Ideologien wichtig?

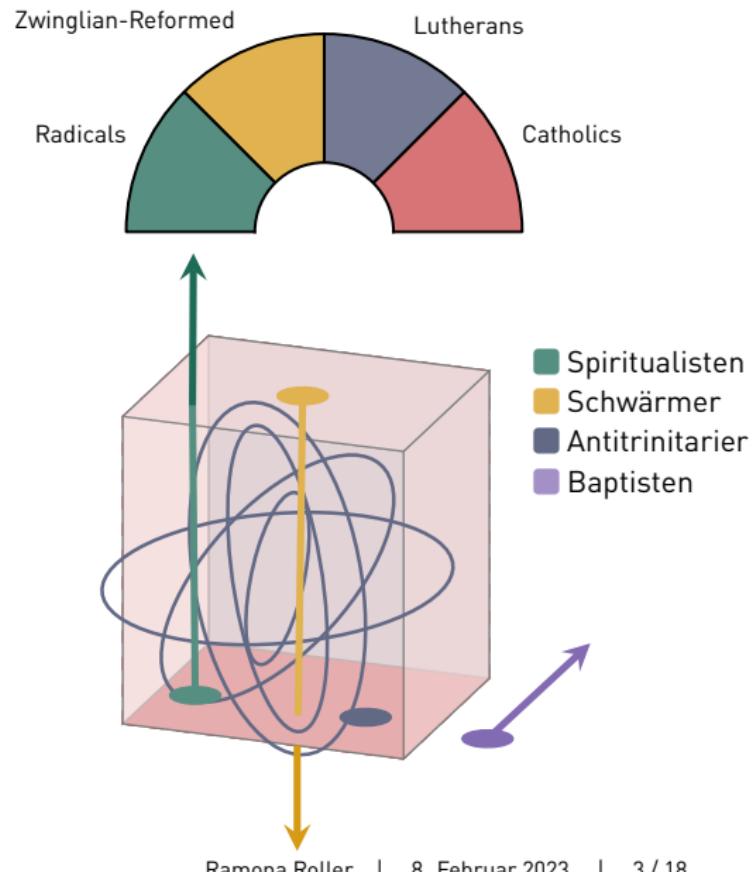
# Welche protestantischen Ideologien gab es?

## Herausforderungen

- ▶ Keine klare Gruppenabgrenzung
- ▶ Ideologie-Bezeichnungen sind zielgerichtet
  - ▶ Historisch vs modern
  - ▶ Selbst vs fremd
  - ▶ Verhalten vs konstruiert

## Lösung für diese Analyse

- ▶ Vereinfachte klare ideologische Gruppen nach Fast (1962) and Stangenberg (2019)
- ⌚ **Computergestützte Analysen bauen auf Vereinfachungen abstrakter Konzepte**



# Warum sind protestantische Ideologien wichtig?

⇒ Weil sie die Geschichte bis ins 21 Jh. geprägt haben und noch prägen.

- ▶ **Dreißigjähriger (Achtzigjähriger) Krieg**

- ▶ Lange Dauer
  - ▶ Großer politischer-gesellschaftlicher Einfluss

- ▶ **Nationale Identität**

- ▶ Lutheraner (Luther Denkmäler)
  - ▶ Reformierte (Zwingli Denkmäler)
  - ▶ Schwärmer (Thomas Müntzer)

- ▶ **Formierung des modernen Staats**

- ▶ Konfession spaltet schweizer Kantone (z.B. Appenzell, Basel)
  - ▶ Theorie der Konfessionalisierung Reinhard (1999) and Schilling (1988)

⇒ **Ideologische Gruppen beeinflussen moderne Entscheidungen und Identitäten**



source: Wikimedia



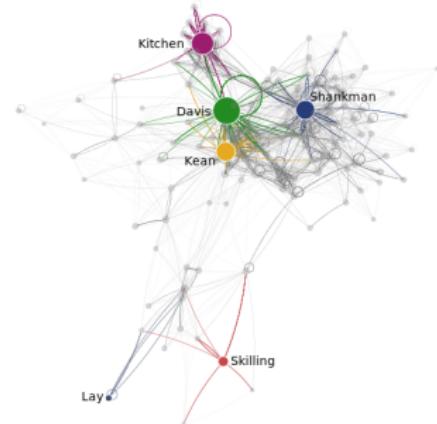
source: suche-briefmarken.de

# Protestantische Ideologien identifizieren (1/2)

- ▶ Forschungsfrage → community detection

## Community

- ▶ Gruppe von Knoten im Netzwerk
- ▶ Wahrscheinlichkeit(Verbindungen innerhalb der Gruppe) > Wahrscheinlichkeit(Verbindungen zwischen Gruppen)



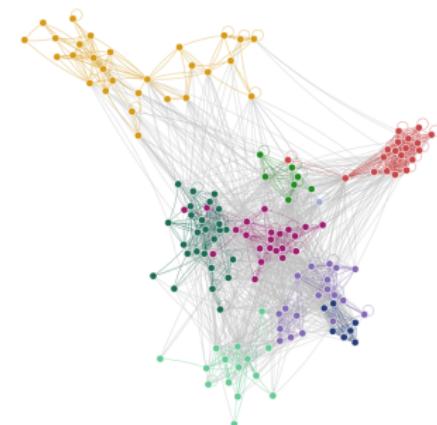
**Communities** <sup>?</sup> ideologische Gruppen

- **In-group favouritism** (Sumner 1910; Efferson et al. 2008; Fu et al. 2012)

Mehr Interaktionen zw. Mitgliedern der gleichen Gruppe  
(Gruppe definiert durch Kultur, Verhalten, sozio-ökonomischer Status, etc.)

- ▶ **Community detection:** Gruppe von Algorithmen zur Identifizierung der Communities. (Fortunato 2010)

- ⇒ **Community detection ist eine etablierte Methode, um Gruppenstrukturen in Netzwerken zu identifizieren.**



# Das Briefkorrespondenznetzwerk der Reformatoren

- ▶ 9 Briefeditionen
- ▶ 26.000 Briefe
- ▶ 3.000 Reformatoren
- ▶ 1500–1565
- ▶ Sendedatum
- ▶ Ortsnamen



Luther



Melanchthon



Karlstadt



Bucer



Zwingli



Bullinger



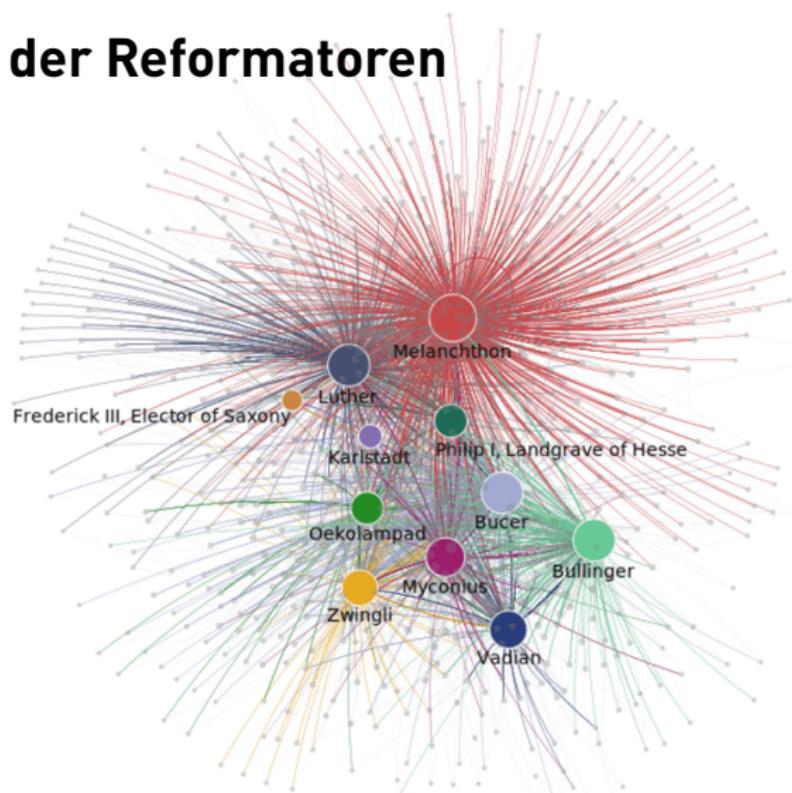
Vadian



Myconius

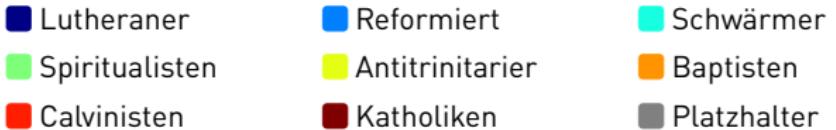


Oekolampad



⇒ Ziel: Ideologische Gruppen mithilfe von community detection im Briefkorrespondenznetzwerk finden.

# Community detection with Infomap



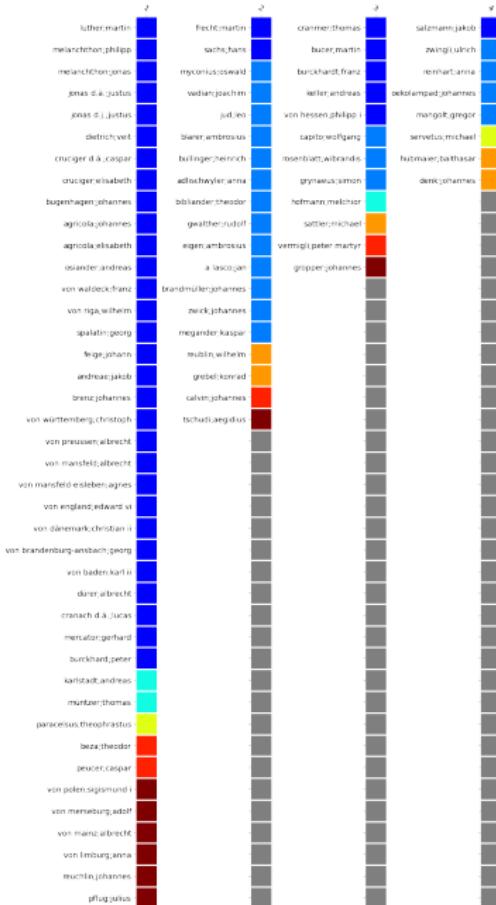
## Communities

- c1 Lutheraner
- c2 reformierte, junge Generation
- c3 Vermittler
- c4 Reformierte, alte Generation

## Keine Übereinstimmung

- Servetus: Mitglied in c4, aber c3 erwartet
- Denk: Mitglied in c4, aber c3 erwartet

- ⌚ Communities können zu historischen Ideologien gemappt werden.
- ⌚ Nicht-übereinstimmende Fälle → neue Hypothesen



# Probleme mit community detection

## ► Problem 1: Welchen Algorithmus wählen?

Infomap, label propagation, modularity maximisation, leading eigenvector, walktrap, spinglass, edge betweenness, fast greedy, multilevel,... (Lancichinetti and Fortunato 2009; Yang et al. 2016)

## ► Problem 2: Algorithmen erzielen unterschiedliche Ergebnisse

### Anzahl der gefundenen communities variiert

- Infomap: 107
- Label propagation: 1093
- Modularity maximisation: 8

### Zusammensetzung der communities variiert

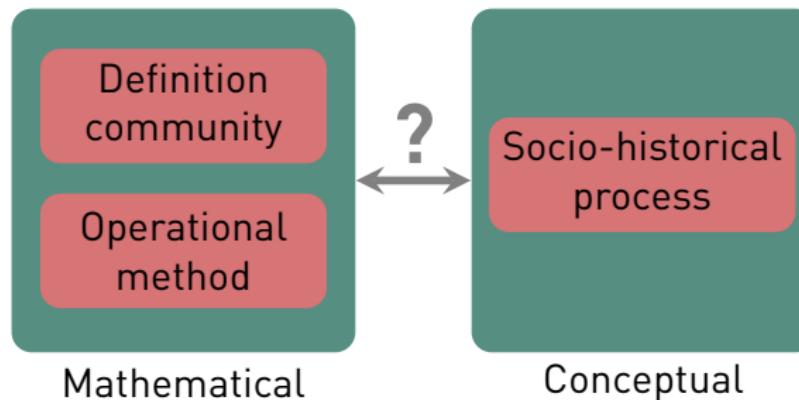
Table 2.1: Similarities between community detection results.

	Rand index	Jaccard index
Infomap vs label propagation	0.64	0.36
Infomap vs modularity	0.81	0.63
label propagation vs modularity	0.57	0.37

## ⌚ Community detection hat keine eindeutige Lösung

# Warum unterscheiden sich die Ergebnisse?

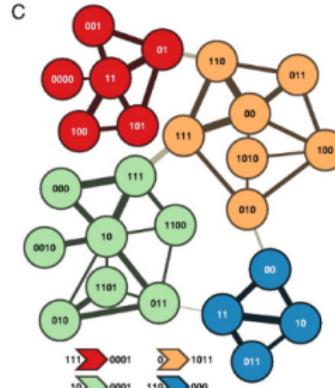
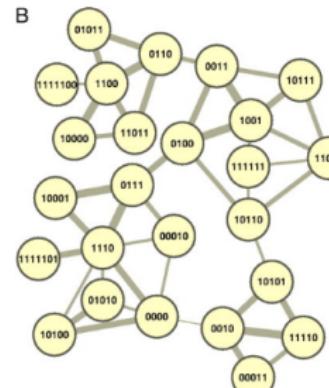
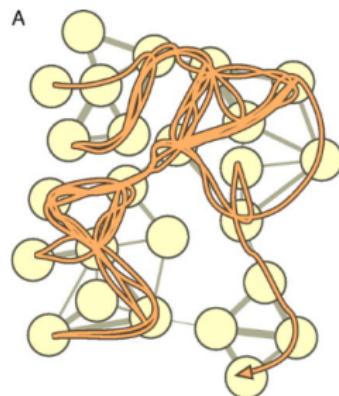
- ⌚ Weil community detection Algorithmen 'community' unterschiedlich definieren.  
(Coscia et al. 2011; Fortunato and Hric 2016)
- ▶ Focus heute: Infomap, label propagation, modularity maximisation



- ⌚ **Mathematische Definition des Algorithmus auf sozio-historische Prozesse mappen.**
- ⌚ **Sozio:** Erklärt Gruppenbildung
- ⌚ **Historisch:** Relevant für die Reformation / Prozesse im 16. Jahrhundert
- ⌚ **Mapping:** Sachkundig-subjektive Entscheidung

**Infomap** Rosvall and Bergstrom (2008)

- ▶ **Definiert durch Nähe:** Knoten erreichen einander über eine geringe Anzahl von Kanten
  - ▶ **Verfahren:** random walk + Kompression
  - ▶ **Kompression:** Knoten-Label werden zwischen communities wiederverwendet  
(vgl. gleiche Straßennamen in unterschiedlichen Städten)



source: Rosvall and Bergstrom (2008)

```
1111100 1100 0110 11011 10000 11011 0110 0011 10111 1001 0011  
1001 0010 0111 10001 1110 0111 10001 0111 1100 0000 1110 10001  
0111 1100 0111 1110 111101 1110 0001 1000 0000 1110 10001 0111  
0100 10110 10110 10111 1001 0011 1001 10110 1001 0100 0100 0000  
0011 0100 0110 0110 01110 0110 0111 0100 0111 1001 10111 0011 0000  
0111 10001 1110 10001 0111 0100 10110 111111 10110 10101 11101  
0001.
```

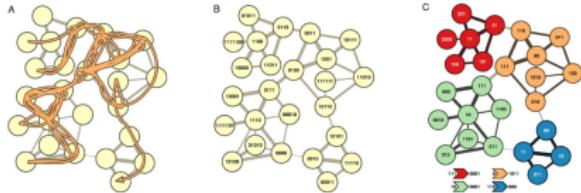
```
111 0000 11 01 101 100 101 01 0001 0 110 011 00 110 00 111 1011 11  
111 000 10 111 000 11 10 011 10 000 11 10 111 10 0010 10 0011 10 011  
011 10 000 111 0001 0 111 010 100 011 00 111 00 011 00 110 00 111  
110 111 110 1011 111 01 101 01 0001 0 111 110 00 011 110 111 1011  
10 111000 10 000 111 0001 0 111 010 1010 010 1011 110 00 10 011
```

- ☞ Infomap: communities repräsentieren die kürzeste Kompression der Knoten

# Infomap zu contagion mappen

## Sozialer Prozess

- ▶ **Contagion:** Kontakt mit einem anderen Gruppenmitglied (vgl. Pandemie)  
Young (2009), Bass (1980), and Mahajan and Peterson (1985)
- ▶ Random walk → Verbreitung von Ideen
- ▶ Kompression → Gleiche Idee wird in unterschiedlichen Situationen weitergegeben



source: rnz.co.nz

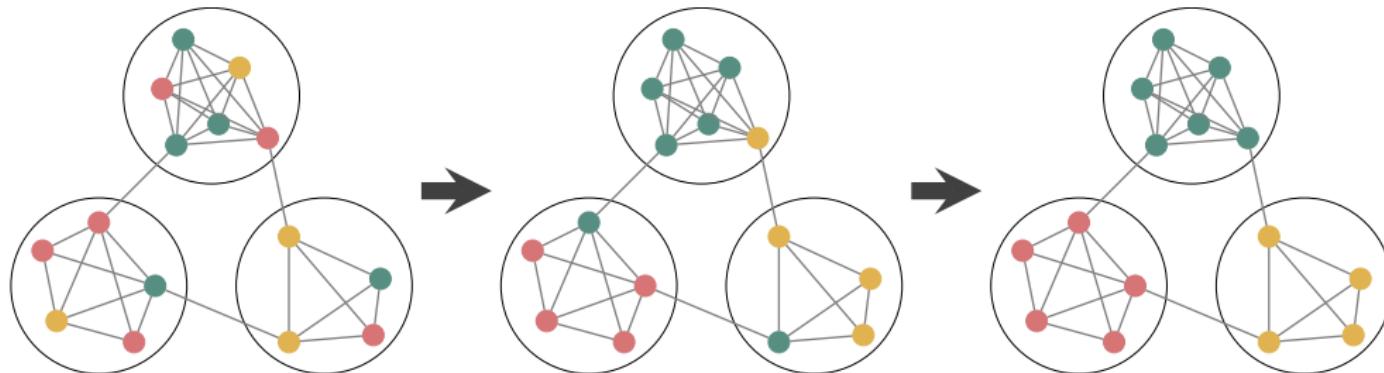
## Historisch-relevant

- ▶ Random walker → Konservierte Mengen
  - ▶ Briefe
  - ▶ Visitationen
  - ▶ Reisender Kaiser
- ▶ Kompression → Transsubstantiation
  - ▶ Wandlung von Brot & Wein in Leib & Blut Jesu
  - ▶ **Lutheraner:** Reale Präsenz Jesu
  - ▶ **Reformed:** Symbolische Präsenz Jesu

⌚ Contagion kann erklären, wie ideologische Gruppen Transsubstantiation unterschiedlich diskutierten

# Label propagation Raghavan et al. (2007)

- ▶ **Definiert durch Diffusion:** Knoten werden nach gleicher Eigenschaft, Aktion oder Information gruppiert, nachdem sich jene im Netzwerk verbreitet haben.
- ▶ **Verfahren:** Übertragungsregel + nach gleichem Zustand gruppieren
- ▶ **Übertragung:** Label des Knotens durch die Mehrheit der Labels der Nachbarn bestimmt



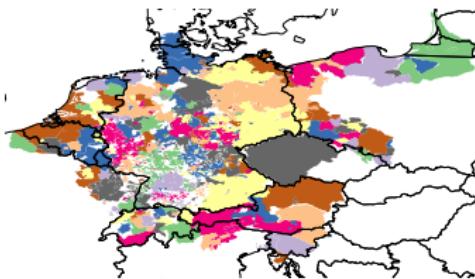
Adapted from Coscia et al. (2011)

- ⌚ **Label propagation: communities repräsentieren konvergierten Mehrheitseinfluss**

# Label propagation zu social influence mappen

## Sozialer Prozess

- ▶ **Social influence:** Kontakt mit ausreichend vielen anderen Gruppenmitgliedern (vgl. Modetrends)  
Young (2009), Schelling (1971), Granovetter (1978), Granovetter and Soong (1988), and Dodds and Watts (2004)
- ▶ Übertragungsregel → sich der Mehrheit der Nachbarn anschließen



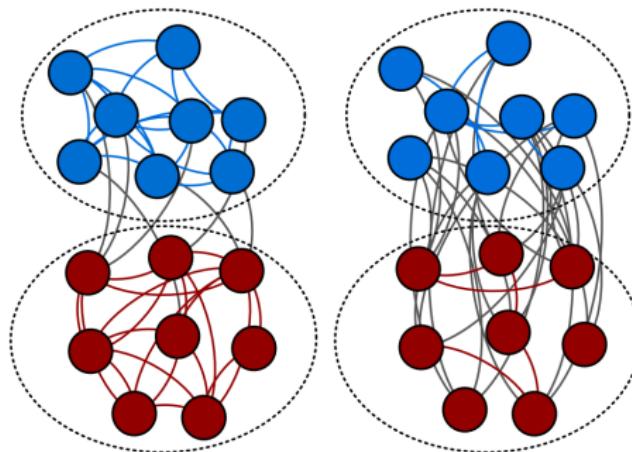
## Historisch-relevant

- ▶ Mehrere Kontaktpersonen → strategische Allianzen (Roller et al. 2022; Cantoni 2012)
  - ▶ Einführung des Protestantismus in den Territorien
  - ▶ Schwache Territorien übernehmen die Mehrheitsentscheidung der mächtigen Nachbarn

- ➊ Label propagation kann erklären, wie Mehrheitseinfluss die Chance beeinflusst sich einer ideologischen Gruppe anzuschliessen

# Modularity maximisation Newman and Girvan (2004)

- **Definiert durch Dichte:** Verbindungen innerhalb der Communities sind dichter, als zw. ihnen
- **Verfahren:** Intra-community Dichte wird zwischen observiertem und randomisierten Netzwerken verglichen



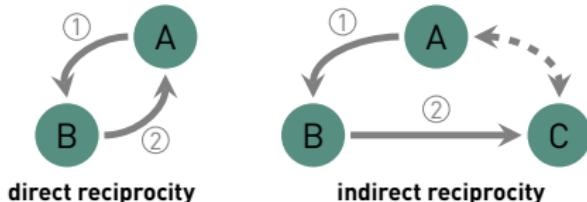
source: Fortunato and Hric (2016)

- ⌚ **Modularity:** Communities repräsentieren dicht verlinkte Knoten relativ zu randomisierten Netzwerken.

# Modularity zu indirekter Reziprozität mappen

## Sozialer Prozess

- ▶ **Indirekte Reziprozität:** Gefallen werden indirekt erwidert, was zu dichten Dreiergruppen führt.  
(Nowak and Sigmund 2005)
- ▶ Dichte → geschlossene Knoten-Trios (triadic closure)



source: Wikipedia [2021]

## Historisch-relevant

Triadic closure → Hilfeleistungen

- ▶ Betreuung der Witwen von Freunden
  - ▶ Capito (B) heiratet Oekolampads (A) Frau (C)
  - ▶ Bucer (B) heiratet Capitos (A) Frau (C)

④ Modularity kann erklären, wie indirekte Reziprozität zur Bildung von dichtvernetzten Gruppen beitrug

# Welchen community detection Algorithmus sollen wir wählen?

## Theoriebasiert: Prozess-orientiert

- 1 Sozio-historischen Prozess identifizieren, der zu (ideologischen) Gruppen geführt haben könnte
  - 2 Algorithmus wählen, der diesen Prozess abdeckt
- 
- ▶ **Modularity:** Persönliche Bekanntschaften (indirekte Reziprozität)
  - ▶ **Label propagation:** Politische Entscheidungen übernehmen (social influence)
  - ▶ **Infomap:** Theologische Doktrin verbreiten (contagion)
- 
- ⌚ Realität: Alle Prozesse waren wahrscheinlich wichtig.
- ⌚ Annahme: Ideologische Gruppen haben hauptsächlich theologische Unterschiede → Infomap

# Zusammenfassung

## Die Herausforderung

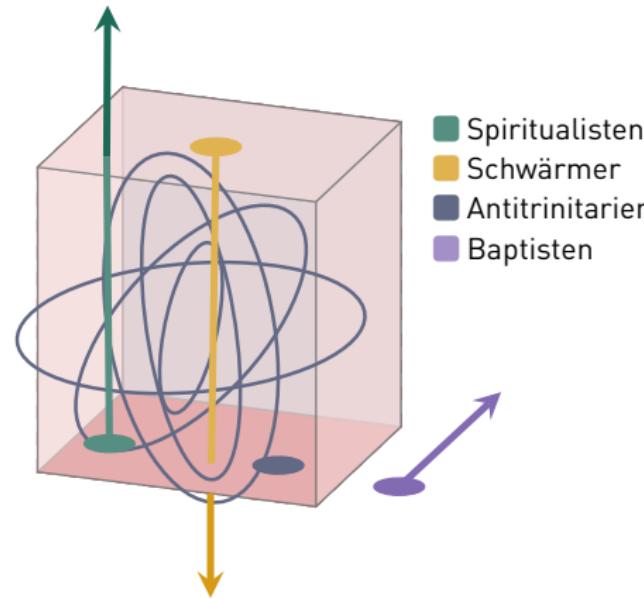
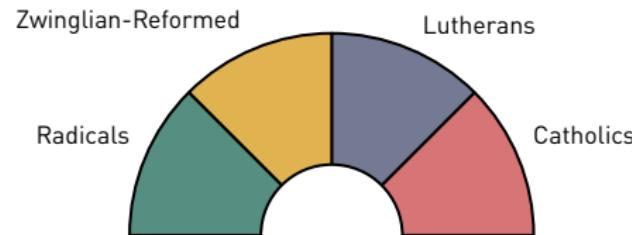
- ▶ Netzwerk communities ↔ ideologische Gruppen
- ▶ Welchen Algorithmus wählen?

## Das Mapping

- ▶ Infomap → Contagion
- ▶ Label propagation → Social influence
- ▶ Modularity → indirekte Reziprozität

## Das Ergebnis

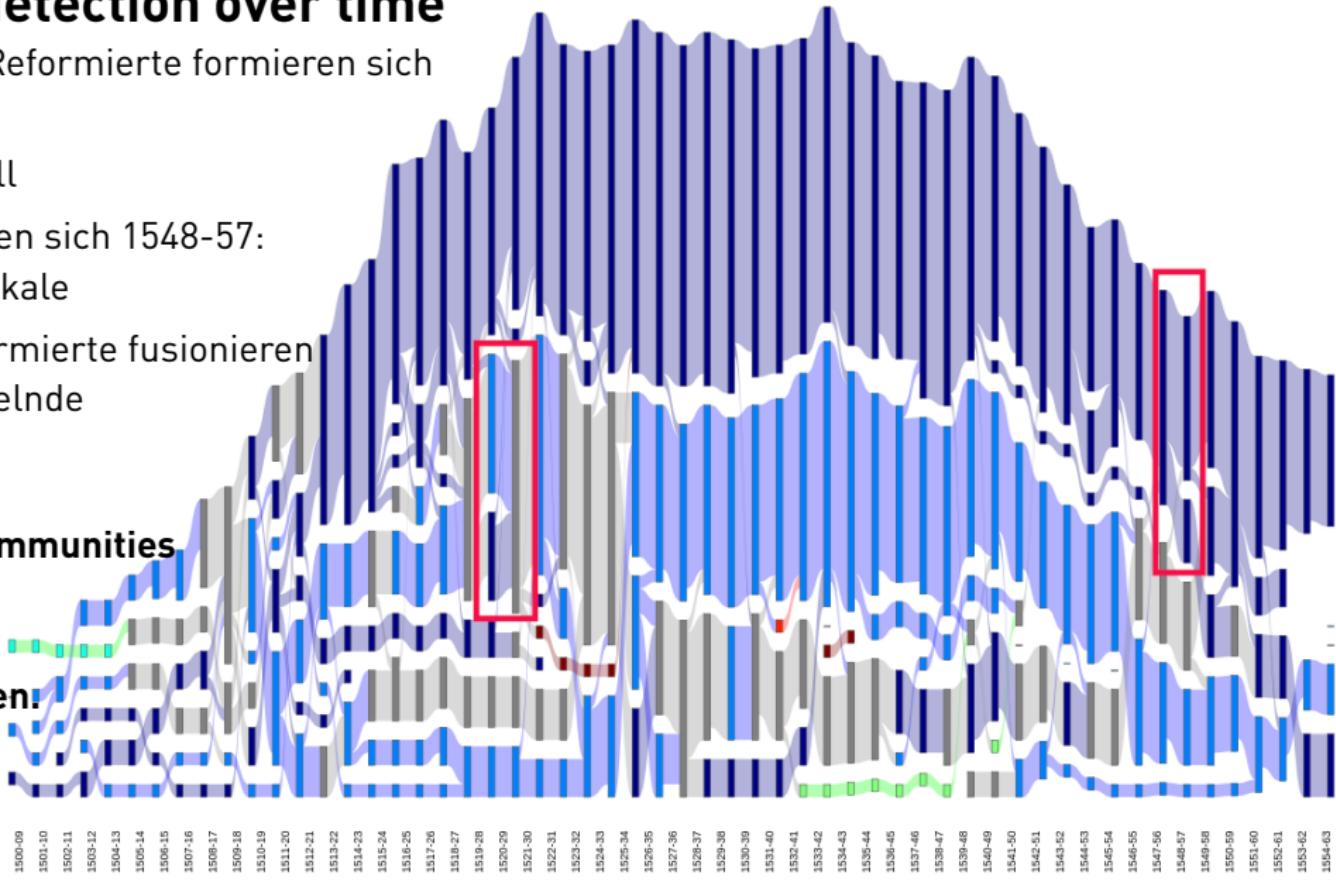
- ▶ Communities sind interpretierbar  
ideologischen Gruppen, Alter, Verhaltensweisen
- ▶ Nicht-übereinstimmende Fälle → neue Hypothesen



# Community detection over time

- ▶ Lutheraner and Reformierte formieren sich nach 1517
- ▶ Jud-Bullinger Fall
- ▶ Lutheraner spalten sich 1548-57:  
Moderate vs Radikale
- ▶ Lutheraner-Reformierte fusionieren  
1520-29: Vermittelnde  
Reformatoren

⌚ Evolution der Communities  
zu historischen  
Ereignissen in  
Verbindung setzen!



- Bass, Frank M. [1980].  
"The Relationship Between Diffusion Rates, Experience Curves, and Demand Elasticities for Consumer Durable Technological Innovations".  
In: *The Journal of Business* 53.3, S51–S67.  
ISSN: 00219398, 15375374.  
URL: <http://www.jstor.org/stable/2352211>.
- Cantoni, Davide [2012].  
"Adopting a new religion: The Case of Protestantism in 16th Century Germany".  
In: *The Economic Journal* 122.560, pp. 502–531.  
DOI: [10.1111/j.1468-0297.2012.02495.x..](https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2012.02495.x)
- Coscia, Michele, Fosca Giannotti, and Dino Pedreschi [2011].  
"A classification for community discovery methods in complex networks".  
In: *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal* 4.5, pp. 512–546.  
DOI: <https://doi.org/10.1002/sam.10133>.  
eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sam.10133>.  
URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sam.10133>.
- Dodds, Peter Sheridan and Duncan J. Watts [May 2004].  
"Universal Behavior in a Generalized Model of Contagion".  
In: *Phys. Rev. Lett.* 92 [21], p. 218701.  
DOI: [10.1103/PhysRevLett.92.218701](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.92.218701).  
URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.92.218701>.
- Efferson, Charles, Rafael Lalive, and Ernst Fehr [2008].  
"The coevolution of cultural groups and ingroup favoritism".  
In: *Science* 321.5897, pp. 1844–1849.
- Fast, Heinold [1962].  
*Der linke Flügel der Reformation. Glaubenszeugnisse der Täufer, Spiritualisten, Schwärmer und Antitrinitarier.*  
Bremen: Carl Schünemann Verlag.
- Fortunato, Santo [2010].  
"Community detection in graphs".  
In: *Physics Reports* 486.3, pp. 75–174.

ISSN: 0370-1573.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>.  
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157309002841>.

- Fortunato, Santo and Darko Hric [2016].  
"Community detection in networks: A user guide".  
In: *Physics Reports* 659. Community detection in networks: A user guide, pp. 1–44.  
ISSN: 0370-1573.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2016.09.002>.  
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157316302964>.
- Fu, Feng et al. (2012).  
"Evolution of in-group favoritism".  
In: *Scientific reports* 2.1, pp. 1–6.
- Granovetter, Mark [1978].  
"Threshold Models of Collective Behavior".  
In: *American Journal of Sociology* 83.6, pp. 1420–1443.  
DOI: [10.1086/226707](https://doi.org/10.1086/226707).  
eprint: <https://doi.org/10.1086/226707>.  
URL: <https://doi.org/10.1086/226707>.
- Granovetter, Mark and Roland Soong [1988].  
"Threshold Models of Diversity: Chinese Restaurants, Residential Segregation, and the Spiral of Silence".  
In: *Sociological Methodology* 18, pp. 69–104.  
ISSN: 008111750, 14679531.  
URL: <http://www.jstor.org/stable/271045>.
- International Museum of the Reformation, Geneva [2018].  
*Les principales familles du protestantisme*.  
URL: <https://www.musee-reforme.ch/en/salles/calvin-et-geneve/>.
- Lancichinetti, Andrea and Santo Fortunato (2009).  
"Community detection algorithms: a comparative analysis".  
In: *Physical review E* 80.5, p. 056117.

- Mahajan, Vijay and Robert A. Peterson (1985).  
*Models for Innovation Diffusion*.  
Beverly Hills: Sage.
- Newman, M. E. J. and M. Girvan (Feb. 2004).  
"Finding and evaluating community structure in networks".  
In: *Phys. Rev. E* 69 [2], p. 026113.  
DOI: 10.1103/PhysRevE.69.026113.  
URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.69.026113>.
- Nowak, Martin A and Karl Sigmund (2005).  
"Evolution of indirect reciprocity".  
In: *Nature* 437.7063, pp. 1291–1298.
- Raghavan, Usha Nandini, Réka Albert, and Soundar Kumara [Sept. 2007].  
"Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks".  
In: *Phys. Rev. E* 76 [3], p. 036106.  
DOI: 10.1103/PhysRevE.76.036106.  
URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.76.036106>.
- Reinhard, Wolfgang (1999).  
"Reformation, Counter-Reformation, and the Early Modern State a Reassessment".  
In: *The Catholic Historical Review* 75.3, pp. 383–404.  
DOI: 10.1353/cat.1999.0218.
- Roller, Ramona, Frank Schweitzer, and Strohm Christoph (2022).  
*The role of neighbourhood relations in confessionalisation*.  
<https://osf.io/preprints/socarxiv/67vgr/>.
- Rosvall, Martin and Carl T. Bergstrom (2008).  
"Maps of random walks on complex networks reveal community structure".  
In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105.4, pp. 1118–1123.  
ISSN: 0027-8424.  
DOI: 10.1073/pnas.0706851105.  
eprint: <https://www.pnas.org/content/105/4/1118.full.pdf>.

URL: <https://www.pnas.org/content/105/4/1118>.

■ Schelling, Thomas C. (1971).

"Dynamic models of segregation".

In: *The Journal of Mathematical Sociology* 1.2, pp. 143–186.

DOI: 10.1080/0022250X.1971.9989794.

eprint: <https://doi.org/10.1080/0022250X.1971.9989794>.

URL: <https://doi.org/10.1080/0022250X.1971.9989794>.

■ Schilling, Heinz (1988).

"DIE KONFESSIONALISIERUNG IM REICH: RELIGÖSER UND GESELLSCHAFTLICHER WANDEL IN DEUTSCHLAND ZWISCHEN 1555 UND 1620".

In: *Historische Zeitschrift* 246, pp. 1–46.

DOI: 10.1524/hz.1988.246.jg.1.

■ Stangenberg, Jens (2019).

*Radikale Reformation. Der "Linke Flügel" und seine Bedeutung für heute.*

Norderstedt: Books on Demand.

ISBN: 9783744885355.

■ Sumner, William Graham (1910).

*Folkways: A study of the sociological importance of usages, manners, customs, mores, and morals.*

Good Press.

■ Wikipedia (2021).

*Wibrandis Rosenblatt.*

[Online; accessed 6-September-2021].

URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wibrandis\\_Rosenblatt](https://en.wikipedia.org/wiki/Wibrandis_Rosenblatt).

■ Yang, Zhao, René Algesheimer, and Claudio J Tessone (2016).

"A comparative analysis of community detection algorithms on artificial networks".

In: *Scientific reports* 6.1, pp. 1–18.

■ Young, H. Peyton [Dec. 2009].

"Innovation Diffusion in Heterogeneous Populations: Contagion, Social Influence, and Social Learning".

In: *American Economic Review* 99.5, pp. 1899–1924.

DOI: 10.1257/aer.99.5.1899.

URL: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.99.5.1899>.