

Konzepte I

Netzwerkanalyse für Politikwissenschaftler

Einführung

Zentrale Konzepte

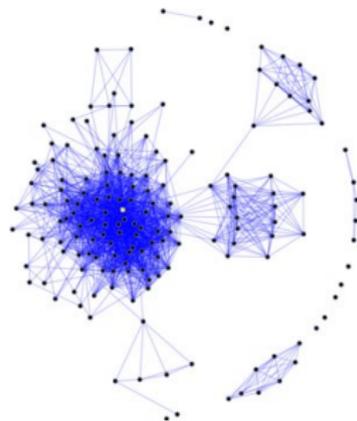
Linien, Richtung, Dichte

Zentralität und Zentralisierung

Komponenten, Kerne und Cliques

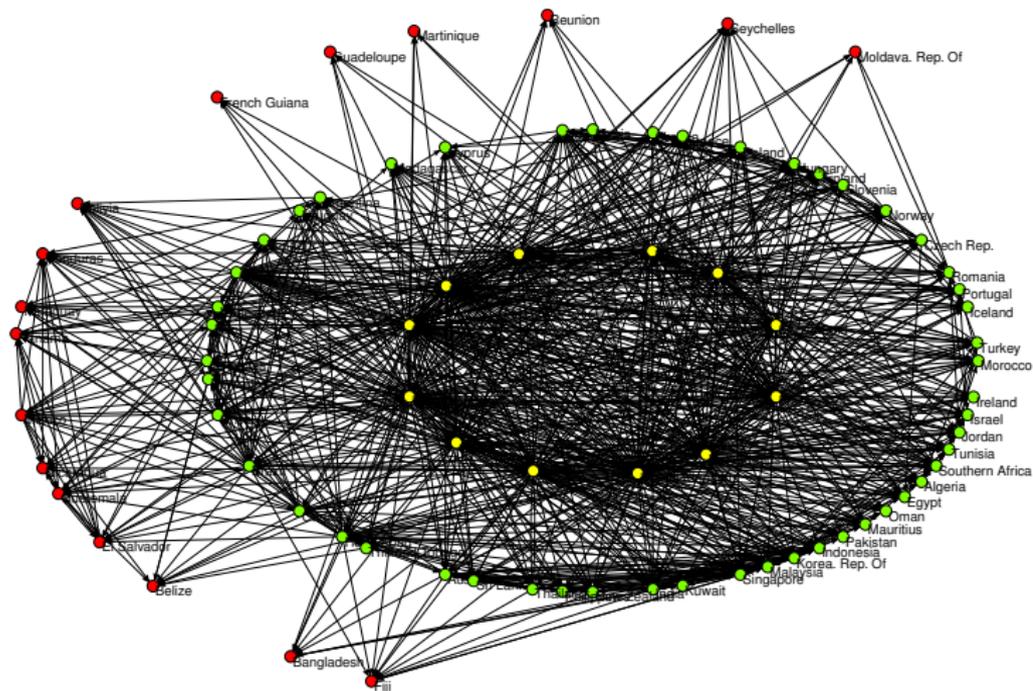
Terminologie

- ▶ Wurzeln der Terminologie
 - ▶ Soziologie
 - ▶ Mathematik (Graphentheorie)
- ▶ Praktisch alle relevanten Texte Englisch
- ▶ Primär englische Begriffe, zusätzlich gelegentlich Übersetzung
- ▶ Gelegentliche Konfusion

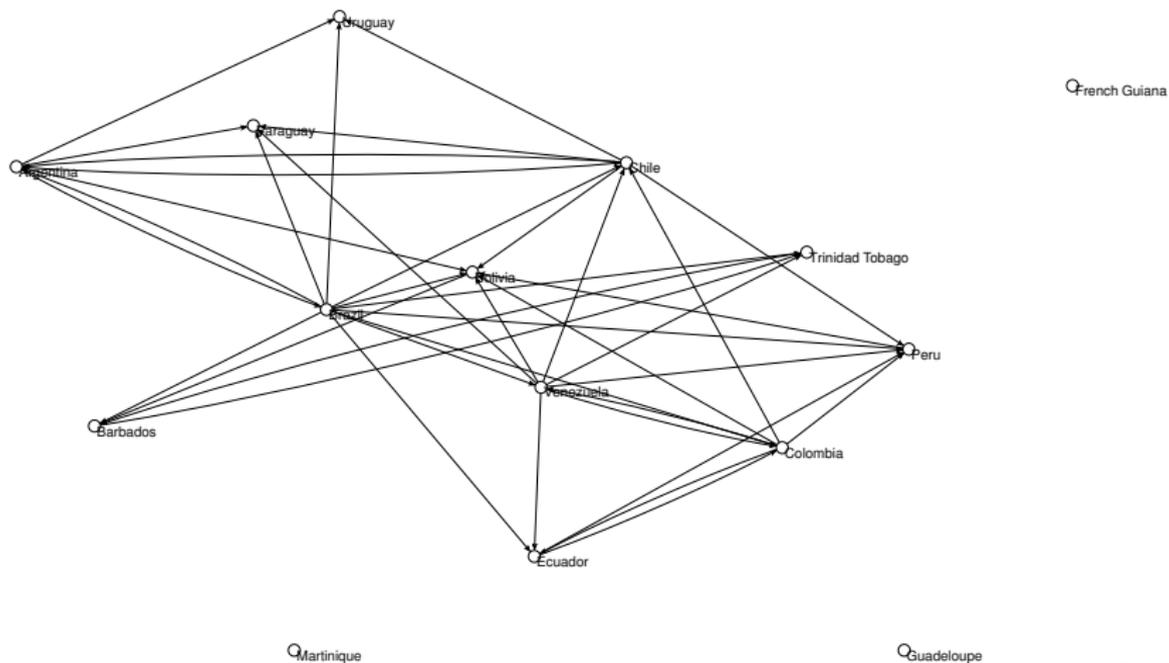


Perspektive auf das Netzwerk?

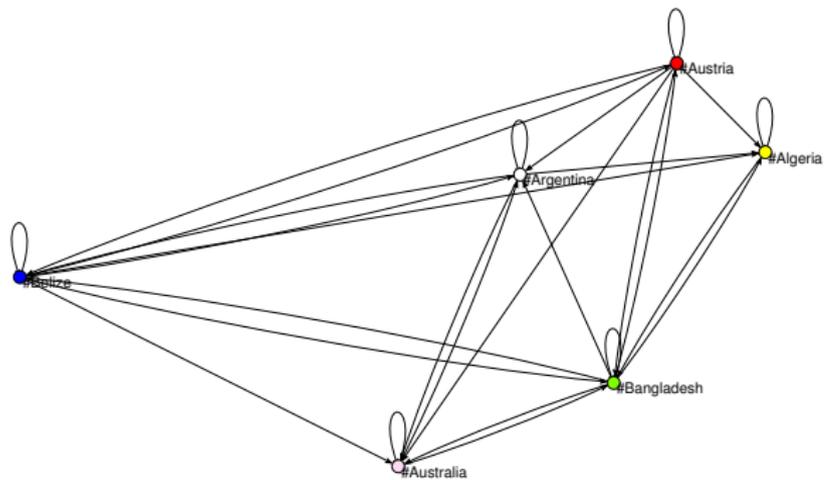
Gesamtnetzwerk



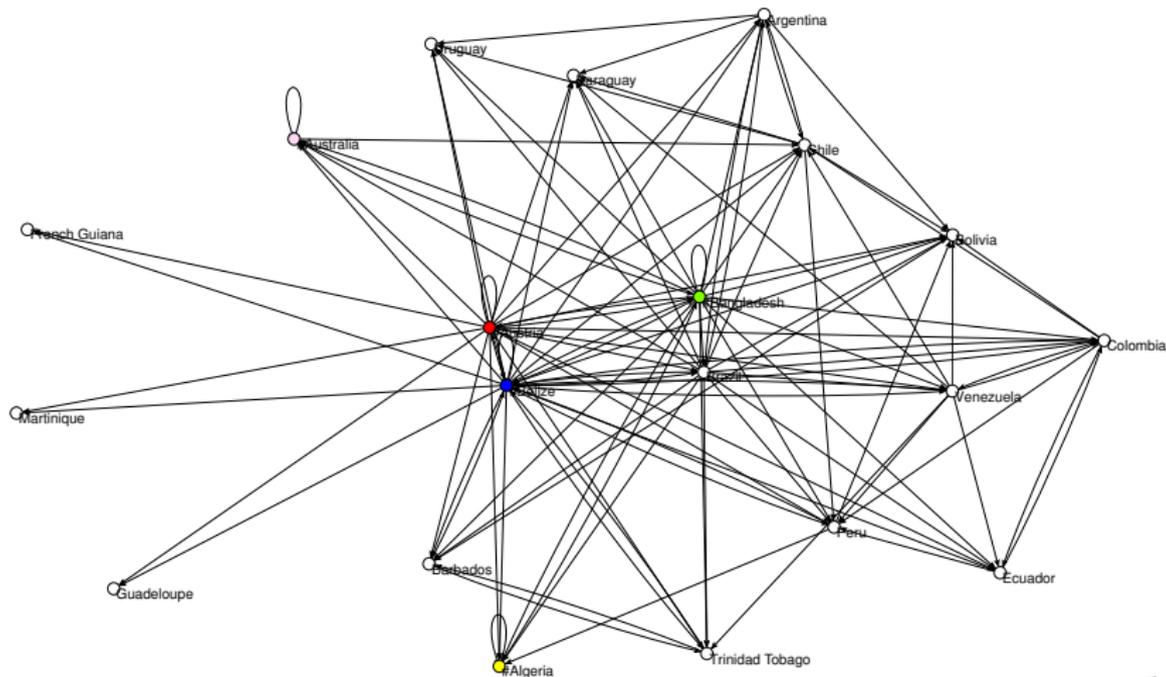
Lokale Perspektive: Südamerika



Globale Perspektive: Kontinente



Kontextuelle Perspektive: Südamerika \leftrightarrow Kontinente



Graph und Matrix

- ▶ Netzwerk: Knoten entsprechen Akteuren, Linien Beziehungen zwischen den Punkten
- ▶ Visualisierung nicht immer realisierbar
- ▶ Exaktes Aussehen des Graphs irrelevant
- ▶ *Wichtig sind Beziehungen, nicht Lage der Punkte*
- ▶ Matrixform
- ▶ Gerichtete vs. ungerichtete Beziehungen
- ▶ Gewichtete vs. einfache Beziehungen

Lines, direction and density 69

(i) Adjacency matrix

	A	B	C	D	E	Row sum
A	-	1	0	0	1	2
B	1	-	1	1	1	4
C	0	1	-	1	0	2
D	0	1	1	-	0	2
E	1	1	0	0	-	2
Column sum	2	4	2	2	2	

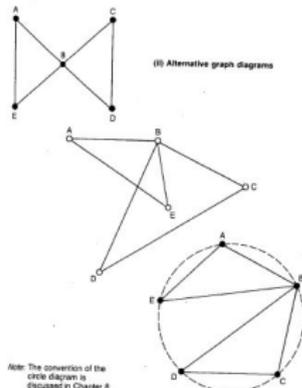
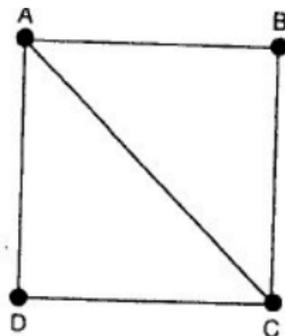


Figure 4.1 Alternative drawings of a graph

Degree und Path

- ▶ Benachbarte/verbundene Punkte:
adjacent
- ▶ Zahl der Nachbarn: degree (in vs. out)
- ▶ Walk vs. *path* (length)
- ▶ A-D (1), A-C-D (2), A-B-C-D (3)
- ▶ Kürzester möglicher Pfad: geodesic
- ▶ Gerichtete Beziehungen und Pfade
- ▶ Richtung ignorieren: semi-paths



Density und Inclusiveness

- ▶ Inclusiveness: wieviel Prozent der Punkte eingebunden
- ▶ Density: Wieviel Prozent der theoretisch möglichen Verbindungen sind realisiert
 - ▶ Besonderheiten: ego-zentrierte Netzwerke
 - ▶ Valued graphs
 - ▶ In großen Netzwerken *ceteris paribus* niedriger – warum?
- ▶ Relative geringe Dichte von ego-zentrierten Netzwerken in East York & medieval villages
- ▶ Density als abhängige Variable

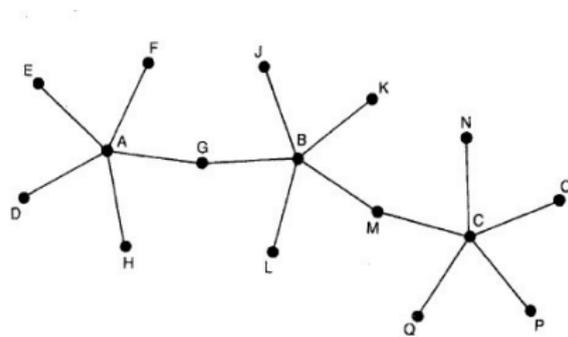
No. of connected points	4	4	4	3	2	0
Inclusiveness	1.0	1.0	1.0	0.7	0.5	0
Sum of degrees	12	8	6	4	2	0
No. of lines	6	4	3	2	1	0
Density	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0

Zentralität, Popularität, Prestige

- ▶ Viele (eingehende) Verbindungen – hohes Prestige
- ▶ Lokale Zentralität vs. globale Zentralität
- ▶ Eigenschaft eines Knotens vs. Eigenschaft des Netzwerks

Closeness centrality (global & local)

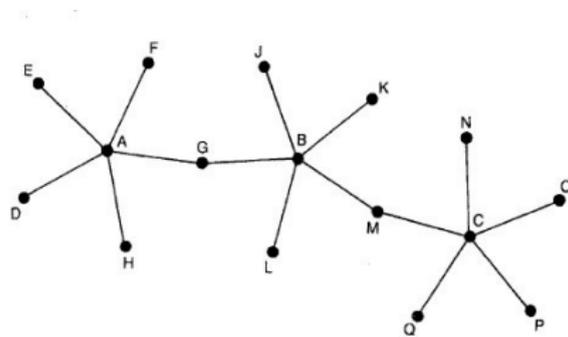
- ▶ Degree: lokale Zentralität (degree centrality)
- ▶ Summe der kürzesten Entfernungen (geodesic) zu allen anderen Punkten: globale Zentralität
- ▶ Abhängigkeit von Netzwerkgröße



	A, C	B	G, M	J, K, L	All other points
Local centrality	Absolute	5	5	2	1
	Relative	0.33	0.33	0.13	0.07
Global centrality	43	33	37	48	57

Betweenness centrality

- ▶ Knoten, der zwei andere Knoten verbindet (via geodesic), ist ein „Broker“
 - ▶ Verbindung kann unterbrochen werden
 - ▶ Filterfunktion
- ▶ Wieviele der kürzesten Verbindungen zwischen allen Paaren (X,Y) von Knoten laufen über Knoten Z?



	A, C	B	G, M	J, K, L	All other points	
Local centrality	Absolute	5	5	2	1	1
	Relative	0.33	0.33	0.13	0.07	0.07
Global centrality	43	33	37	48	57	

Centralisation & Density

- ▶ Density: Kohäsion des Graphs
- ▶ Zentralisierung: Wie stark basiert Kohäsion auf „fokalen Punkten“
- ▶ Allgemeine Operationalisierung von Zentralisierung: Wie ungleich ist Zentralität verteilt?
- ▶ Verhältnis tatsächliche Ungleichheit/maximale Ungleichheit
 - ▶ degree centrality
 - ▶ closeness centrality
 - ▶ betweenness centrality
- ▶ Maximale Ungleichheit: „Stern“, maximale Gleichheit: „kompletter“ Graph
- ▶ Ein oder mehrere zentrale Punkte

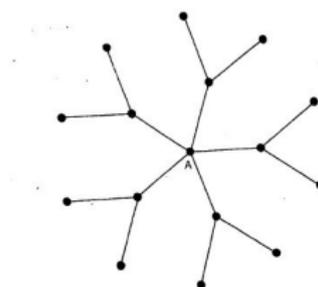
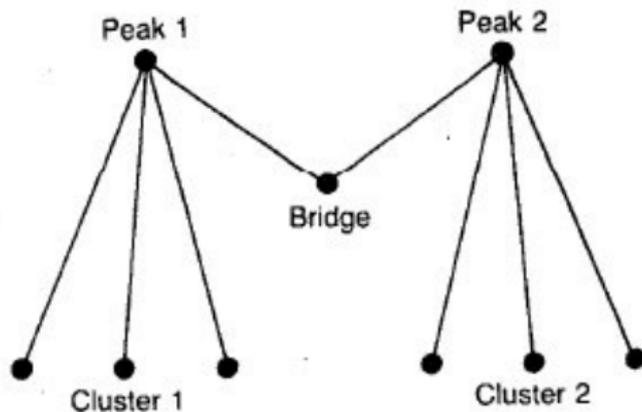


Figure 5.2 A highly centralized graph

Peaks & Bridges



Was ist eine Clique?

- ▶ Ein „inner circle“
- ▶ „pocket of high density“
- ▶ Eine kohesive Subgruppe
- ▶ Im engsten Sinne: eine „kompletter“ und „maximaler“ Sub-Graph

Component

- ▶ Maximal
- ▶ Connected
- ▶ Sub-Graph
- ▶ Starke vs. schwache Komponenten
- ▶ Innere Struktur
 - ▶ Zyklische Komponenten (3- oder 4-Ringe)
 - ▶ Knots and cut-points

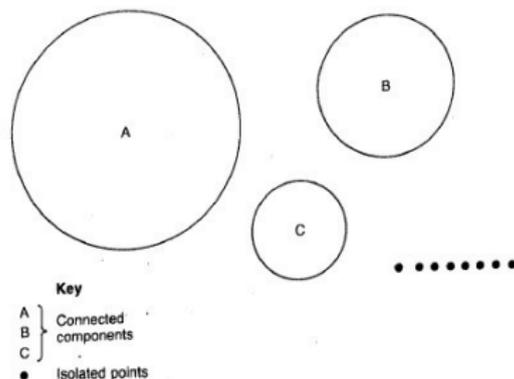
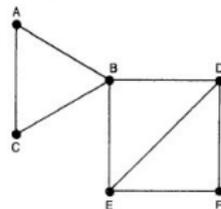
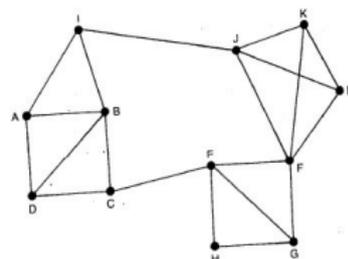


Figure 6.1 *Components in a network*



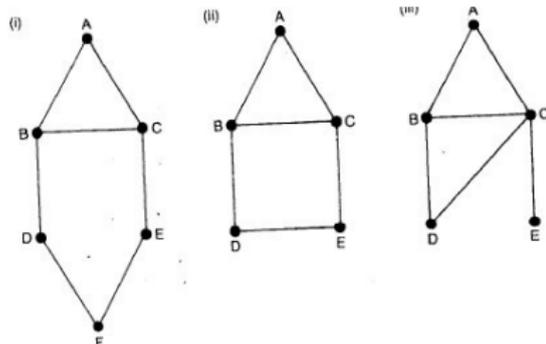
Nesting & k-cores

- ▶ Nesting: Zerlegen von Komponenten durch zusehends restriktivere Kriterien
- ▶ k -core: alle Mitglieder haben degree von mindestens k
- ▶ Schrittweises Erhöhen von $k \rightarrow$ core schrumpft/zerfällt \rightarrow Rückschluß auf Netzwerkstruktur
- ▶ m -cores: basieren auf Wert/Gewicht der Beziehung



Cliques

- ▶ Maximal und komplett (vs. components), starke und schwache Cliques
- ▶ Beide extrem selten
- ▶ n -cliques: Mitglieder maximal n Beziehungen voneinander entfernt
 - ▶ Für $n > 2$ nicht sehr informativ
 - ▶ Kann Nicht-Mitglieder enthalten → n -clan mit beschränktem Durchmesser



k -Plexe und soziale Kreise

- ▶ k -Plex: Punkt ist mit $n - k$ Mitgliedern der Gruppe direkt verbunden – minimum size
- ▶ Soziale Kreise: überlappende Cliques (Anteil gemeinsamer Mitglieder), schrittweise Aggregation

Zusammenfassung

- ▶ Netzwerke: Knoten + Kanten (Richtung, Wert)
- ▶ Zentralität und Zentralisierung: degree, closeness, betweenness