

Methods of Social Network Analysis*

* First version prepared by Oliver Franz (2014)

Agenda

1. Einführung
2. Graphen und Matrizen
3. Kennzahlen
4. Affiliationsmatritzen
5. Software for SNA (see other file)

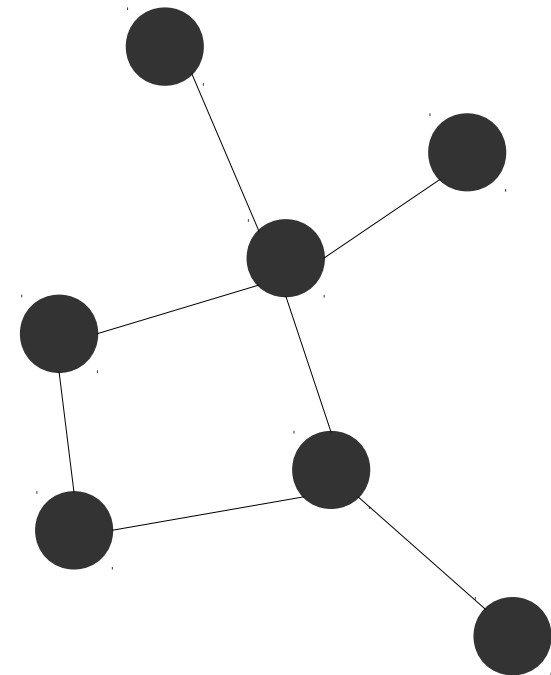
1. Einführung

1. Formale Netzwerkdefinition

„Der Begriff des Netzwerks wird rein formal definiert als

- ein abgegrenzter Set von Knoten
- und ein Set der für diese Knoten definierten Kanten.“

(Jansen 2014, S. 13)



1. Theoretical embedding

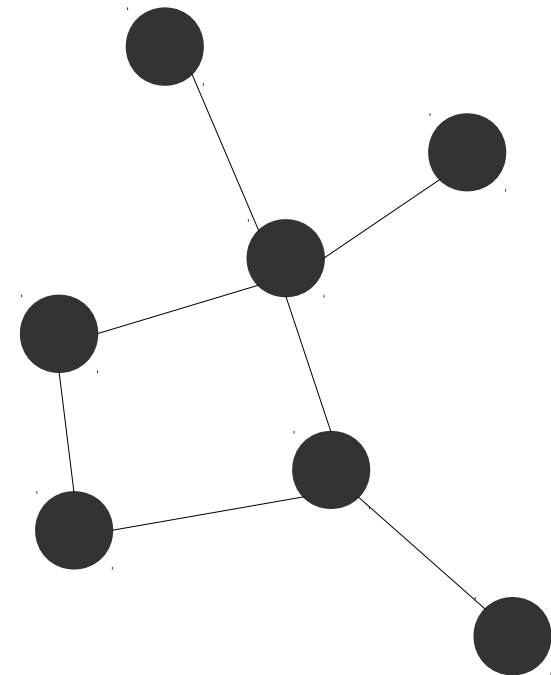
Concept of social capital

- Structural embedding of actors
 - Opportunities to act
 - Access to resources
- (Jansen/Diaz-Bone 2014)

Relational sociology

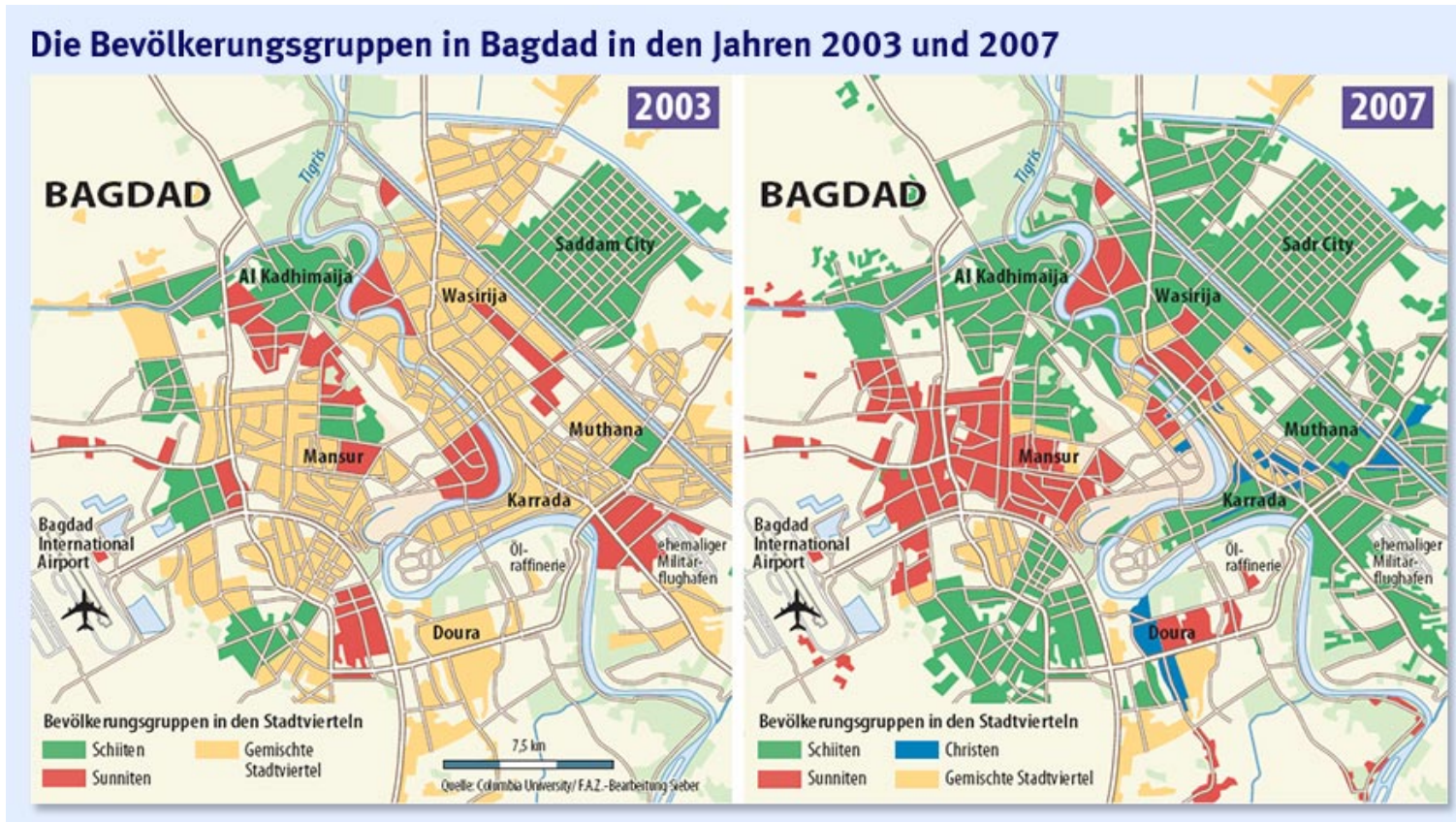
- Identity depends on position in network
- Changes ... affect the network
- ... affect other actors
- ... affects the network
- ... affects the actor and so on ...

(Harrison-White 2008)



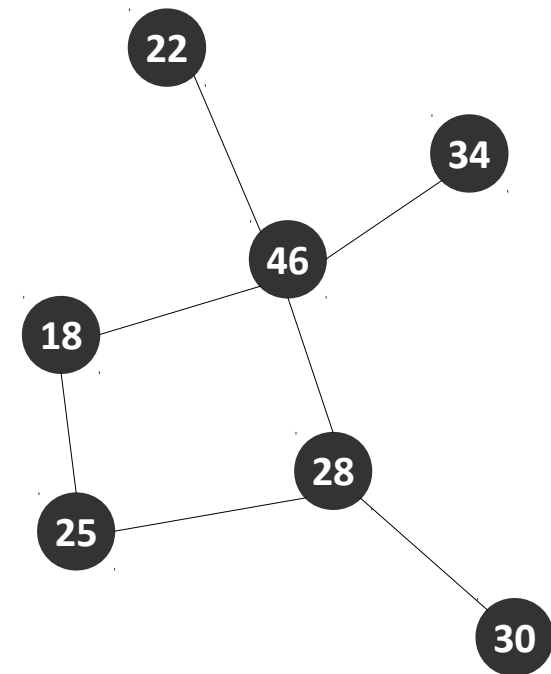
Method *plus* Theory

1. Dynamic processes in networks



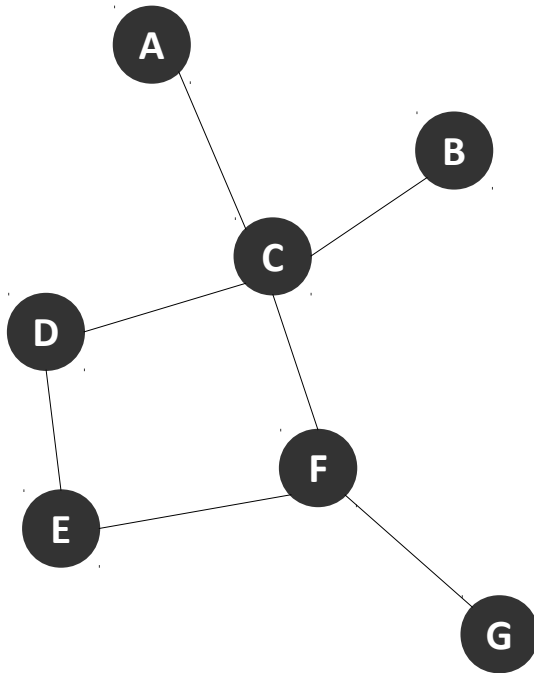
1. Netzwerkebenen und Kennzahlen

- Individuum
 - Einfluss
 - Prestige (absolut, relativ ...)
 - Vermittlerrolle
- Kollektiv
 - Größe
 - Dichte
 - Verbundenheit
- Teilgruppen



2. Graphen und Matrizen

2. Soziogramm und Soziomatrix

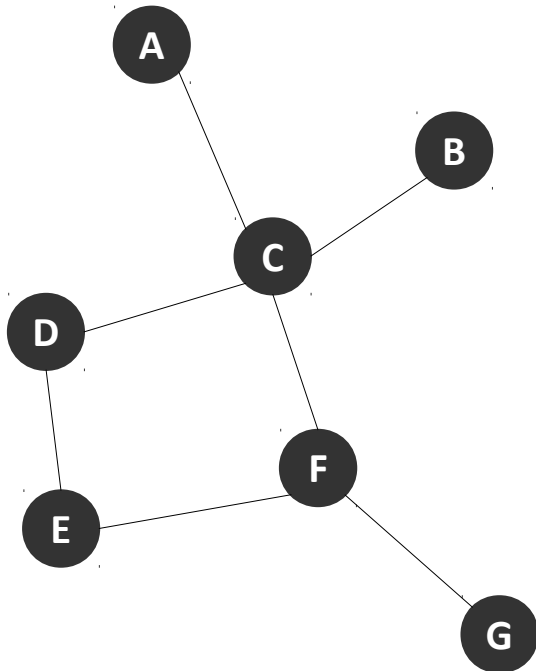


Empfänger j

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							

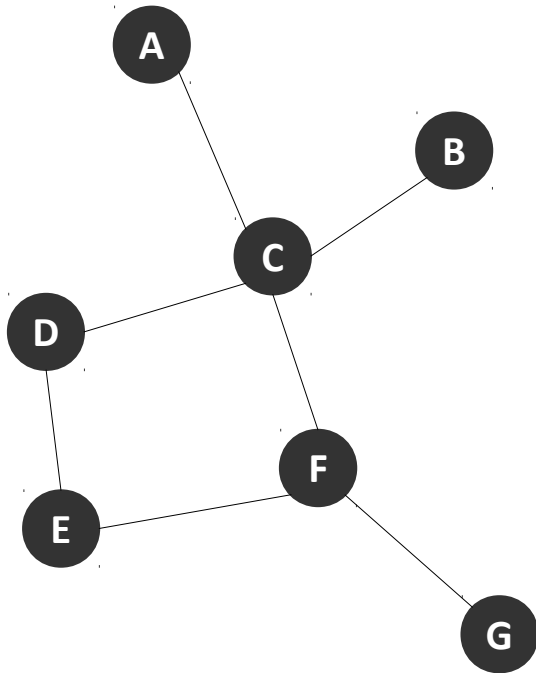
Sender i

2. Soziogramm und Soziomatrix



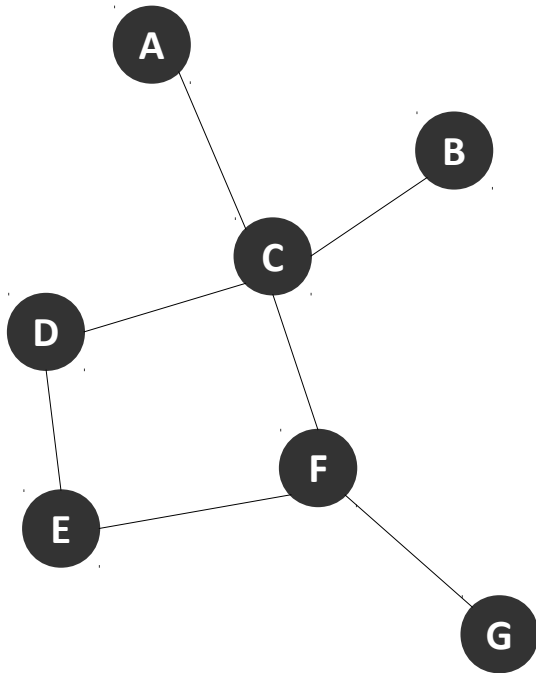
	A	B	C	D	E	F	G
A	0						
B							
C							
D							
E							
F							
G							

2. Soziogramm und Soziomatrix



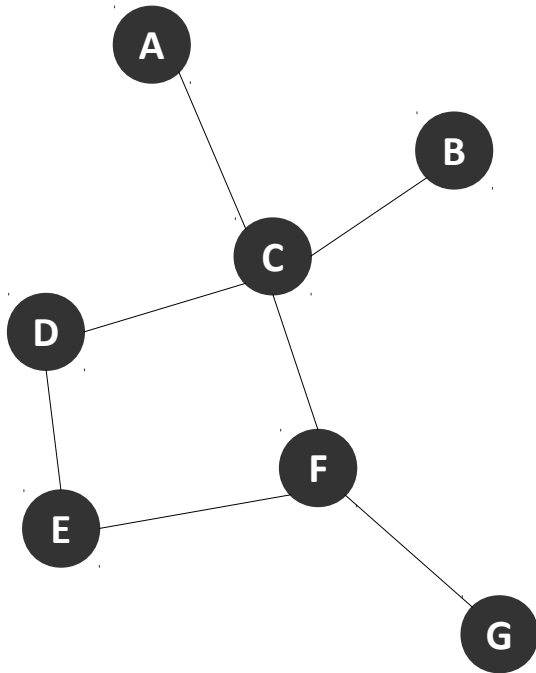
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0					
B							
C							
D							
E							
F							
G							

2. Soziogramm und Soziomatrix



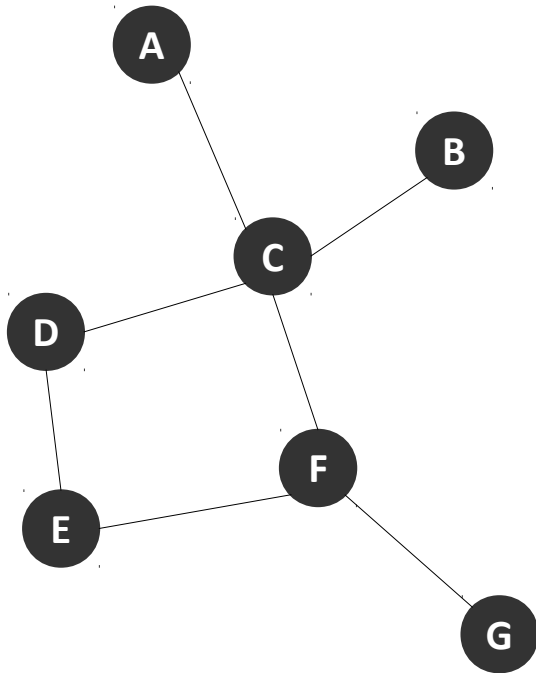
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1				
B							
C							
D							
E							
F							
G							

2. Soziogramm und Soziomatrix



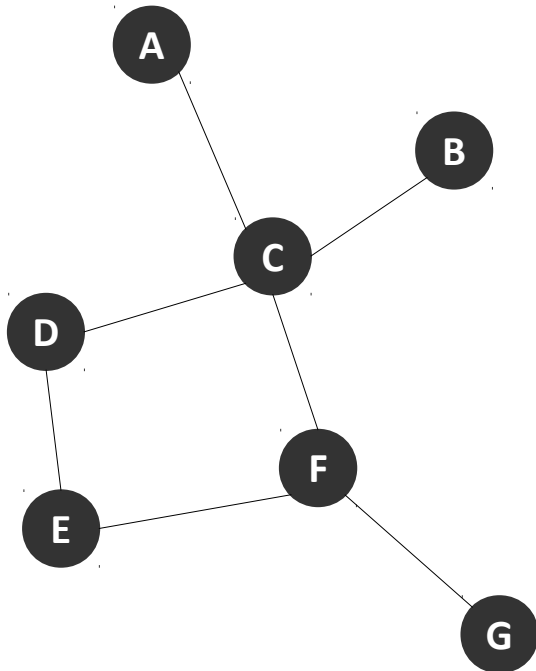
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0			
B							
C							
D							
E							
F							
G							

2. Soziogramm und Soziomatrix



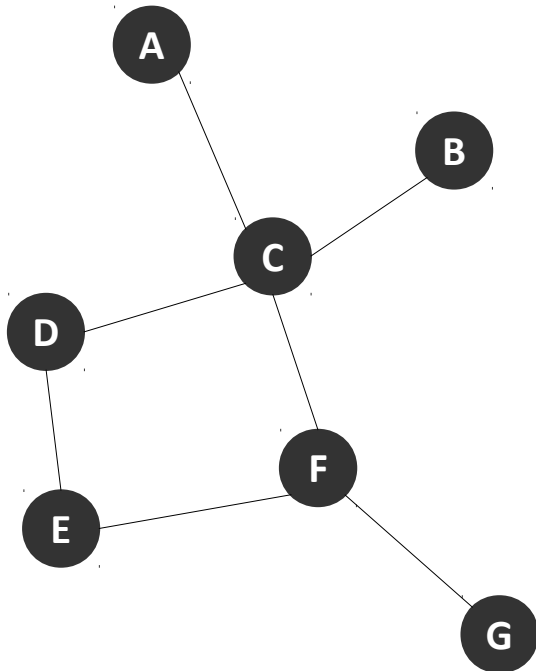
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B							
C							
D							
E							
F							
G							

2. Soziogramm und Soziomatrix



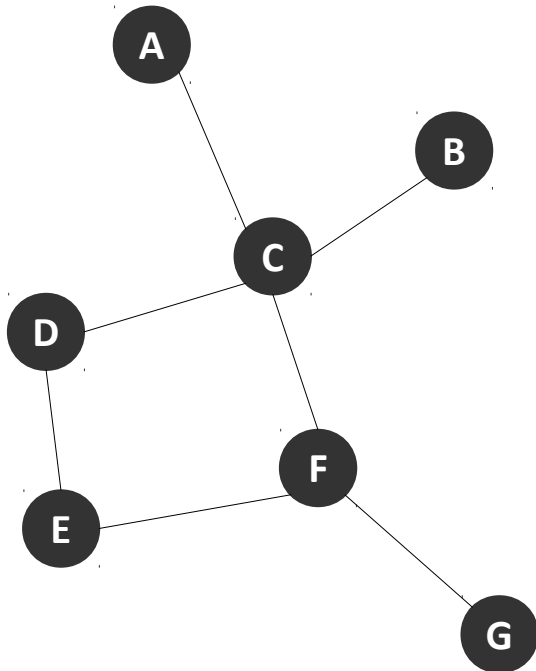
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	0	1	0
F	0	0	1	0	1	0	1
G	0	0	0	0	0	1	0

2. Soziogramm und Soziomatrix



	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	0	1	0
F	0	0	1	0	1	0	1
G	0	0	0	0	0	1	0

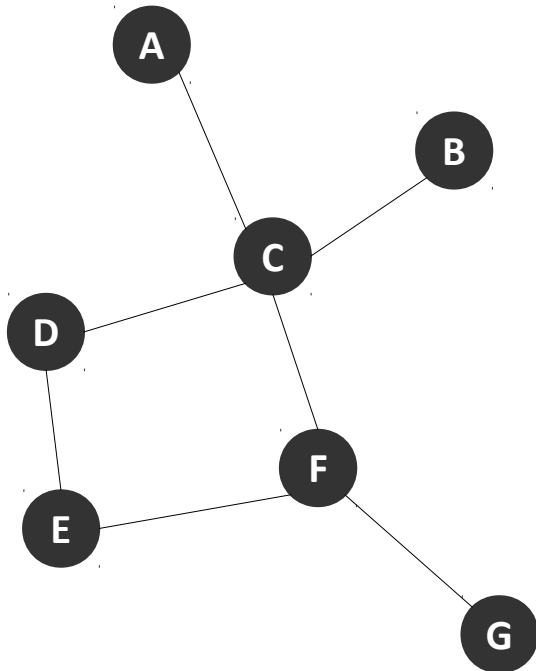
2. Soziogramm und Soziomatrix



	A	B	C	D	E	F	G
A	0						
B	0	0					
C	1	1	0				
D	0	0	1	0			
E	0	0	0	1	0		
F	0	0	1	0	1	0	
G	0	0	0	0	0	1	0

2. Soziogramm und Soziomatrix

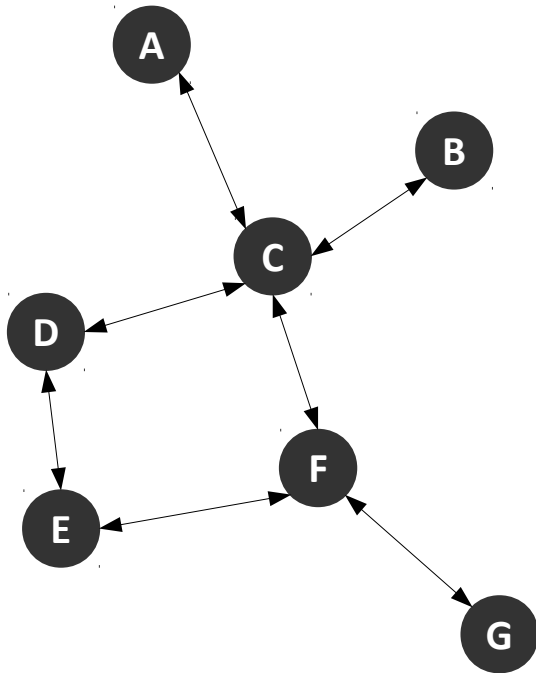
Better for visualization



Better for computation
(of large networks)

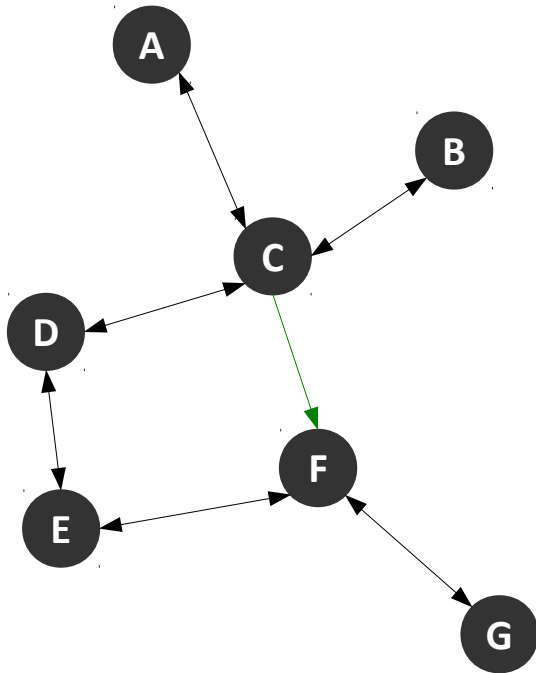
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	0	1	0
F	0	0	1	0	1	0	1
G	0	0	0	0	0	1	0

2. Soziogramm und Soziomatrix



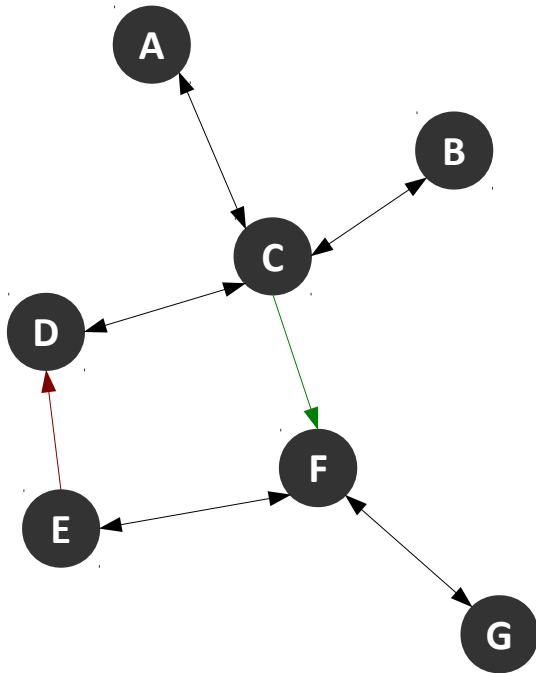
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	0	1	0
F	0	0	1	0	1	0	1
G	0	0	0	0	0	1	0

2. Soziogramm und Soziomatrix



	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	1	0
F	0	0	± 0	0	1	0	1
G	0	0	0	0	0	1	0

2. Soziogramm und Soziomatrix



	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	±0	0	0
E	0	0	0	1	0	1	0
F	0	0	±0	0	1	0	1
G	0	0	0	0	0	1	0

3. Kennzahlen

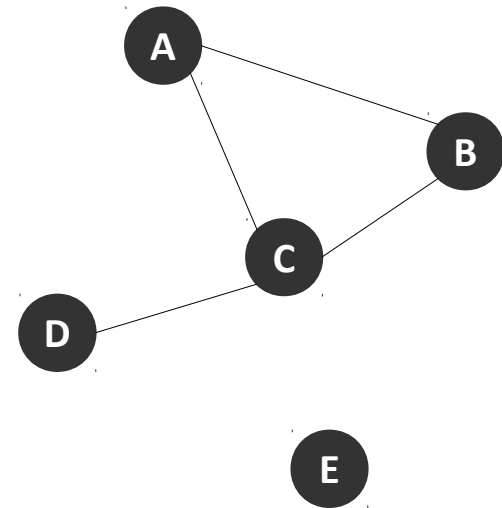
3. Kennzahlen

- Akteur (Knoten)
- Gesamtnetzwerk
 - Ego-zentriertes Netzwerk
- Teilgruppen

3. Knoten - Degree

- Maß für Einfluss* bzw. Prestige**
- Anzahl der Verbindungen
- z.B. $d_A=2$; $d_C=3$; $d_E=0$

$$d_i = \sum_{j=1}^N x_{ij} \quad \text{für } i \neq j$$



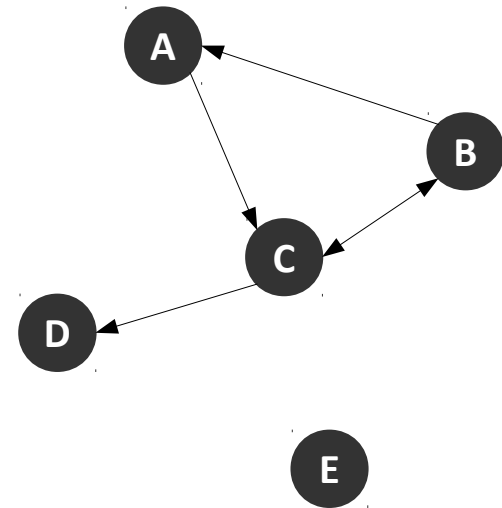
* Outdegree, ** Indegree

3. In-/Outdegree

- Anzahl der Verbindungen
- z.B. $id_A=1$; $od_A=1$
- $id_C=2$; $od_C=1$
- $id_E=od_E=0$

$$id_j = \sum_{i=1}^N x_{ij} \quad \text{für } i \neq j$$

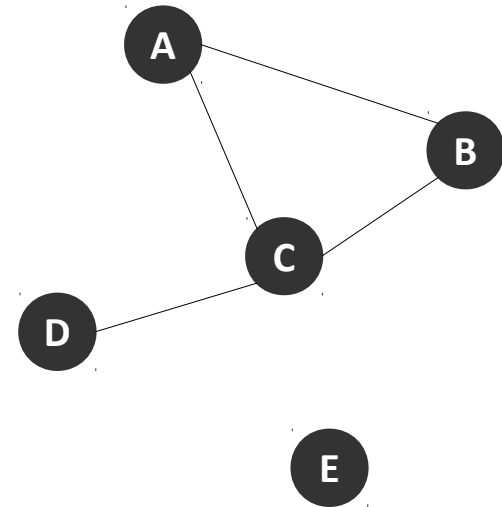
$$od_i = \sum_{j=1}^N x_{ij} \quad \text{für } i \neq j$$



3. Normierter Degree

- Vergleich der Position unterschiedlicher Akteure
- z.B. $d_A = 2/4 = 0,5$

$$d_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij}}{(N-1)} \quad \text{für } i \neq j$$



- Multiplexität
 - Beziehung in mehreren Dimensionen

3. Power games at Volkswagen

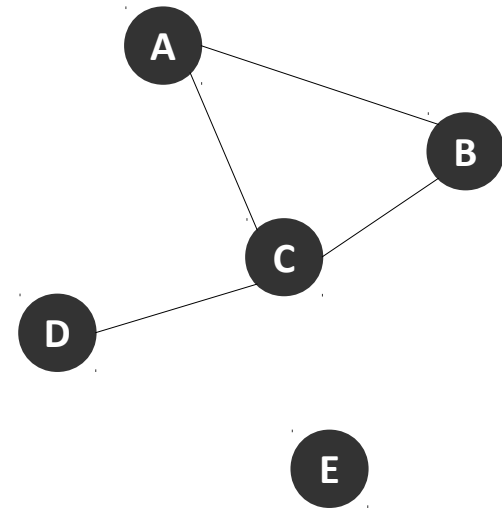
- Switch to PowerPoint

- Matrixes better for computation

- Row supports column
 - Column total = indegree
 - Row total = outdegree

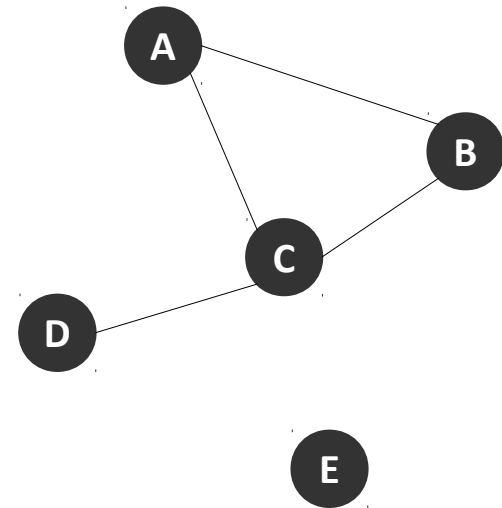
3. Zentralitätsmaßzahlen

- Degree
 - Anzahl der direkten Verbindungen zu anderen Knoten
- Betweenness
 - Anzahl der kürzesten Verbindungen zwischen Paaren von Akteuren, die durch den betrachteten Knoten laufen (= Mittler)
- Closeness
 - Nähe eines Akteurs zu allen anderen Knoten des Netzes
 - Kehrwert der Summe aller Pfaddistanzen eines Akteurs



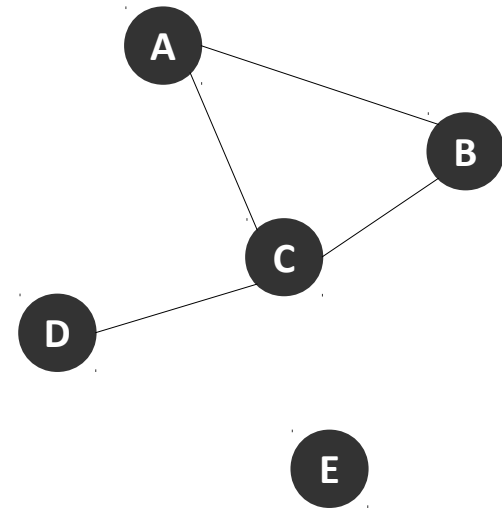
3. Beziehungen – Weg, Pfad, Länge

- Weg
 - Kanten können mehrmals beschriftet werden
 - z.B. A-C-B-A-C ; Länge = 4
- Pfad
 - Kanten dürfen nur einmal beschriftet werden
 - z.B. D-C-B-A ; Länge = 3



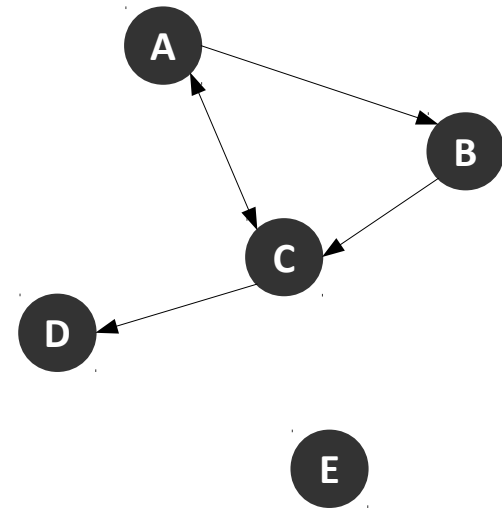
3. Pfaddistanz (ungerichtet)

- Kürzeste Verbindung zwischen zwei Knoten
 - Auch „geodesic“
 - $D-A = 2$
- Adjazent: Pfaddistanz von 1



3. Pfaddistanz (gerichtet)

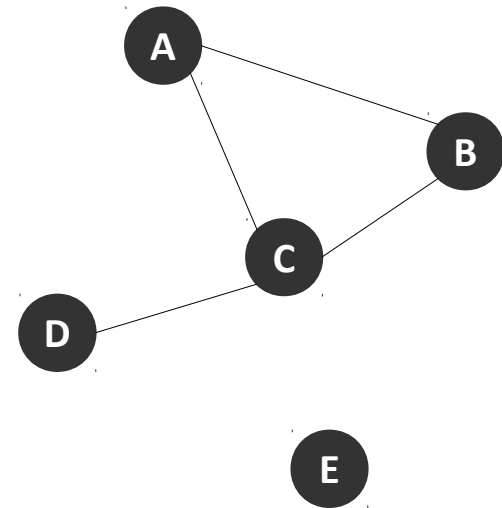
- $C-B = 2$
- $B-C = 1$
- $A-D = 2$
- $D-A = \text{unverbunden}$



3. Netzwerkdichte

- Verhältnis der realisierten zu den möglichen Verbindungen
 - z.B. Dichte = $8/20=0,4$
- Indikator für Solidarität

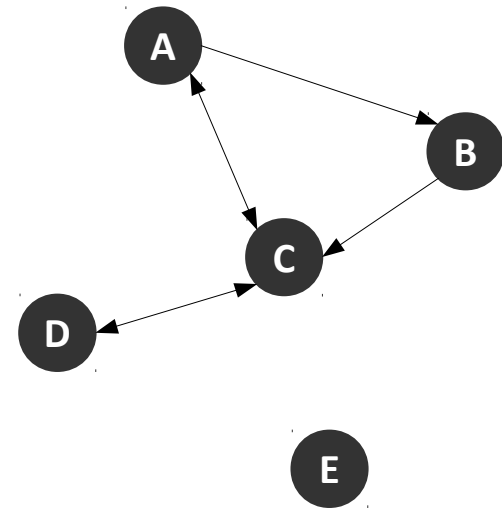
$$\text{Dichte } \delta = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij}}{N * (N - 1)} \quad i \neq j$$



3. Netzwerk-Kohäsion

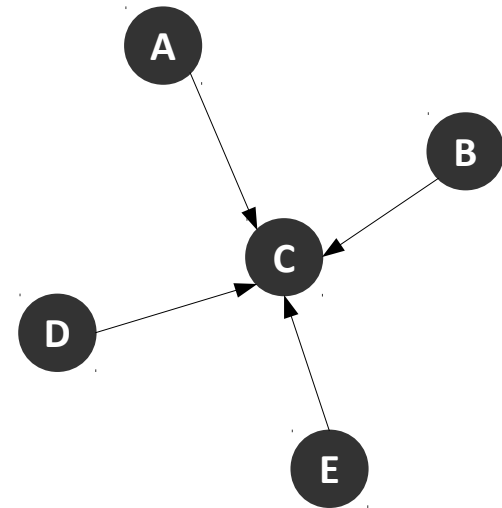
- Gegenseitige Wahlen
 - 1 wenn ja
 - 0 wenn nein
 - Neu-Berechnung der Dichte

- Sozialisations- und Sanktionsfähigkeit des Netzwerks



3. Netzwerk-Stratifizierung

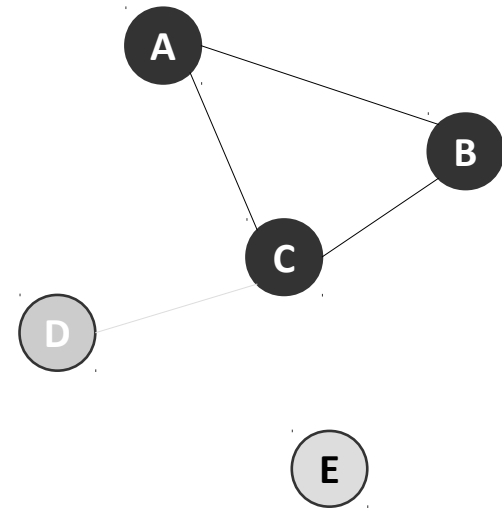
- Vergleich der Zentralisierung der Akteure mit den zentralsten Akteur
- Stern
 - Maximale Stratifizierung



3. Ego-zentrierte Netzwerke

- (Teil-)Netzwerk eines Knotens
 - Zentralität
 - Dichte
 - etc.

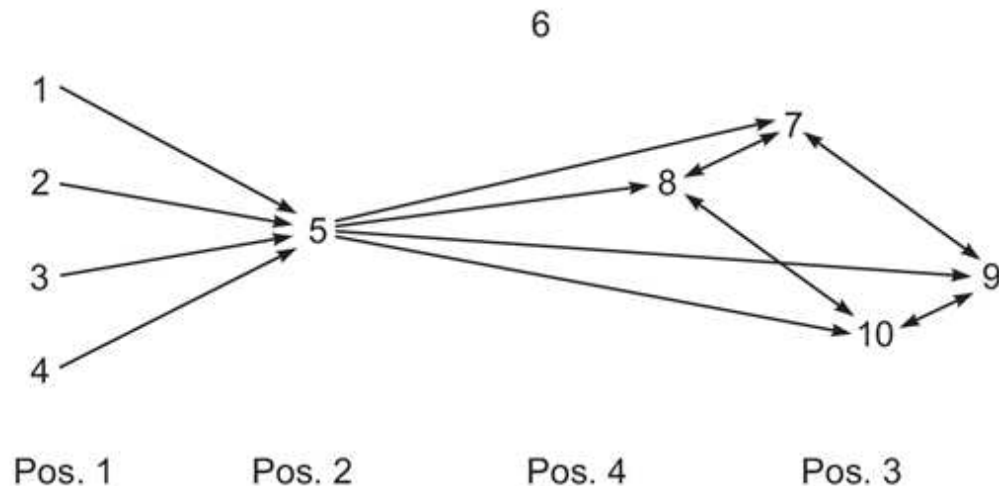
- Siehe Gephi
 - mouse over



3. Teilgruppen

- Clique/Cluster
 - Starke interne Verbundenheit
 - Große Distanz zu anderen
- Strukturelle Äquivalenz
 - Blöcke von Akteuren (?)

- Gephi
 - Modularität



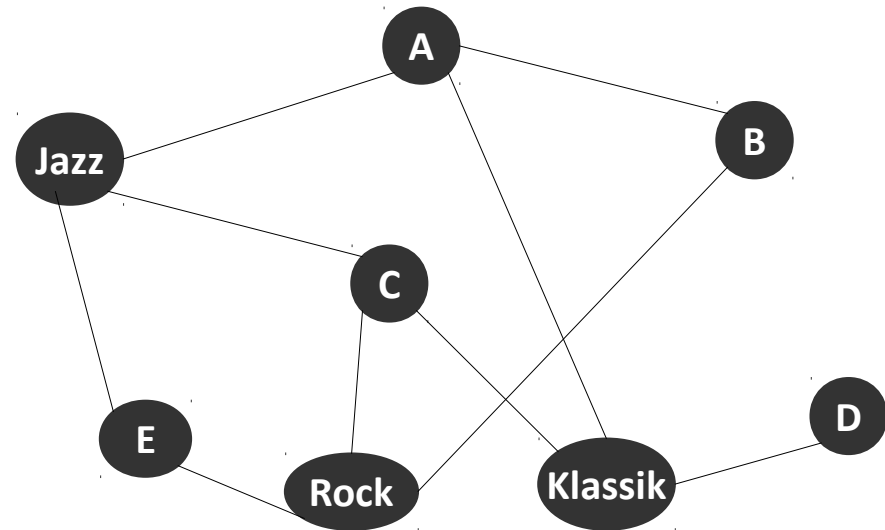
Network of DAX-30-Firms

- Switch to PowerPoint

4. Affiliationsmatritzen

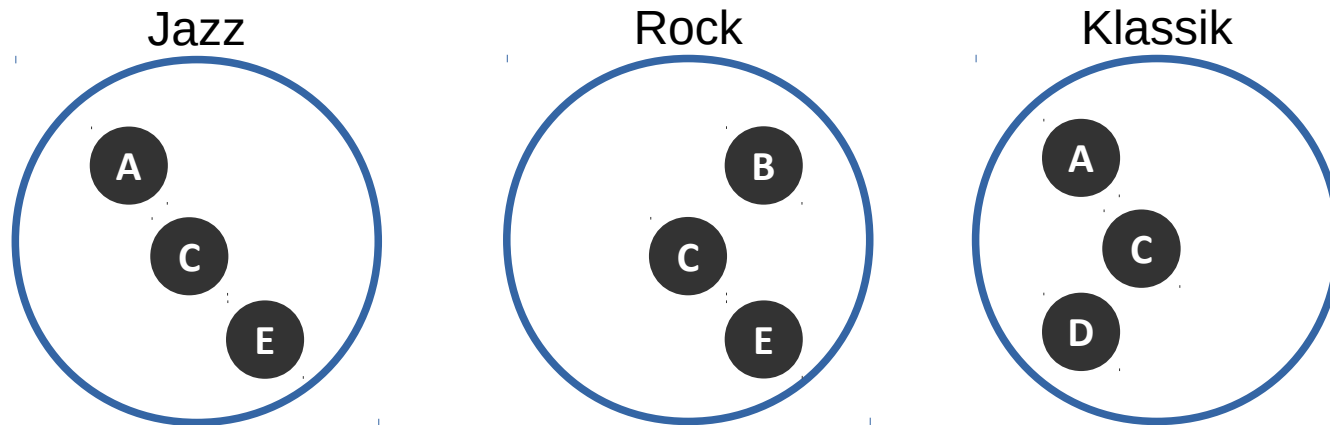
4. Bimodale Netzwerke

- Unterschiedliche Knotentypen
 - Personen
 - Ereignisse



4. Affiliationsmatritzen

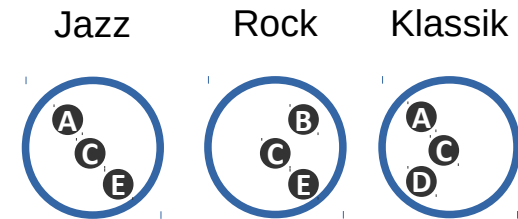
- Beziehungen der Personen durch Ereignisse vermittelt



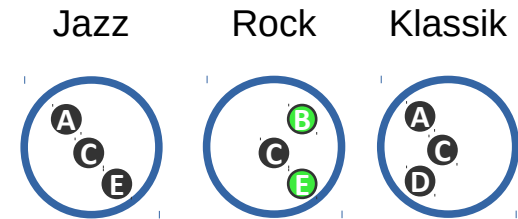
4. Affiliationsmatritzen

- Person-Ereignis-Matrix A

	Jazz	Rock	Klassik
A	1	0	1
B	0	1	0
C	1	1	1
D	0	0	1
E	1	1	0



4. Affiliationsmatritzen



- Person-Ereignis-Matrix A

	Jazz	Rock	Klassik
A	1	0	1
B	0	1	0
C	1	1	1
D	0	0	1
E	1	1	0

- Ereignis-Person-Matrix A'

	A	B	C	D	E
Jazz	1	0	1	0	1
Rock	0	1	1	0	1
Klassik	1	0	1	1	0

4. Matrixmultiplikation

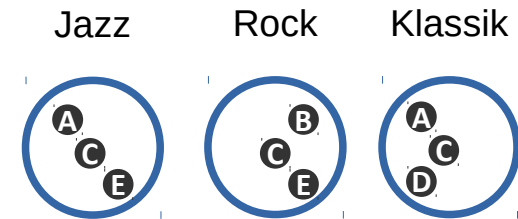
- Originalmatrix A * Transponierte Matrix A'

$$\begin{array}{ccc}
 A & * & A' \\
 \left(\begin{array}{cccc}
 a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} \\
 a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} \\
 \vdots & \vdots & & \vdots \\
 a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij}
 \end{array} \right) & * & \left(\begin{array}{cccc}
 b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1i} \\
 b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2i} \\
 \vdots & \vdots & & \vdots \\
 b_{j1} & b_{j2} & \cdots & b_{ji}
 \end{array} \right) = \\
 \\
 \left(\begin{array}{ccc}
 a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} + \cdots + a_{1j}b_{j1} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} + \cdots + a_{1j}b_{j2} & \cdots & a_{11}b_{1i} + a_{12}b_{2i} + \cdots + a_{1j}b_{ji} \\
 a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} + \cdots + a_{2j}b_{j1} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} + \cdots + a_{2j}b_{j2} & \cdots & a_{21}b_{1i} + a_{22}b_{2i} + \cdots + a_{2j}b_{ji} \\
 \vdots & \vdots & & \vdots \\
 a_{i1}b_{11} + a_{i2}b_{21} + \cdots + a_{ij}b_{j1} & a_{i1}b_{12} + a_{i2}b_{22} + \cdots + a_{ij}b_{j2} & \cdots & a_{i1}b_{1i} + a_{i2}b_{2i} + \cdots + a_{ij}b_{ji}
 \end{array} \right)
 \end{array}$$

4. Affiliationsmatritzen

- Person-Person-Matrix = $A * A'$

	A	B	C	D	E
A		0	2	1	1
B	0		1	0	1
C	2	1		1	2
D	1	0	1		0
E	1	1	2	0	



4. Matrix multiplication

- Transformation of bimodal into unimodal network
 - Latent structures
 - Communication in real world?
 - not necessary
 - e.g. corporate supervisory boards
 - e.g. rock concert
- Method
 - See Excel table

Critical remarks

- SNA
 - Structural analysis
 - Pattern recognition
 - Mathematically valid
 - Analytical constructs
 - Formal relations
 - Not interested in content
 - Static picture
 - Timeline ...
- Alternatives?
 - Agent based modeling
 - Network dynamics

5. Software for SNA

Switch to PowerPoint