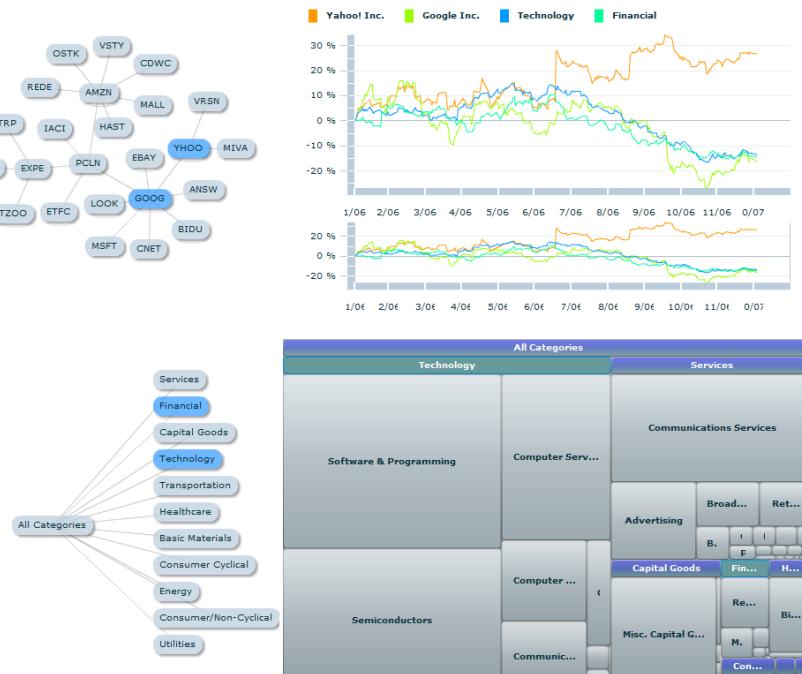


# Informationsvisualisierung

## Visual Computing Wintersemester 2023/2024



**Prof. Dr. Tatiana von Landesberger**

**Universität zu Köln**  
Institut für Informatik  
Weyertal 121  
Köln

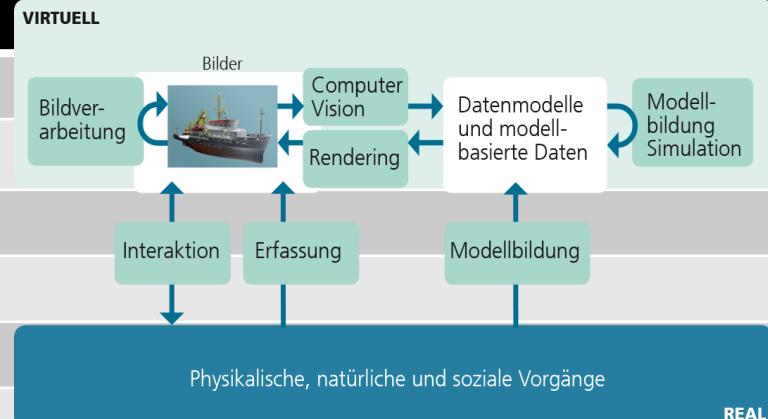
**Prof. Dr. Arjan Kuijper**

**Technische Universität Darmstadt**  
Fachgebiet Graphisch-Interaktive Systeme  
Fraunhoferstraße 5  
Darmstadt  
[office@gris.informatik.tu-darmstadt.de](mailto:office@gris.informatik.tu-darmstadt.de)

# Semesterplan



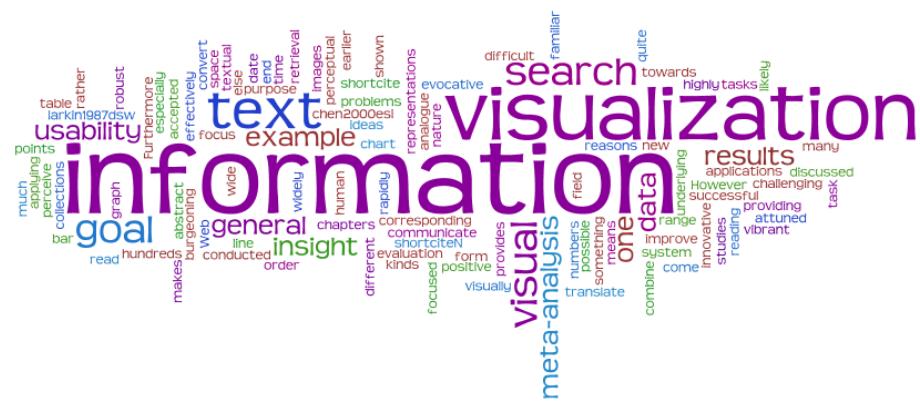
Datum	
20. Okt	Einführung + <u>Visual Computing</u>
27. Okt	<u>Wahrnehmung</u>
03. Nov	<u>Objekterkennung</u> und <u>Bayes</u>
10. Nov	<u>Fourier Theorie</u>
17. Nov	<u>Bilder</u>
24. Nov	<u>Bildverarbeitung</u>
01. Dez	<u>Grafikpipeline</u> & <u>Eingabemodalitäten</u> & <u>VR+AR</u>
08. Dez	<u>Transformationen</u> & <u>2D/3D Ausgabe</u>
15. Dez	<u>3D-Visualisierung</u>
12. Jan	<u>X3D – 3D in HTML</u>
<b>19. Jan</b>	<b>Informationsvisualisierung</b>
26. Jan	Farbe
02. Feb	User Interfaces + Multimedia Retrieval -> in S101/A01
09. Feb	!!Keine VL!!



# **Was lernen wir heute...**



- Was ist Informationsvisualisierung?
  - Was ist (gutes) Informationsdesign
  - Welche Datentypen
    - + Visualisierungstypen gibt es?
  - Interaktion





TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# INFORMATIONSVISUALISIERUNG

# Feinstaubbelastung



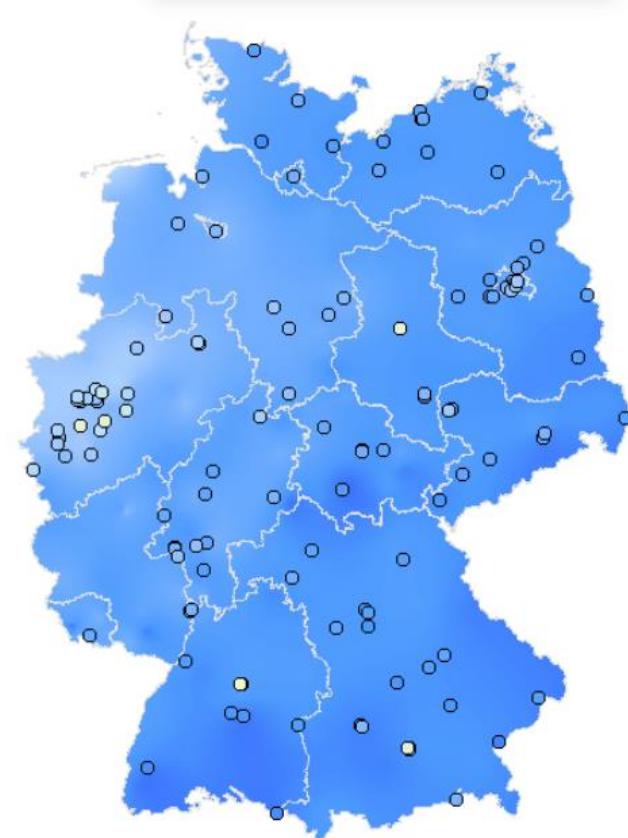
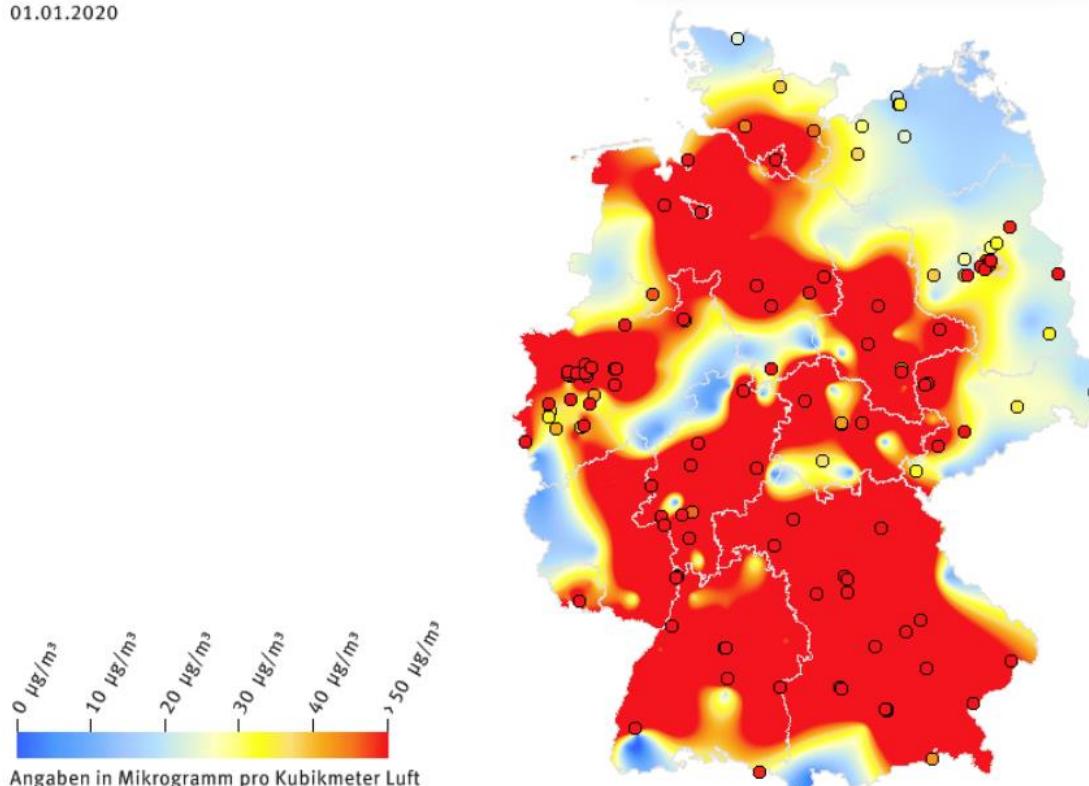
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Tagesmittel der Feinstaubkonzentration (PM10)

01.01.2020

01.01.2020

29.01.2020



# Finanzmarktvisualisierung



[http://www.dashboardinsight.com/CMS/d317219f-99c0-4eaf-8193-2617c213b550/Dundas\\_data\\_visualization\\_stock\\_market\\_watch\\_digital\\_dashboard.png](http://www.dashboardinsight.com/CMS/d317219f-99c0-4eaf-8193-2617c213b550/Dundas_data_visualization_stock_market_watch_digital_dashboard.png)

# Facebook Visualisierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



[http://a6.sphotos.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc4/163413\\_479288597199\\_9445547199\\_5658562\\_8388607\\_n.jpg](http://a6.sphotos.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc4/163413_479288597199_9445547199_5658562_8388607_n.jpg)

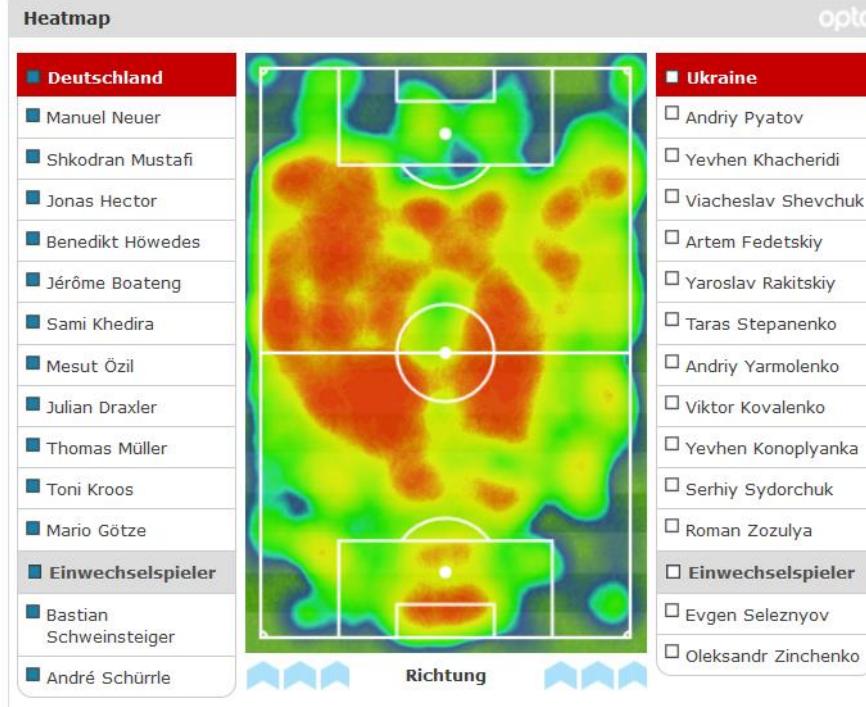
# Analyse von EM Spielen



Transfurther Allgemeine

EM-Analyse: Warum Kroos so wichtig ist

Liveticker, Spielplan und weitere Statistiken zur Fußball-EM 2016



Die "Heatmap" (wählen Sie in der Grafik oben einen Spieler aus) verdeutlicht, wo Kroos vorwiegend agierte. Dieser Bereich deckt sich stark mit dem der gesamten Mannschaft. 112 Ballkontakte hatte er. die Passquote von 93 Prozent

Transfurther Allgemeine

EM-Analyse: Warum Kroos so wichtig ist

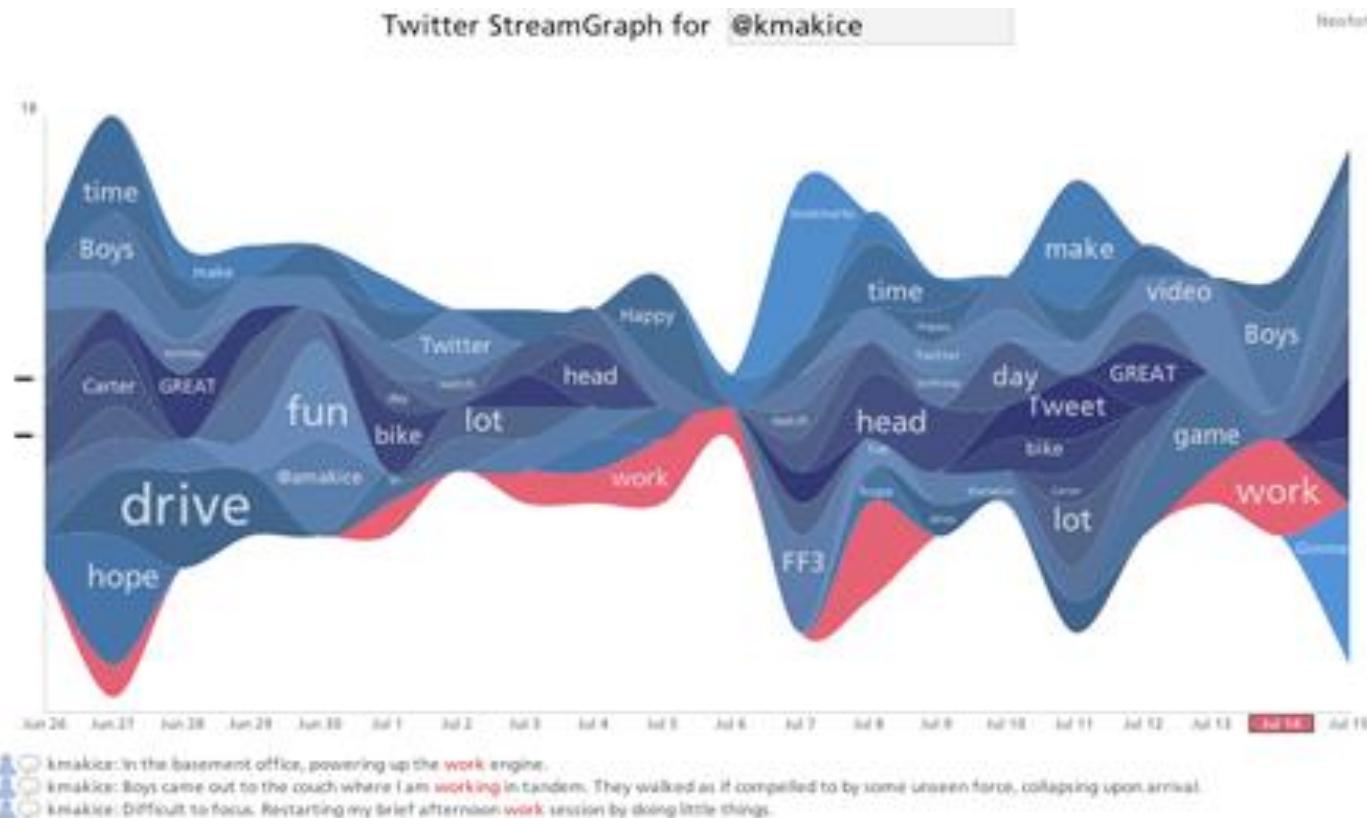
Liveticker, Spielplan und weitere Statistiken zur Fußball-EM 2016



# Twitter Messages

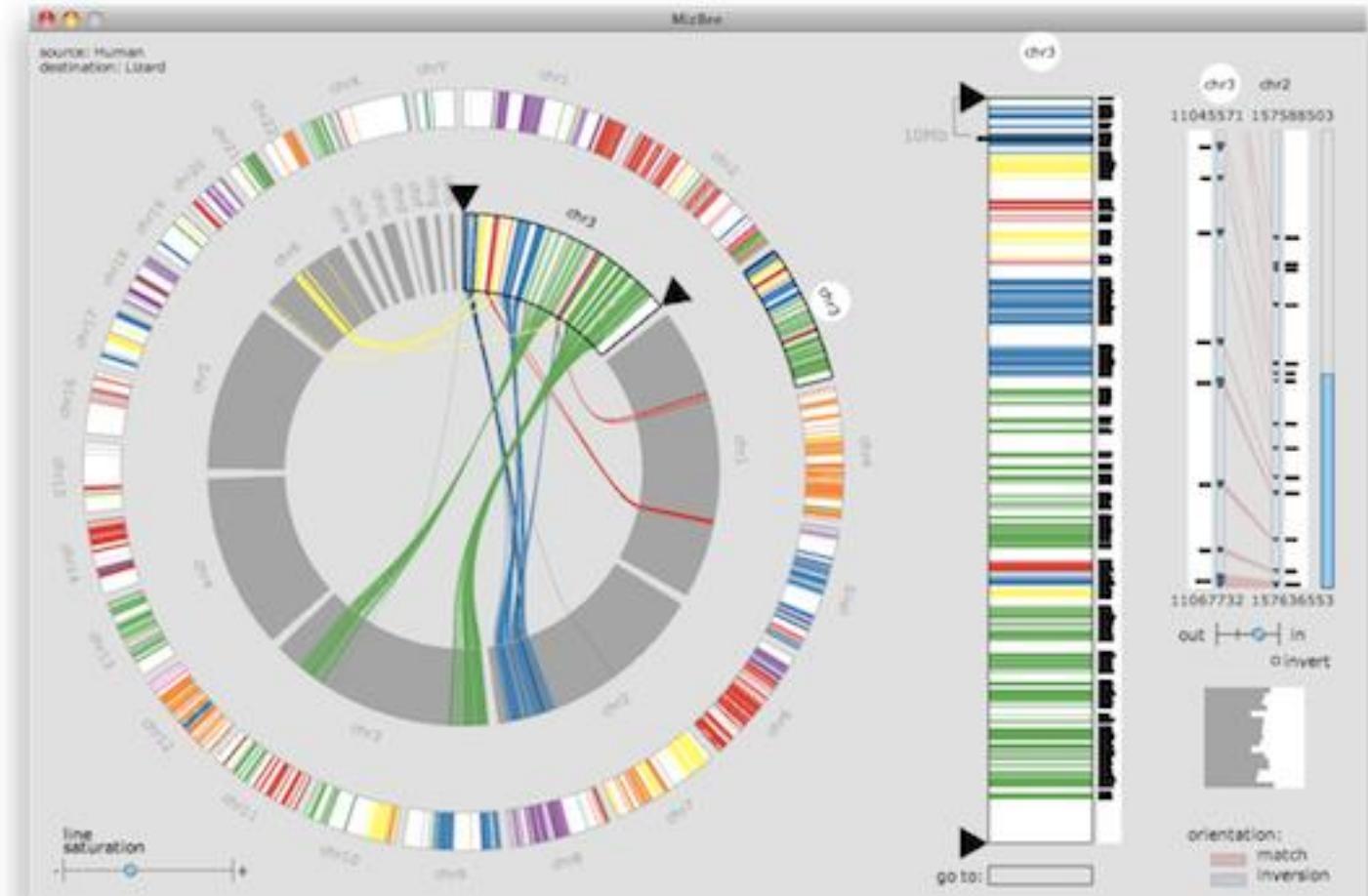


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



[http://www.blogschmog.net/wp-content/uploads/2008/07/streamgraph\\_kmakice.png](http://www.blogschmog.net/wp-content/uploads/2008/07/streamgraph_kmakice.png)

# Genome Visualisierung

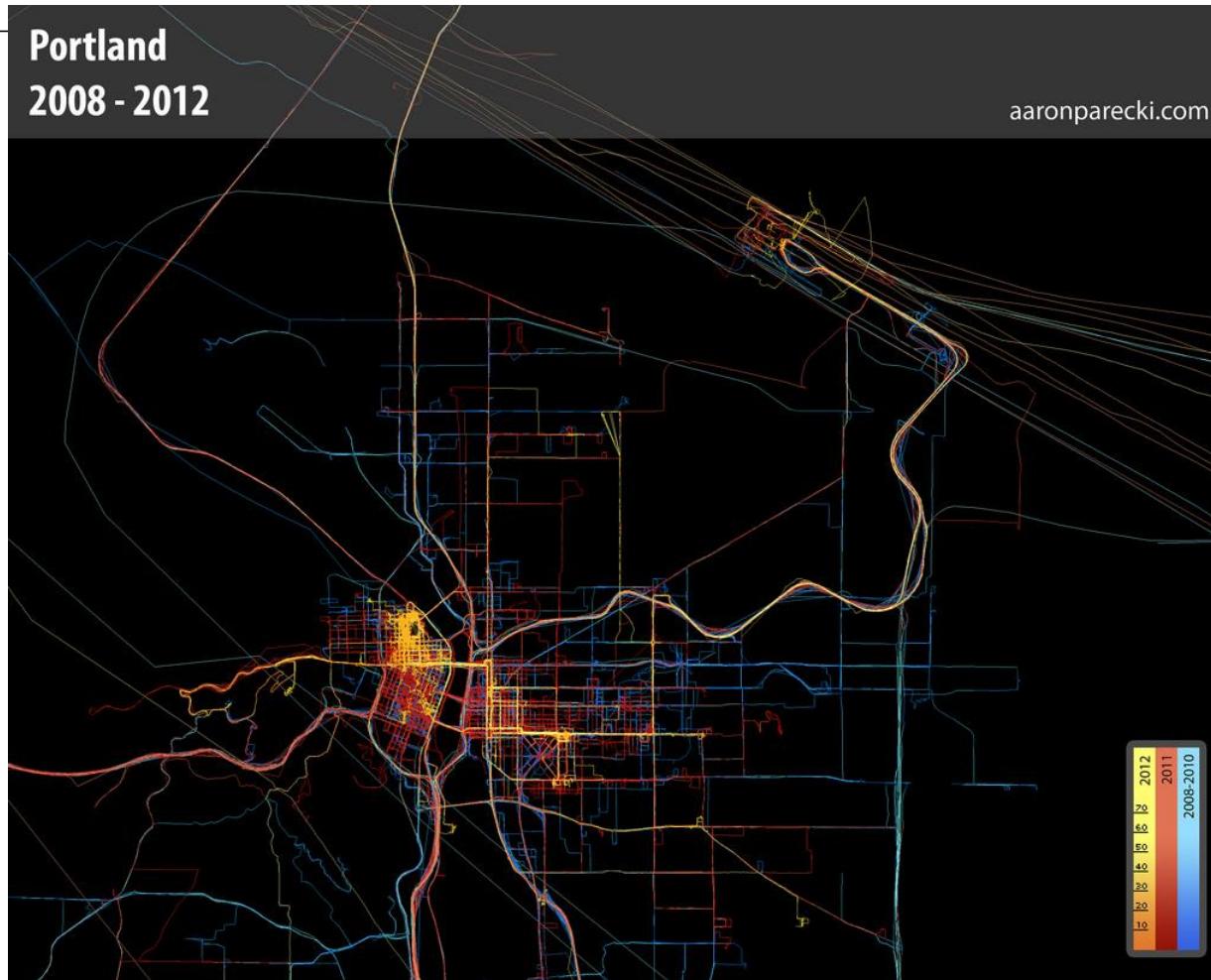


<http://www.mizbee.org/Overview.html>

# GPS Bewegungsdaten



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



<https://www.flickr.com/photos/aaronpk/6958126945/sizes/l/in/photostream/>

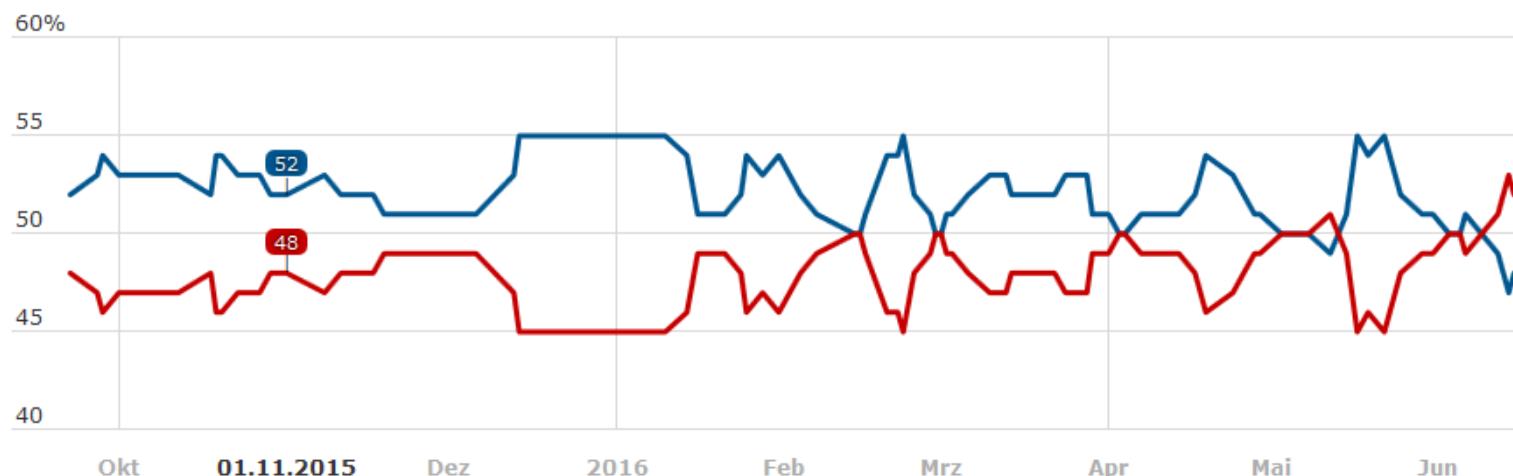
# Umfragenanalysen – Beispiel: Brexit



## Umfragen zum Brexit

Abgebildet ist der Durchschnitt der zum jeweiligen Zeitpunkt jüngsten sechs Umfragen in Großbritannien (in Prozent; Unentschiedene nicht gewertet / Stand: 18. Juni 2016)

■ Für Verbleib ■ Für Austritt



© F.A.Z. / Quelle: whatukthinks.org („Poll of polls“)

<http://www.faz.net/aktuell/politik/brexit/ja-oder-nein-zum-brexit-die-aktuellsten-umfragen-zusammengefasst-in-der-poll-of-polls-14286790.html>



# WAS IST INFORMATIONSVISUALISIERUNG?

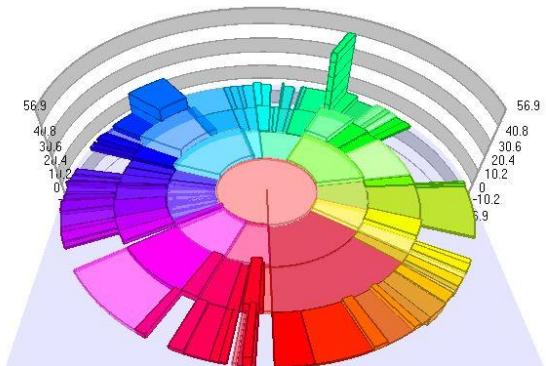
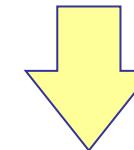
„Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“

# Was ist Informationsvisualisierung?



## **Visualisieren:**

- Sich von etwas ein mentales Bild machen
  - Sich etwas bildlich vorstellen
  - „Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“



# Was ist Informationsvisualisierung?



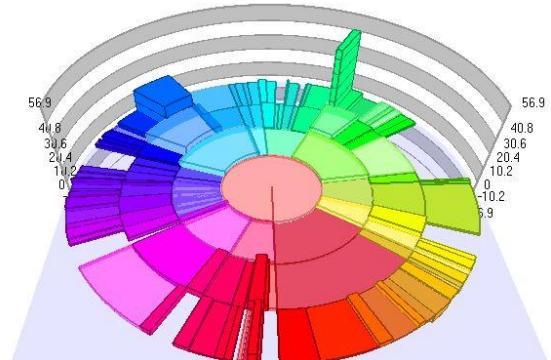
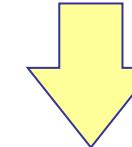
## ▪ Informationsvisualisierung - Definition:

- The use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition.

[Card et al 1999]



	2018Q1	2018Q2	2018Q3	2018Q4	2019Q1	2019Q2	2019Q3	2019Q4
Euro area (EA1, EA12, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Euro area (EA1, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Euro area (EA12, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Europe	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
European Union (EU-1992, EA12, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
European Union (EU-1992, EA1, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
European Union (EU-1992, EA12, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
European Union (EU-1992, EA1, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
European Union (EU-1992, EA12, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
European Union (EU-1992, EA1, 2006)	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Belgium	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Denmark	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Czech Republic	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Finland	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Greece	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Hungary	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Ireland	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Iceland	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Latvia	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Lithuania	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Norway	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Slovenia	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Spain	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
Sweden	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>
United Kingdom	111.62	111.29	110.58	110.98	112.47	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>	113.10 <sup>p</sup>



# Was ist Informationsvisualisierung?

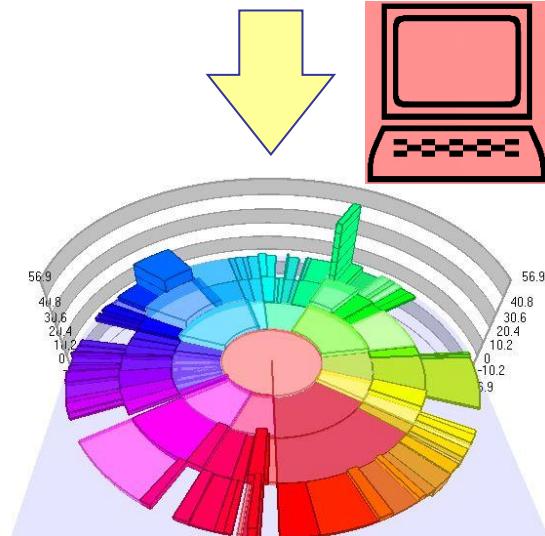


## ▪ **Informationsvisualisierung - Definition:**

- The use of **computer-supported**, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition.

[Card et al 1999]

		2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
Euro area (EA1)	2006, 2010, EA12, 2006	111.29	110.93	110.47	110.27	110.17	110.10	110.07
Euro area (EA)*	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	110.47	110.17	110.10	110.07	110.04	110.02	110.00
Euro area (EA)	2008, 2010, EA12, 2006	110.82	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
European Union	2006, 2010, EA12, 2006	110.82	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
European Union	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	110.47	110.17	110.10	110.07	110.04	110.02	110.00
European Union	2008, 2010, EA12, 2006	110.82	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
Bulgaria	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, 2016	110.92	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
Bulgaria	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	110.47	110.17	110.10	110.07	110.04	110.02	110.00
Bulgaria	2008, 2010, EA12, 2006	110.92	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
Czech Republic	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, 2016	110.92	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
Czech Republic	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	110.47	110.17	110.10	110.07	110.04	110.02	110.00
Czech Republic	2008, 2010, EA12, 2006	110.92	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10*	113.10*
Denmark	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Denmark	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Denmark	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Ireland	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Ireland	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Ireland	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Latvia	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Latvia	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Latvia	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Malta	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Malta	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Malta	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Portugal	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Portugal	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Portugal	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Slovenia	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Slovenia	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Slovenia	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Spain	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Spain	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Spain	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Sweden	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Sweden	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Sweden	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
United Kingdom	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
United Kingdom	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
United Kingdom	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
United States	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
United States	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
United States	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Yugoslavia	2006, 2010, EA12, 2006, 2012-13, EBSI 1	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*
Yugoslavia	2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018	112.01	113.53	113.07	113.59	114.54	115.07	115.47*
Yugoslavia	2008, 2010, EA12, 2006	112.06	113.29	113.00	113.44	114.44	115.00	115.30*



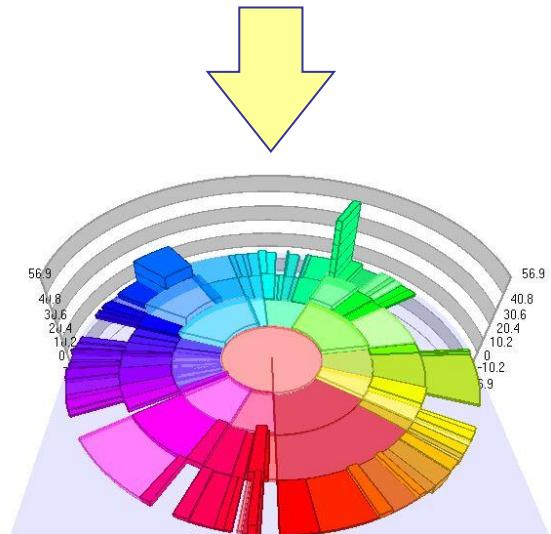
# Was ist Informationsvisualisierung?



## ▪ **Informationsvisualisierung - Definition:**

- The use of computer-supported, interactive, **visual representations** of abstract data to amplify cognition.

[Card et al 1999]



# Was ist Informationsvisualisierung?

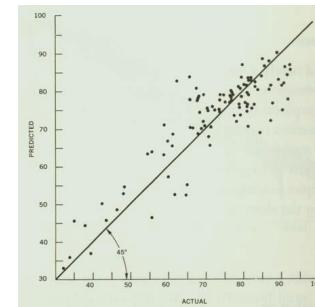


## ▪ Informationsvisualisierung - Definition:

- The use of computer-supported, interactive, visual representations of **abstract data** to amplify cognition.

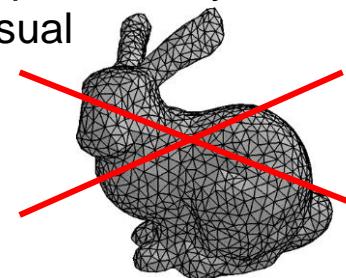


Graphen



Multivariate  
Daten

Geographische  
Daten,  
Texte,...



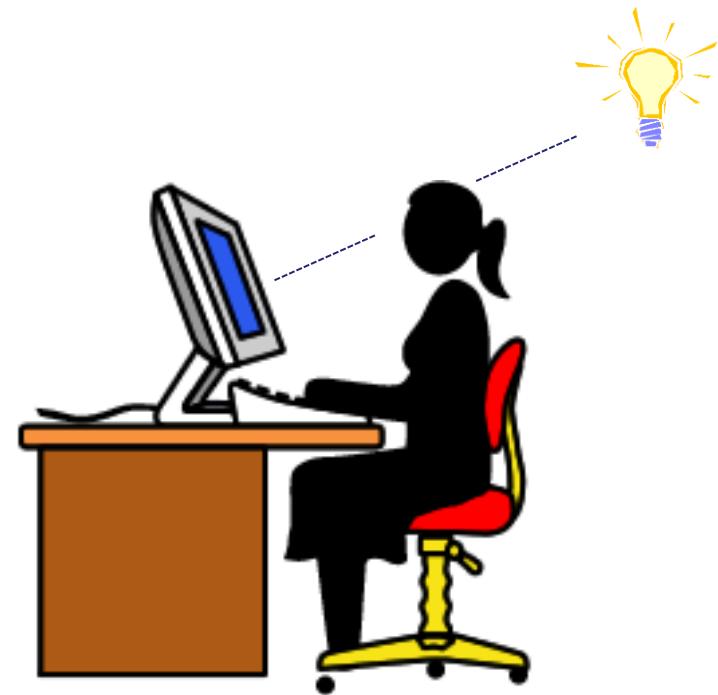
# Was ist Informationsvisualisierung?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- **Informationsvisualisierung - Definition:**

- The use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to **amplify cognition**.



# Graphische Darstellungen „enthüllen“ Daten



I		II		III		IV	
x	y	x	y	x	y	x	y
10.0	8.04	10.0	9.14	10.0	7.46	8.0	6.58
8.0	6.95	8.0	8.14	8.0	6.77	8.0	5.76
13.0	7.58	13.0	8.74	13.0	12.74	8.0	7.71
9.0	8.81	9.0	8.77	9.0	7.11	8.0	8.84
11.0	8.33	11.0	9.26	11.0	7.81	8.0	8.47
14.0	9.96	14.0	8.10	14.0	8.84	8.0	7.04
6.0	7.24	6.0	6.13	6.0	6.08	8.0	5.25
4.0	4.26	4.0	3.10	4.0	5.39	19.0	12.50
12.0	10.84	12.0	9.13	12.0	8.15	8.0	5.56
7.0	4.82	7.0	7.26	7.0	6.42	8.0	7.91
5.0	5.68	5.0	4.74	5.0	5.73	8.0	6.89

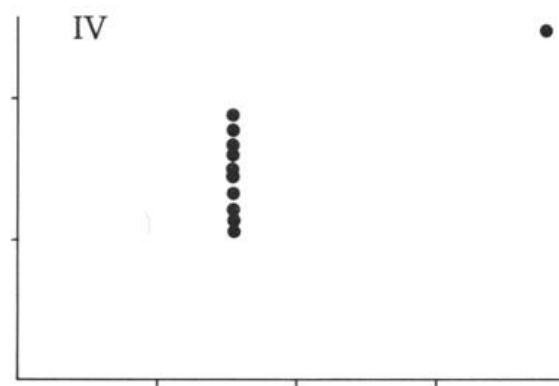
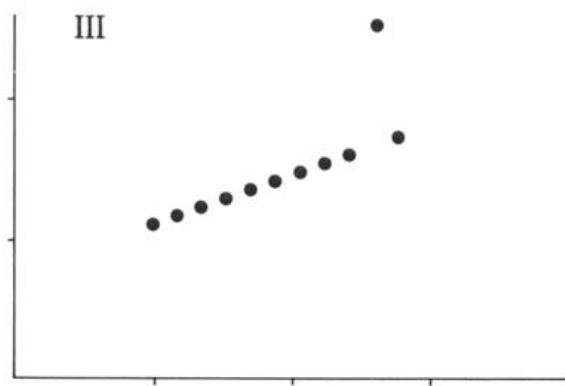
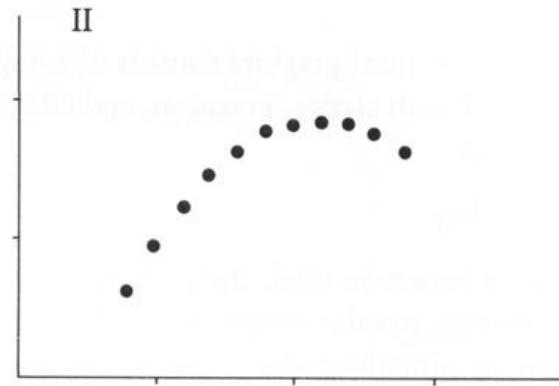
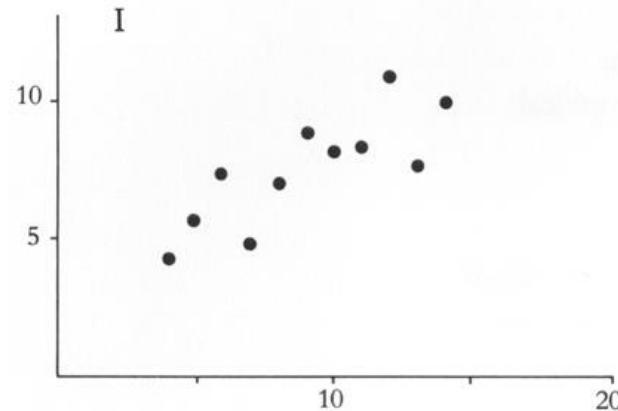
N = 11  
mean of X's = 9.0  
mean of Y's = 7.5  
equation of regression line:  $Y = 3 + 0.5X$   
standard error of estimate of slope = 0.118  
 $t = 4.24$   
sum of squares  $\sum (X - \bar{X})^2 = 110.0$   
regression sum of squares = 27.50  
residual sum of squares of Y = 13.75  
correlation coefficient = .82  
 $r^2 = .67$

Vier Datensätze mit identischem linearen Modell  
(Tufte, 1983)

# Graphische Darstellungen „enthüllen“ Daten



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



(Tufte, 1983)



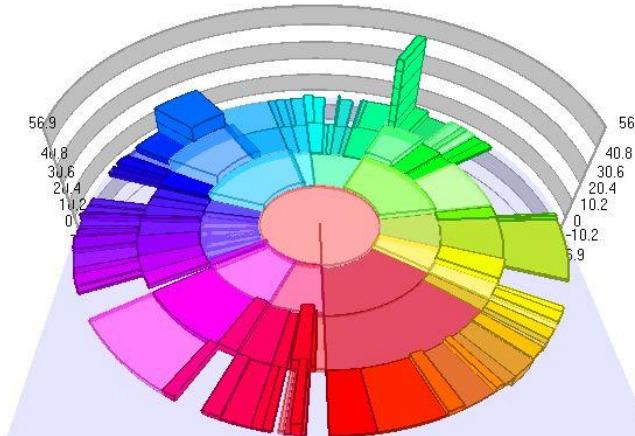
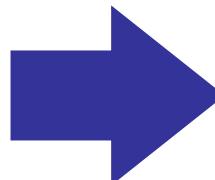
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# INFORMATIONSDSIGN



## Wie können wir abstrakte Daten in visuelle Representierung umwandeln?

geo	time	2010M11	2010M12	2011M1	2011M2	2011M3	2011M4
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	geo	110.62	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10 <sup>P</sup>
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	time	2010M11	2010M12	2011M1	2011M2	2011M3	2011M4
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	geo	110.62	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10 <sup>P</sup>
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	time	2010M11	2010M12	2011M1	2011M2	2011M3	2011M4
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	geo	110.62	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10 <sup>P</sup>
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	time	2010M11	2010M12	2011M1	2011M2	2011M3	2011M4
Euro area (EA11-2006, EA12-2006)	geo	110.62	111.29	110.58	110.96	112.47	113.10 <sup>P</sup>
Euro area (17 countries)	geo	110.68	111.35	110.58	111.82	112.53	113.10 <sup>P</sup>
Euro area (16 countries)	geo	110.66	111.33	110.54	111.80	112.51	113.10 <sup>P</sup>
European Union (EU-1972, EU9-1)	geo	112.66	113.39	112.93	113.44	114.89	115.30 <sup>P</sup>
European Union (27 countries)	geo	112.81	113.53	113.07	113.59	114.84	115.45 <sup>P</sup>
Belgium	geo	112.52	113.16	111.84	114.33	114.82	115.20
Bulgaria	geo	138.24	139.30	139.94	140.71	141.27	141.14
Czech Republic	geo	113.7	114.3	115.2	115.4	115.6	
Denmark	geo	111.5	111.6	111.7	112.8	113.5	114.0
Germany (including former GDR &...	geo	108.7	110.0	109.4	110.1	110.8	111.1
Estonia	geo	129.32	129.94	129.91	130.70	131.84	132.90
Ireland	geo	105.3	105.5	105.2	106.1	106.6	106.9
Greece	geo	119.78	120.37	119.19	117.88	121.37	122.17



# Beispiel: Netzwerk des Tages



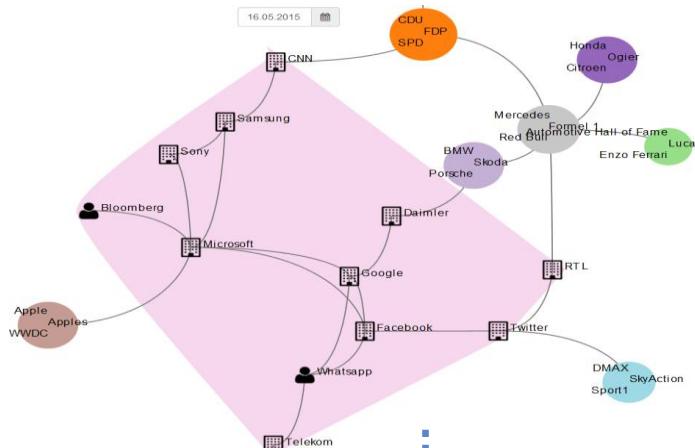
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Visualisierung von Beziehungen zwischen Personen und Organisationen die in Tageszeitung erwähnt werden



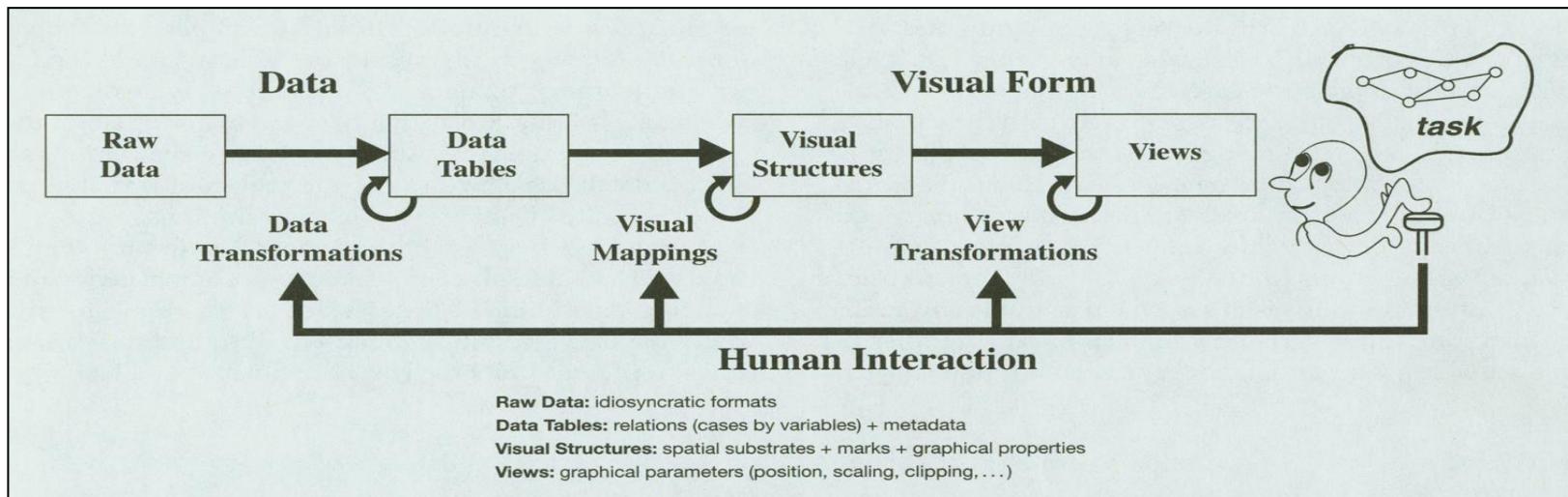
Daily newspaper  
articles

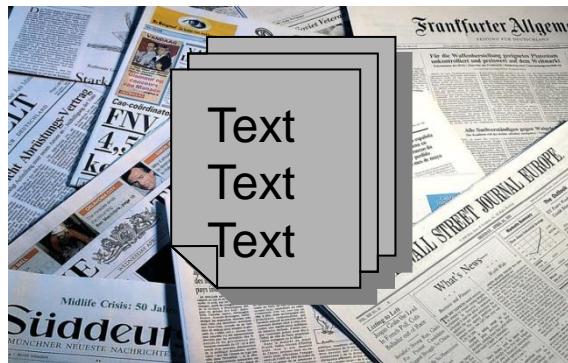
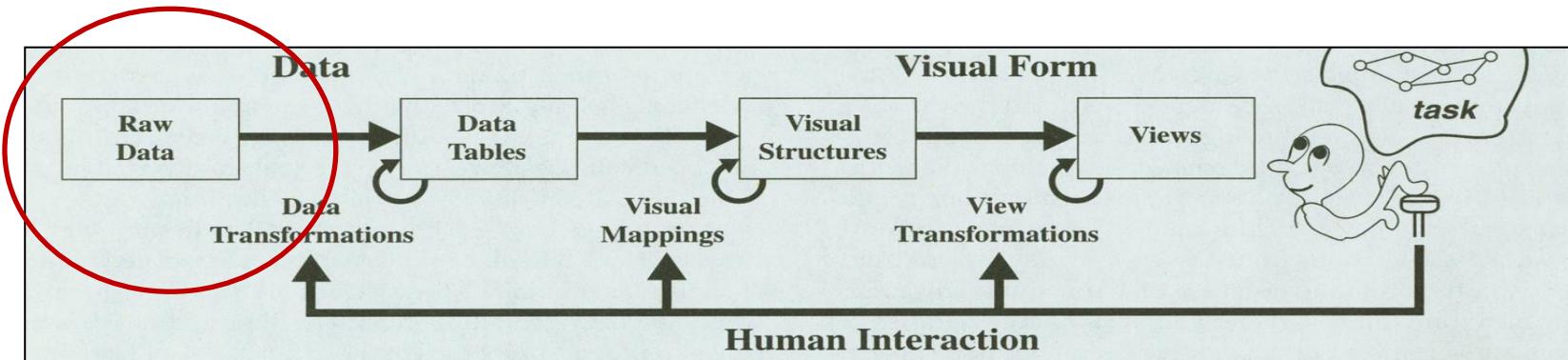


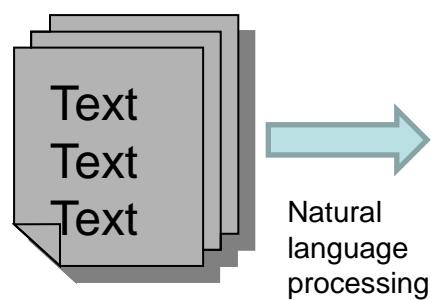
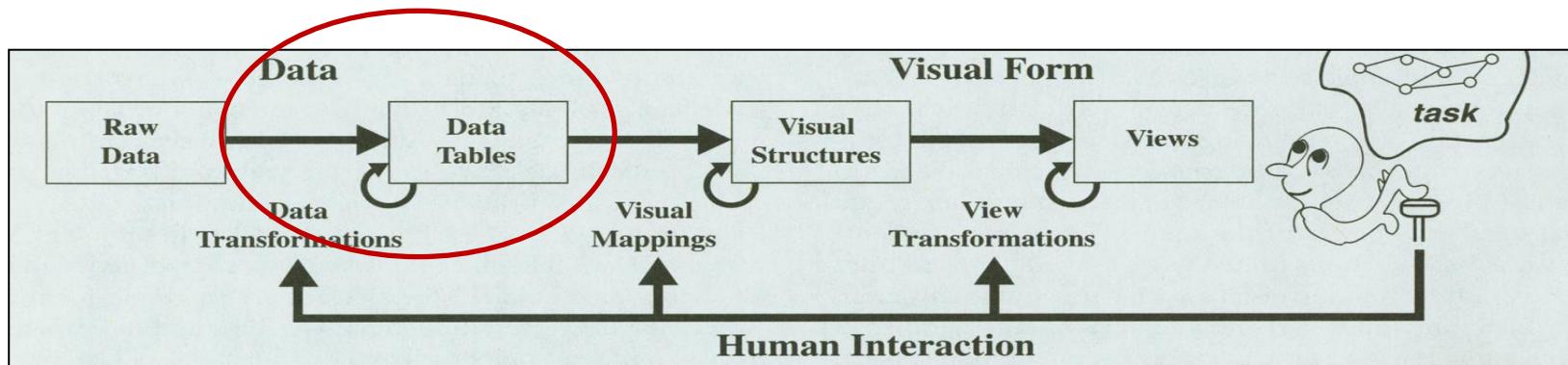
Visualization of  
daily news network

<http://tagesnetzwerk.de/>

# Referenzmodell von Card et al. (1999)

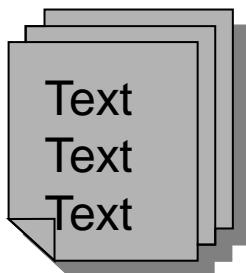
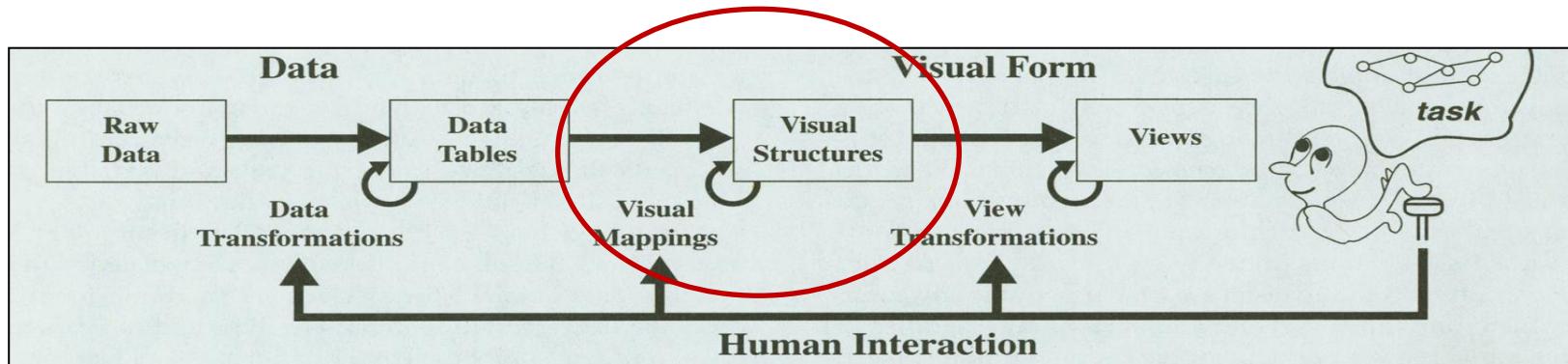






Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Organisation	IT
A. Merkel	100	Person	Politik
...	...	...	..

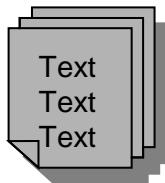
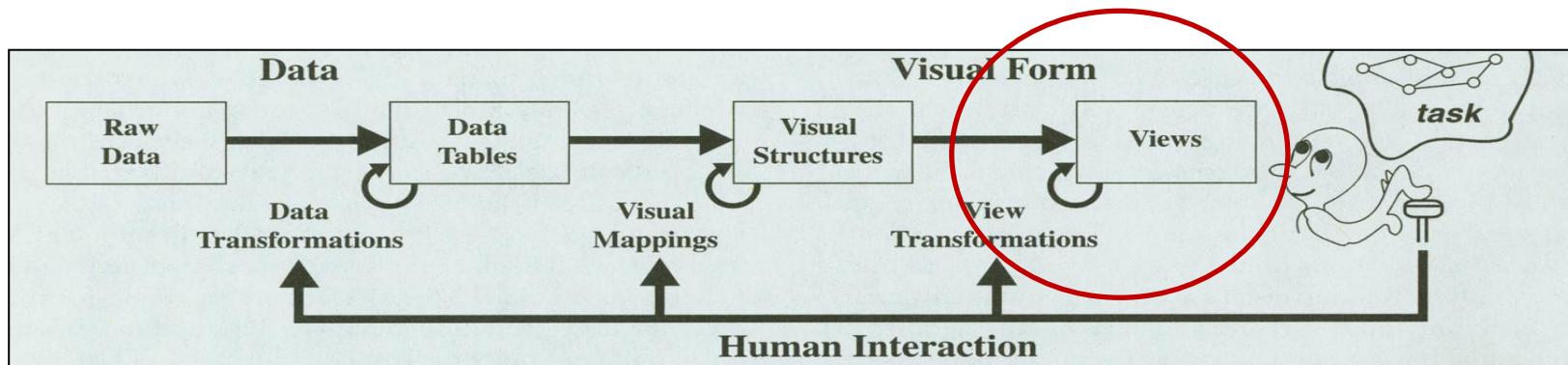
Beziehung	Anzahl Kanten
Apple - Microsoft	4
A. Merkel - Obama	20
...	...



Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Beziehung	Anzahl Kanten
A. Merkel	10	Apple - Microsoft	4
...	...	A. Merkel - Obama	20
		...	...

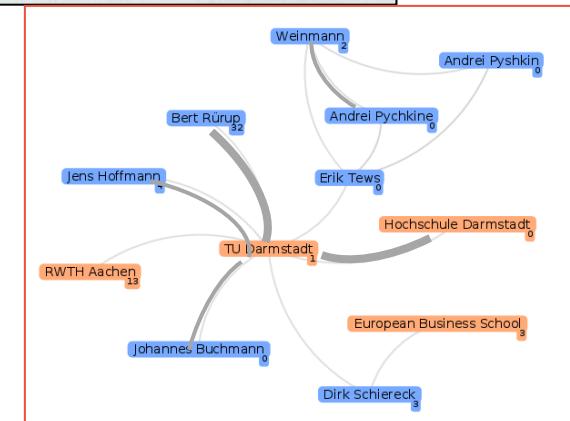
**Objekt** → Rechtecke mit Objektname  
**Typ** → Farbe

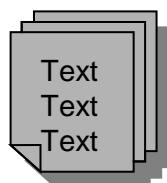
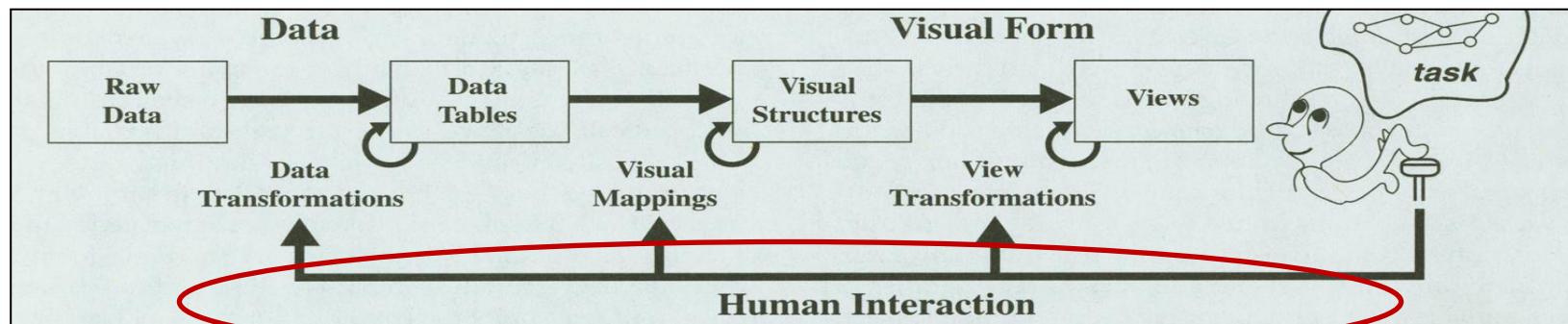
**Beziehung** → Linie  
**AnzahlKanten** → Liniendicke



Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Organisat	IT
A.	Beziehung	Anzahl Kanten	
A. Mer	Apple - Microsoft	4	Politik
...	A. Merkel - Obama	20	..
	...	...	

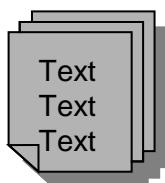
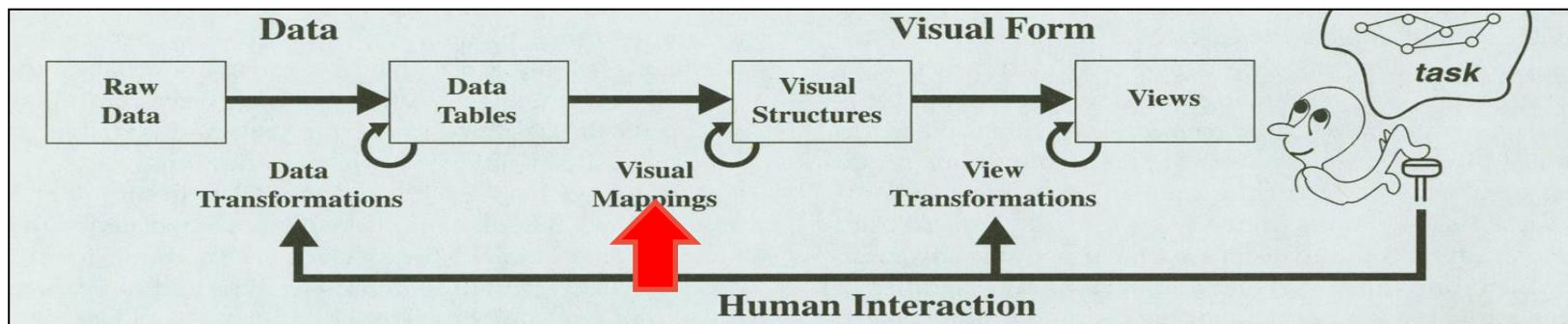
Objekt	→ Rechtecke mit Text
Typ	→ Farbe
Beziehung	→ Linie
AnzahlKanten	→ Linien-dicke





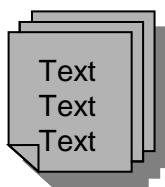
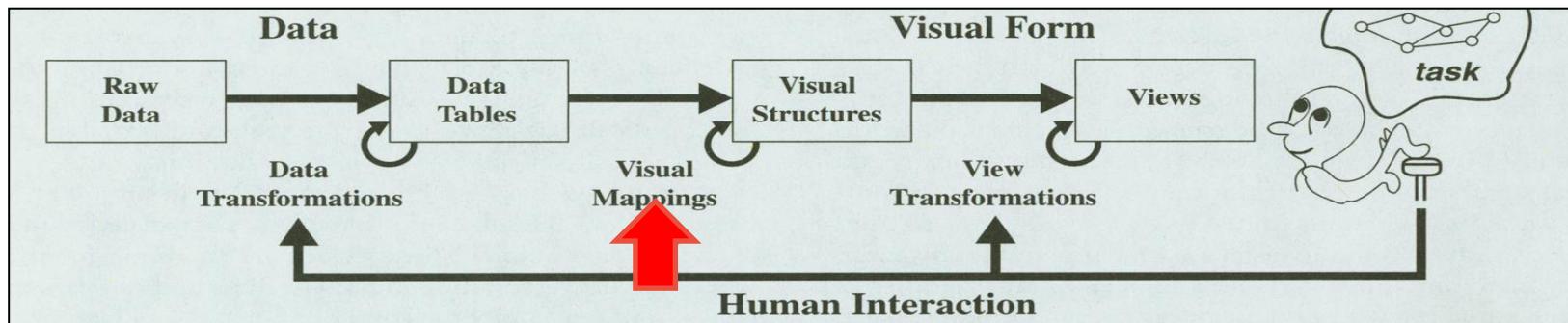
Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Organisat	IT
A.	Beziehung	Anzahl Kanten	
A. Mer	Apple - Microsoft	4	Politik
...	A. Merkel - Obama	20	..
	...	...	

Objekt	→	Rechtecke mit Text
Typ	→	Farbe
Beziehung	→	Linie
AnzahlKanten	→	Linien-dicke



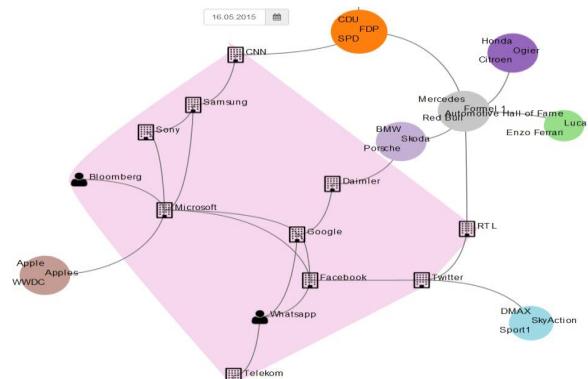
Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Organisat	IT
A. Mer	Beziehung	Anzahl Kanten	
...	Apple - Microsoft	4	Politik
	A. Merkel - Obama	20	
	...	...	..

Objekt	→	Text
Typ	→	Knotenform
Beziehung	→	Linie
<b>Gruppe</b>	→	Hülle
Beziehung	→	Linie
AnzahlKanten	→	Liniendicke



Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Organisat	IT
A. Merk...	Beziehung	Anzahl Kanten	
A. Merk...	Apple - Microsoft	4	Politik
...	A. Merkel - Obama	20	..
...	...	...	

Objekt	→	Text
Typ	→	Knotenform
Beziehung	→	Linie
<b>Gruppe</b>	→	Hülle
Beziehung	→	Linie
AnzahlKanten	→	Liniendicke



# Informationsdesign



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Wie können wir abstrakte Daten  
in visuelle Representierung umwandeln?

So dass...

wir immer noch die Bedeutung behalten...  
und neue Informationen enthüllen?

(Marti Hearst, 2004)



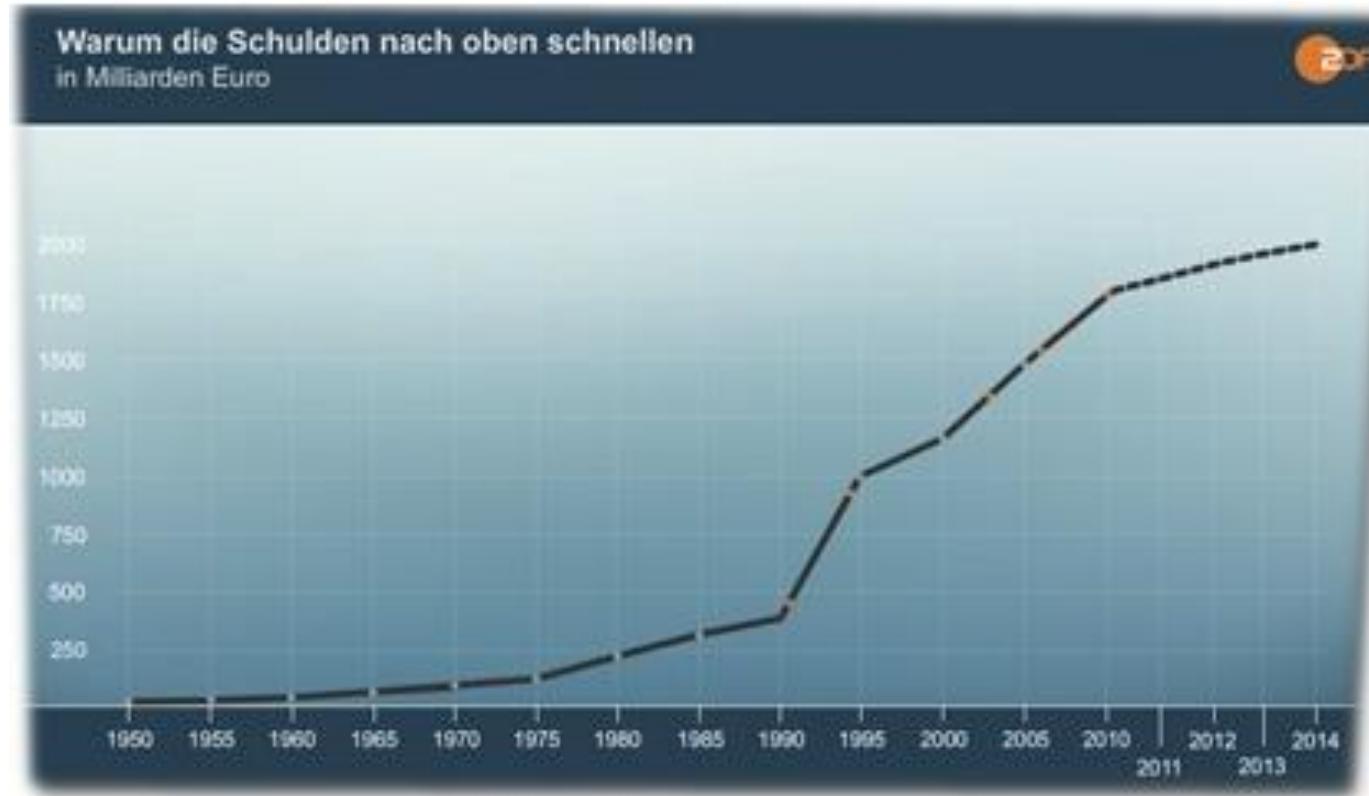
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# (GEGEN)BEISPIELE

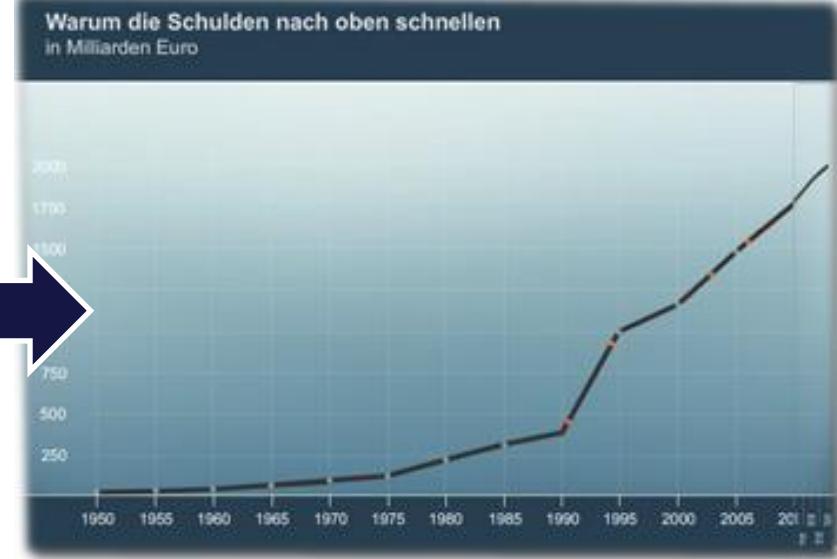
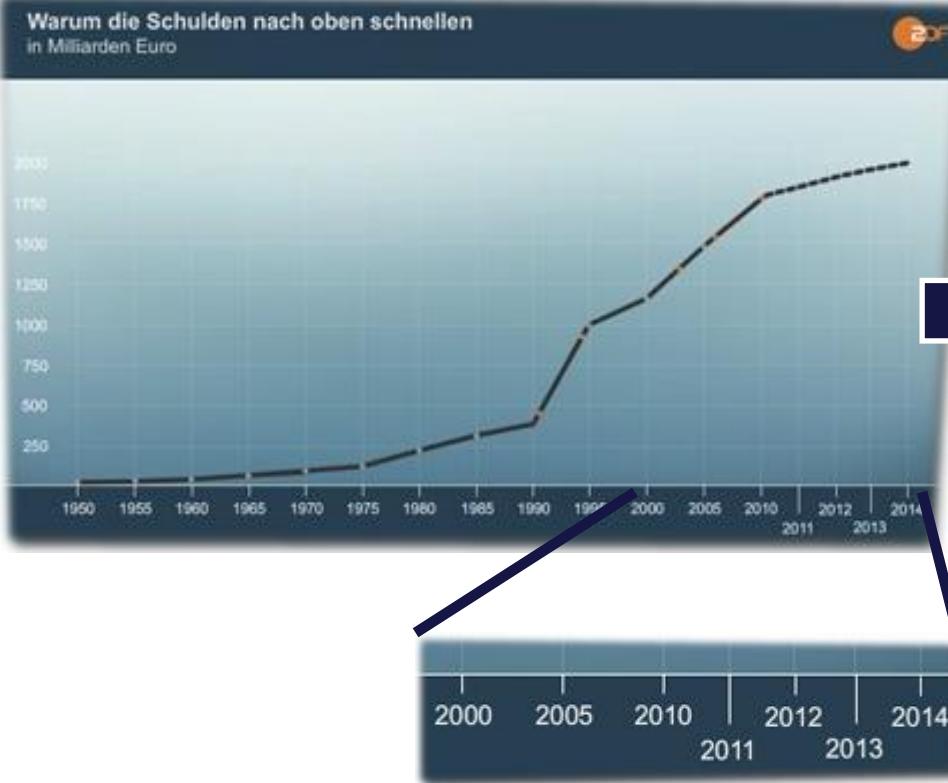
# Staatsverschuldung – was stimmt nicht?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Abstände (Zeiteinheiten) müssen stimmen



Quelle: Bildblog.de

# Packing-Visualisierung – was stimmt nicht?



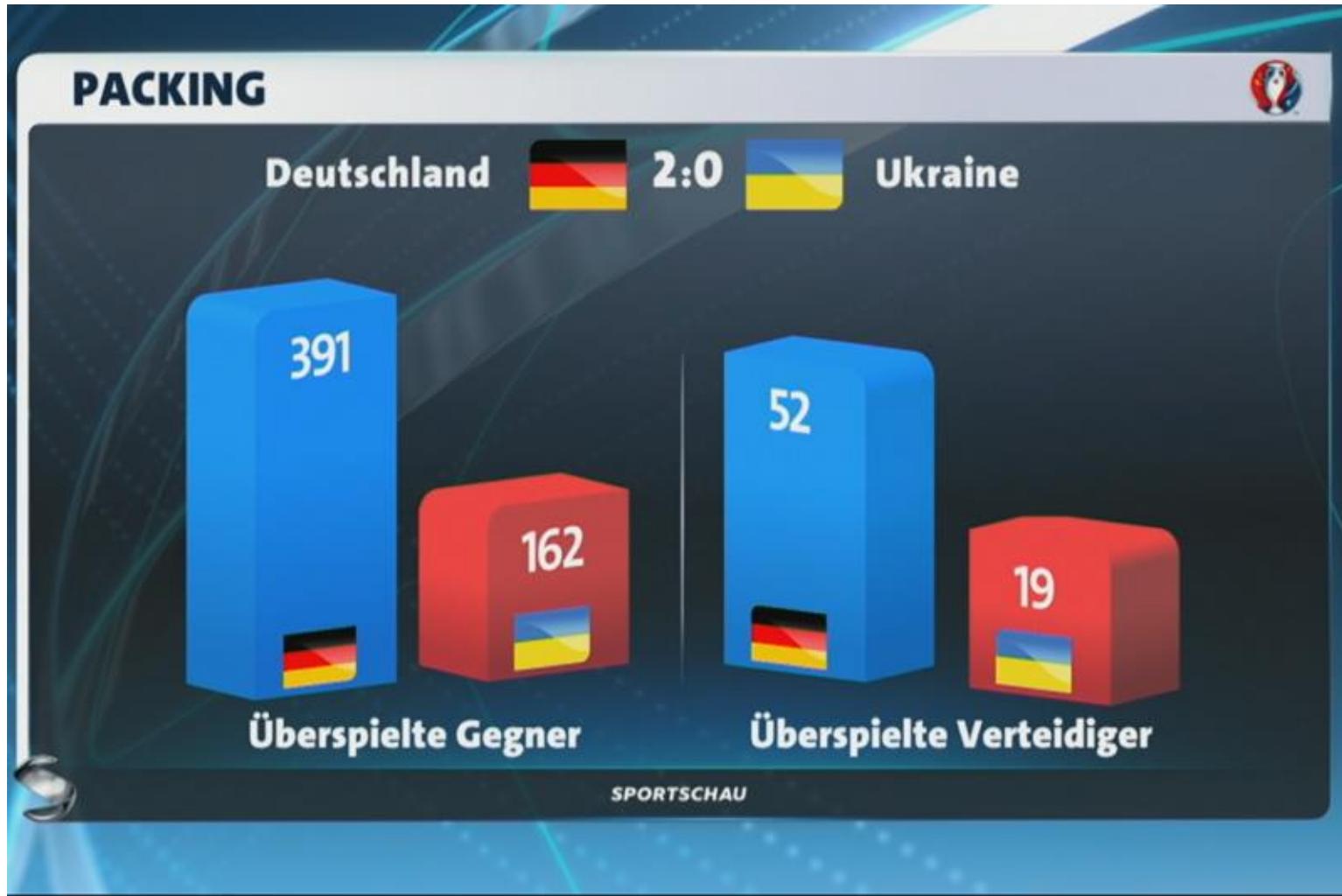
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Packing-Visualisierung



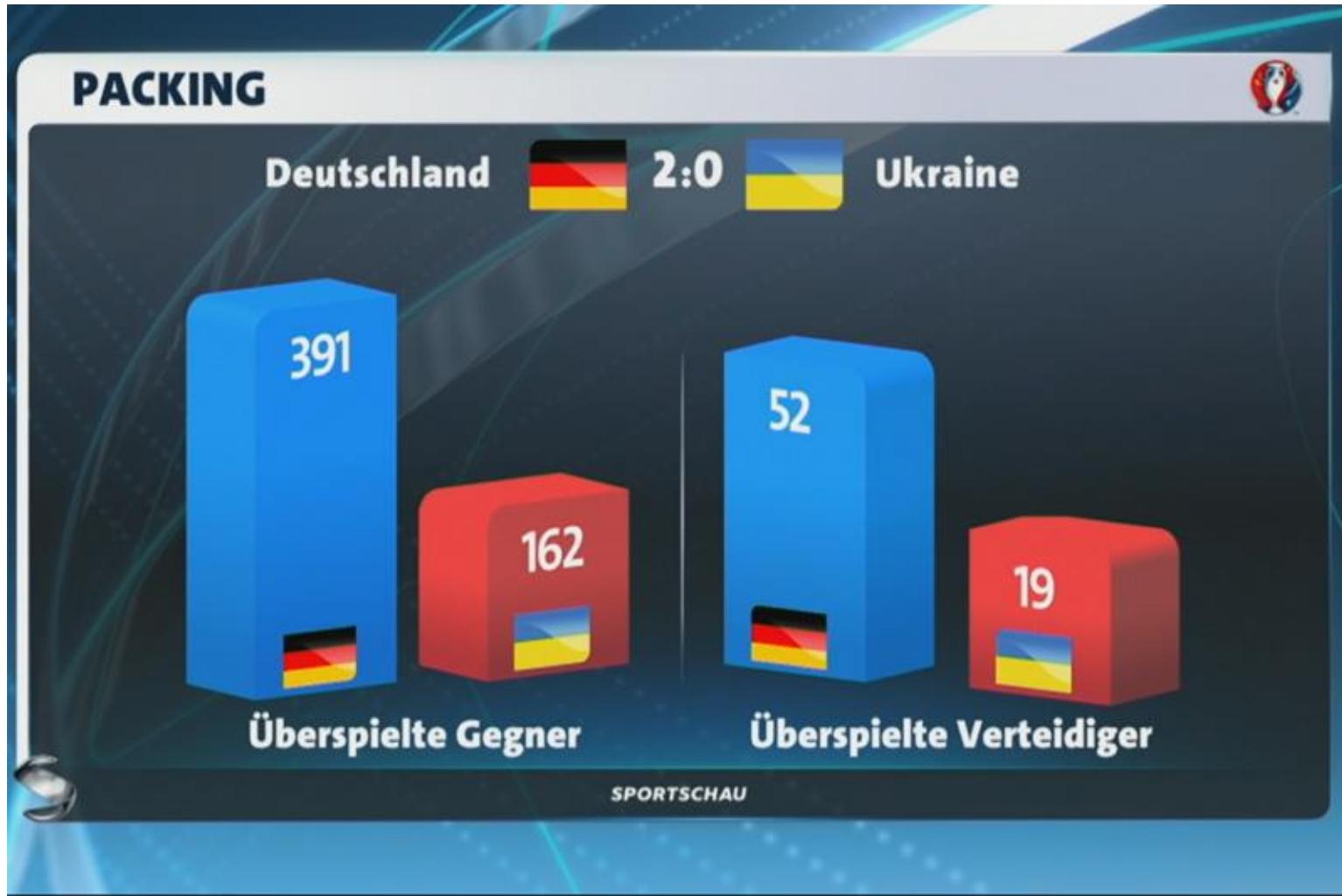
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Packing-Visualisierung – 3D perspektive - Verzerrung



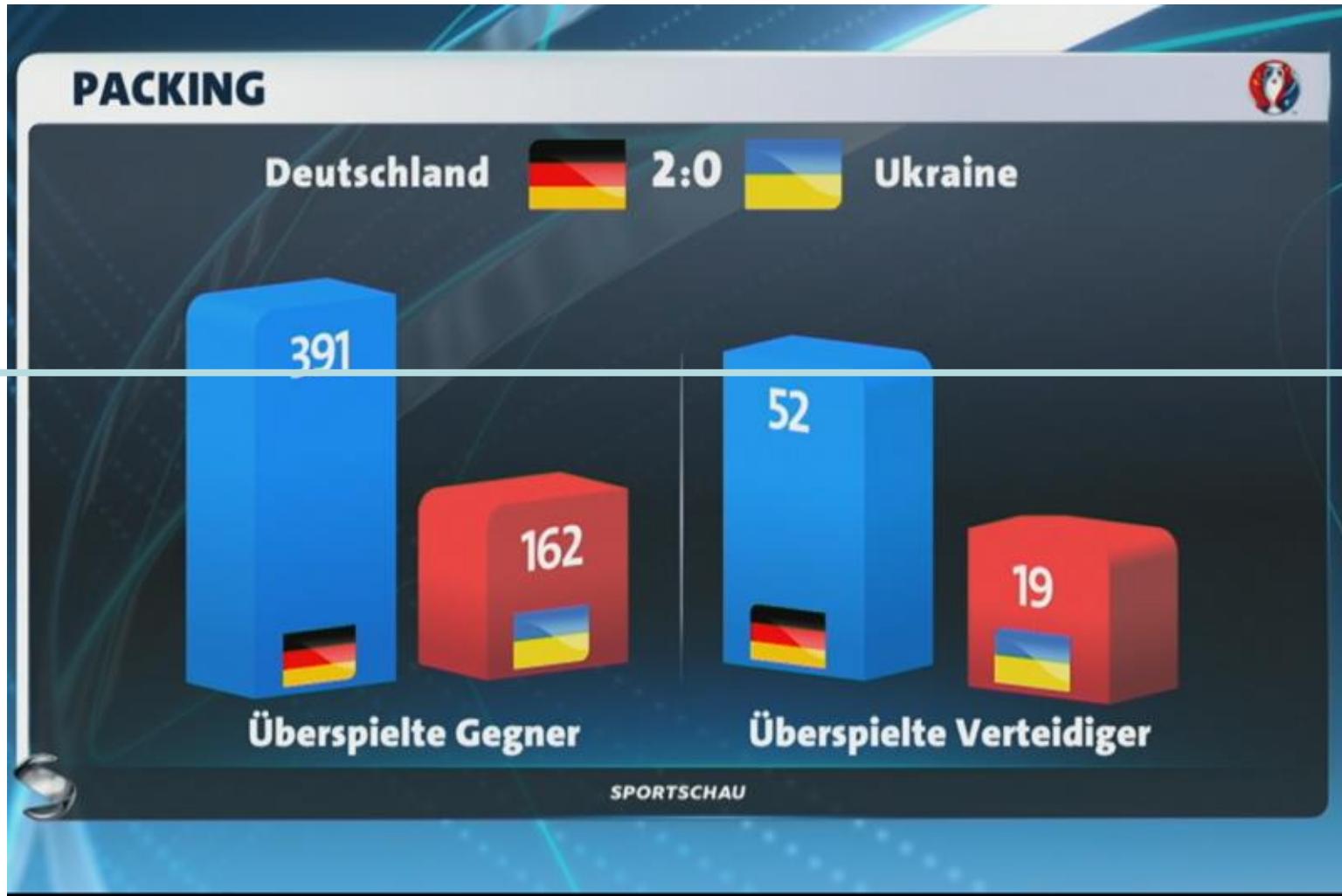
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Packing-Visualisierung – was stimmt nicht?



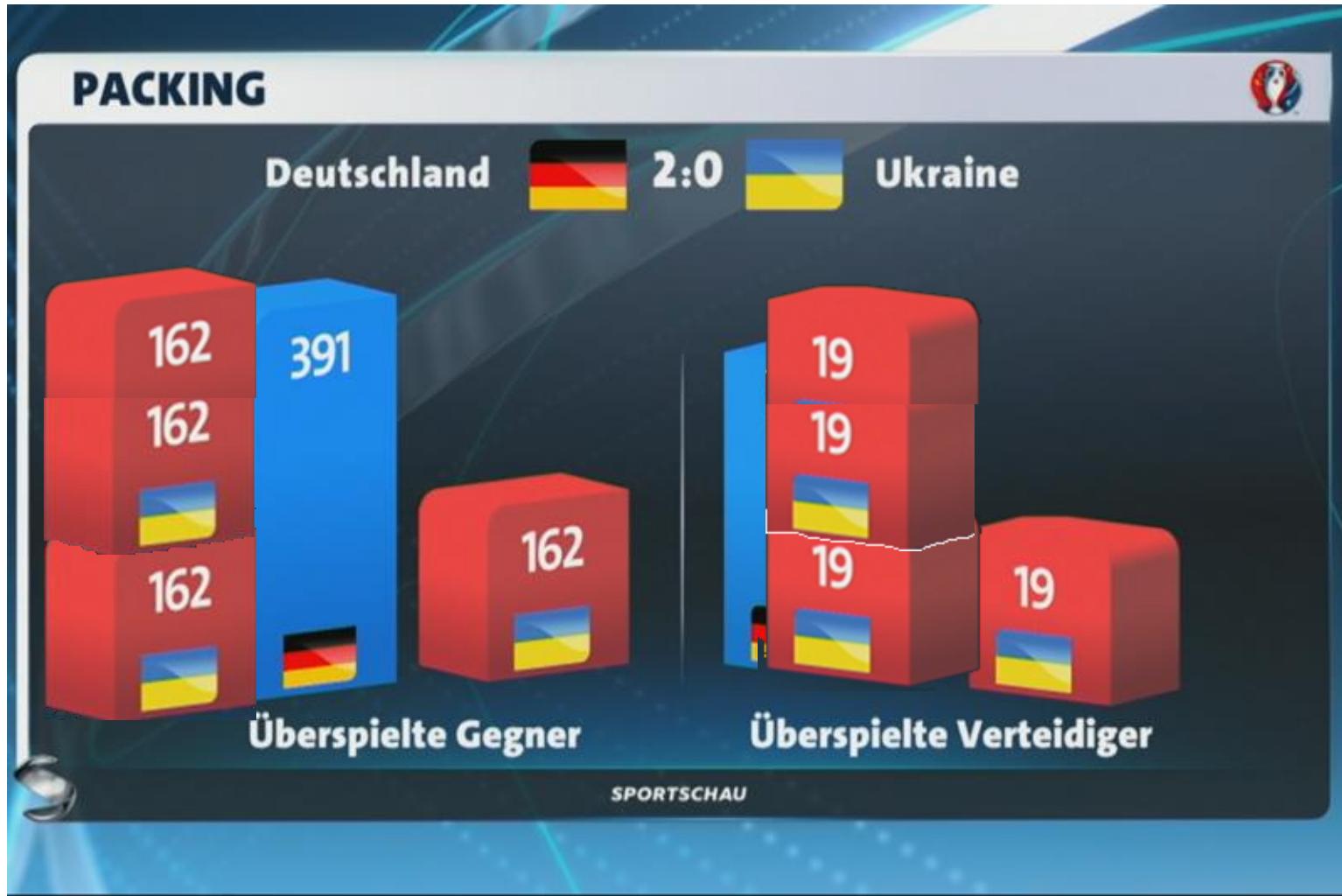
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



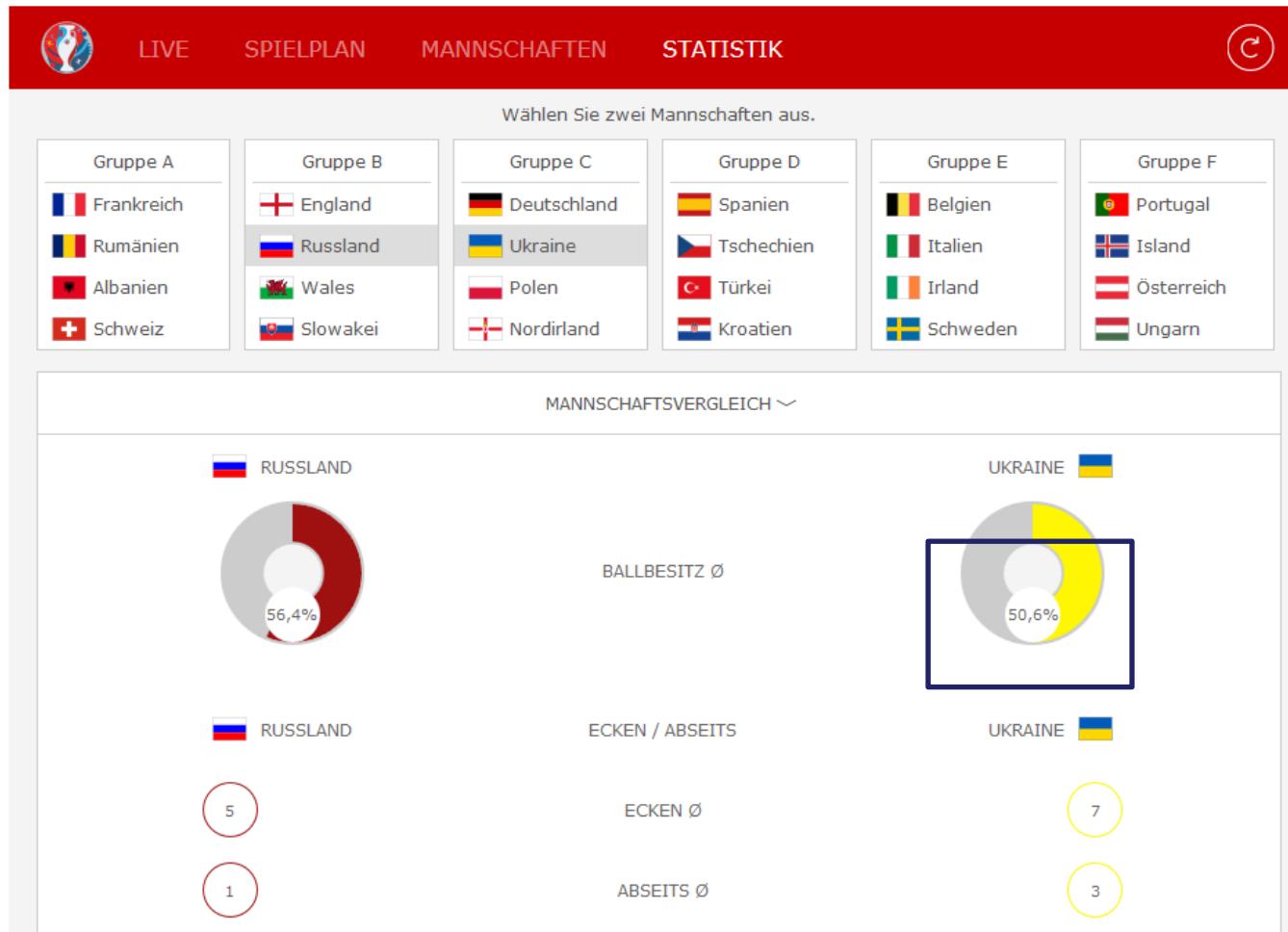
# Packing-Visualisierung – Größenverhältnisse



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Spielanalyse - Probleme



<http://www.faz.net/op900/event/fussball-em/live/#/statistic-t536,t510-compareTeams,ballPossession>

# Spielanalyse - Probleme



LIVE    SPIELPLAN    MANNSCHAFTEN    STATISTIK   

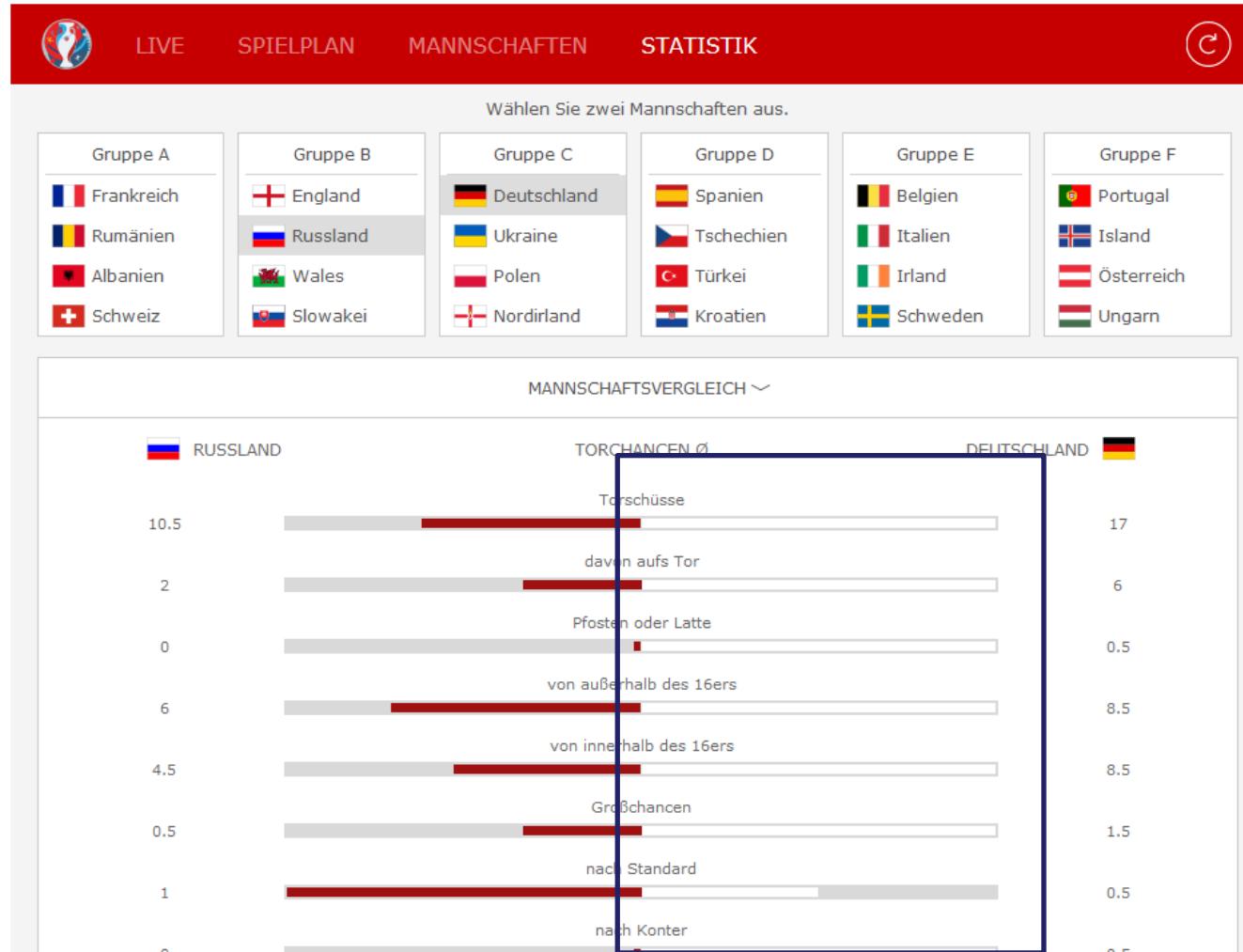
Wählen Sie zwei Mannschaften aus.

Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D	Gruppe E	Gruppe F
Frankreich	England	Deutschland	Spanien	Belgien	Portugal
Rumänien	Russland	Ukraine	Tschechien	Italien	Island
Albanien	Wales	Polen	Türkei	Irland	Österreich
Schweiz	Slowakei	Nordirland	Kroatien	Schweden	Ungarn

MANNSCHAFTSVERGLEICH ~

RUSSLAND	DEUTSCHLAND
RUSSLAND	DEUTSCHLAND
BALLBESITZ Ø	BALLBESITZ Ø
RUSSLAND	DEUTSCHLAND
5	7
1	2
ECKEN / ABSEITS	ECKEN Ø
ABSEITS Ø	ABSEITS Ø

# Spielanalyse - Probleme



# Spielanalyse - Probleme



LIVE SPIELPLAN MANNSCHAFTEN STATISTIK C

Wählen Sie zwei Mannschaften aus.

Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D	Gruppe E	Gruppe F
Frankreich	England	Deutschland	Spanien	Belgien	Portugal
Rumänien	Russland	Ukraine	Tschechien	Italien	Island
Albanien	Wales	Polen	Türkei	Irland	Österreich
Schweiz	Slowakei	Nordirland	Kroatien	Schweden	Ungarn

MANNSCHAFTSVERGLEICH ~

RUSSLAND

56,4%

POLEN

48,2%

BALLBESITZ Ø

ECKEN / ABSEITS

RUSSLAND

5

1

ECKEN Ø

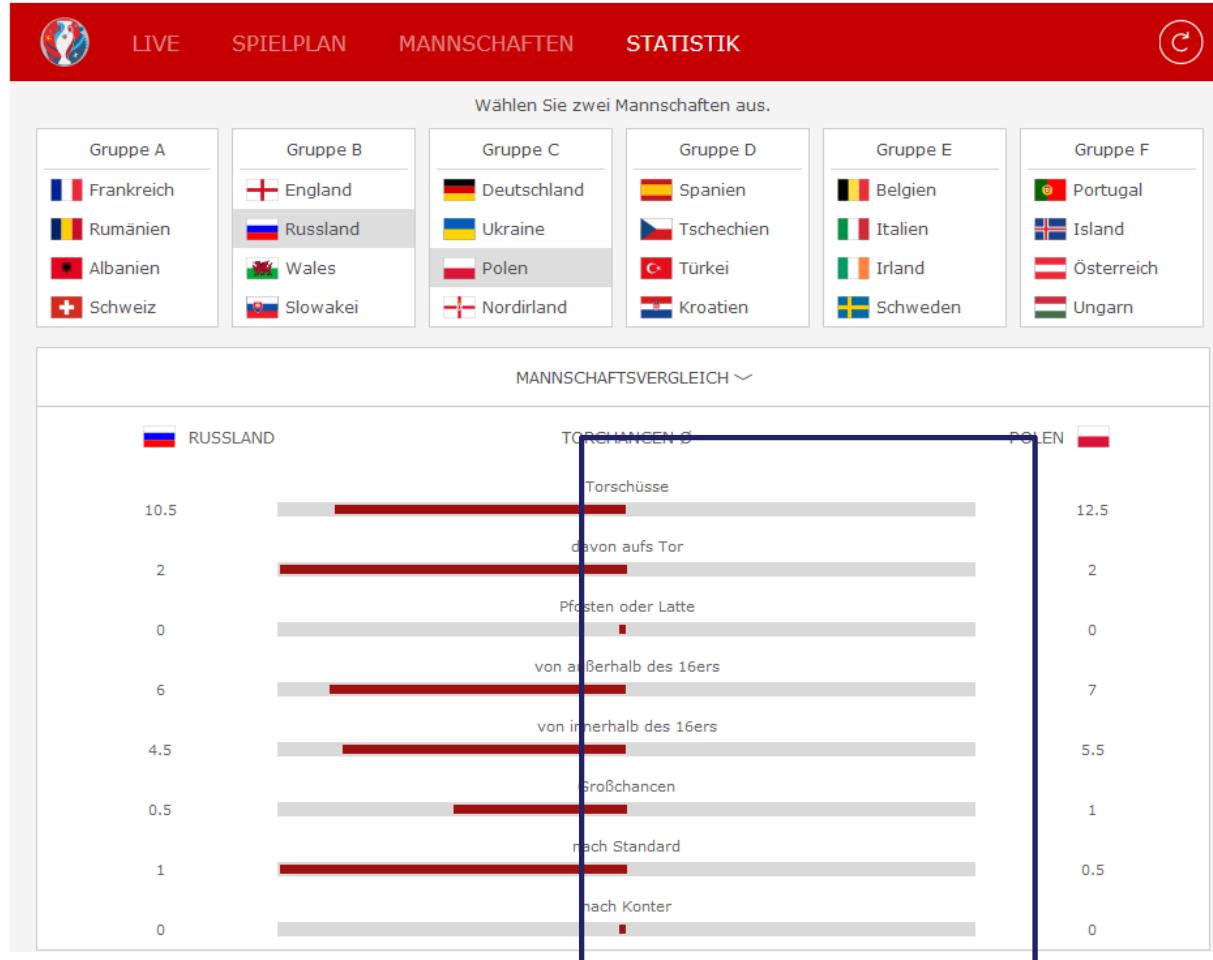
ABSEITS Ø

POLEN

5

2

# Spielenalyse - Probleme

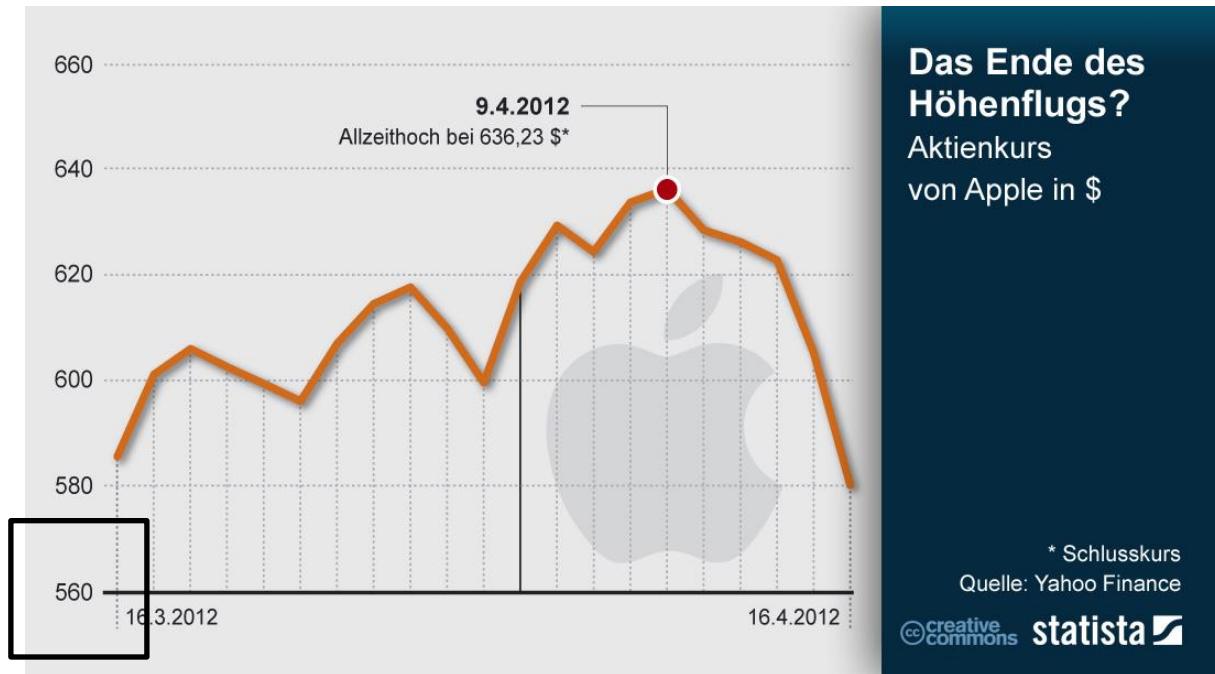


# Aktienkursanalyse – Apple Aktienkurs



<http://images.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.itopnews.de%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F01%2FApple-470-Aktie.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.itopnews.de%2F2012%2F03%2Fapples-aktienkurs-erstmals-uber-600-dollar%2F&h=294&w=470&tbnid=CxSfIKcs1RbnDM%3A&docid=rFnrn5rLS6uXpM&ei=EfhnV9PKEMHZU53DioAF&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=184&page=2&start=20&ndsp=25&ved=0ahUKEwiTl9aH47bNAhXB7BQKHZ2hAlAQMwhXKBkwGQ&bih=789&biw=1440>

# Aktienkursanalyse – Apple Aktienkurs

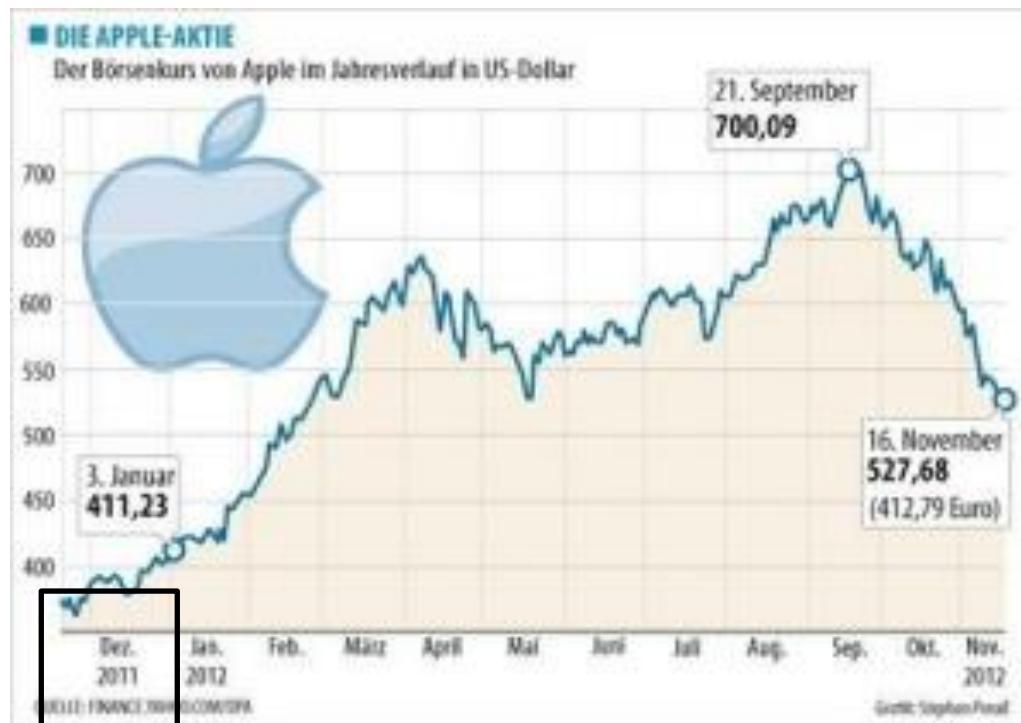


[http://images.google.de/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fmarketingcharts.files.wordpress.com%2F2012%2F04%2Fapple-aktienkurs.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fmarketingcharts.wordpress.com%2F2012%2F04%2Fapple-aktienkurs%2F&h=610&w=1100&tbnid=gnny9t7KvNMTIM%3A&docid=gmPx8\\_MxB3aG1M&ei=EfnV9PKEMHZU53DioAF&tbo=isch&iact=rc&uact=3&dur=544&page=1&start=0&ndsp=20&ved=0ahUKEwiTi9aH47bNAhXB7BQKHZ2hAlAQMwgwKAgwCA&bih=789&bih=1440](http://images.google.de/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fmarketingcharts.files.wordpress.com%2F2012%2F04%2Fapple-aktienkurs.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fmarketingcharts.wordpress.com%2F2012%2F04%2Fapple-aktienkurs%2F&h=610&w=1100&tbnid=gnny9t7KvNMTIM%3A&docid=gmPx8_MxB3aG1M&ei=EfnV9PKEMHZU53DioAF&tbo=isch&iact=rc&uact=3&dur=544&page=1&start=0&ndsp=20&ved=0ahUKEwiTi9aH47bNAhXB7BQKHZ2hAlAQMwgwKAgwCA&bih=789&bih=1440)

# Aktienkursanalyse – Apple Aktienkurs



## Apple-Aktie im Sinkflug: Ist der Apfel faul geworden?



[http://www.wz.de/polopoly\\_fs/1.1158426.1353350566!/image/2808101264.jpg](http://www.wz.de/polopoly_fs/1.1158426.1353350566!/image/2808101264.jpg)

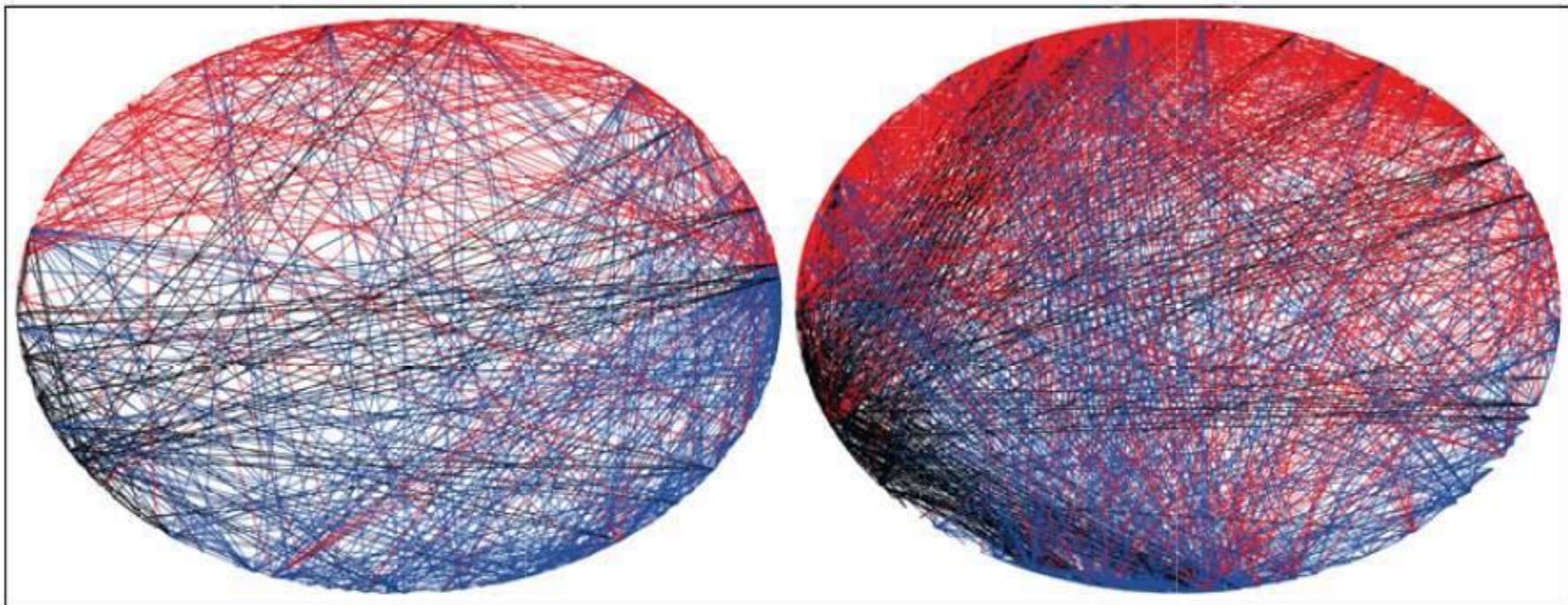
# Aktienkursanalyse – Apple Aktienkurs



# Was ist hier problematisch?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

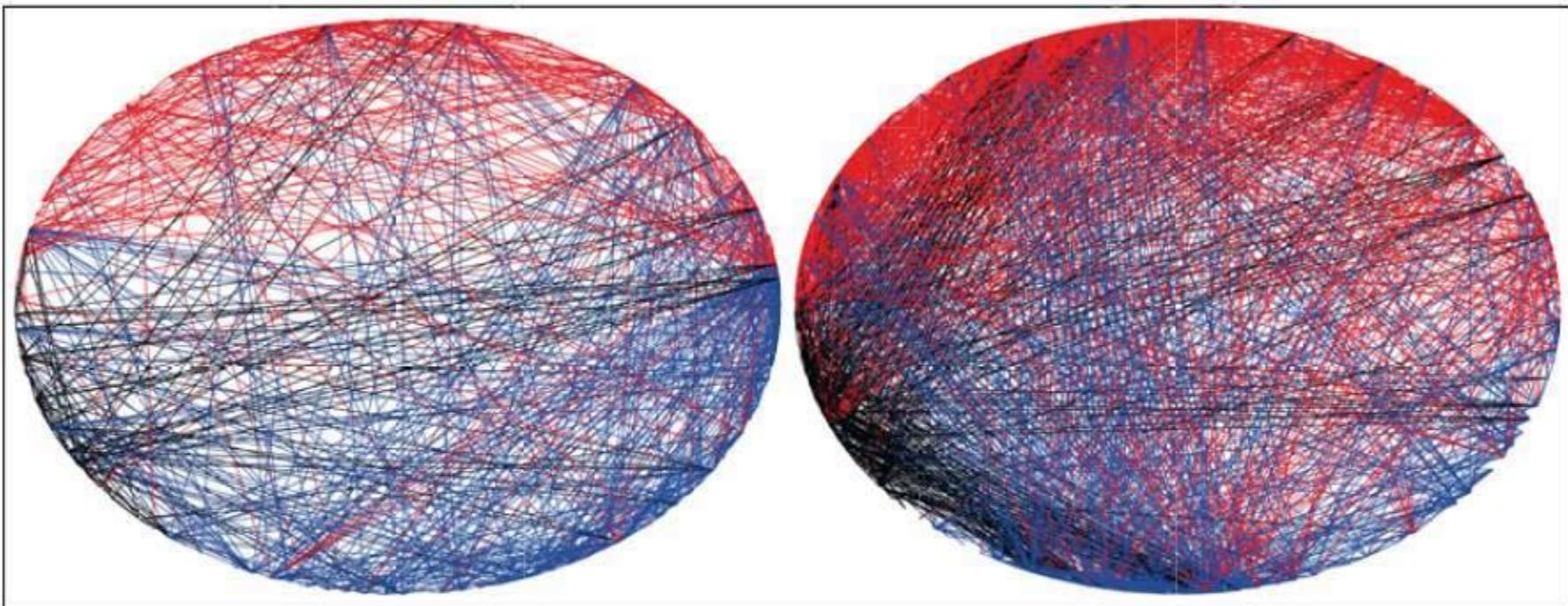


**Figure 1:** Network diagrams of linear Granger-causality relationships that are statistically significant at the 1% level between banks (red), insurers (black), and sovereigns (blue) – from July 2004 to June 2007 (left) and from April 2009 to March 2012 (right)

# Zu starke Überlappung

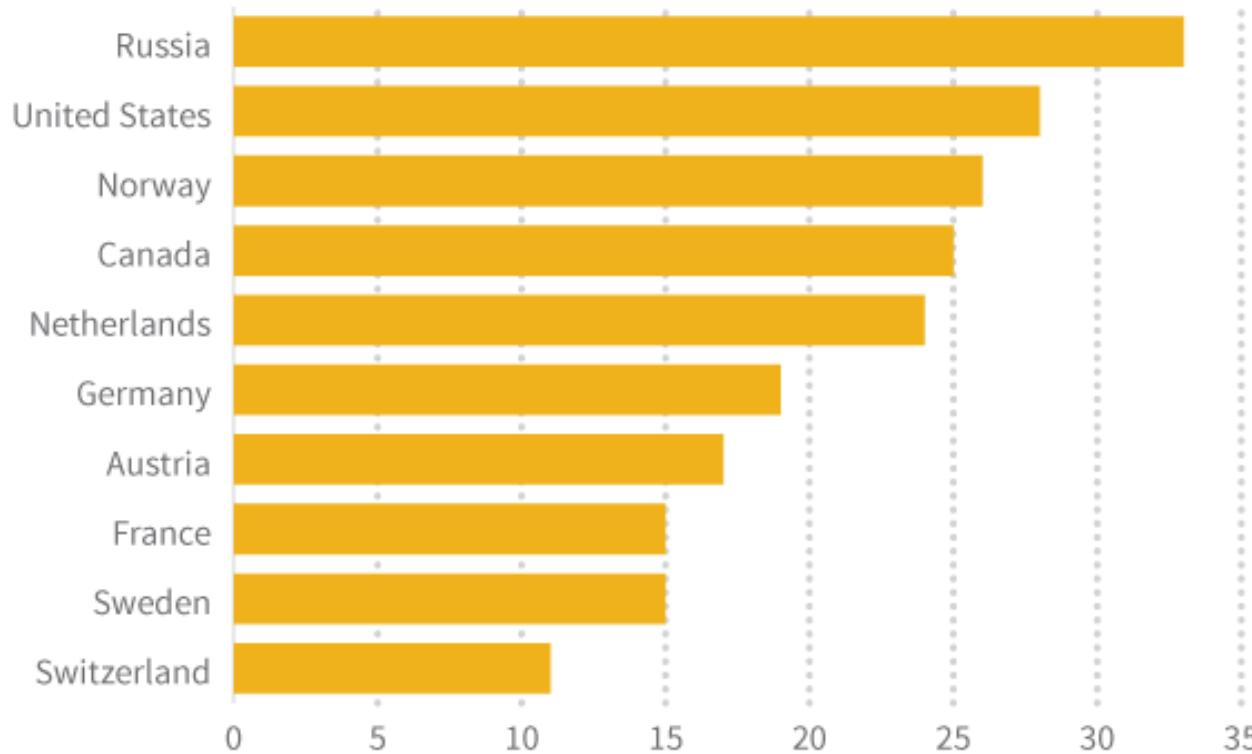


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



**Figure 1:** Network diagrams of linear Granger-causality relationships that are statistically significant at the 1% level between banks (red), insurers (black), and sovereigns (blue) – from July 2004 to June 2007 (left) and from April 2009 to March 2012 (right)

# Was bedeutet diese Graphik?



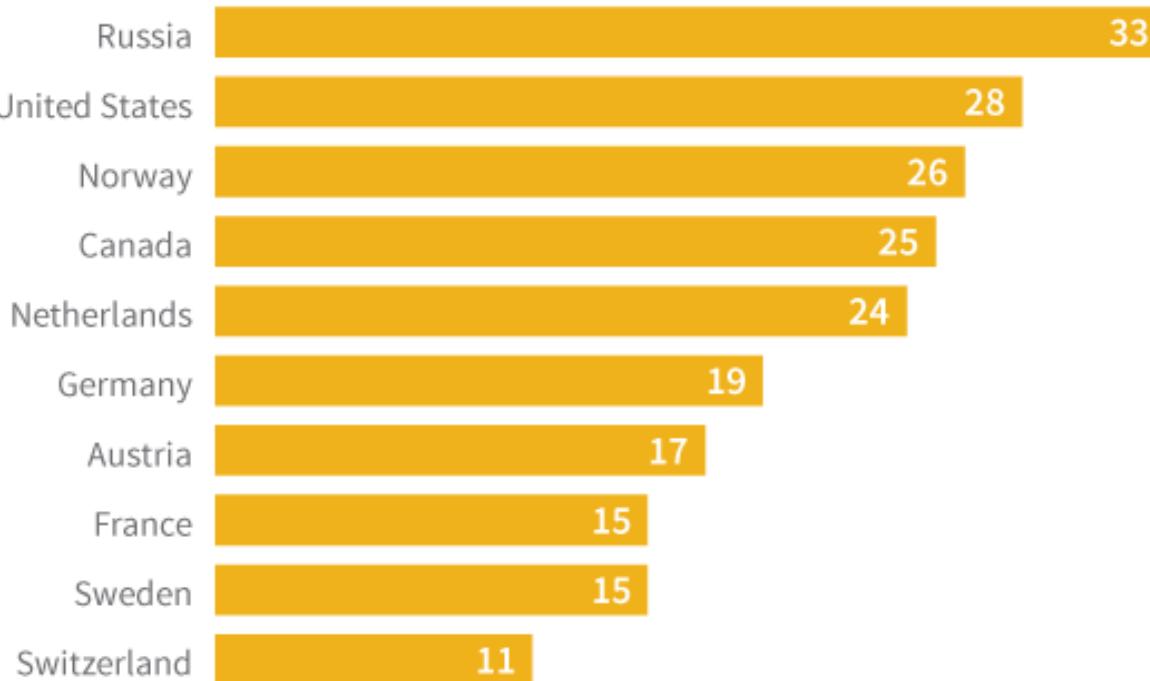
<https://infoactive.co/data-design/images/sections/05/stock-labels.png>

# Legende ist wichtig



Top ten countries by total medal count  
Sochi Winter Olympics, 2014

Achsenbeschriftung



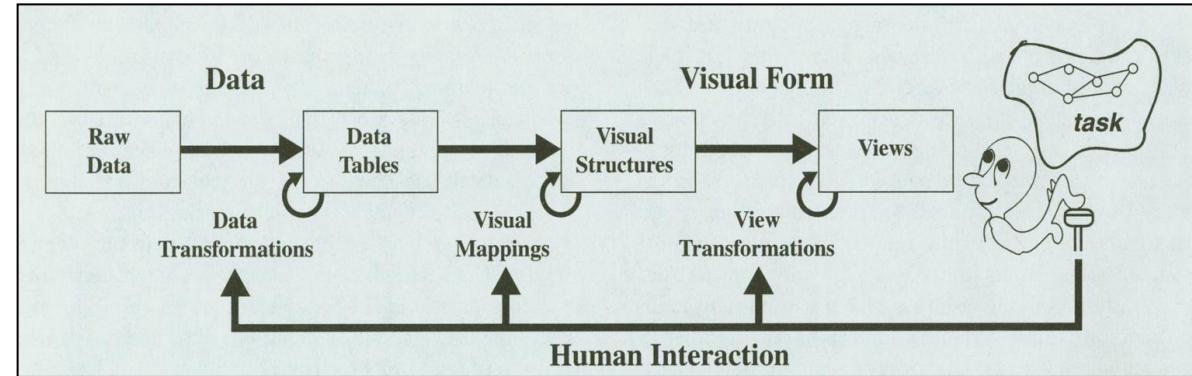
Total Medals Won

Achsenbeschriftung  
+ Einheiten

# Informationsdesign: Zusammenfassung



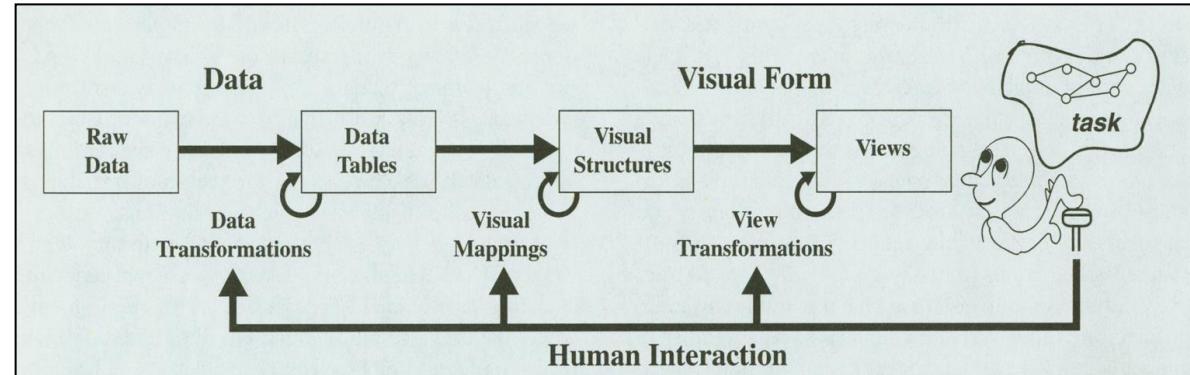
- Prozess:  
Data → Visualisierung



# Informationsdesign: Zusammenfassung



- Prozess:  
Data → Visualisierung



- Gute Visualisierungen sollten
  - Daten nicht Verzerren und Dateninformationen behalten
  - Probleme sollten vermieden werden:
    - Falsche/ irreführende Skalierung
    - Verzerrung, Größenverhältnisse, Farben
    - Zu volle Darstellung
    - Keine Legende





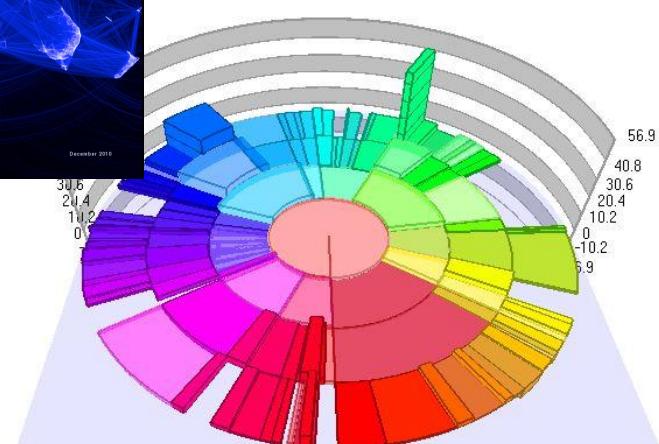
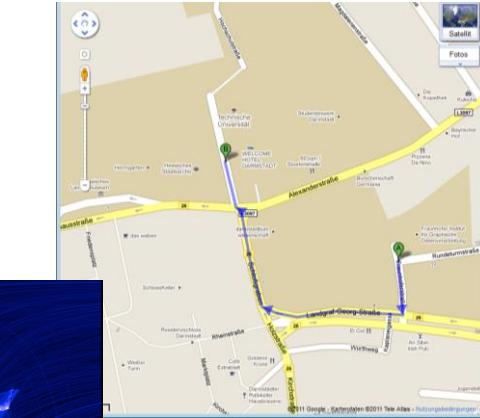
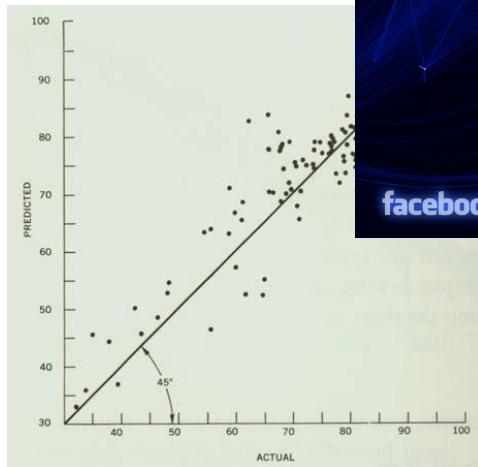
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# INFORMATIONSVISUALISIERUNG TECHNIKEN

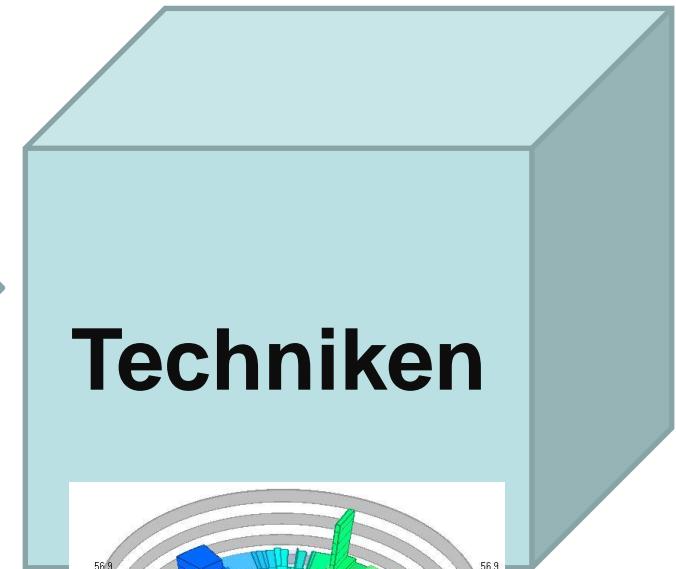
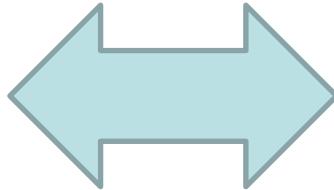
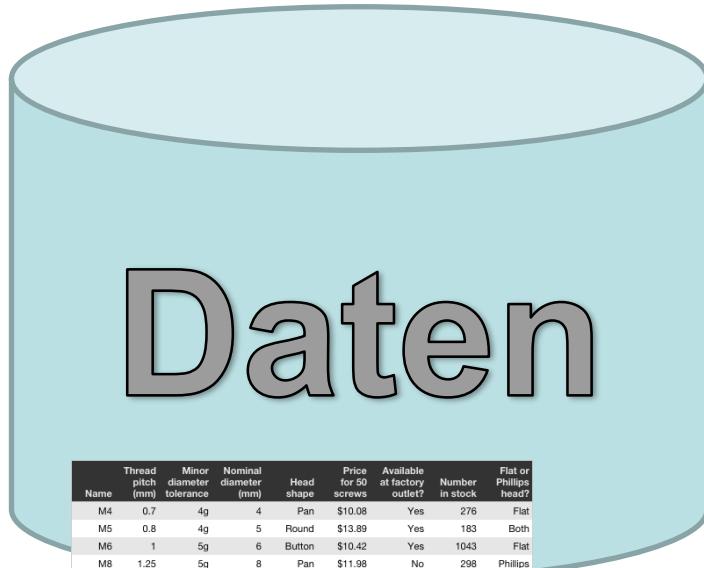
# Informationsvisualisierung Techniken und Datentypen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



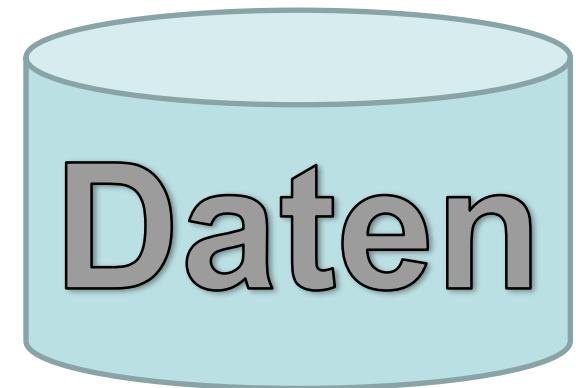
# Informationsvisualisierung Techniken und Datentypen



# Datentypen: Überblick



- 1D
- Zeitreihen
- 2D
- 3D,... multi-dimensionale/multivariate Daten
- Hierarchien/Bäume
- Netzwerke/Graphen
  
- Geographische Daten, sonstige Daten,...



# Datentypen: 1D

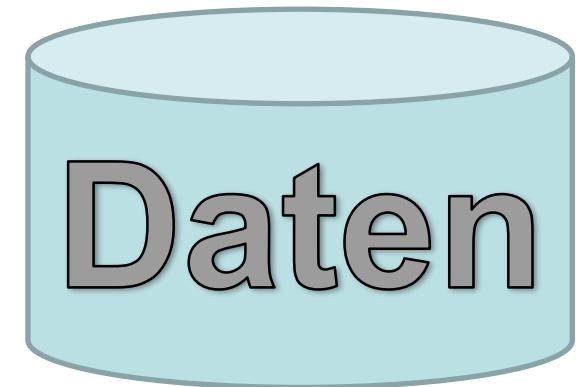


- 1 Spalte mit Datenwerten



- Datenwerte über Objekte
- Verteilungen

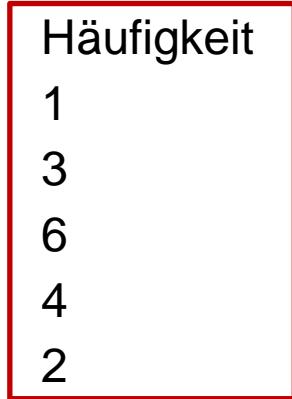
Bereich	Häufigkeit
0-10	1
10-20	3
20-30	6
30-40	4
40-50	2



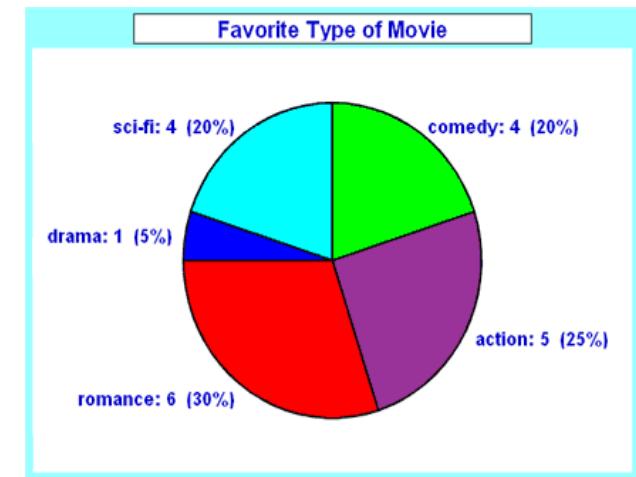


## ▪ 1D Daten

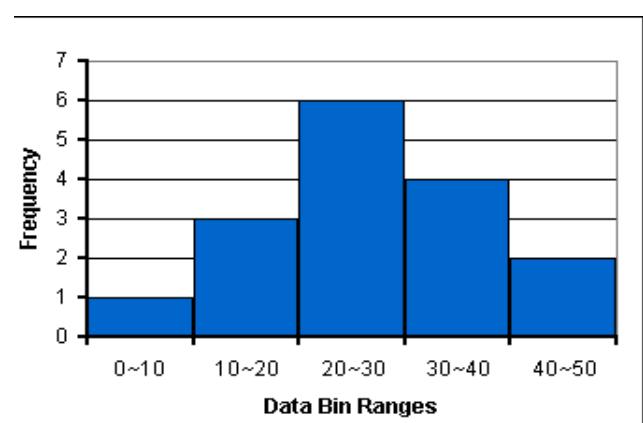
Bereich	Häufigkeit
0-10	1
10-20	3
20-30	6
30-40	4
40-50	2



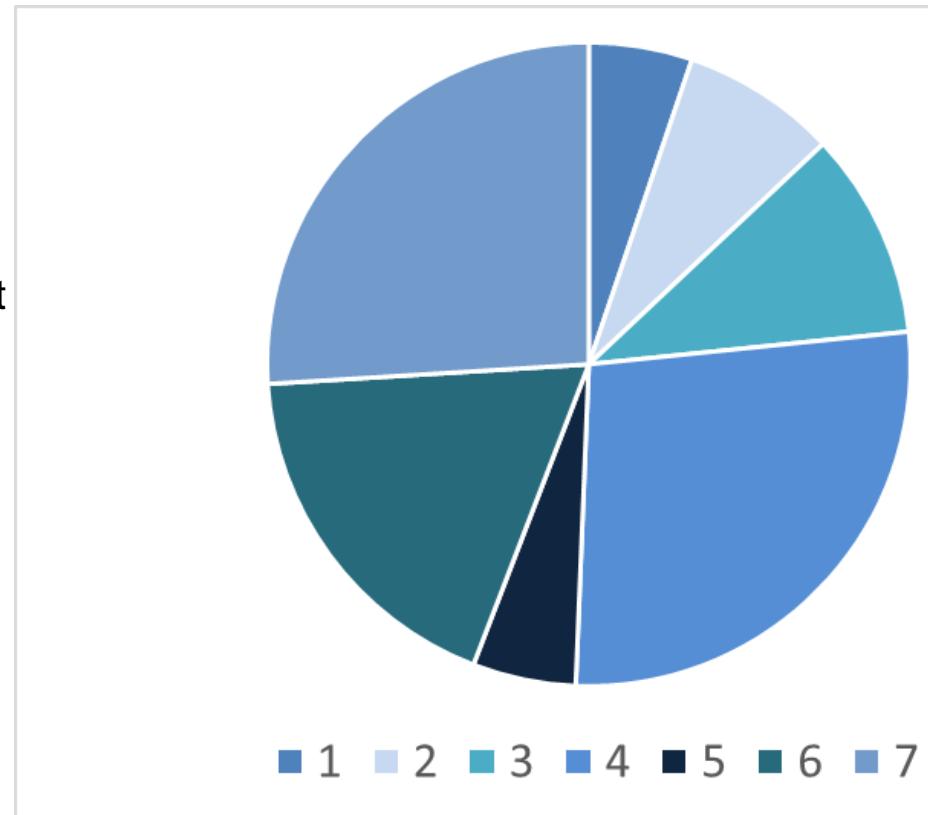
Kuchendiagramm



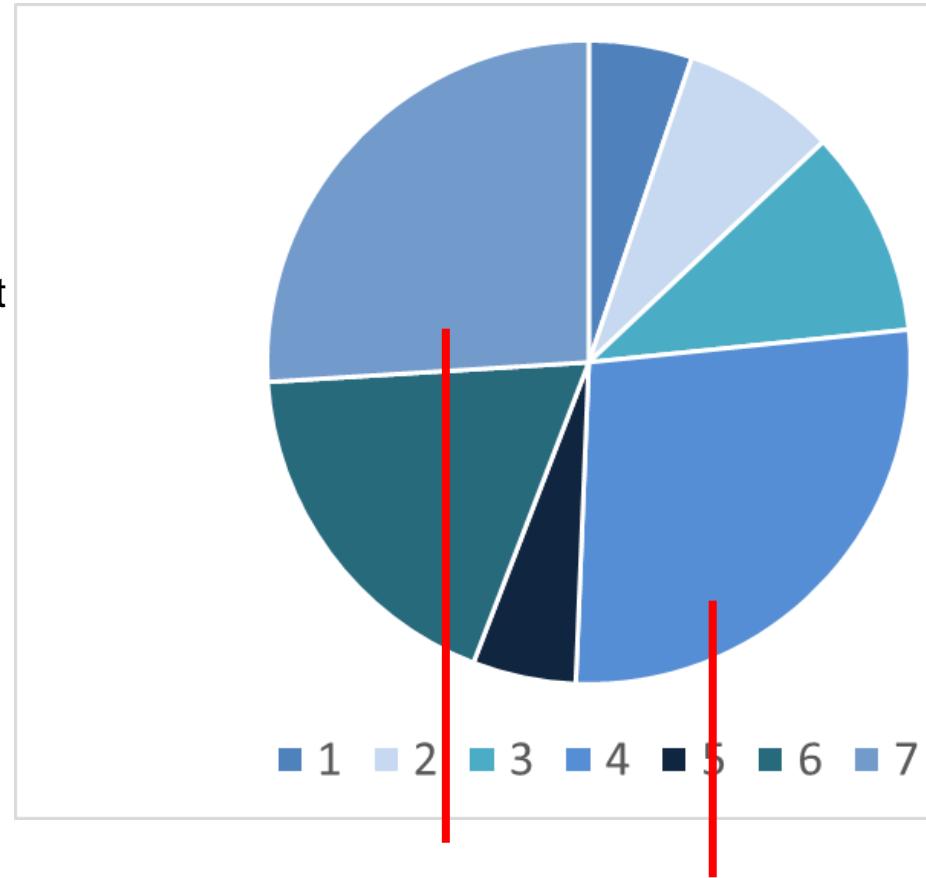
Balkendiagramm



- Kuchendiagramm
  - Beliebt für Anteiledaten
  - Werte werden als Größe abgebildet  
Größe der Teile – Winkel der Teile
  - Objekte als Farben abgebildet



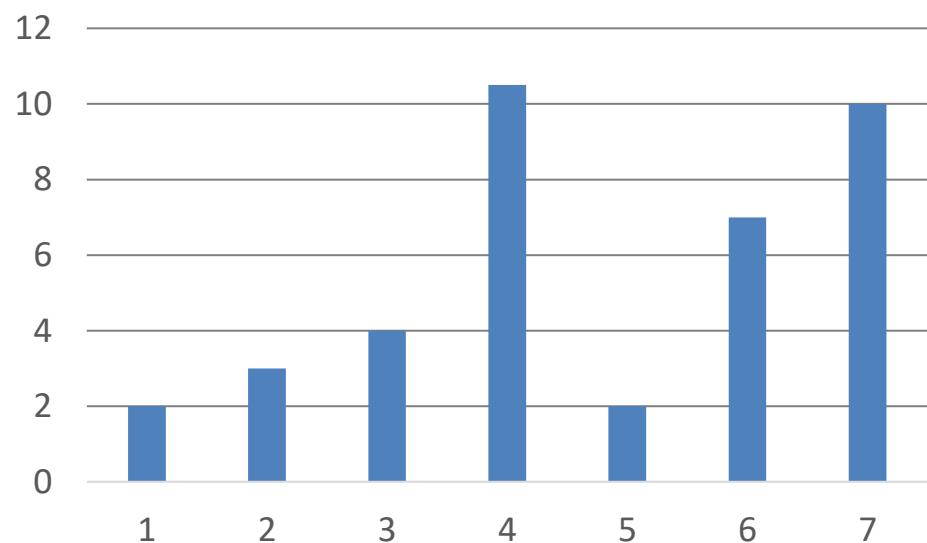
- Kuchendiagramm
  - Beliebt für Anteiledaten
  - Werte werden als Größe abgebildet  
Größe der Teile – Winkel der Teile
  - Man kann aber schlecht Wertunterschiede sehen



Was ist mehr 4 oder 7 ?

- Balkendiagramm

- Gut zum Werte vergleichen und abbilden
- Werte werden auf die Größe abgebildet



# Datentypen: 1D: Zeitreihen



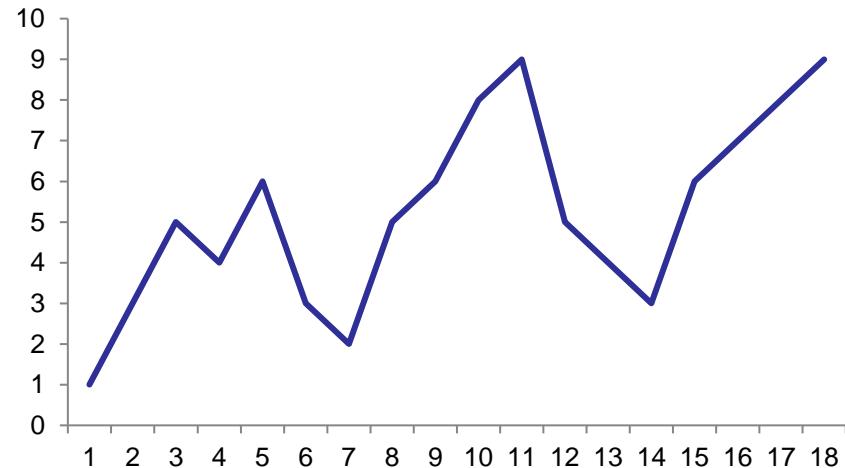
- Zeitreihen
  - Meteorologie
  - Netzwerkmonitoring
  - Finanzen
  - ...
- Sind spezielle 1D Daten, viele sagen es sind 2D Daten da 2 Spalten...
  - Irgendwie Beides richtig aber 1D passt besser da nur 1 Wertspalte

Zeit	Wert
1.1.2012	35
2.1.2012	40
3.1.2012	70
...	..
30	30

- Visualisierung von zeitbezogenen Daten

- Meteorologie
- Netzwerkmonitoring
- Finanzen
- ...

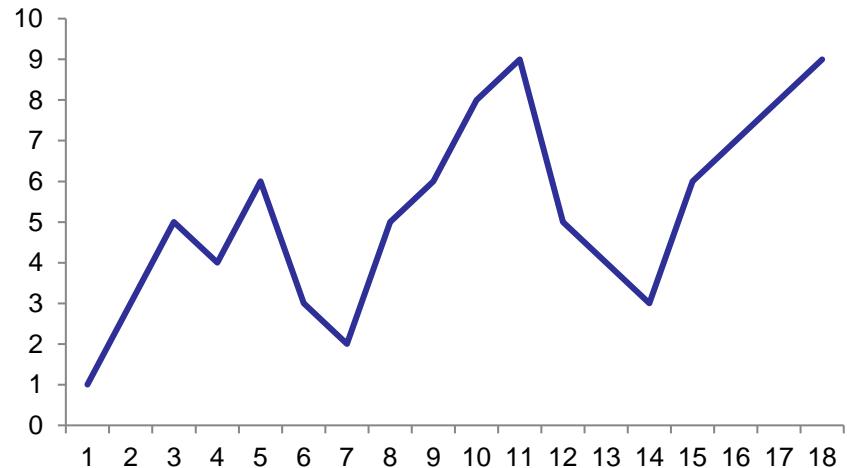
- Visualisierung: Liniengraphik



Zeit	Wert
1.1.2012	35
2.1.2012	40
3.1.2012	70
...	..
30	30

- Visualisierung: Liniengraphik

- Werte werden auf die Position abgebildet (Y achse) und mit Linien verbunden
- Zeit = kontinuierlich -> verbunden



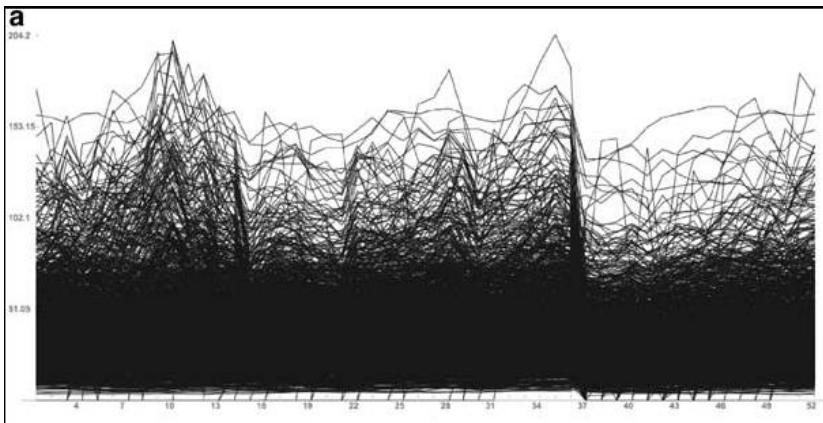
# Datentyp: Zeitreihen      Technik: Liniengraphik

## Problem 1: Viele Zeitreihen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Visualisierung von zeitbezogenen Daten
- Klassische Visualisierung: Liniengraphik
- Probleme:
  - Viele Zeitreihen



# Datentyp: Zeitreihen      Technik: Liniengraphik

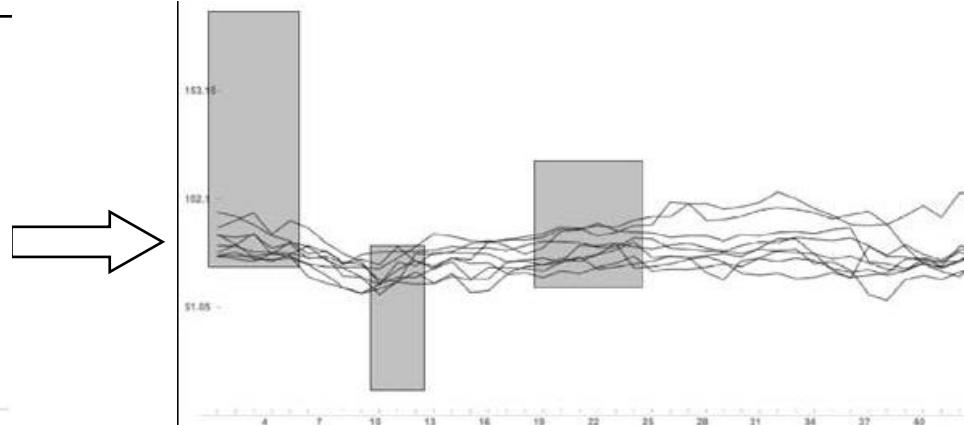
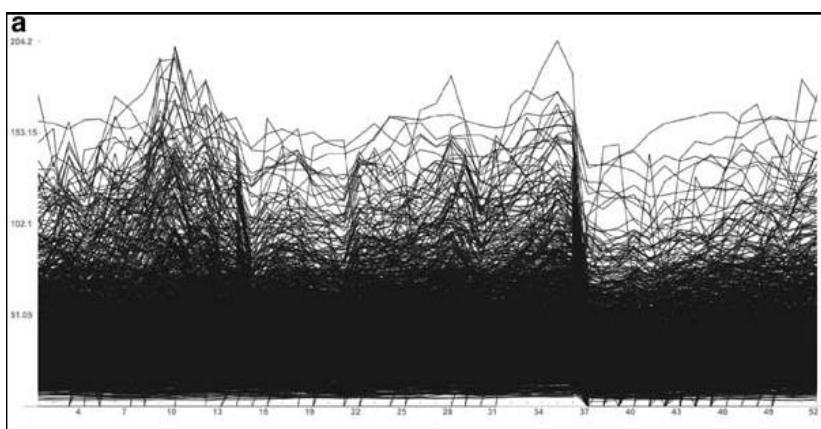
## Problem 1: Viele Zeitreihen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Visualisierung von zeitbezogenen Daten
- Klassische Visualisierung: Liniengraphik
- Probleme:
  - Viele Zeitreihen

Lösung : Wertefilter



<http://www.cs.umd.edu/hcil/timesearcher/>

<https://www.youtube.com/watch?v=VWx1TMcrb74>

# Datentyp: Zeitreihen      Technik: Liniographik

## Problem 2: Länge



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Visualisierung von zeitbezogenen Daten
- Klassische Visualisierung: Liniographik
- Probleme:
  - Lange Zeitreihen



# Datentyp: Zeitreihen Problem 2: Länge

# Technik: Liniengraphik



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

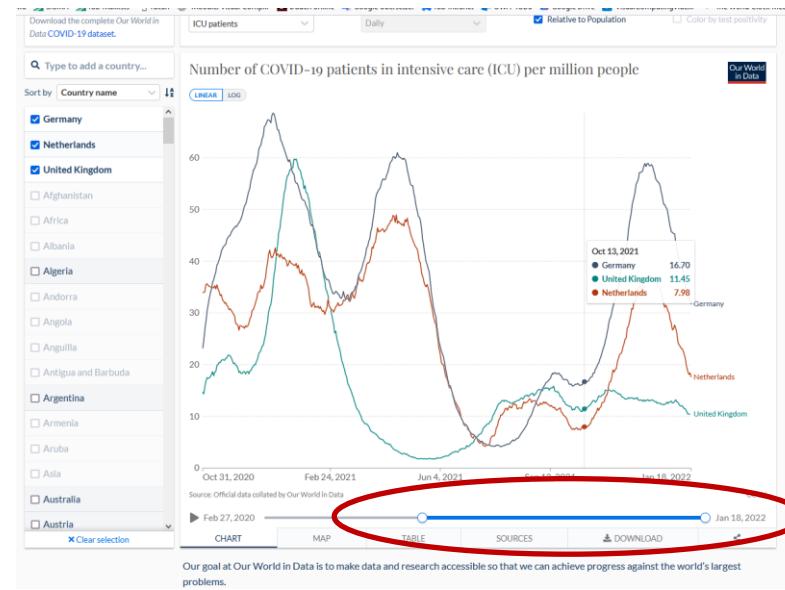
- Visualisierung von zeitbezogenen Daten

- Klassische Visualisierung: Liniengraphik

- Probleme:

- Lange Zeitreihen

Lösung: Zeitfilter



# Datentypen: 2D



- 2 Spalten mit Datenwerten
- Datenwerte über Objekte

<b>Wife's age</b>	<b>Husband's age</b>
50	45
80	70
60	65
...	..
30	30



- Datentyp: 2D, 3D

- Oft suche nach Korrelationen
  - Finanzen
  - Biologie
  - Etc.

## Technik: Scatterplot





- Daten werden abgebildet auf:

- Position X Achse
- Position Y Achse
- (Größe)
- (Farbe)

- Scatterplot
  - Intuitiv
  - Leicht lesbar



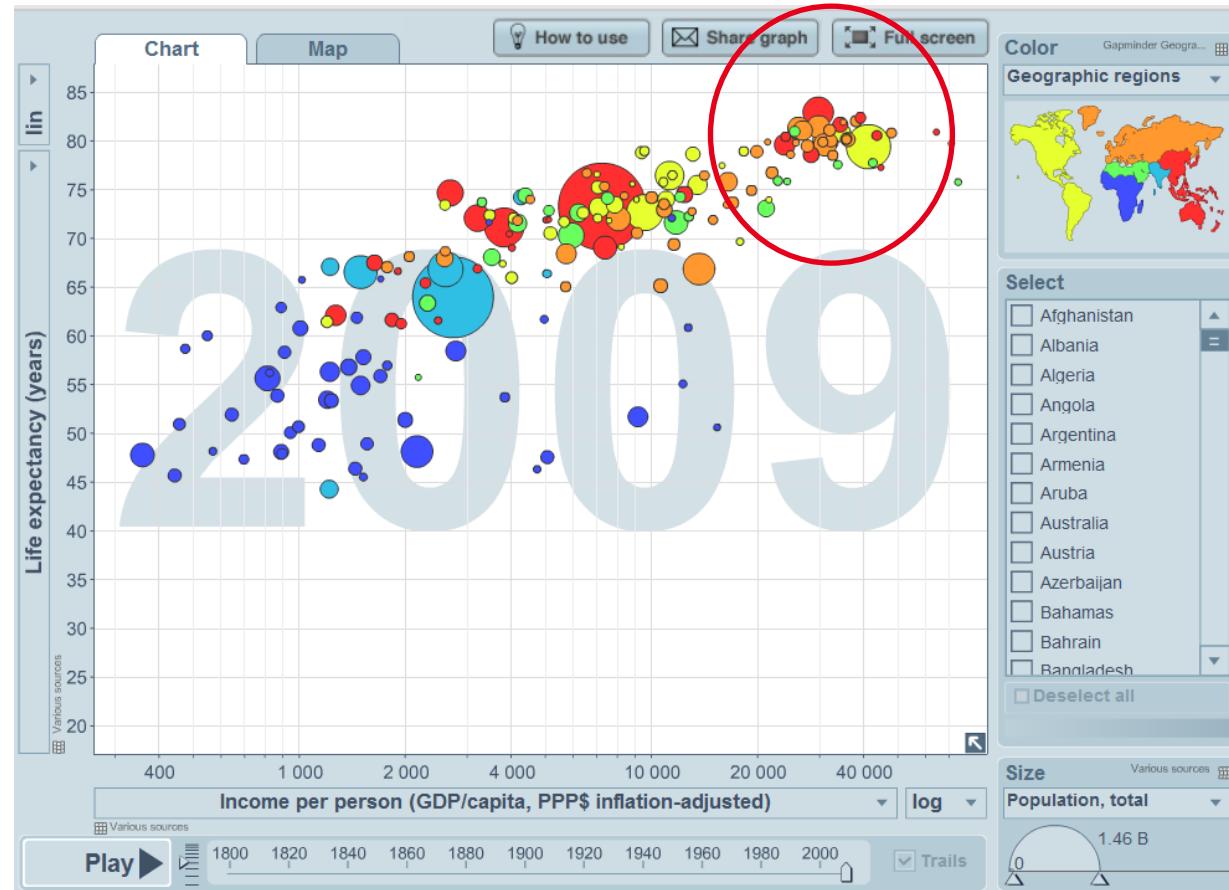
# Datentyp: 2D, 3D Problem: Overplotting

# Technik: Scatterplot



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Probleme:
  - Overplotting



# Datentypen: 3D,... multi-dimensionale Daten



- 3,..., n Spalten mit Datenwerten

- **nD= multidimensionale Daten =  
multivariate Daten**

- Datenwerte über Objekte
  - Befragungsdaten
  - Objektbeschreibungen,...



Facebook Metrics (Moro, 2016)

PostID	Paid	Reach	comment	like	share
1	0	2752		4	79
2	0	10460		5	130
3	0	2413		0	66
4	1	50128		58	1572
5	0	7244		19	325
6	0	10472		1	152

# Datentyp: Multidimensionale Daten



- Multidimensionale (multivariate) Daten
  - Erhebungen, Befragungen (Census)
  - Produktdaten, Marketingdaten

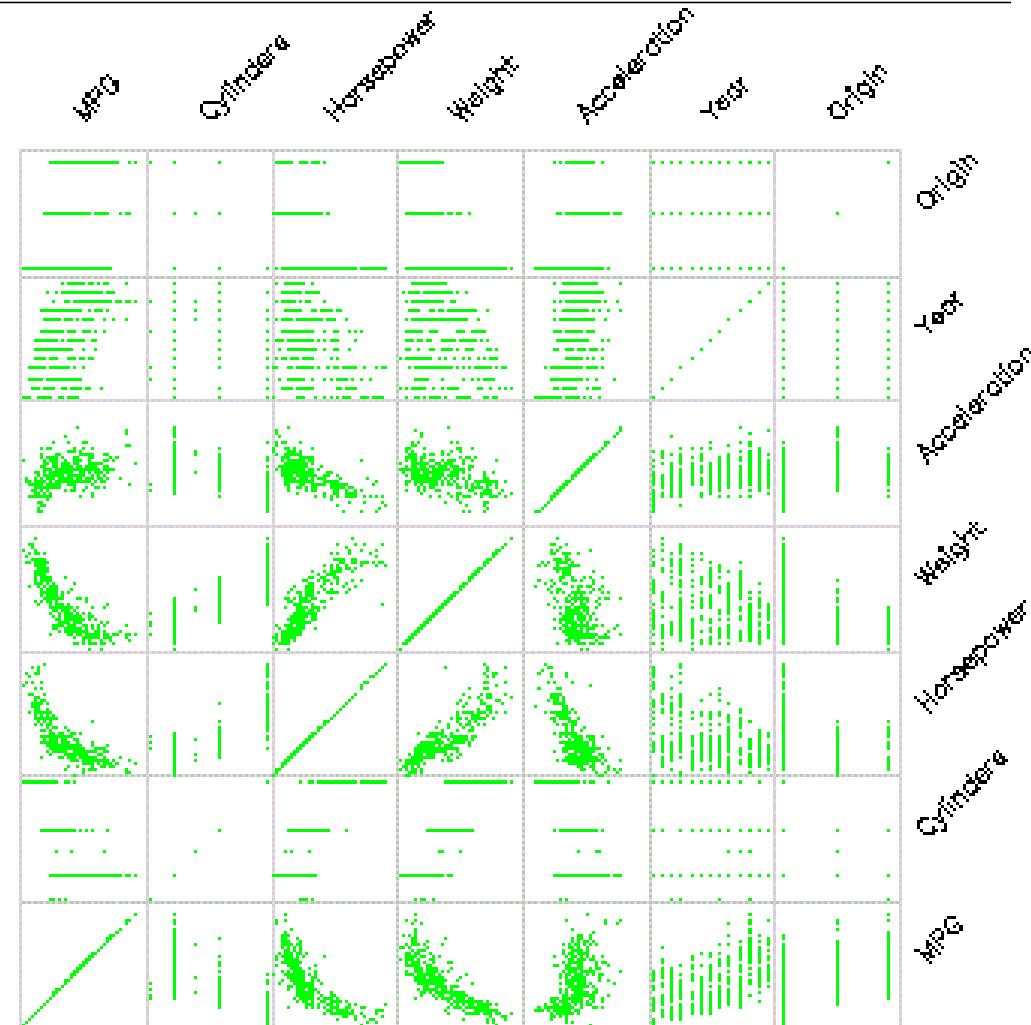
PostID	Paid	Reach	comment	like	share
1	0	2752		4	79
2	0	10460		5	130
3	0	2413		0	66
4	1	50128		58	1572
5	0	7244		19	325
6	0	10472		1	152

- Problem: viele Dimensionen darstellen auf 2D Monitor
- Scatterplot nur limitierte Anzahl von Dimensionen

# Datentyp: Multidimensionale Daten Technik: Scatterplotmatrix



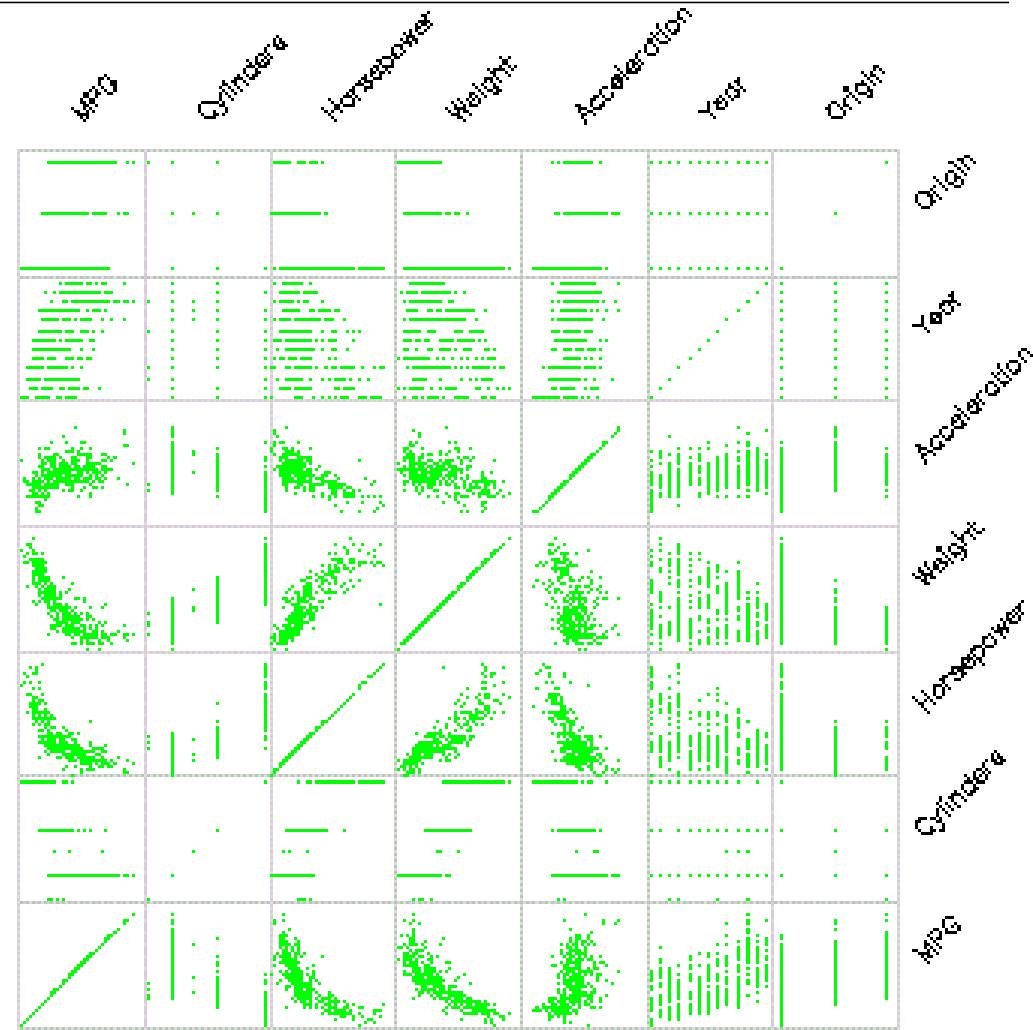
- Scatterplot Matrix
  - Alle Paare der Dimensionen als Scatterplots
  - Scatterplots in Matrix nach abgebildeten Dimensionen angeordnet



# Datentyp: Multidimensionale Daten Technik: Scatterplotmatrix



- Scatterplot Matrix
  - Gut für paarweise Korrelationen/Abhängigkeiten
  - Beliebt in Statistik
  - (MPG: Miles per Gallon)



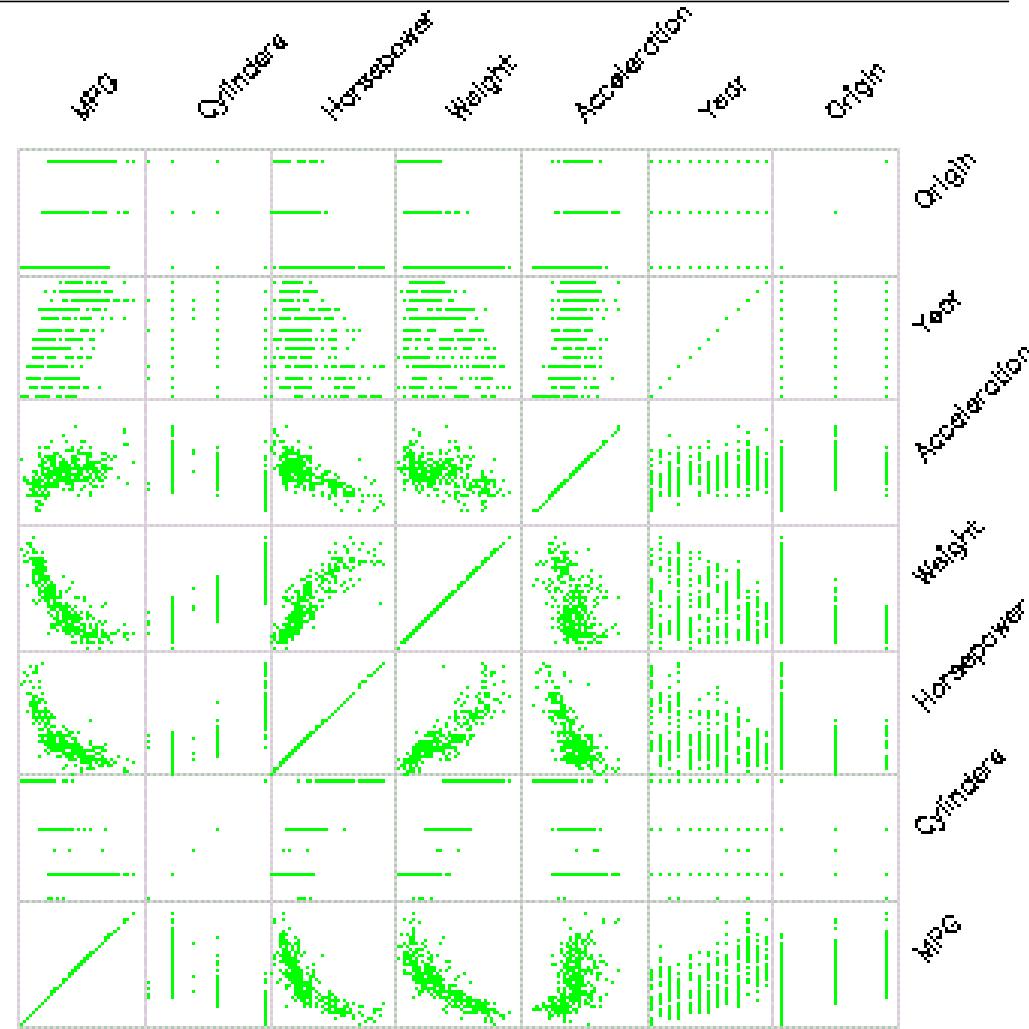
# Datentyp: Multidimensionale Daten Technik: Scatterplotmatrix



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## ▪ Scatterplot Matrix

- Problem:
  - Viele Dimensionen
  - Limitierter Platz für einzelne Scatterplots
  - Nur paarweise Abhängigkeiten sichtbar



# Datentyp: Multidimensionale Daten

## Technik: Parallelle Koordinaten

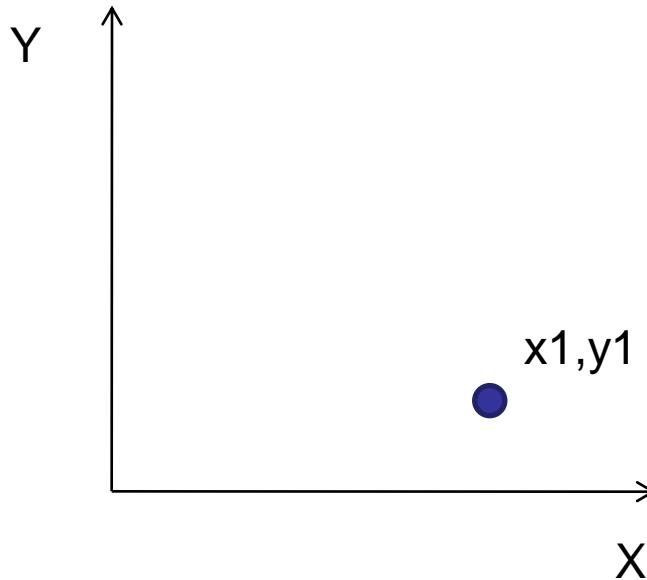


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

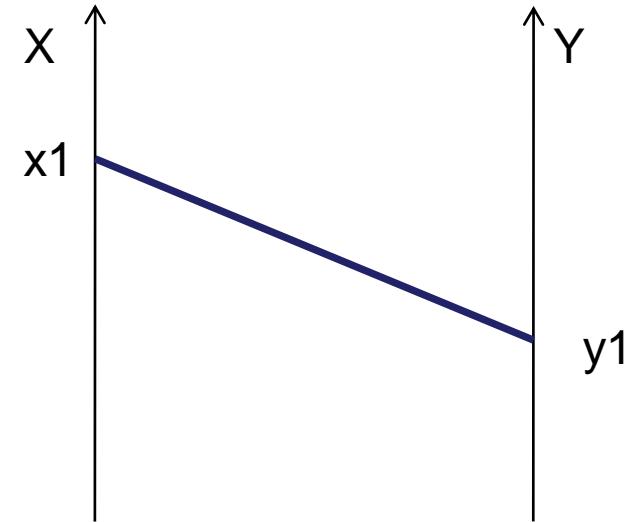
Idee: Koordinaten parallel zueinander

- Aus Punkt im Scatterplot wird eine Linie in parallelen Koordinaten

Scatterplot



Parallele Koordinaten



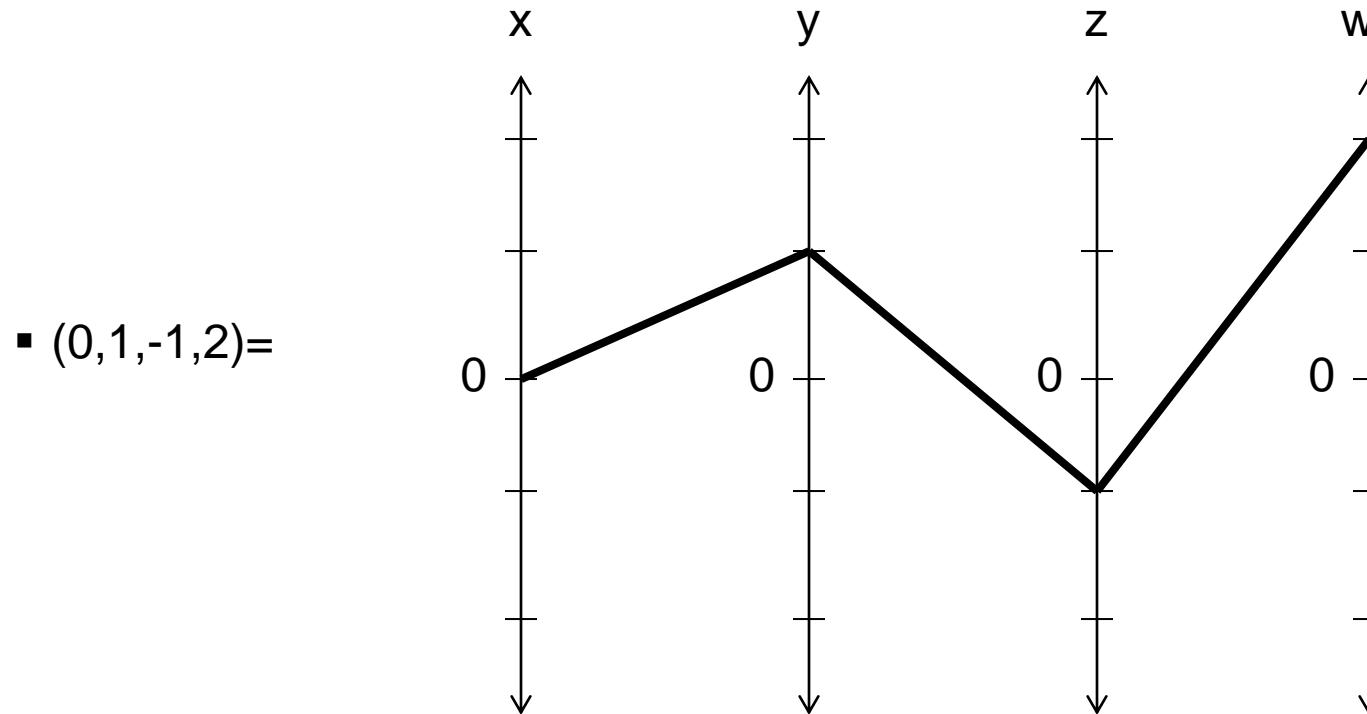
# Datentyp: Multidimensionale Daten

## Technik: Parallelle Koordinaten



Idee: Koordinaten parallel zueinander

- Aus Punkt im Scatterplot wird eine Linie in parallelen Koordinaten
- Mehrere Dimensionen nebeneinander abgebildet



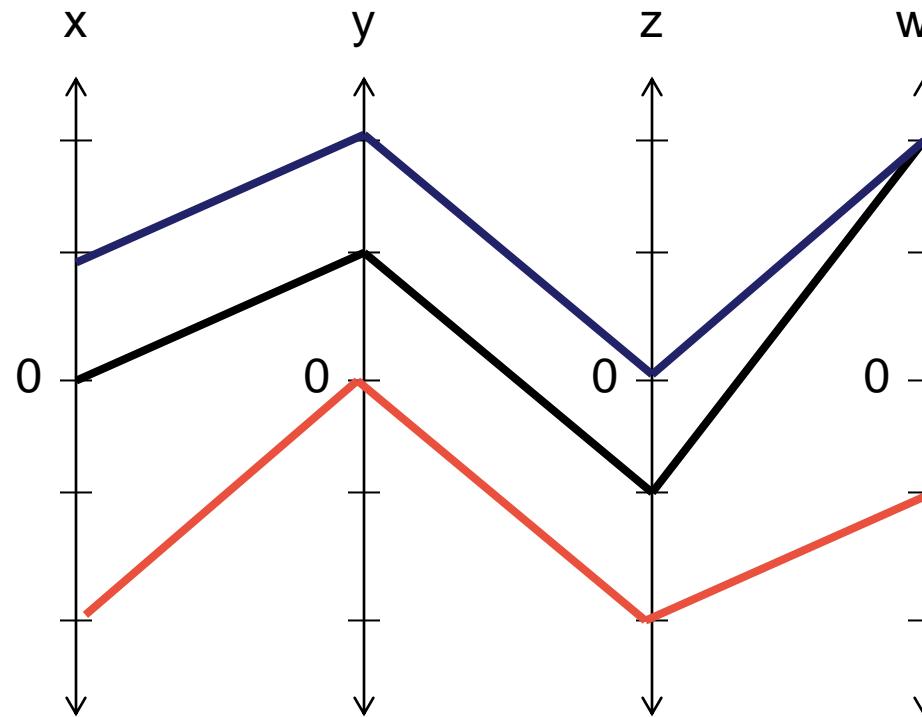
# Datentyp: Multidimensionale Daten

## Technik: Parallelle Koordinaten



- Parallelle Koordinaten

- $(0,1,-1,2)$
- $(1,2,0,2)$
- $(-2,0,-2,-1)$



# Datentyp: Multidimensionale Daten

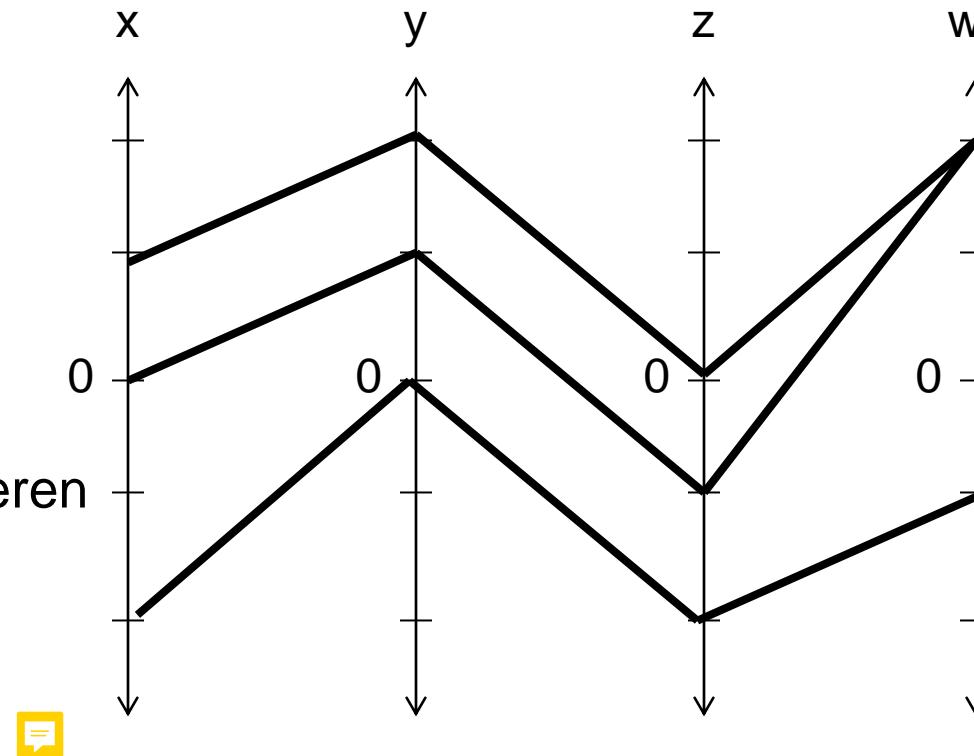
## Technik: Parallelle Koordinaten



- Parallelle Koordinaten

- $(0,1,-1,2)$
- $(1,2,0,2)$
- $(-2,0,-2,-1)$

- Abhängigkeiten zwischen mehreren Dimensionen leicht sichtbar



# Datentyp: Multidimensionale Daten

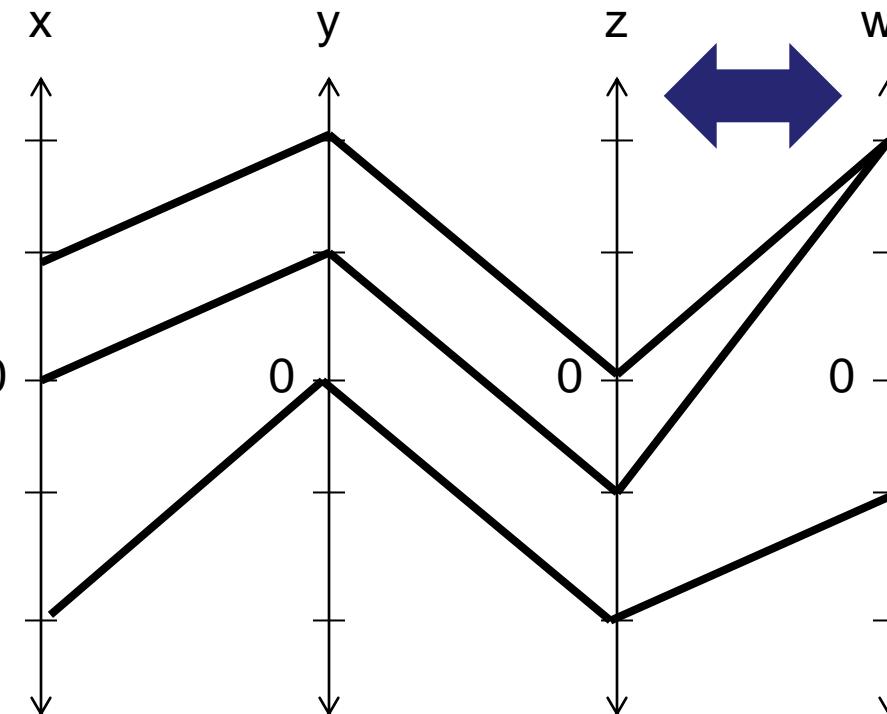
## Technik: Parallelle Koordinaten



- Achsenanordnung ist wichtig

- $(0,1,-1,2)$
- $(1,2,0,2)$
- $(-2,0,-2,-1)$

- Abhängigkeiten zwischen mehreren Dimensionen leicht sichtbar



# Datentyp: Multidimensionale Daten

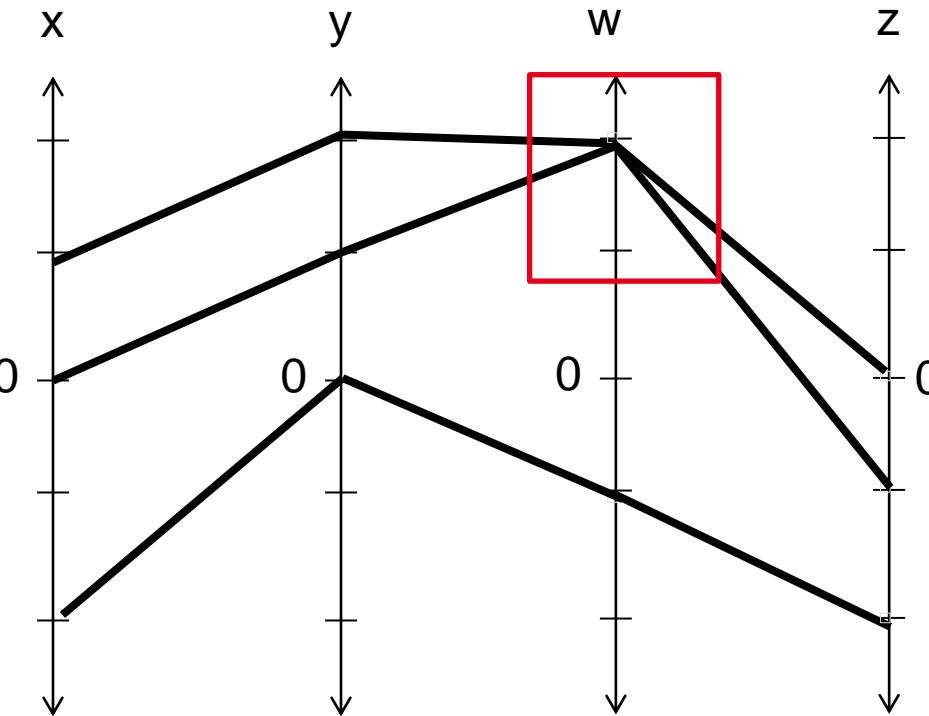
## Technik: Parallelle Koordinaten



- Achsenanordnung ist wichtig

- $(0,1,-1,2)$
- $(1,2,0,2)$
- $(-2,0,-2,-1)$

- Daten nicht identifizierbar bei falscher Anordnung



# Datentyp: Multidimensionale Daten

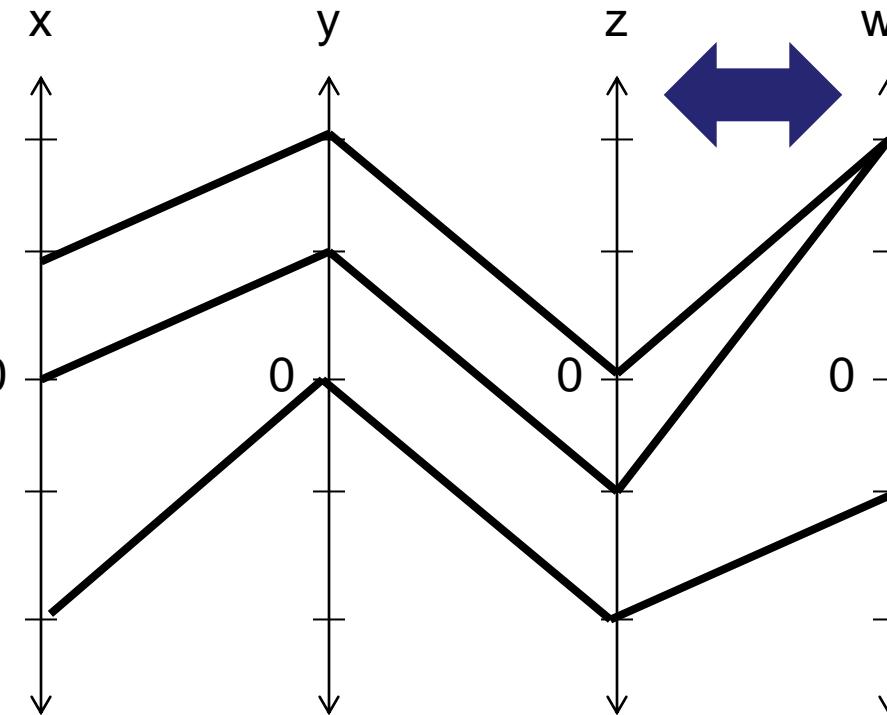
## Technik: Parallelle Koordinaten



- Achsenanordnung ist wichtig

- $(0,1,-1,2)$
- $(1,2,0,2)$
- $(-2,0,-2,-1)$

- Abhängigkeiten zwischen mehreren Dimensionen leicht sichtbar



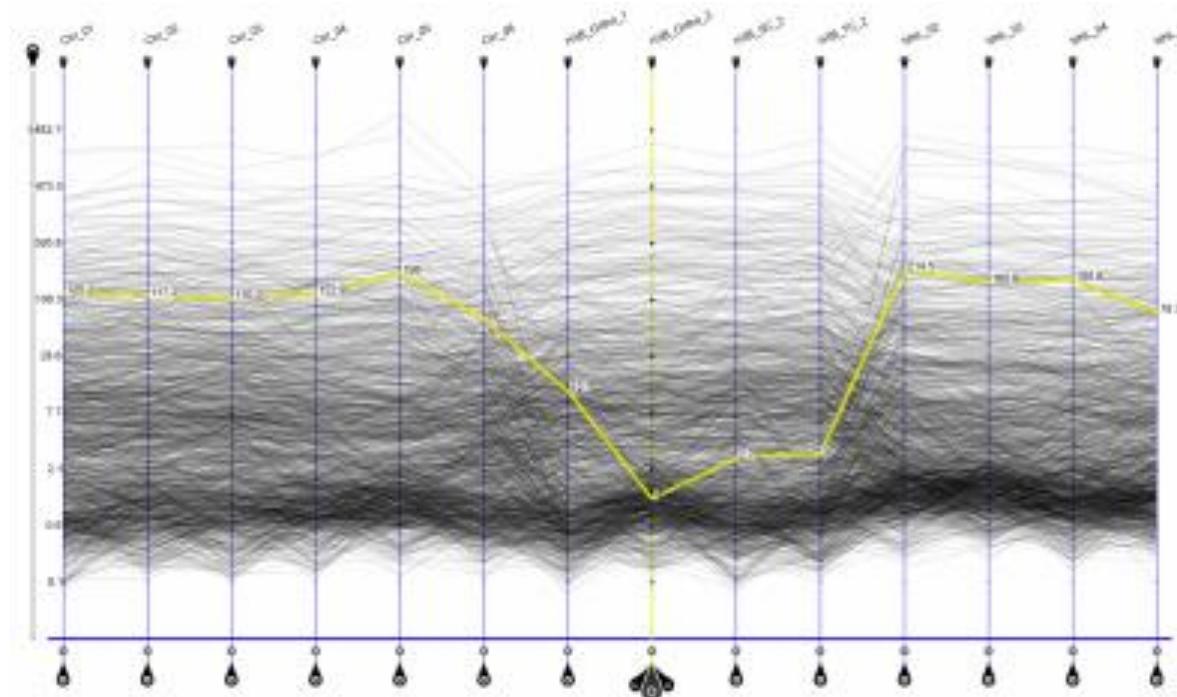
# Datentyp: Multidimensionale Daten

## Technik: Parallel Koordinaten

### Problem: Overplotting

- Parallel Koordinaten

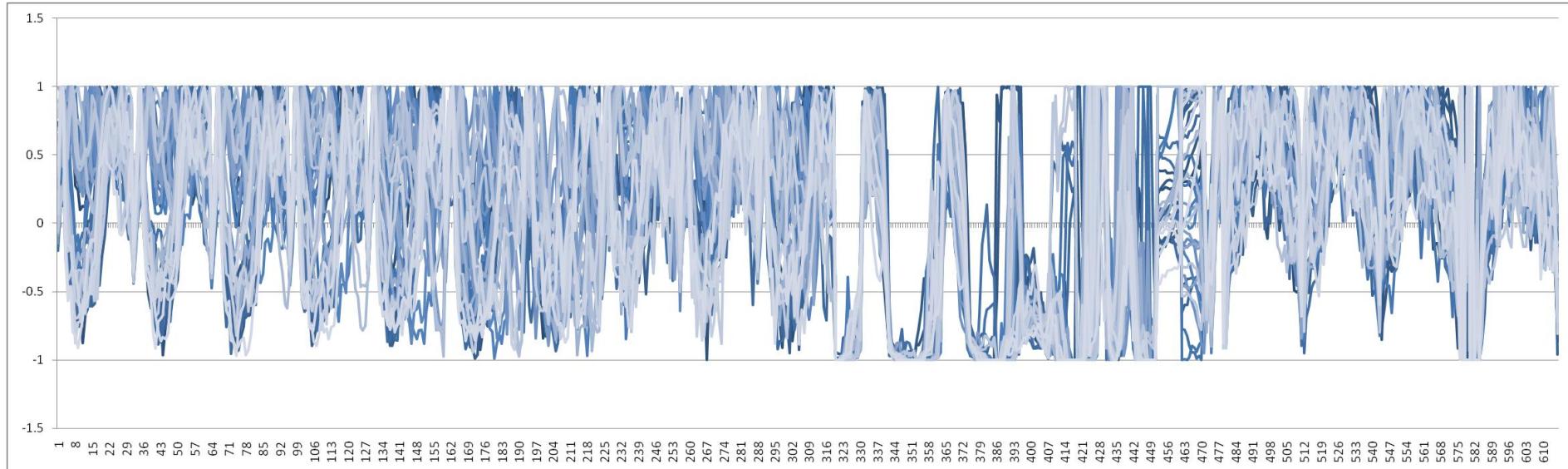
- Problem:
  - overplotting
  - Lösung:
    - Filter





#### ■ Problem von vielen Dimensionen

- Gesprochene Buchstaben – letter recognition
- 1559 audio samples of the letters A to Z spoken by different persons (26 letters)
- The samples are represented by 616-dimensional feature vectors encoding certain aural properties of the samples.



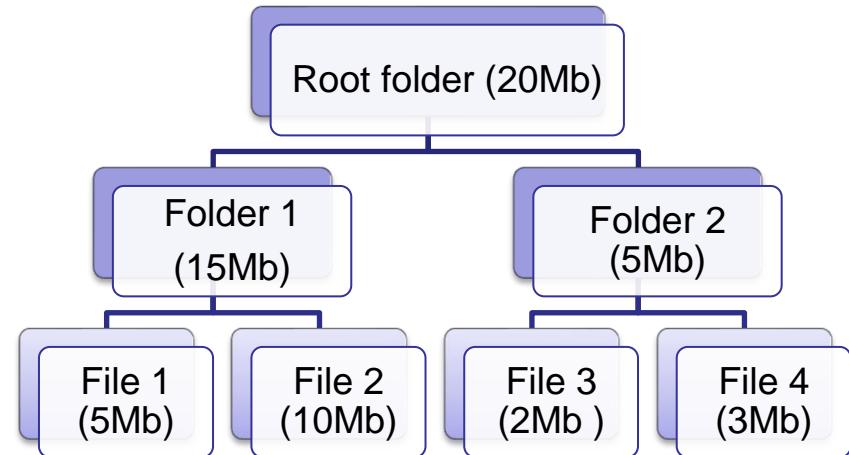
# Datenyp: Hierarchien



## ▪ Hierarchien

- Natürliche Art, Daten zu strukturieren bzw. zu organisieren

- Dateisystem
- Unternehmensstruktur
- Geographie
- Produkt- und Teilekataloge
- Dateisysteme
- EM Finalrunde
- u.v.m.



## Begriffe

- Hierarchien sind Graphen
- Kanten und Knoten
- Vater-Kindknoten Beziehung
- Wurzelknoten
- Knotengewichte

## ▪ Wie visualisiert man hierarchische Daten?

# Datenyp: Hierarchien

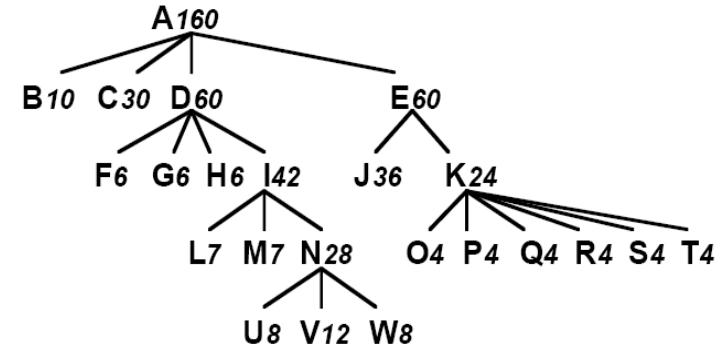
## Visualisierung: Node-Link Diagramm



### ■ Klassische Verfahren

#### ■ Node-Link Diagramme

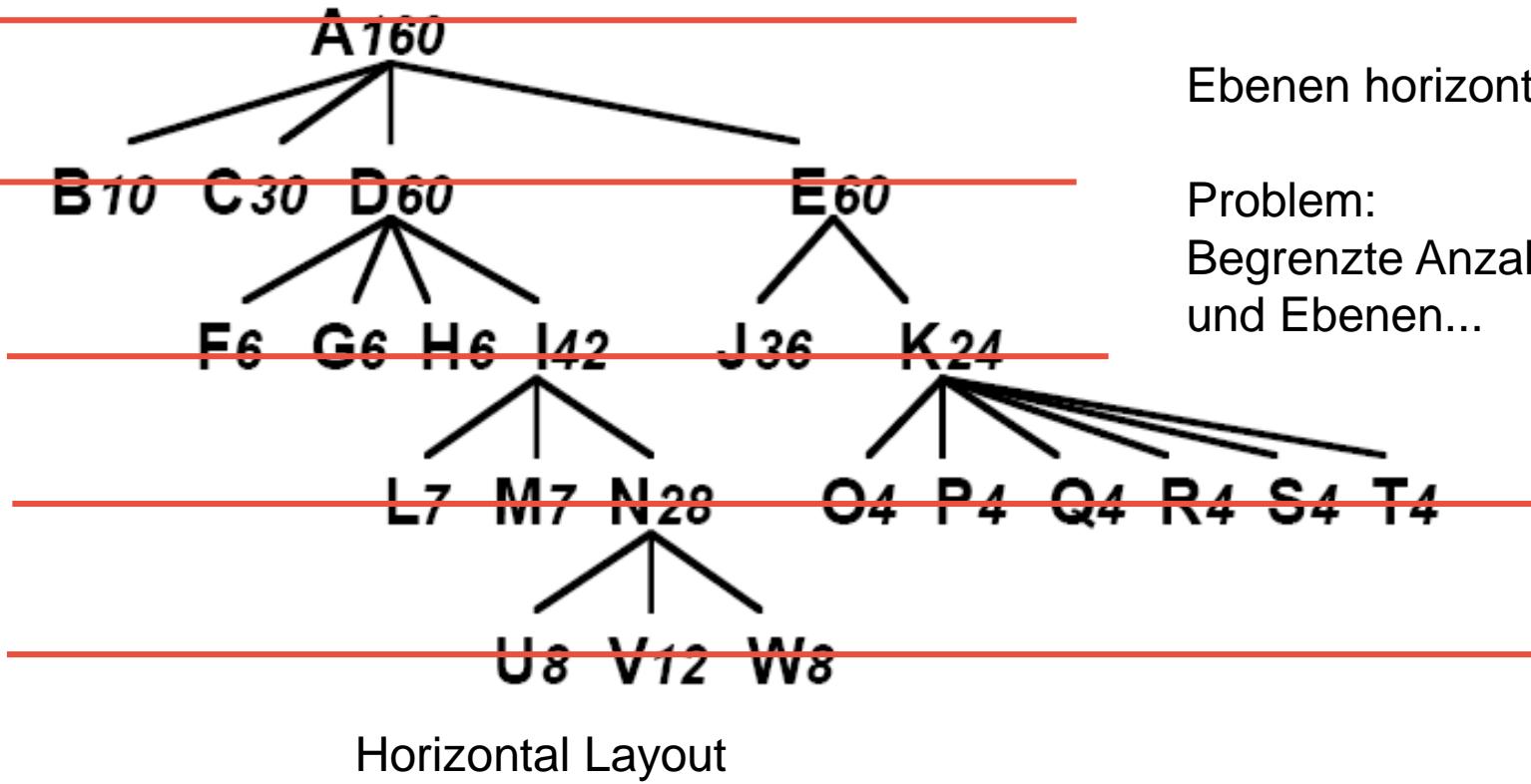
- Jeder Knoten: 1 Punkt
- Vater-Sohn Beziehung als Linie
- Position der Knoten ist wichtig  
(z.B. Sohn unter Vater, Söhne nebeneinander)
- Mutter-Tochter usw. geht auch ;)



# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Node-Link Diagramm

### Problem: Positionierung der Knoten (Layout)



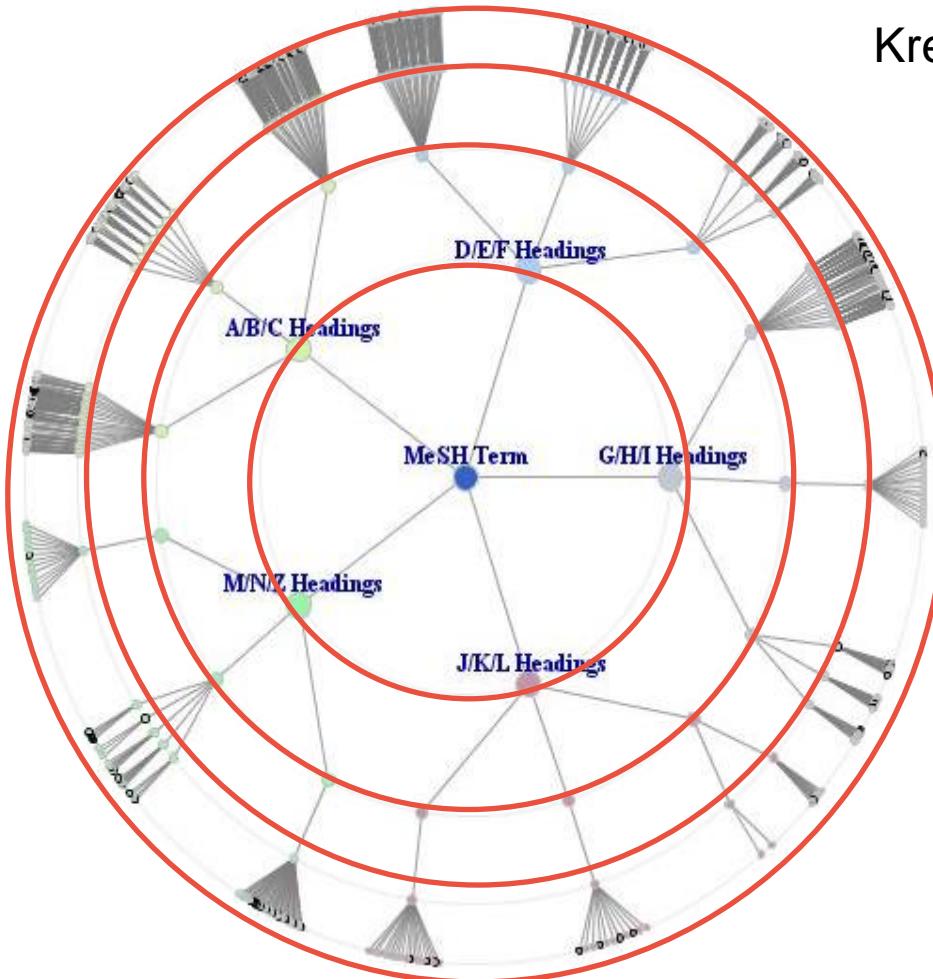
Datenyp: Hierarchien

Visualisierung: Node-Link Diagramm

Problem: Positionierung der Knoten (Layout)



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Kreisangeordnete Knoten:  
Bessere Platznutzung

Radial

**Datenyp: Hierarchien**

**Visualisierung: Node-Link Diagramm**

**Problem: Viele Knoten**



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- **Klassische Verfahren**

- Node-Link Diagramme
- Problem der klassischen Verfahren
  - Skalierungsproblem

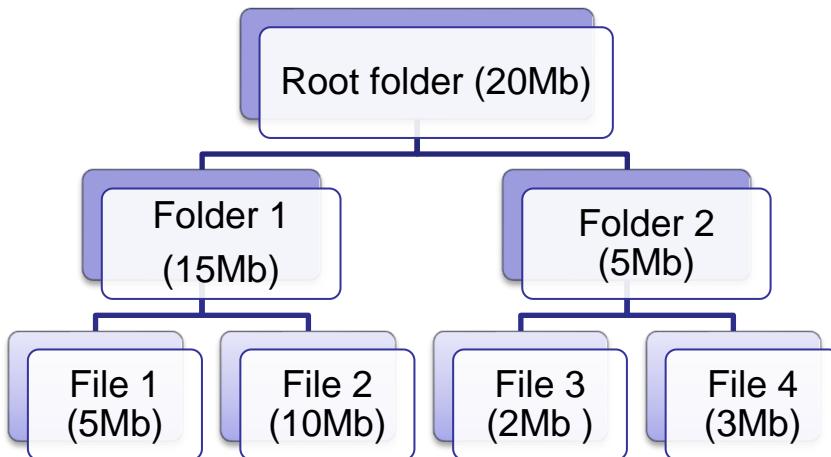


# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap: Slice-and-dice Algorithmus



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Beispiel Dateisystem

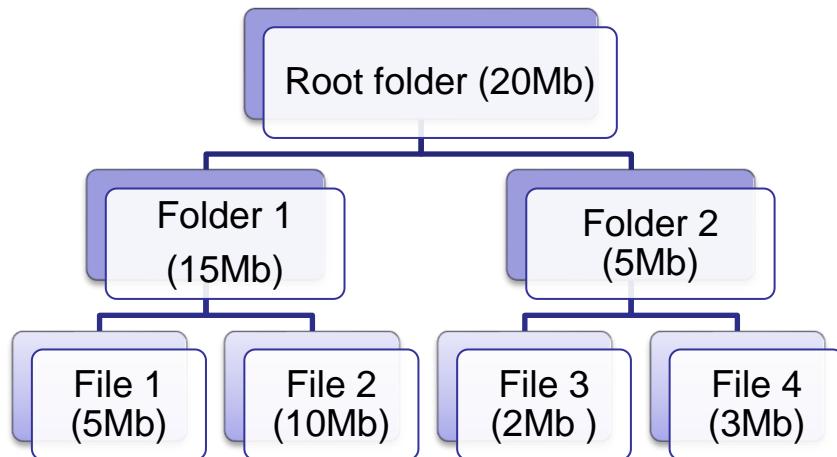
[Shneidermann 92]

# Datenyp: Hierarchien

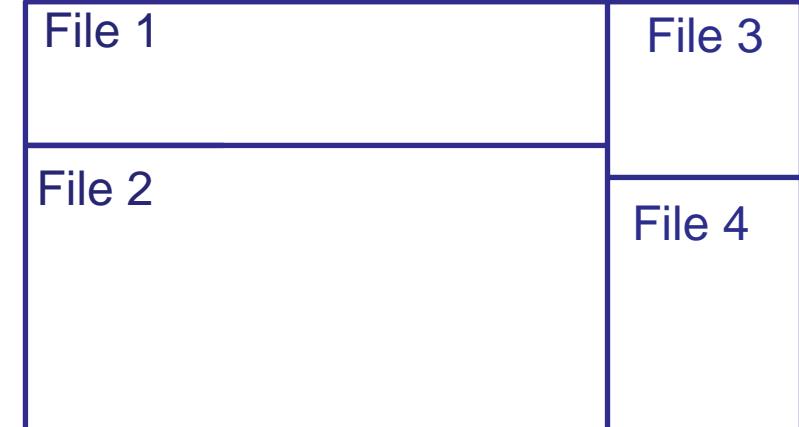
## Visualisierung: Treemap: Slice-and-dice Algorithmus



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Beispiel Dateisystem



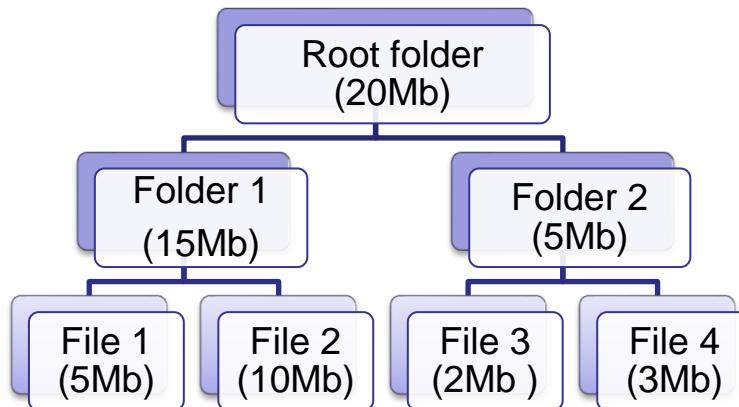
[Shneidermann 92]

# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap



- Rekursive Aufteilung eines Rechtecks anhand der Baumstruktur
  - Beginnend mit der Wurzel
  - Teile anhand der Teilbaumgrößen
  - Alterniere zwischen horizontaler und vertikaler Aufteilung



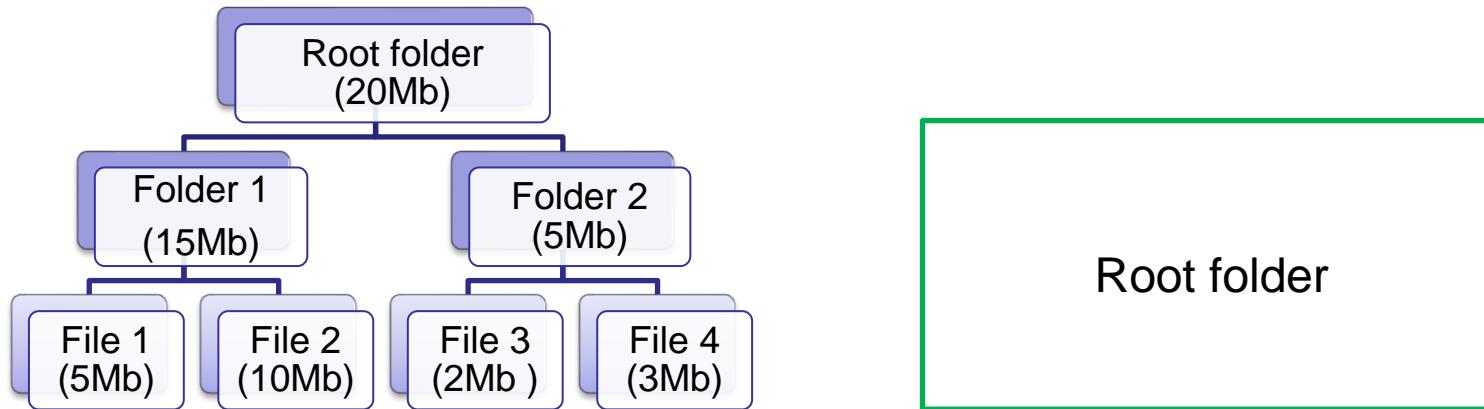
Ursprüngliches Rechteck

# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap



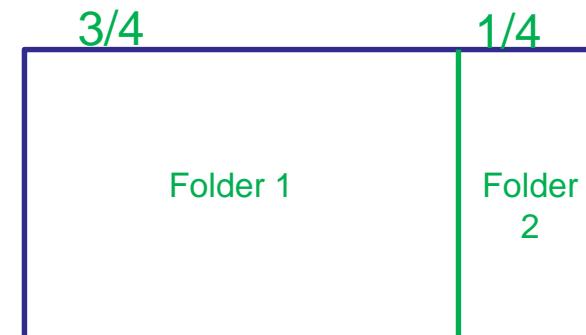
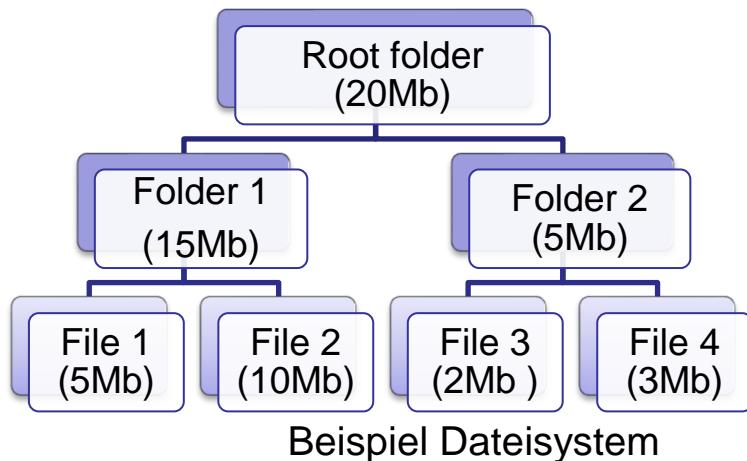
- Rekursive Aufteilung eines Rechtecks anhand der Baumstruktur
  - Beginnend mit der Wurzel
  - Teile anhand der Teilbaumgrößen
  - Alterniere zwischen horizontaler und vertikaler Aufteilung



# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

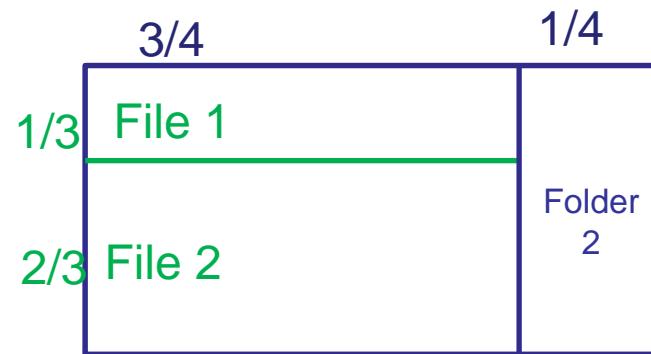
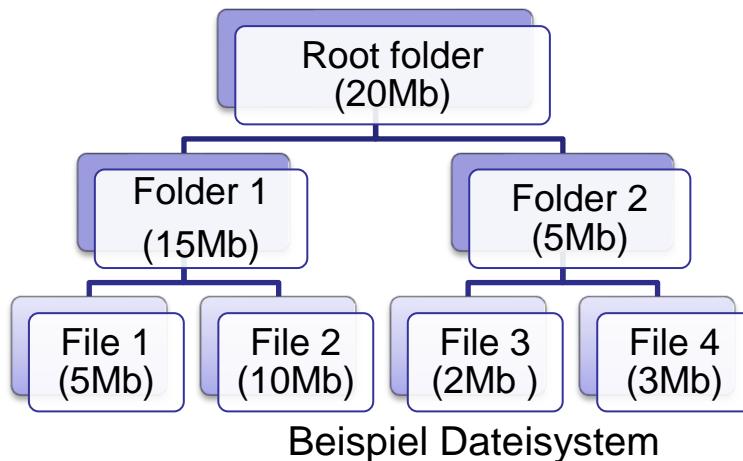
- Rekursive Aufteilung eines Rechtecks anhand der Baumstruktur
  - Beginnend mit der Wurzel
  - Teile anhand der Teilbaumgrößen
  - Alterniere zwischen horizontaler und vertikaler Aufteilung



# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

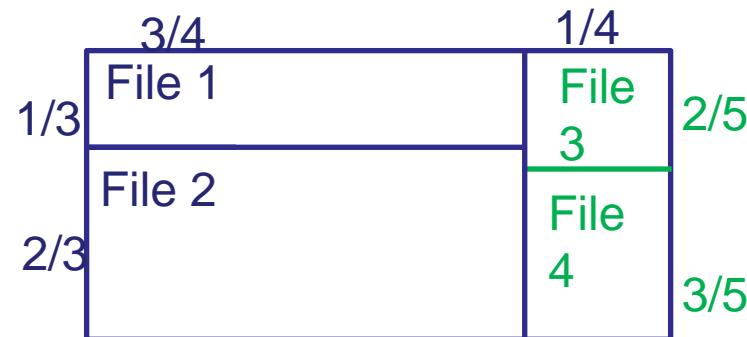
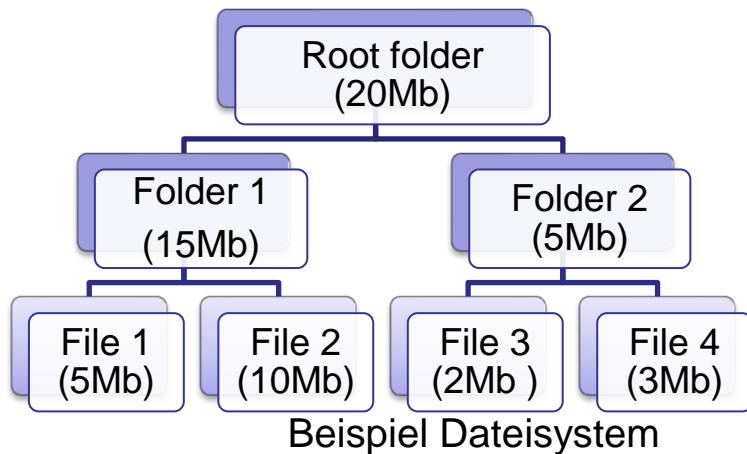
- Rekursive Aufteilung eines Rechtecks anhand der Baumstruktur
  - Beginnend mit der Wurzel
  - Teile anhand der Teilbaumgrößen
  - Alterniere zwischen horizontaler und vertikaler Aufteilung



# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

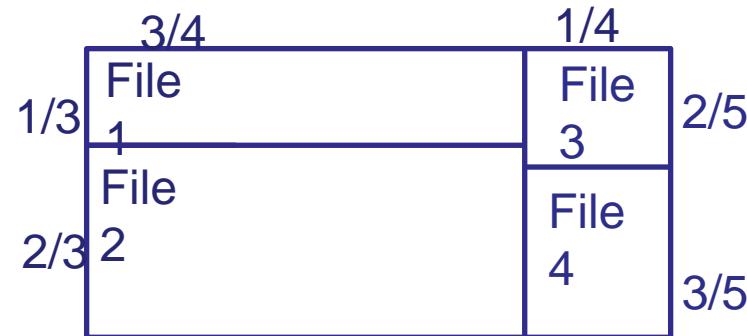
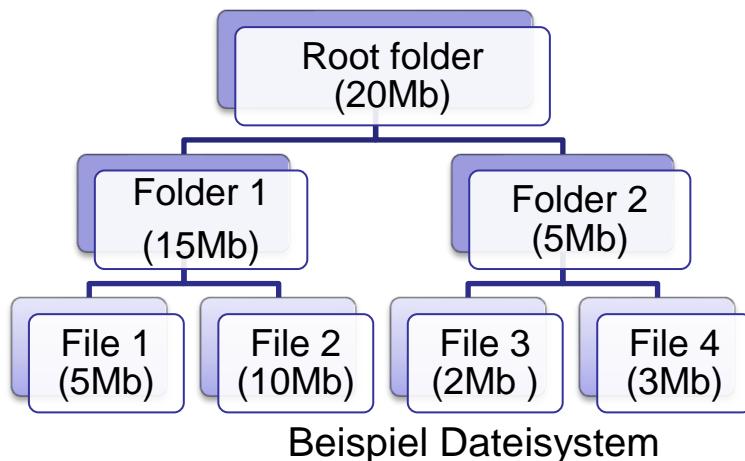
- Rekursive Aufteilung eines Rechtecks anhand der Baumstruktur
  - Beginnend mit der Wurzel
  - Teile anhand der Teilbaumgrößen
  - Alterniere zwischen horizontaler und vertikaler Aufteilung



# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

- Rekursive Aufteilung eines Rechtecks anhand der Baumstruktur
  - Beginnend mit der Wurzel
  - Teile anhand der Teilbaumgrößen
  - Alterniere zwischen horizontaler und vertikaler Aufteilung



# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

### Beispiel: Visualisierung vom Filesystem



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



900.000 Elemente in einem Filesystem

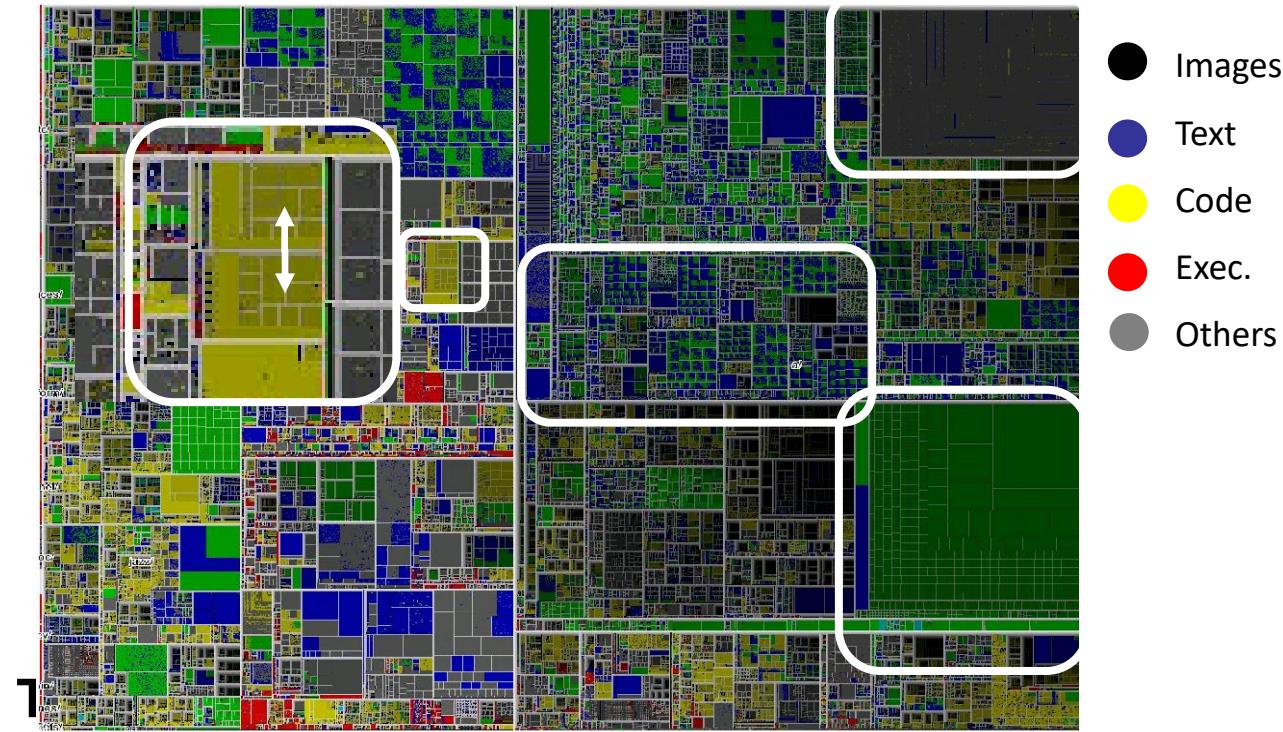
# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

### Beispiel: Visualisierung vom Filesystem



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

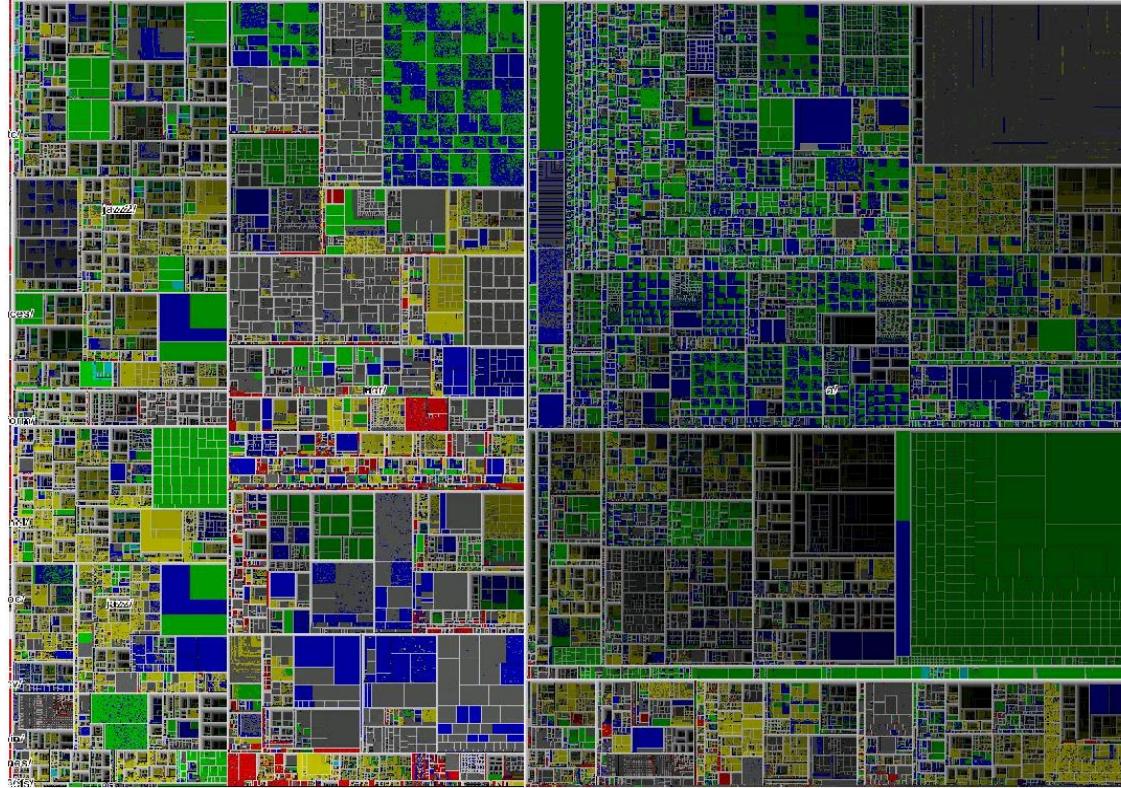


970,000 Daten eines Dateisystems Datentyp abgebildet auf Farbe [Fekete and Plaisant 02]

# Datenyp: Hierarchien

## Visualisierung: Treemap

### Problem: Lesbarkeit



Probleme:

- Schlechter Lesbarkeit der Hierarchiestruktur
- Größendarstellung

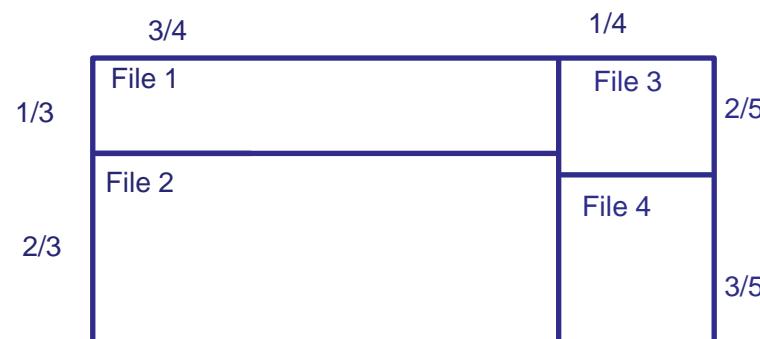
# Treemap: Größendarstellung



Welches Rechteck  
ist größer?



oder?



Treemap

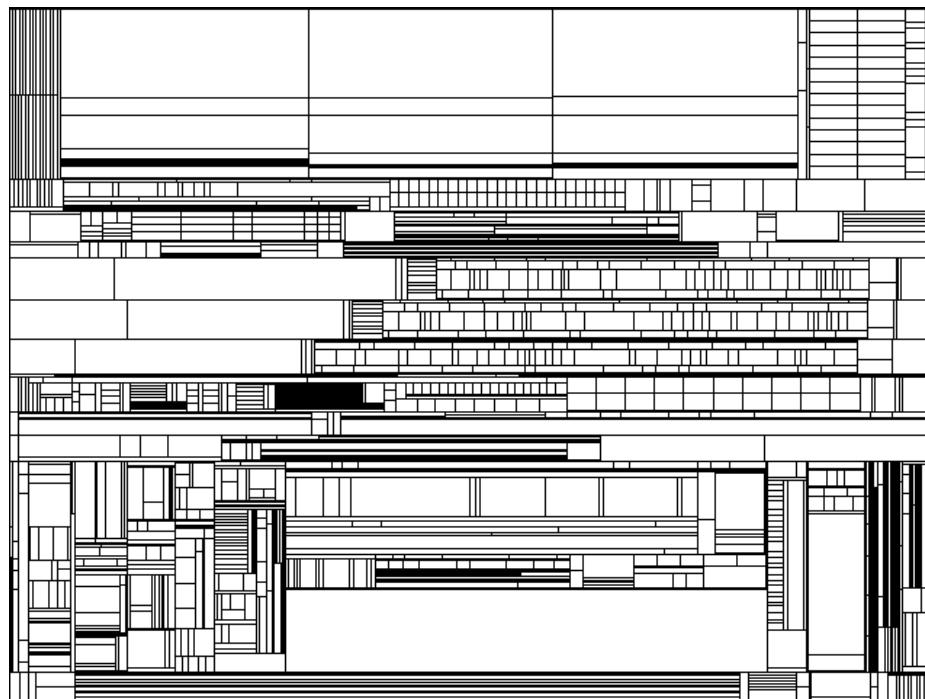
Die Vergleichbarkeit von Rechtecken mit  
unterschiedlichen Seitenverhältnissen ist schwierig

# Treemap: Größendarstellung

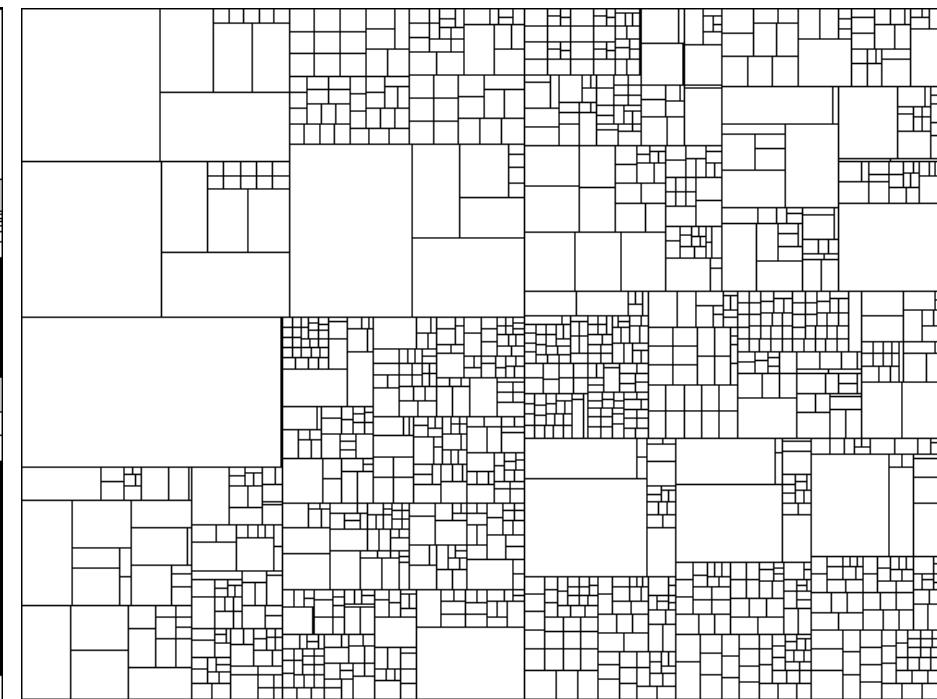


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## ■ Slice-and-dice



## ■ Squarified treemap



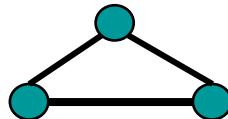
better size comparison, better aspect ratio

Quelle: [Bruls et al. 00]

# Datentyp: Graphen/Netzwerke



- Graph  $G(V, E)$  - ein Objekt bestehend aus Knoten (Vertices) und Kanten (Edges)



# Datenyp: Graphen/Netzwerke

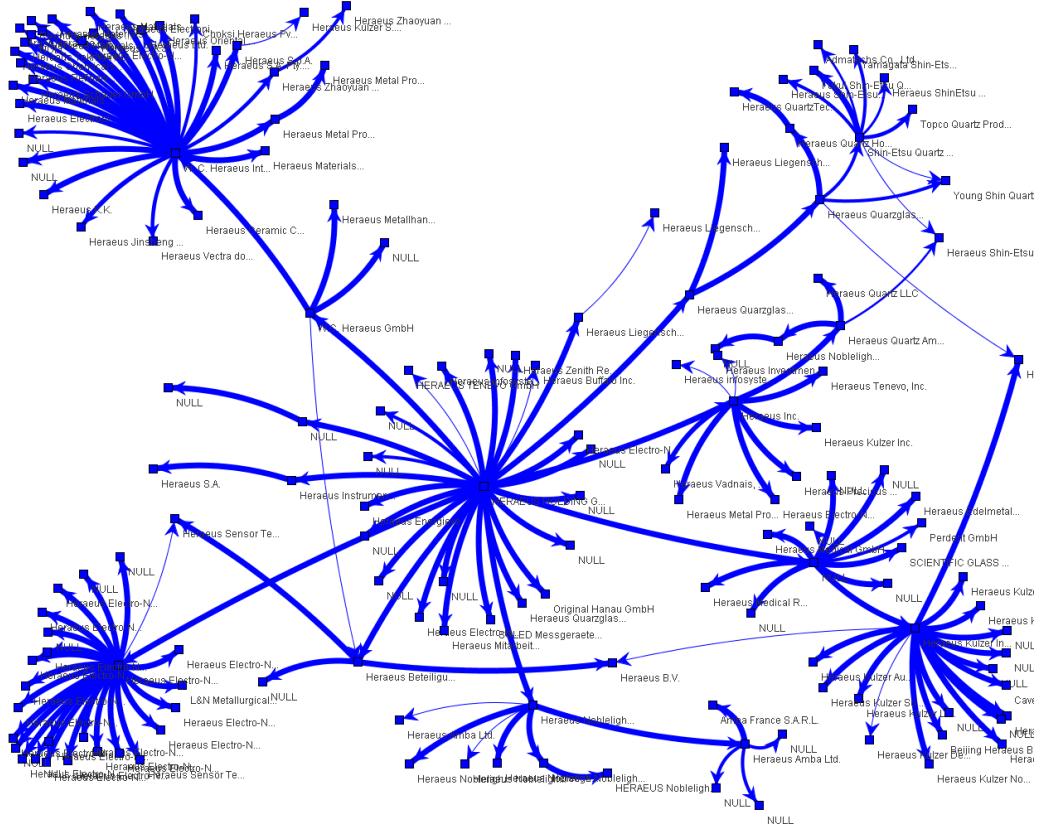
## Visualisierung: Knoten-Link Diagramm



### ▪ Klassische intuitive Graphdarstellung

- Jeder Knoten: 1 Punkt
  - Beziehung als Linie
  - Aka „Node-Link Diagram“
- 
- Gut um Pfade zu verfolgen

Knoten-Link Diagramm

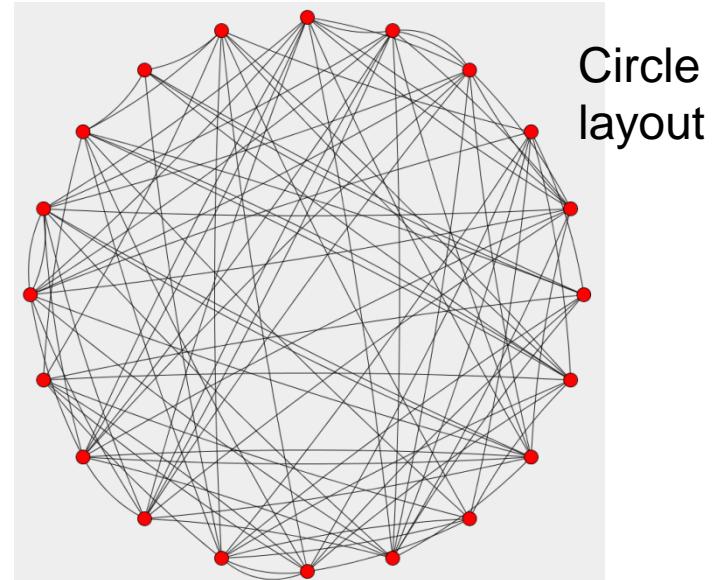


# Datenyp: Graphen/Netzwerke

## Visualisierung: Knoten-Link Diagramm

### Problem: Layout

- Klassische intuitive Graphdarstellung
- Gut um Pfade zu verfolgen
- Herausforderung: Graph Layout



# Datenyp: Graphen/Netzwerke

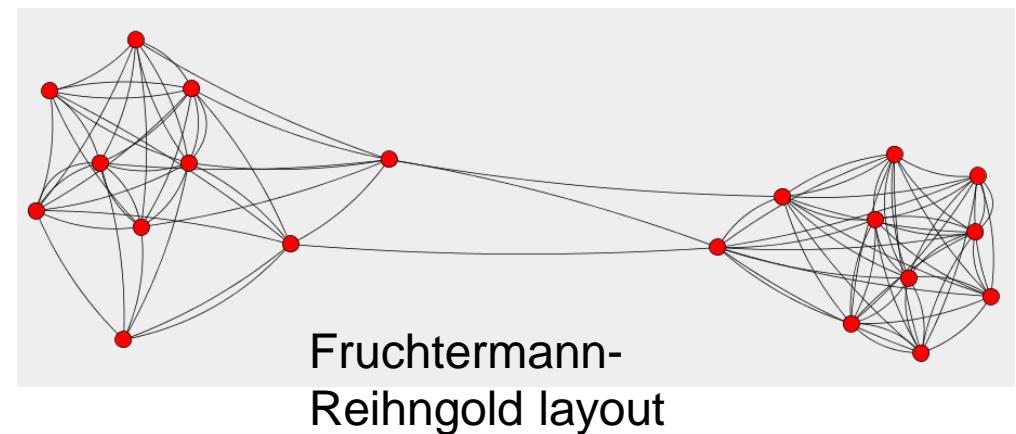
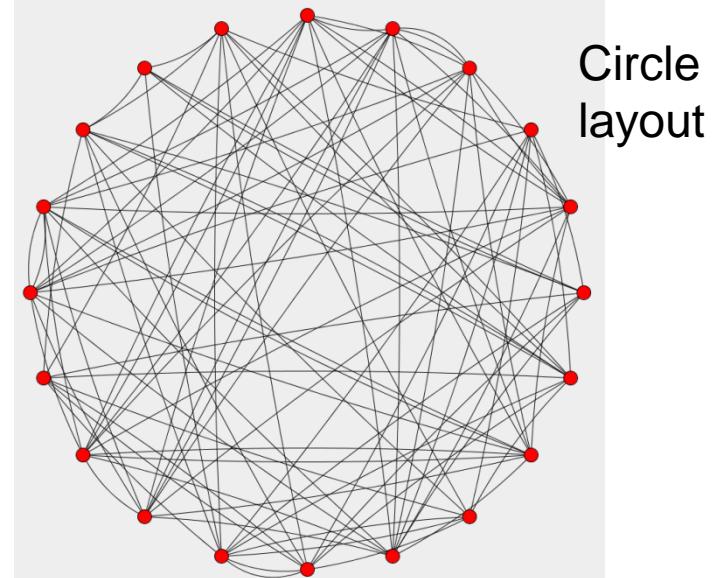
## Visualisierung: Knoten-Link Diagramm

### Problem: Layout



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Klassische intuitive Graphdarstellung
- Gut um Pfade zu verfolgen
- Herausforderung: Graph Layout
- Kriterien
  - Wenig Kantenüberschneidung
  - Möglichst gleich große Kanten
  - Wenig Knotenüberlappung
  - Klar deutliche Strukturen



# Datenyp: Graphen/Netzwerke

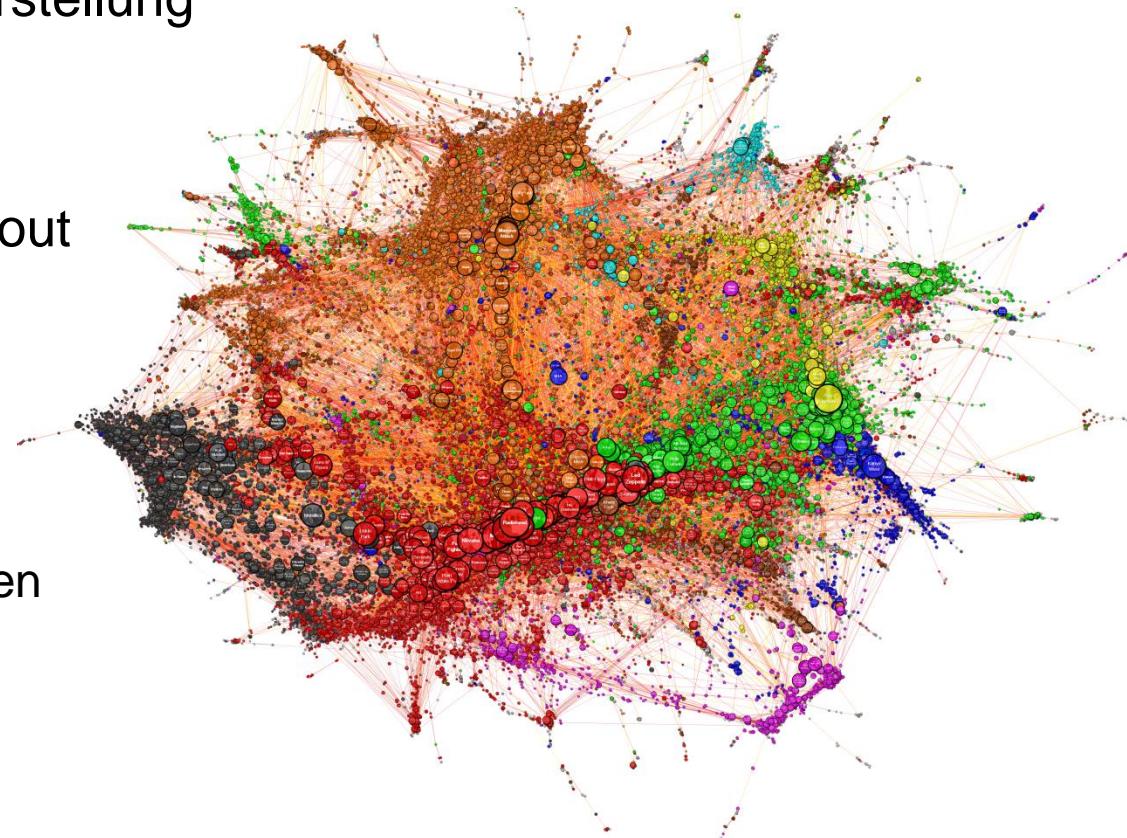
## Visualisierung: Knoten-Link Diagramm

### Problem: Große Graphen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Klassische intuitive Graphdarstellung
- Gut um Pfade zu verfolgen
- Herausforderung: Graph Layout
- Problem:
  - Große Graphen
  - Überlappungen von Kanten und Knoten bei großen Graphen



Music: This is Your Music on the Internet

<https://relationary.wordpress.com/tag/visualization/>

# Zusammenfassung: Datentypen und Visualisierungstechniken



Datentyp	Visualisierungstechniken
1D	Balkendiagramm, Kuchendiagramm
Zeitreihe	Liniengraphik
2D	Scatterplot
3D	Scatterplot+, Parallele Koordinaten
nD, multivariat, multidimensional - wenige Dimensionen	ScatterplotMatrix, Parallele Koordinaten
Hierarchien	Knoten-Link Diagram, Treemap
Graphen/Netzwerke	Knoten-Link Diagram

# INTERAKTION



# Informationsvisualisierung + Interaktion

Statische Visualisierung sind wie Bilder im Museum



# Information visualization + Interaction

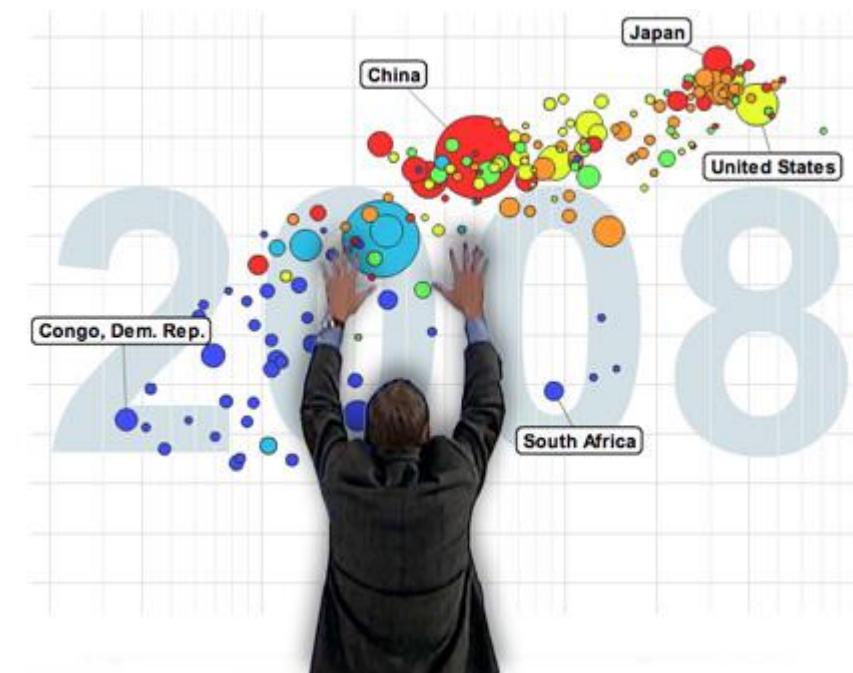


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Interaktionstechniken ermöglichen  
mit Daten zu Spielen, Daten zu explorieren...



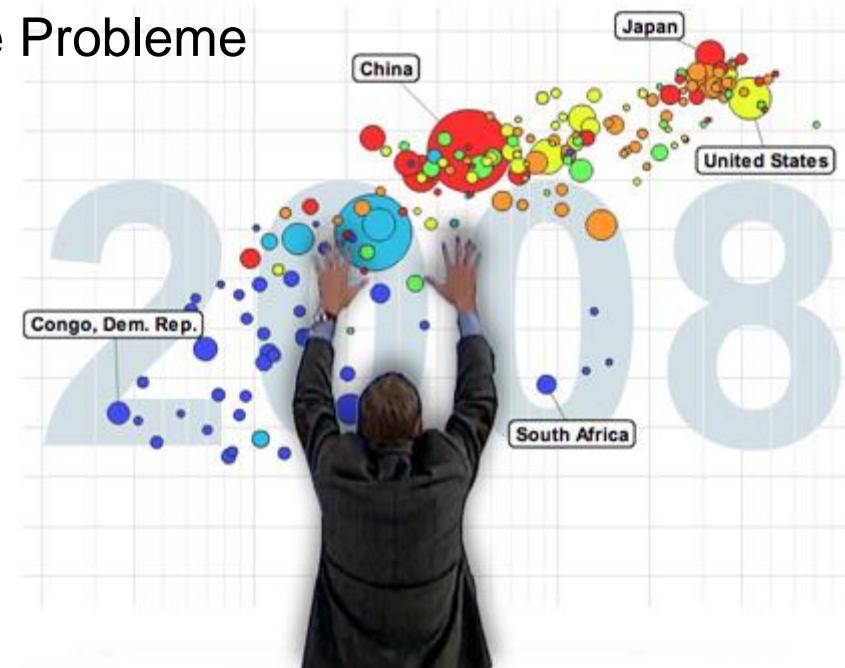
moonlightflits.aminus3.com

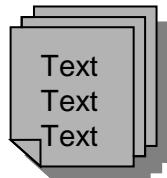
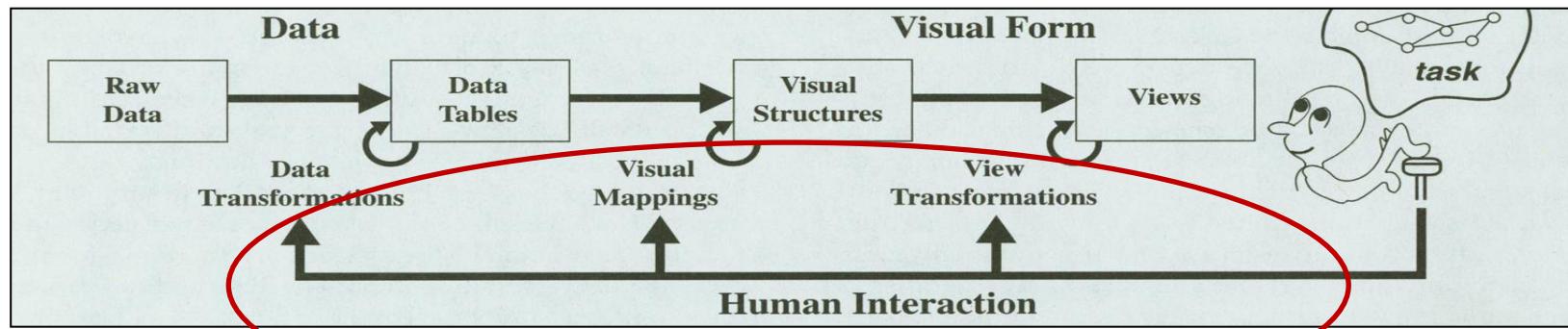


Interaktionstechniken ermöglichen  
mit Daten zu Spielen, Daten zu explorieren...



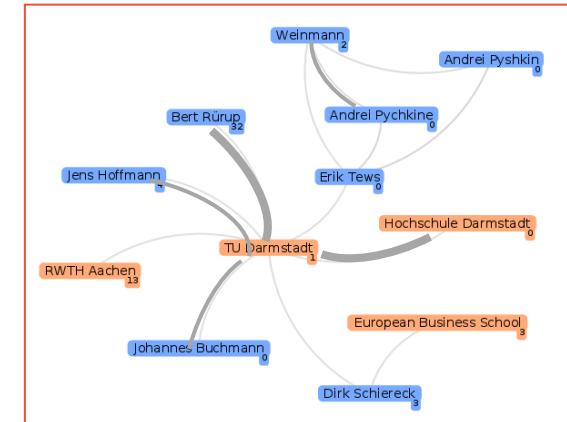
Und Interaktionen reduzieren viele Probleme  
der Visualisierung,  
zB Überlappung

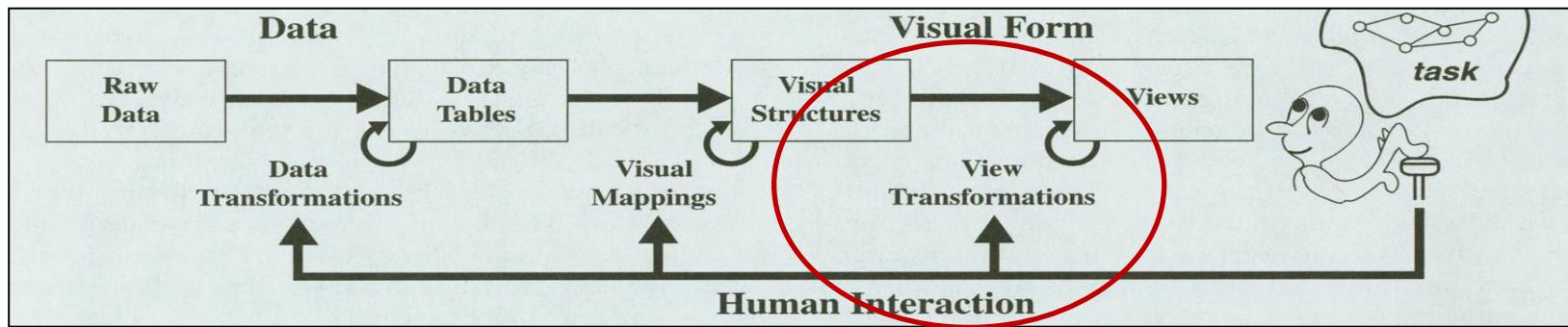




Objekt	Anzahl	Typ	Gruppe
Apple	10	Organisat	IT
A. Mer	Beziehung	Anzahl Kanten	Politik
... A. Merkel - Microsoft			
A. Merkel - Obama	20		...
...	...		

Objekt → Rechtecke mit Text  
 Typ → Farbe  
 Beziehung → Linie  
 AnzahlKanten → Linien-dicke





# Interaktionstechniken – View Transformation



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Navigieren
  - Techniken
    - Zooming
    - Panning
    - Reorganization von Objekten auf dem Bildschirm

Settings

▼ Show Legend



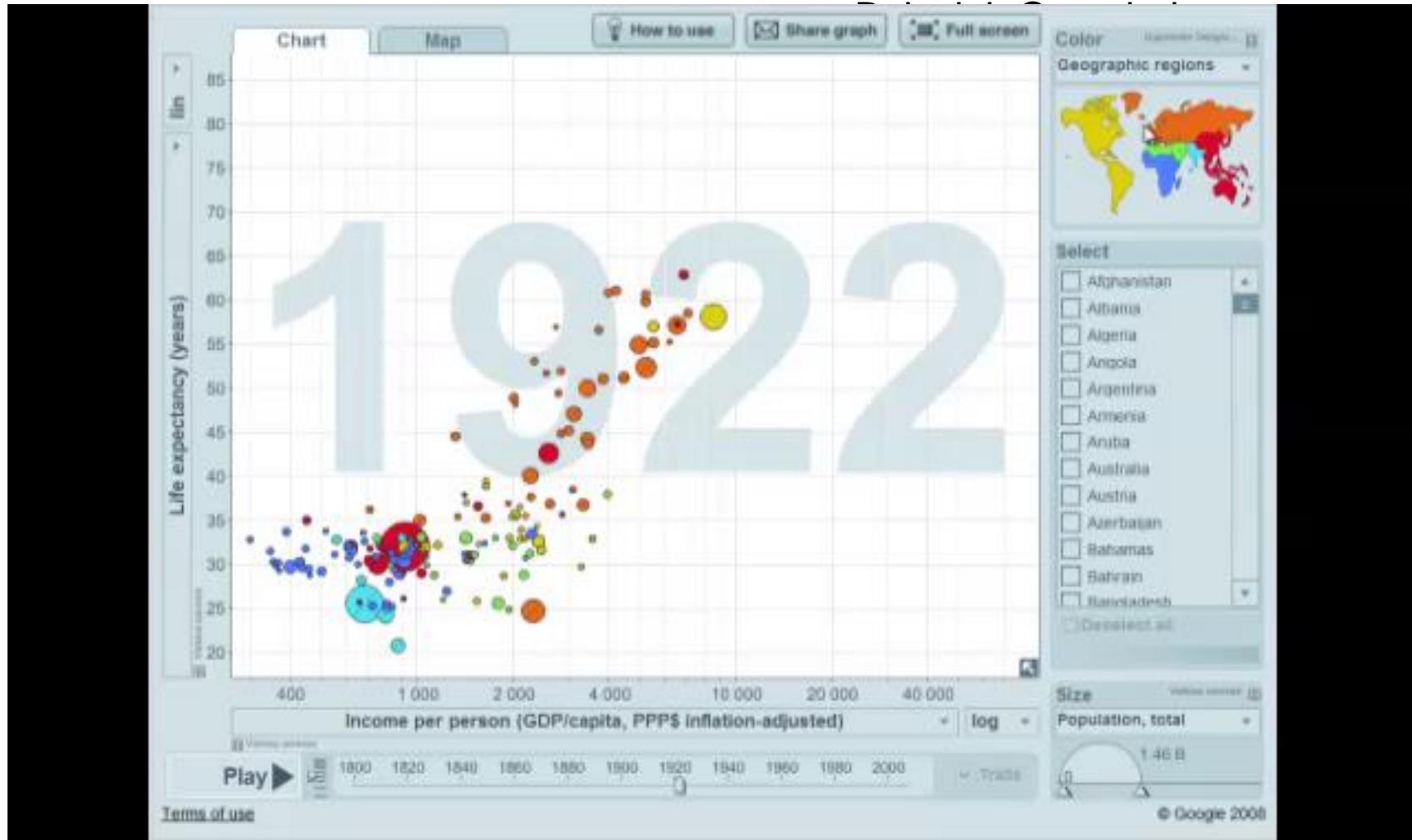
Beispiel: Netzwerk des Tages

# View transformation

## Highlighting - Hervorheben



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

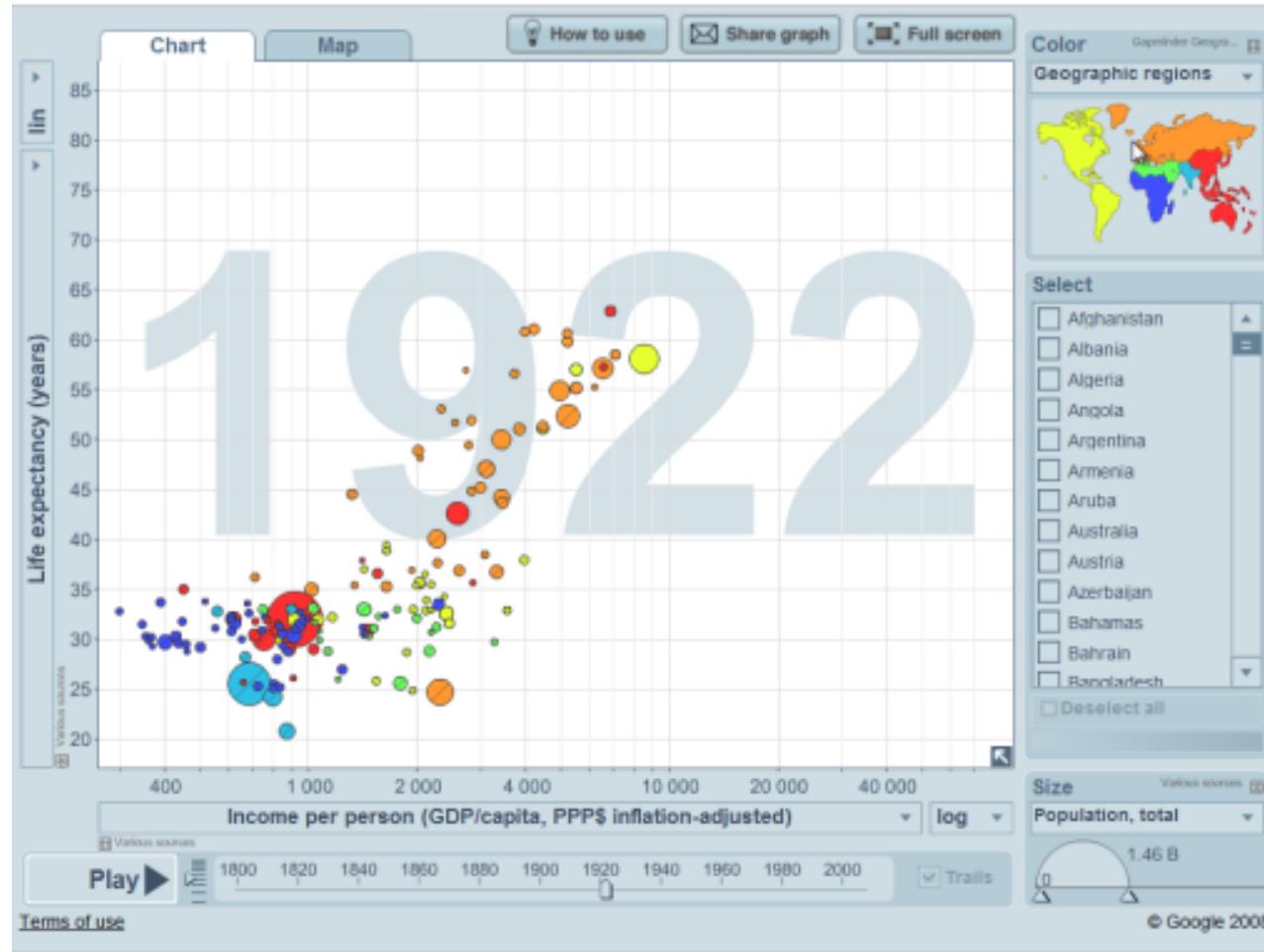


# View transformation

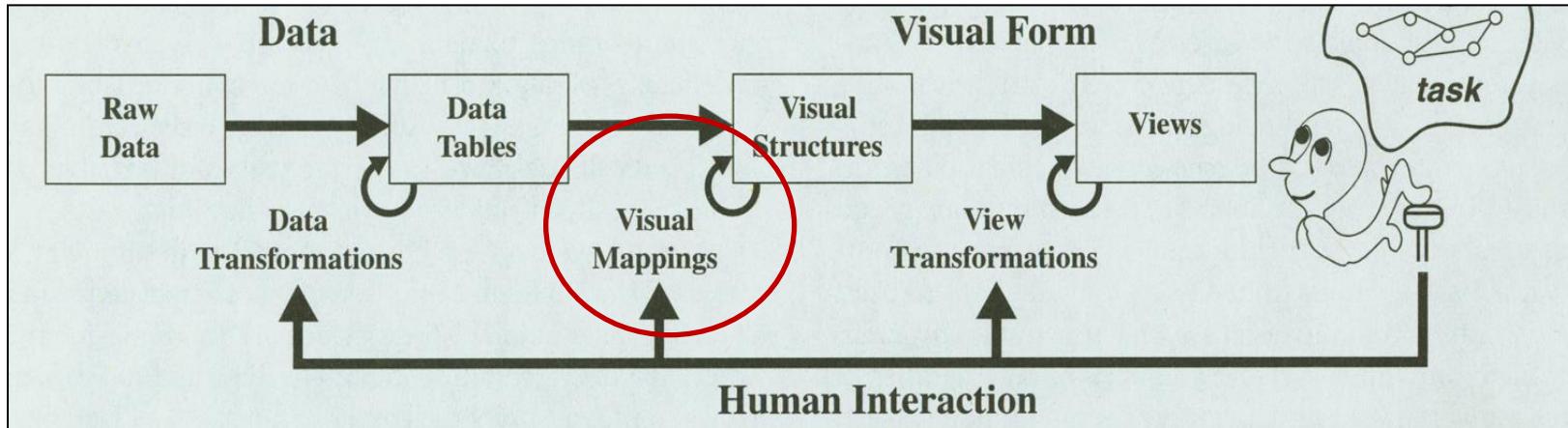
## Highlighting - Hervorheben



Beispiel: Gapminder



# Information visualization + Interaction



# Interaction - Visual Mapping Änderung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Visual Mapping Änderung

## Techniken:

- Datenauswahl für Abbildung
- Farbschemaänderung



# Interaction - Visual Mapping Aenderung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

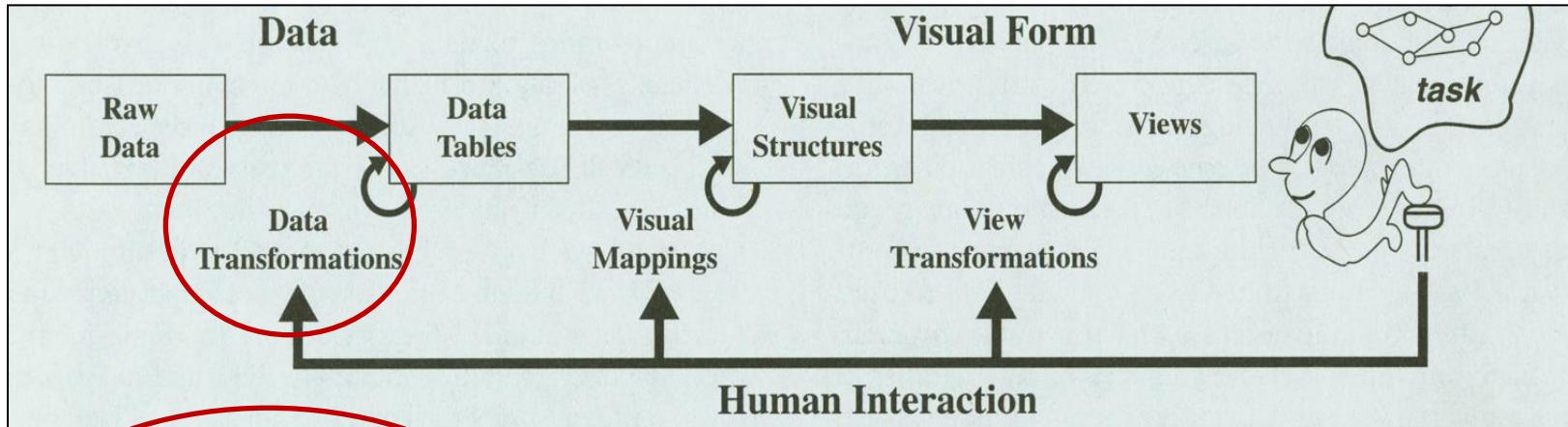
## ■ Visual Mapping Änderung

### Techniken:

- Datenauswahl für Abbildung
- Farbschemaaänderung

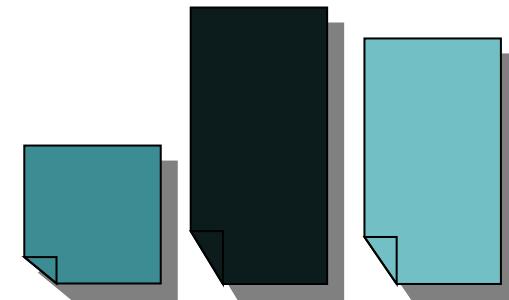


# Information visualization + Interaction



#Worte	#Sätze
50	9
100	20
80	7

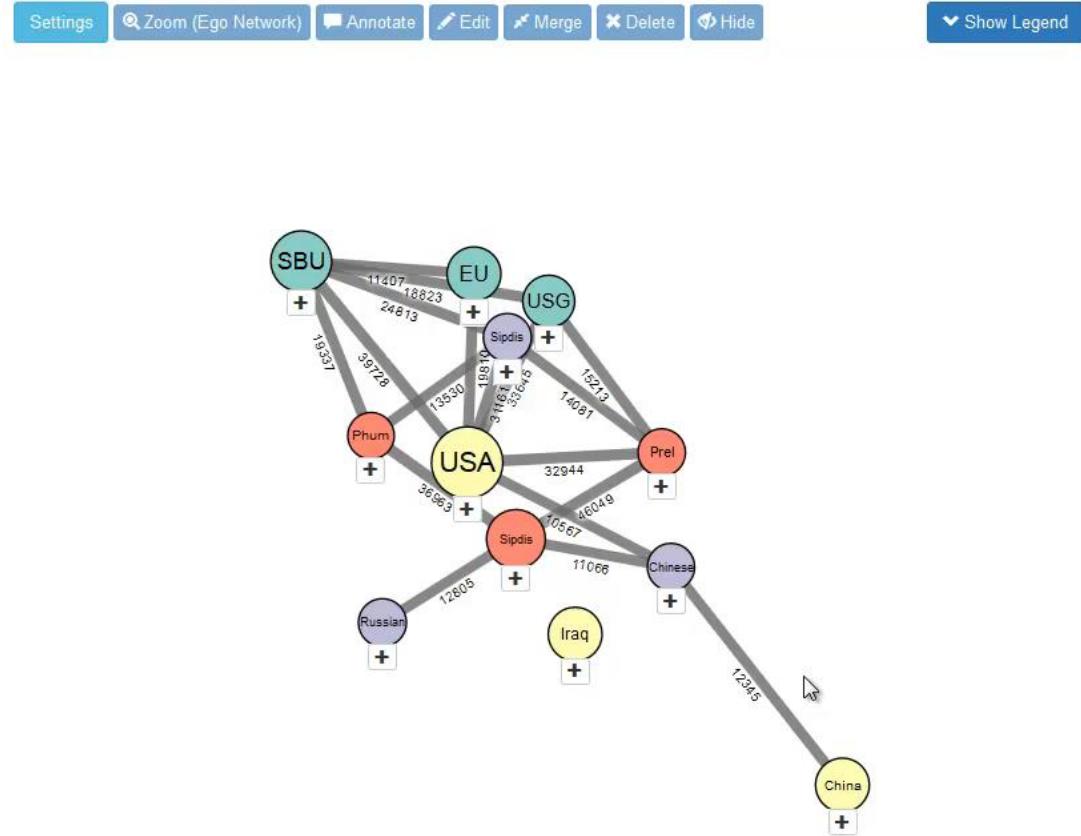
#Worte  $\rightarrow$  Größe  
#Sätze  $\rightarrow$  Farbe



# Interaction - Datentransformation



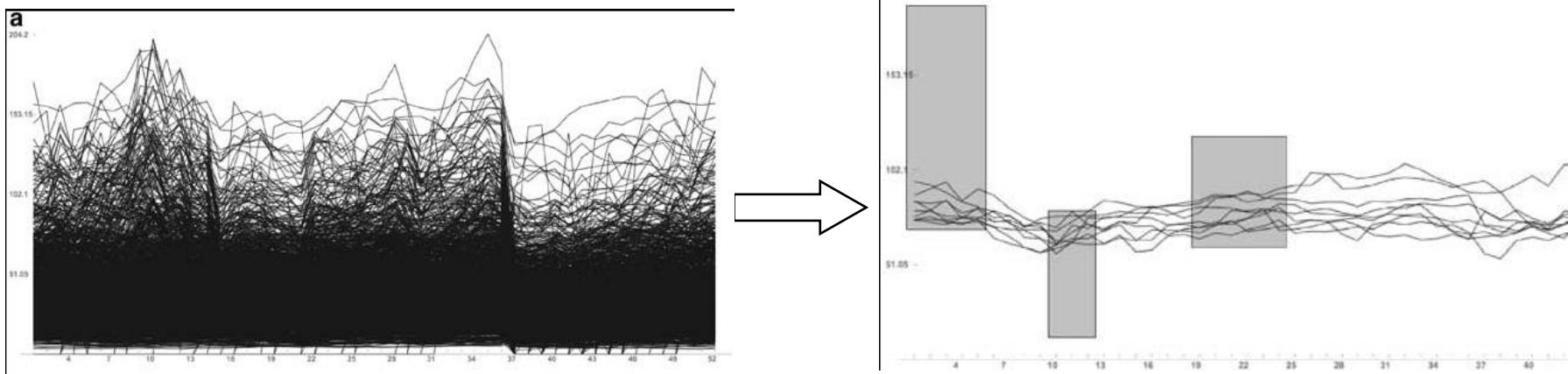
- Datentransformation  
Techniken:
  - Daten hinzufügen



# Interaction - Datentransformation



- Datentransformation  
Techniken:
  - Datenfiltrieren



<http://www.cs.umd.edu/hcil/timesearcher/>

<https://www.youtube.com/watch?v=VWx1TMcrb74>



- Datentransformation

- Techniken:

- Änderung der  
Datennormalisierung

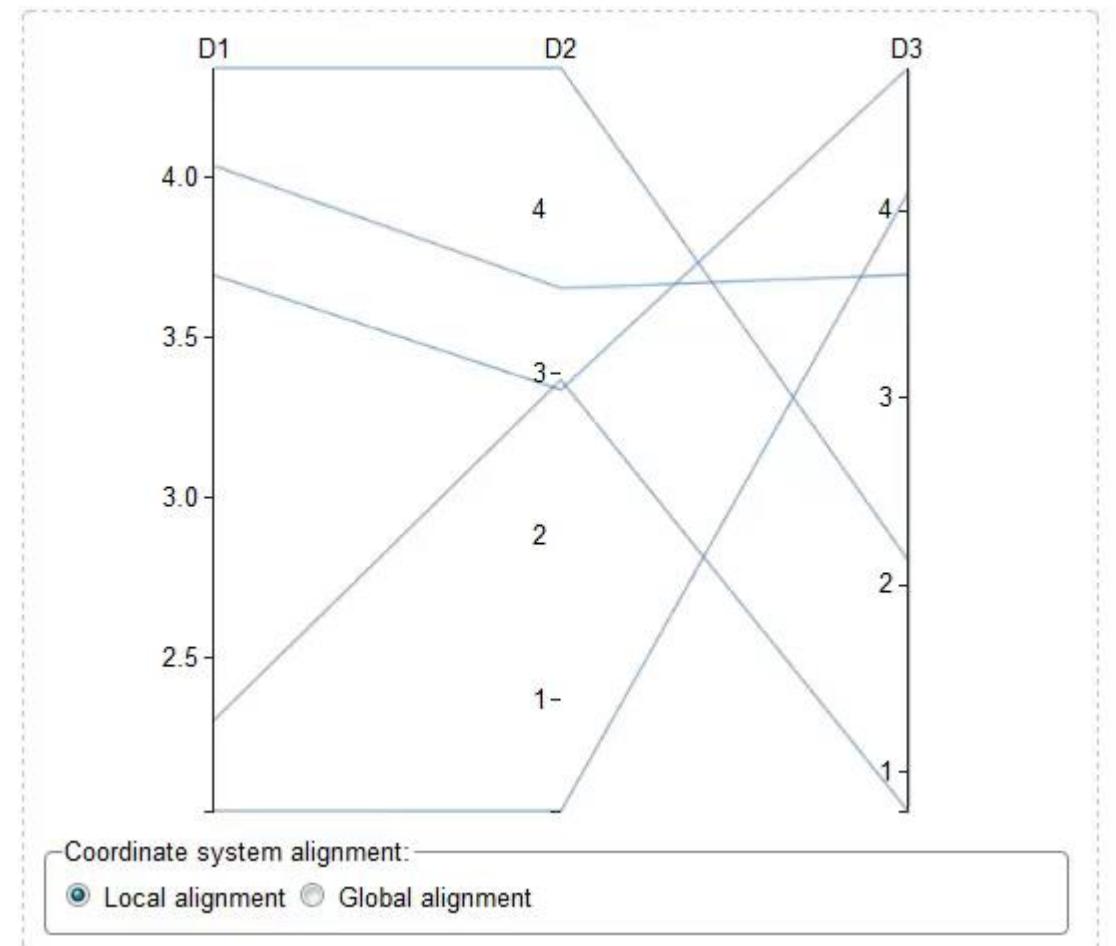
# Interaction - Datentransformation



## ▪ Datentransformation

### Techniken:

- Änderung der Datennormalisierung
- Dateneditieren



# Zusammenfassung: Interaktionstechniken



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Interaktion erlaubt dem Benutzer
  - die Daten aus verschiedenen Perspektiven zu sehen  
(im Datensatz zu navigieren)
  - Interaktion greift in die Schritte der Informationsvisualisierungspipeline ein



# Zusammenfassung: Interaktionstechniken



- Interaktion erlaubt dem Benutzer
  - die Daten aus verschiedenen Perspektiven zu sehen  
(im Datensatz zu navigieren)
  - Interaktion greift in die Schritte der Informationsvisualisierungspipeline ein

Pipelineschritt	Technik
View	Zoom Pan Highlight/Hervorheben
Visuelle Abbildung	Datenauswahl für Abbildung Farbschemaänderung
Datentransformation	Änderung der Datennormalisierung Dateneditieren



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# WEITERFÜHRENDE VERANSTALTUNGEN

# Lehrveranstaltungen zur Informationsvisualisierung



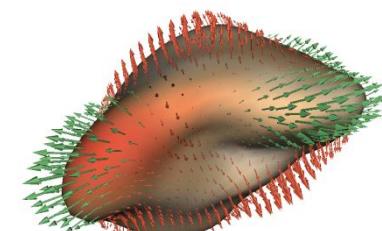
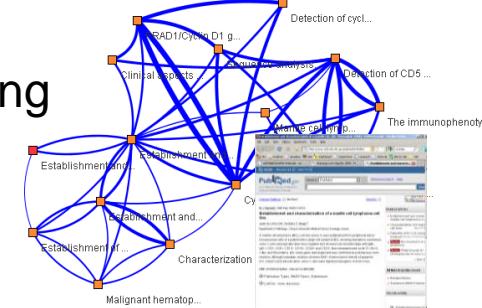
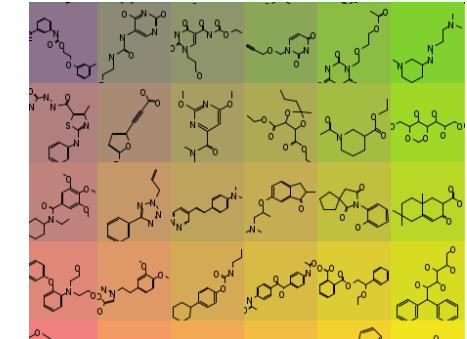
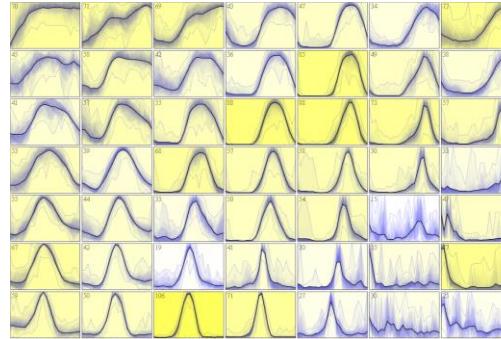
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## ■ Vorlesung:

- Informationsvisualisierung und Visual Analytics (V2+Ü2)

## ■ Seminare:

- Visual Analytics: Interaktive Visualisierung sehr großer Datenmengen (S2)
- Visuelle Trendanalyse (S2)



## ■ Praktika

## ■ Bachelorarbeiten, Masterarbeiten



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---

# ENDE...

# DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!