

Statistik
zwischen
Manipulation und Wahrheit

Prof. Dr. Hans Rudolf Lerche

Universität Freiburg

Abteilung für Mathematische Stochastik

e-mail: lerche@stochastik.uni-freiburg.de

Übersicht

1

- I. Einleitung
- II. Datenerhebung
- III. Darstellung von Daten mit Statistiken
- IV. Graphische Darstellung
- V. Beispiele aus der schließenden Statistik

I. Einleitung

DIE FORMEN DER POLITISCHEN MORDE

„Tödlich verunglückt“	184	Als Repressalie erschossen	10
Willkürlich erschossen	73	Willkürlich erschossen	8
„Auf der Flucht erschossen“	45	Angebliches Standrecht	3
Angebliches Standrecht	37	Angebliche Notwehr	1
Angebliche Notwehr	9		
Im Gefängnis oder Transport gelyncht	5		
Angeblicher Selbstmord	1		
Summe der von Rechtsstehenden Ermordeten	354	Summe der von Linkstehenden Ermordeten	22

DIE SÜHNE DER POLITISCHEN MORDE

	Politische Morde begangen		Gesamtzahl
	von Linkstehenden	von Rechtsstehenden	
Gesamtzahl der Morde	22	354	376
davon ungesühnt	4	326	330
teilweise gesühnt	1	27	28
gesühnt	17	1	18
Zahl der Verurteilungen	38	24	
Geständige Täter freigesprochen	—	23	
Geständige Täter befördert	—	3	
Dauer der Einsperrung pro Mord	15 Jahre	4 Monate	
Zahl der Hinrichtungen	10	—	
Geldstrafe pro Mord	—	2 Papiermark	

181

E. J. Gumbel: Vier Jahre politischer Mord, 1922

Geschönte Daten

Schlampereien im Labor sind nicht länger ein Kavaliersdelikt

Nein, richtig glücklich kann Heinz Breer über den Ausgang seines Verfahrens nicht sein. Der Zoophysiologe von der Universität Hohenheim hatte 1998 für seine Forschungen über den Geruchssinn den höchstdotierten Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) verliehen bekommen. Nun muss er sich von der DFG „wissenschaftliches Fehlverhalten“ vorwerfen lassen. Für den Leibniz-Preisträger ein harter Schlag, für die Wissenschaft eher eine gute Nachricht: Beweist sie doch, dass Schlampereien im Labor nicht länger als Kavaliersdelikt geduldet werden.

Zwar hat es lange gedauert, bis die Vorwürfe eines ehemaligen Postdoktoranden von Breer Gehör fanden (ZEIT Nr. 21/03). Doch dann wurde die Aufklärung überraschend schnell vorangetrieben. Im Mai eröffnete die DFG ein Untersuchungsverfahren, bereits im Juli präsentierte sie ihr erstes Ergebnis. Darin wurde eine Publikation beanstandet, für die nicht Breer, sondern ein Teil seines Teams verantwortlich zeichnet. Der Arbeit wurden Mängel „technischer Art“ attestiert, die „im Rahmen eines Erratums“ zu korrigieren seien.

Härter dagegen fiel das Urteil aus, das die DFG vergangene Woche über ein Paper fällte, das Heinz Breer zusammen mit Johannes Noé veröffentlichte. Darin war eine Abbildung so retuschiert worden, dass das Ergebnis überzeugender erschien. Die Aussage des Experiments sei so zwar nicht verändert worden, befand die DFG. Dennoch wertet sie das Vorgehen als „Datenmanipulation“ und erteilt Breer und Noé eine „Rüge“. Dies ist die mildeste Form der DFG-Sanktionen – aber sie fügt dem Ansehen des hoch dekorierten Forschers einen empfindlichen Kratzer zu.

Zugleich muss der klare Urteilsspruch auch anderen Forschern zu denken geben, denn ähnliches Datenschöner ist in vielen Labors gang und gäbe. Damit, so hat die DFG deutlich gemacht, muss Schluss sein.

Doch das Verfahren beweist nicht nur den Willen, wissenschaftliche Manipulationen schonungslos zu ahnden, sondern zeigt zugleich die Grenzen der Aufklärungsarbeit: Denn ob die inkriminierten Veröffentlichungen aus Breers Labor wirklich nur bedauerliche Ausrutscher sind, bleibt ungeklärt. Untersucht wurden lediglich die beiden Arbeiten, auf die Breers Postdoktorand hinwies. Für weiterführende Recherchen fehlten ihr die juristischen Befugnisse, heißt es bei der DFG. Dafür schreibt sie treuherzig: „Herr Breer hat versichert, dass alle anderen unter seiner Ko-Autorschaft veröffentlichten Publikationen frei von Fehlern seien.“ Ach, könnten wir nur alle immer so vertrauensvoll sein!

ULRICH SCHNABEL



Weitere Informationen im Internet:
www.zeit.de/2003/45/faelschung

Rüge für Forscher DFG bestätigt Fehlverhalten

Ein Verdacht des wissenschaftlichen Fehlverhaltens gegen den Leibnizpreisträger Heinz Breer von der Universität Hohenheim hat sich nach Angaben der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bestätigt. In einer Arbeit, die der Biologe mit einem Kollegen in der Fachzeitschrift *Journal of Neurochemistry* (Bd. 71, S. 2286, 1998) veröffentlicht hatte, seien zwei Abbildungen retuschiert worden, so die DFG. Zwar ändere diese Datenmanipulation nicht die Kernaussage der Arbeit. Eine solche „Schönung von Daten“ sei aber dennoch unzulässig und als wissenschaftliches Fehlverhalten zu werten. Die DFG erteilte den beiden Wissenschaftlern daher eine Rüge.

Bei einer weiteren in Verdacht geratenen Arbeit hatte die DFG zuvor erhebliche Mängel festgestellt, wertete diese jedoch nicht als wissenschaftliches Fehlverhalten (SZ, 4.7.2003). Diese Entscheidung hatten andere mit dem Fall befassten Forscher kritisiert. Auf eine Untersuchung weiterer Arbeiten aus dem Institut des Leibnizpreisträgers will die DFG aber verzichten. Breer habe „versichert, dass alle anderen unter seiner Autorschaft veröffentlichten Publikationen frei von Fehlern seien“, wie sie im Zusammenhang mit den beiden kritisierten Publikationen gemacht worden seien: In seinem Institut habe man nun sämtliche Publikationen selbst überprüft. *how*

SZ 28.10.03

*An diese Gebote muß sich jeder Forscher halten,
damit die Gemeinschaft der Forschenden nicht verkommt
und die Wissenschaft nicht zerfällt.*

- **Du darfst niemals Daten fälschen, erfinden oder unterdrücken !**
- **Wenn du deine Methoden beschreibst, verschweige oder verschleiere nichts !**
- **Unterdrücke keine glaubwürdige Information, auch wenn sie deinen Schlußfolgerungen widerspricht !**
- **Stehle keine Ideen oder Daten und zitiere korrekt !**
- **Sabotiere nicht die Forschung anderer, zerstöre kein Forschungsmaterial, kein Instrument und keine Daten !**
- **Setze deinen Namen nur auf Veröffentlichungen, zu denen du merklich beigetragen hast, und die du mitverantworten kannst !**

Diese Gebote sind vor allem beim Publizieren zu beachten, aber auch bei Vorträgen, Anträgen auf Forschungsförderung und beim Begutachten anderer.

Wer im Bereich unserer Fakultät für Biologie gegen ein Gebot verstößt, muß mit Sanktionen rechnen.

Freiburg, Juli 1999

*Die Fakultät für Biologie
der Albert-Ludwigs-Universität*

FAKULTÄT FÜR BIOLOGIE
DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT
FREIBURG I. BR.

Die Fakultät hat beschlossen, Sie zum Doktor der Naturwissenschaften zu promovieren. Mit der Verleihung dieses ehrenvollen Titels verknüpft sie eine Verpflichtung: Die Verpflichtung, der wissenschaftlichen Wahrheit stets treu zu bleiben und niemals der Versuchung zu unterliegen, diese Wahrheit zu unterdrücken oder zu verfälschen, sei es unter wirtschaftlichem, sei es unter politischem Druck. In diesem Sinne verpflichte ich Sie als Dekan der Fakultät durch Handschlag, die Würde, die Ihnen die Fakultät verleihen wird, vor jedem Makel zu bewahren und unbeirrt von äußeren Rücksichten nur die Wahrheit zu suchen und zu bekennen.

Freiburg, den

Der Dekan

Zitate

”There are three kinds of lies: lies, damned lies and statistics.”

(Mark Twain and/or Benjamin Disraeli)

“A witty statesman once said, you might prove anything with figures.”

(Thomas Carlyle, 1840)

References

- Beck–Bornholdt, H.-P.; Duppen, H.-H.: Der Hund, der Eier legt. rororo-Sachbuch, 2003
- Best, J.: Damned Lies and Statistics. University of California Press, 2001.
- Huff, D.: How to Lie with Statistics. Norton, 1954
- Krämer, W.: So lügt man mit Statistik. Campus Verlag, 1991
- Spirer, H.F.; Spirer, L.; Jaffe, A.Y.: Misused Statistics Revised and Expanded (Food Science and Technology). Marcel Dekker, 1998
- Tufte, E.R.: The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, 2002

II. Datenerhebung

Strittige Sozialstatistiken

10

I. Verbreitung der Prostitution um 1850 in New York

a) Schätzung des Bischofs der Methodistenkirche (1866):

11 000 – 12 000

b) Polizeibericht (1872):

1 223

II. Zahl der Obdachlosen um 1980 in den USA

a) Schätzung von Wohlfahrtsorganisationen:

3 Millionen

b) Schätzung der Regierung:

300 000

Weitere Problemstatistiken: Zahl der Abtreibungen,
Statistiken zum sexueller Mißbrauch von Kindern,
AIDS-Fälle

Zu jedem sozialen Problem gehört eine Dunkelziffer

11

Von den Aktivisten wird sie oft hoch angesetzt, von den Behörden dagegen niedrig.

Die Medien erwarten “Zahlen” (guesses)

Sind “Zahlen” erst einmal genannt, entwickeln sie oft ein Eigenleben (number laundering).

Der gute Zweck heiligt falsche “Zahlen”

Beispiel:

Fehler des dt. Ärzteblattes zur AIDS-Statistik (Krämer, S. 8/9 unten)

DEFINITION

Eine breitere Definition führt zu höheren Zahlen

- Wann ist jemand obdachlos?
Wenn ein Wirbelsturm sein Haus zerstört hat,
er 5 Nächte auf der Straße schlief?

(Weitere Beispiele: arm, arbeitslos, drogenabhängig, ermordet)

DAS MESSEN: UMFragen

Wie Fragen gestellt werden, beeinflusst das Resultat(\Rightarrow Best, Tabelle 1, S. 47)

SAMPLING:

Die Stichprobe soll repräsentativ für das Problem sein, und gestatten auf die Gesamtpopulation zu schließen (schwierig z.B: bei Drogenabhängigen).

15 Rechtspflege
15.6 Straftaten und polizeilich ermittelte Tatverdächtige *)

Jahr Straftat (§§ des Strafgesetzbuches)	Bekannt- gewordene	Aufgeklärte Straftaten		Strafmündige Tatverdächtige						Anteil der Ausländer/ -innen an allen Tatver- dächtigen	
				insgesamt			Deutsche		Ausländer/-innen		
				insgesamt	männlich	weiblich	zusammen	dar. weiblich	zusammen		dar. weiblich
1999	6 302 316	3 329 124	52,8	2 112 514	1 630 156	482 358	1 538 568	368 350	573 946	114 008	27,2
2000	6 264 723	3 335 356	53,2	2 140 538	1 653 903	486 635	1 577 915	374 272	562 623	112 363	26,3
2001	6 363 865	3 379 618	53,1	2 137 567	1 648 987	488 580	1 593 952	378 039	543 615	110 541	25,4
darunter (2001):											
Mord und Totschlag (Versuch und Voll- endung; 211–213, 216)	2 641	2 485	94,1	2 881	2 494	387	2 005	314	876	73	30,4
Gefährliche und schwere Körperverletzung (224, 226, 231)	120 345	100 808	83,8	127 726	111 953	15 773	95 505	12 425	32 221	3 348	25,2
Gegen die sexuelle Selbstbestimmung (174–184b)	52 902	37 999	71,8	30 644	28 805	1 839	24 702	1 450	5 942	389	19,4
darunter:											
Sexueller Missbrauch von Kindern (176, 176a, 176b)	15 117	11 286	74,7	8 480	8 219	261	7 365	243	1 115	18	13,1
Vergewaltigung und sexuelle Nötigung (177 Abs. 2, 3 und 4, 178)	7 891	6 378	80,8	6 204	6 138	66	4 286	52	1 918	14	30,9
Sonst. sex. Nötigung (177 Abs. 1 und 5)	5 607	4 222	75,3	4 110	4 071	39	2 984	32	1 126	7	27,4
Schwerer und einfacher Diebstahl (242–244a, 247, 248a–c)	2 971 727	914 803	30,8	609 298	423 367	185 931	478 557	149 058	130 741	36 873	21,5
darunter:											
Diebstahl von Kraftwagen (einschl. unbefugter Ingebrauchnahme)	75 408	19 477	25,8	18 191	17 004	1 187	14 088	1 019	4 103	168	22,6
Diebstahl von Fahrrädern (einschl. unbefugter Ingebrauchnahme)	401 072	36 832	9,2	24 232	22 626	1 606	19 844	1 431	4 388	175	18,1
Taschendiebstahl	99 620	4 802	4,8	3 475	2 449	1 026	1 621	421	1 854	605	53,4
Schwerer Einbruchdiebstahl in:											
Geldinstitute	1 377	340	24,7	343	326	17	240	11	103	6	30,0
Dienst-, Büro-, Fabrikations-, Werk- statt- und Lagerräume	114 453	23 459	20,5	18 640	17 531	1 109	15 538	1 003	3 102	106	16,6
Wohnungseinbruchdiebstahl (244 Abs. 1 Nr. 3)	133 722	24 950	18,7	18 273	15 689	2 584	14 826	2 116	3 447	468	18,9
Ladendiebstahl	549 314	517 882	94,3	384 566	234 697	149 869	299 144	118 916	85 422	30 953	22,2
Raub, räuberische Erpressung, räuberi- scher Angriff auf Kraftfahrer (249–252, 255, 316a)	57 108	29 051	50,9	34 363	31 318	3 045	24 311	2 504	10 052	541	29,3
Gegen die Umwelt (324–330a)	30 950	18 912	61,1	20 848	18 613	2 235	18 064	2 063	2 784	172	13,4
Rauschgiftdelikte nach dem BtMG	246 518	234 629	95,2	200 469	176 150	24 319	158 931	21 723	41 538	2 596	20,7

15 Rechtspflege		15.9 Verurteilte 2001 nach Hauptdeliktsgruppen und ausgewählten Straftaten *)						
Lfd. Nr.	Verbrechen und Vergehen (§§ des Strafgesetzbuches)	Insgesamt			Deutsche		Ausländer/-innen ¹⁾	
		insgesamt	männlich	weiblich	zusammen	dar. weiblich	zusammen	dar. weiblich
Anzahl								
1	Straftaten gegen den Staat, die öffentliche Ordnung (außer unerlaubtem Entfernen vom Unfallort) und im Amt (80 – 168 und 331 – 357, außer 142)	19 991	16 436	3 555	16 074	3 020	3 917	535
	darunter:							
2	Widerstand gegen Vollstreckungsbeamte (113)	3 663	3 350	313	2 866	269	797	44
3	Hausfriedensbruch (123, 124)	2 900	2 565	335	2 075	253	825	82
4	Straftaten gegen die sexuelle Selbstbestimmung (174 – 184b)	6 651	6 264	387	5 352	293	1 299	94
	darunter:							
5	Sexueller Missbrauch von Kindern (176, 176a, 176b)	2 144	2 114	30	1 876	28	268	2
6	Andere Straftaten gegen die Person, außer im Straßenverkehr (169 – 173, 185 – 241a, außer 222, 229 i.V.m. Verkehrsunfall)	83 414	76 401	7 013	64 394	5 890	19 020	1 123
	darunter:							
7	Verletzung der Unterhaltspflicht (170)	3 978	3 915	63	3 531	58	447	5
8	Mord und Totschlag (211 – 213)	734	664	70	456	56	278	14
9	Körperverletzung (223)	29 764	27 584	2 180	22 797	1 773	6 967	407
10	Gefährliche und schwere Körperverletzung (224 Abs. 1, 226, 227)	20 399	18 834	1 565	14 978	1 294	5 421	271
11	Diebstahl und Unterschlagung (242 – 248c)	144 782	107 237	37 545	106 734	27 388	38 048	10 157
	darunter:							
12	Diebstahl (242)	114 087	79 345	34 742	83 049	25 048	31 038	9 694
13	Schwerer Diebstahl (243, 244, 244a)	22 336	21 075	1 261	16 628	958	5 708	303
14	Raub und Erpressung, räuberischer Angriff auf Kraftfahrer (249 – 255, 316a)	9 150	8 541	609	6 166	491	2 984	118
15	Andere Vermögensdelikte (257 – 305a)	141 256	109 849	31 407	109 096	26 045	32 160	5 362

Table 1. *Percentages of Americans Favoring Legal Abortions
under Different Circumstances, 1996*

If the woman's own health is seriously endangered by the pregnancy	92
If she became pregnant as a result of rape	84
If there is a strong chance of serious defect in the baby	82
If she is married and does not want any more children	47
If the family has a very low income and cannot afford any more children	47
If she is not married and does not want to marry the man	45
If the woman wants it for any reason	45

SOURCE: Data from the 1996 General Social Survey, from "The American Survey—Release 1997" (CD-ROM; Bellevue, Wash.: Micro-Case, 1997).

Zahlen führen ihr Eigenleben

16

Im Kinsey-Report sind 10 % der Befragten homosexuell. Der Kinsey-Report ist jedoch nicht repräsentativ für die amerikanische Bevölkerung. Spätere genaue Untersuchungen kommen auf einen Anteil $\leq 5\%$.

Homosexuelle Aktivisten argumentieren jedoch gerne weiter mit 10 %.

Die Definition eines sozialen Problems wird oft weiter gefaßt, wenn dieses erst einmal akzeptiert ist.

III. Darstellung von Daten mit Statistiken

Wie verlässlich sind Mittelwerte?

Beispiel:

- a) 10 Bauern gibt es in einem Dorf. 1 Bauer hat 20 Kühe, 5 andere Bauern haben jeweils 4 Kühe. 4 Bauern haben keine Kuh.

Der Mittelwert ist $\frac{1}{10}(1 \cdot 20 + 5 \cdot 4) = 4$.

- b) Nach einiger Zeit hat ein Bauer 40 Kühe, die anderen haben keine Kuh mehr.

Der Mittelwert ist immer noch 4.

Der Mittelwert spiegelt die Besitz-Verschiebung nicht wieder.

X_1, X_2, \dots, X_n seien n zufällige Werte

Mittelwert: $\bar{X}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$

geordnete Stichprobe: $X_{(1)} < X_{(2)} < \dots < X_{(n)}$

Median: $\text{med}(X_1, \dots, X_n) = X_{([n/2])}$

Im *Kuhbeispiel*: $\text{med } a = 4$, $\text{med } b = 0$

Beispiel: Studiendauer Diplom 1997/98, $n=25$:

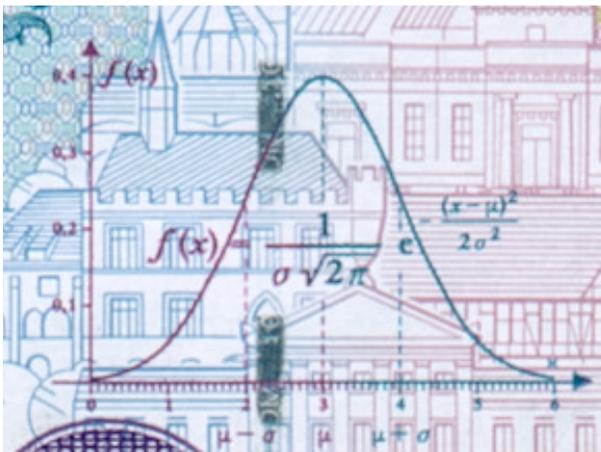
FS	6	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	29
	1	1	1	3	4	4	2	3	1	3	1	1

$\text{med}_{25} = 14$ $\bar{X}_{25} = 15,12$

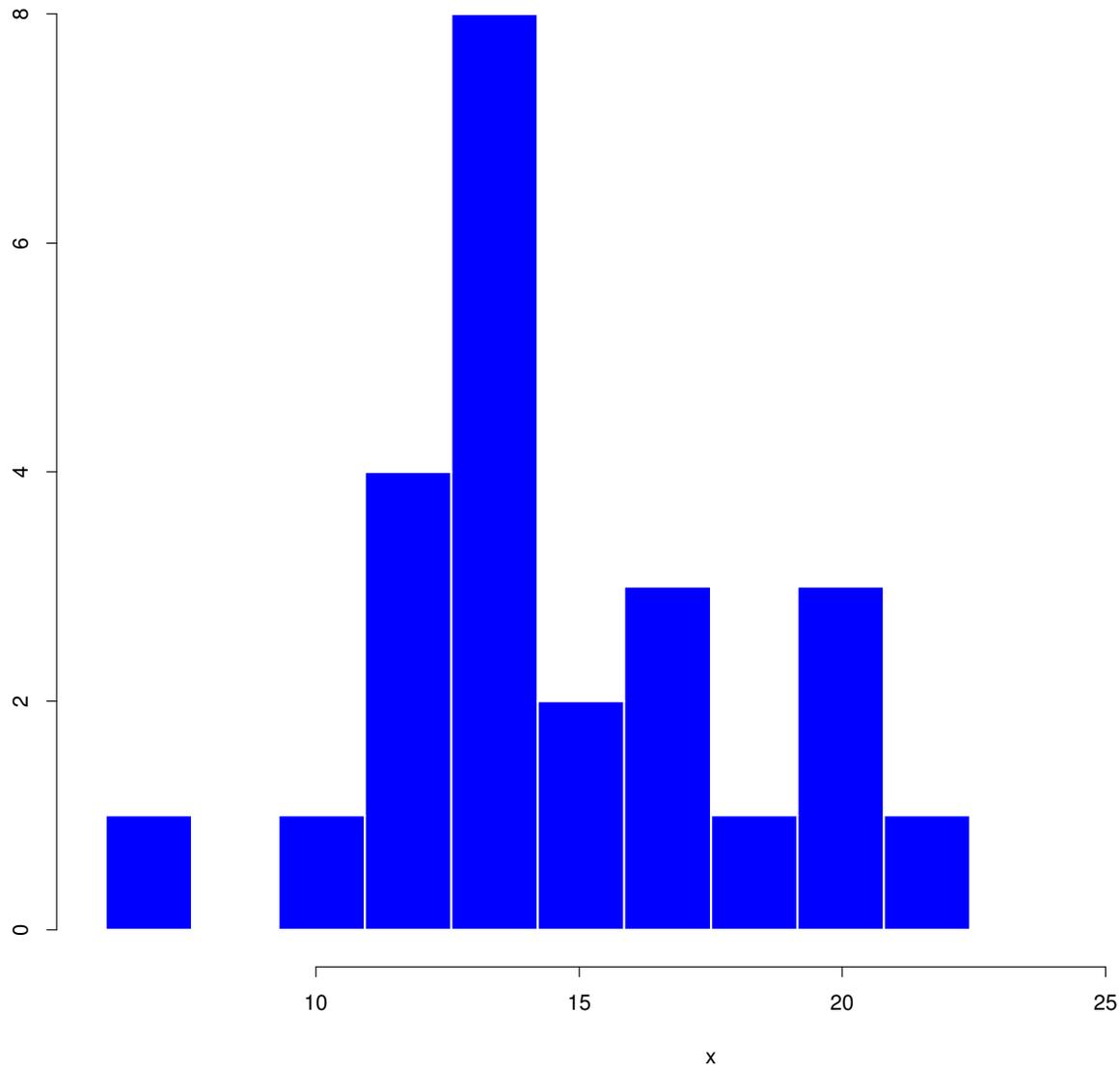
Wie weit die Werte streuen, darüber sagen Mittelwert und Median nichts aus.

$$\text{Standardabweichung: } \hat{\sigma}_n = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n)^2 \right)^{1/2}, \quad \hat{\sigma}_{25} \approx 4,57$$

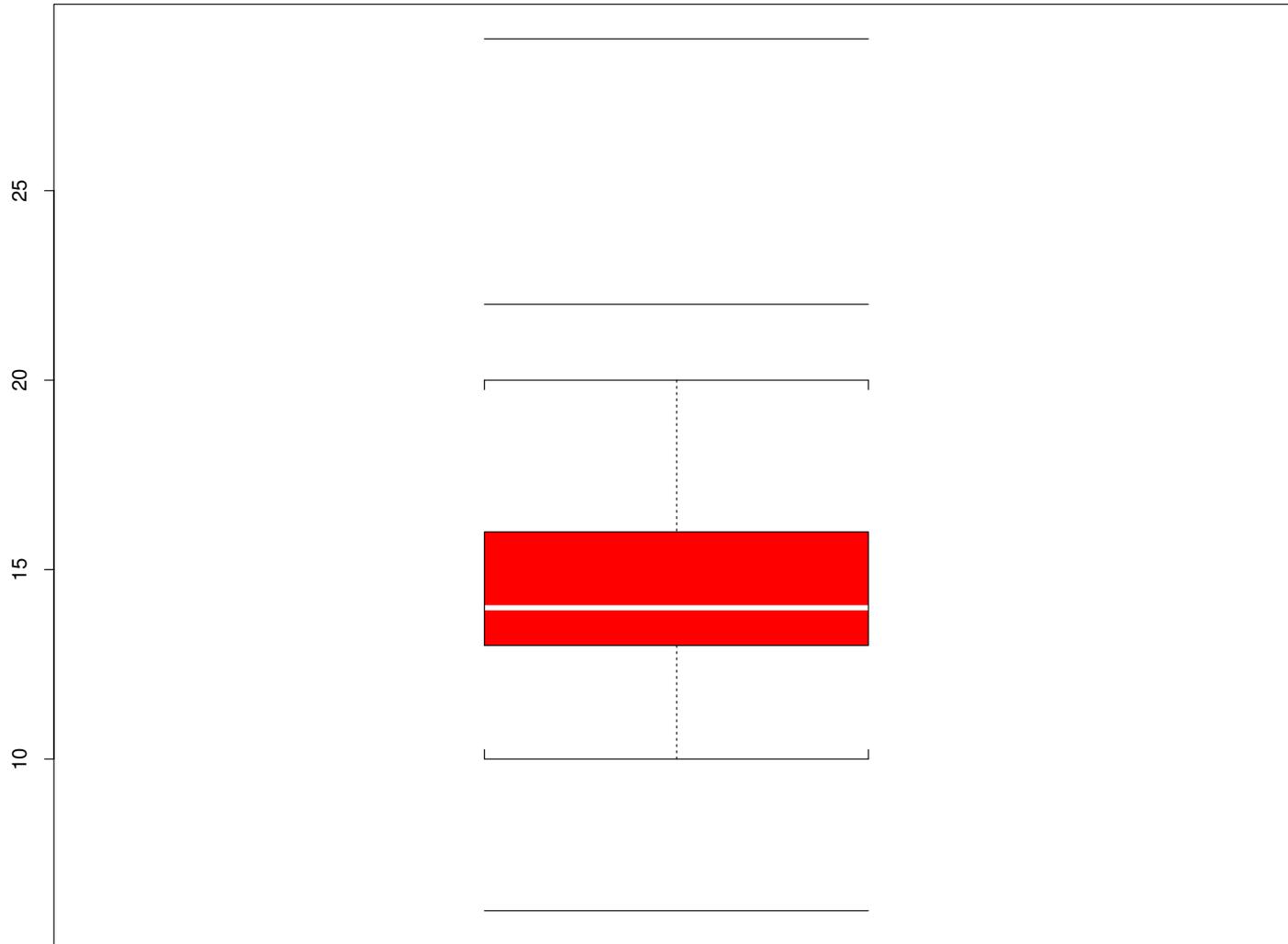
Der Streubereich wird oft mit $\bar{x}_n \pm 3\hat{\sigma}_n$ angegeben.



Histogramm: Studiendauer



Boxplot: Studiendauer



Daten in Prozenten darzustellen ist weit verbreitet (lt. Krämer fällt das Wort "Prozent" ca. 130 mal in einer FAZ-Ausgabe (1990)).

Prozentsätze $p\% = \frac{A}{N} \cdot 100\%$ allein angegeben verbergen die Basis (N).

Beispiel 1: ZDF-Politbarometer

40 % der Befragten sind für CDU

kann heißen:

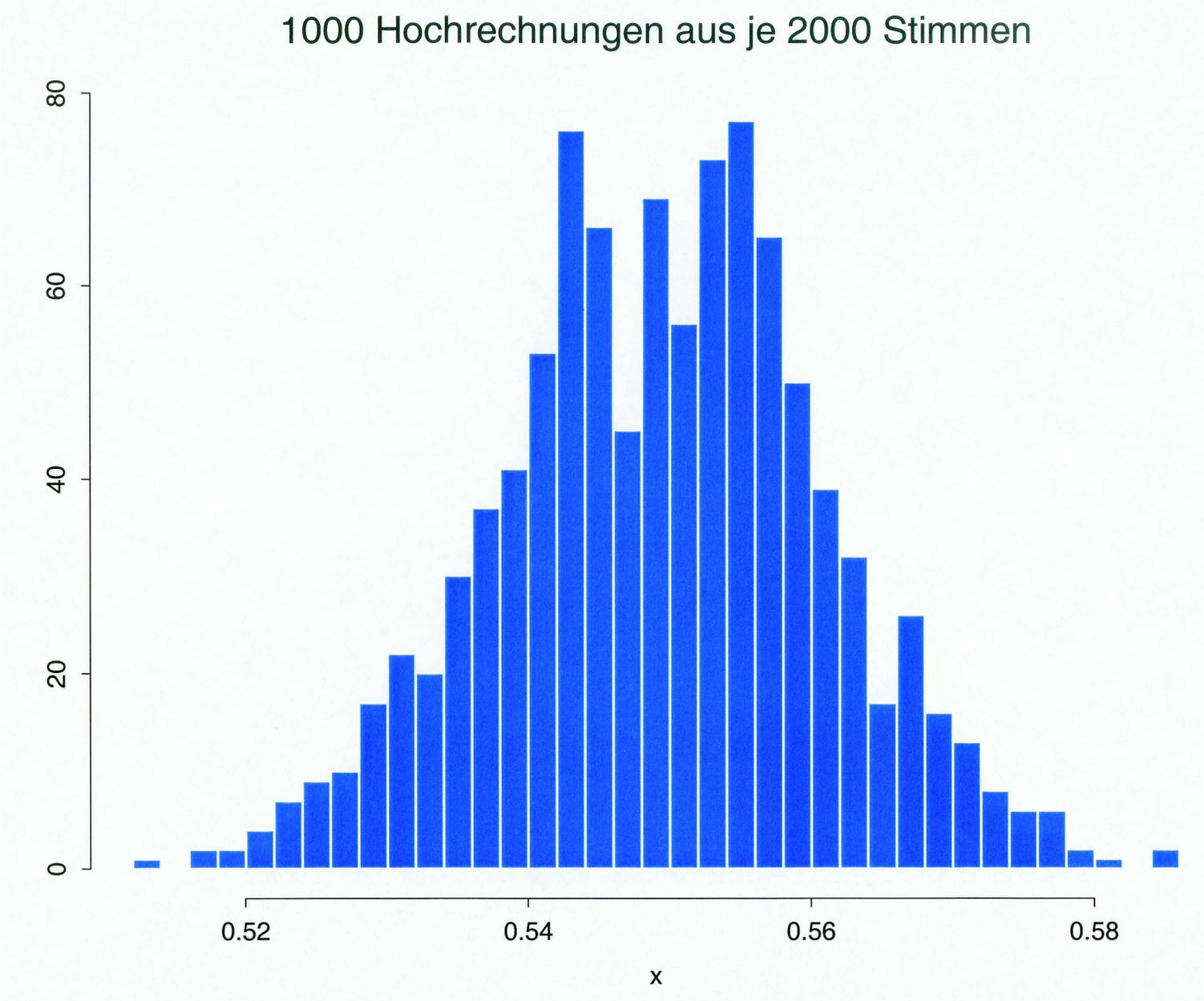
a) 40 von 100

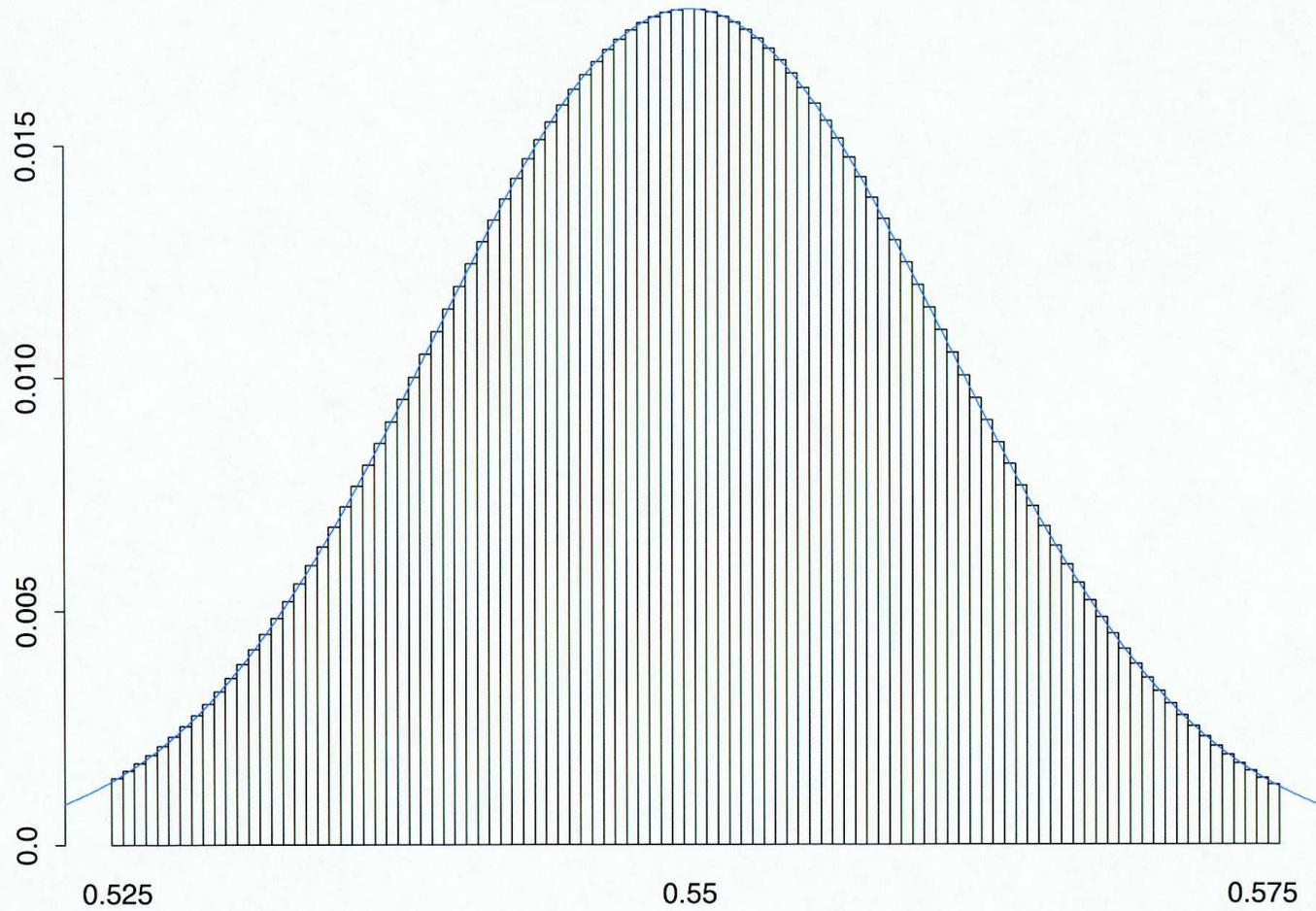
b) 400 von 1 000

c) 4 000 von 10 000

Am Ende der Sendung erfährt man: b) ist nahezu richtig.

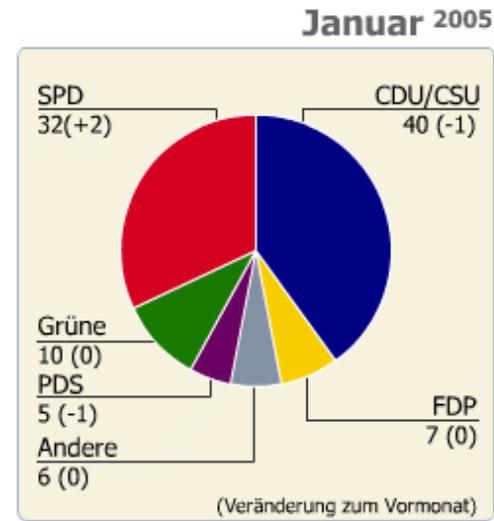
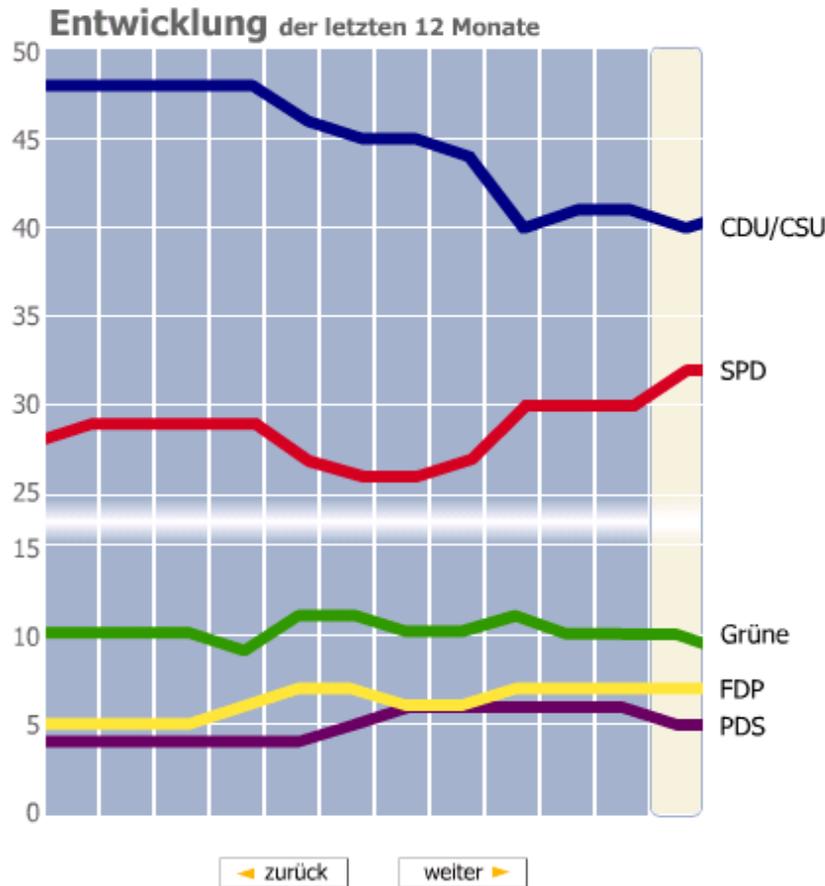
Das Gesetz der Großen Zahlen verlangt viele Befragte n . Die Präzision wächst mit $1/\sqrt{n}$.



Hochrechnung aus 2000 Stimmen (bei $p=0,55$)

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

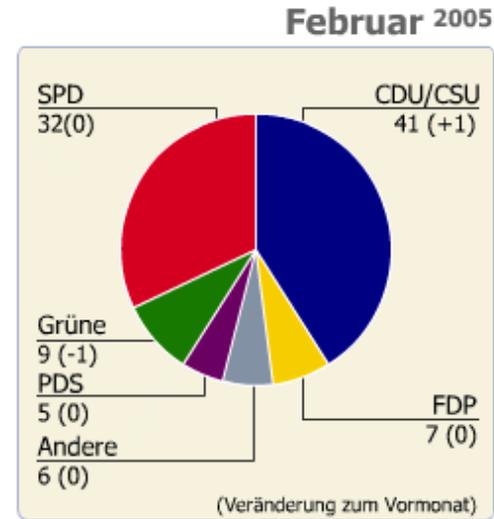
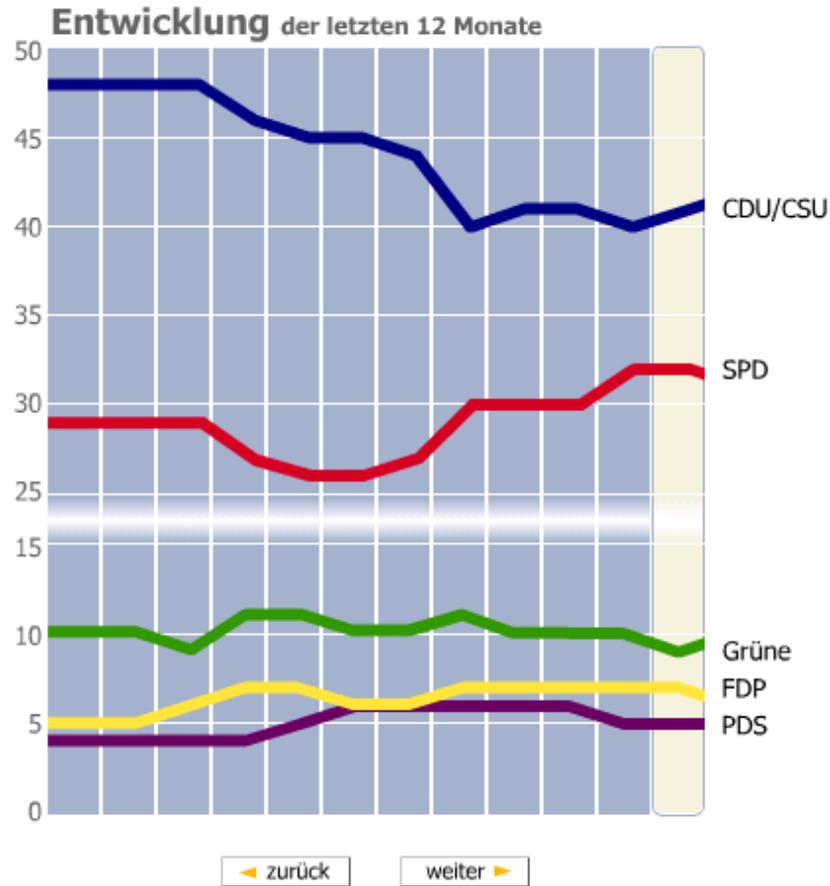
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- [Startseite](#)
- [Wahlen](#)
- [Bund](#)
- [Länder gesamt](#)
- [Länder einzeln](#)
- [Politiker](#)
- [im Vergleich](#)
- [Entwicklung](#)
- [Parteien](#)
- [Sonntagsfrage](#)
- [wohin ?](#)
- [Schließen](#)

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

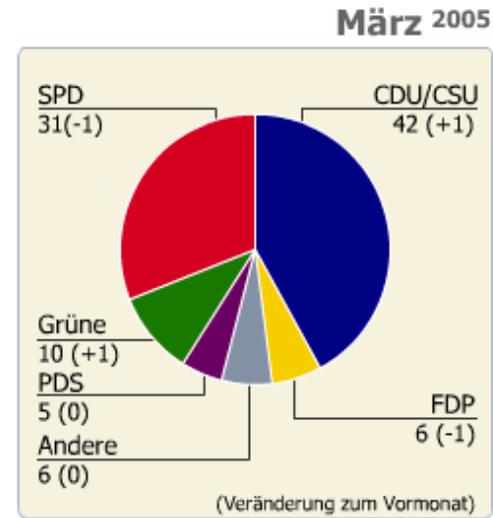
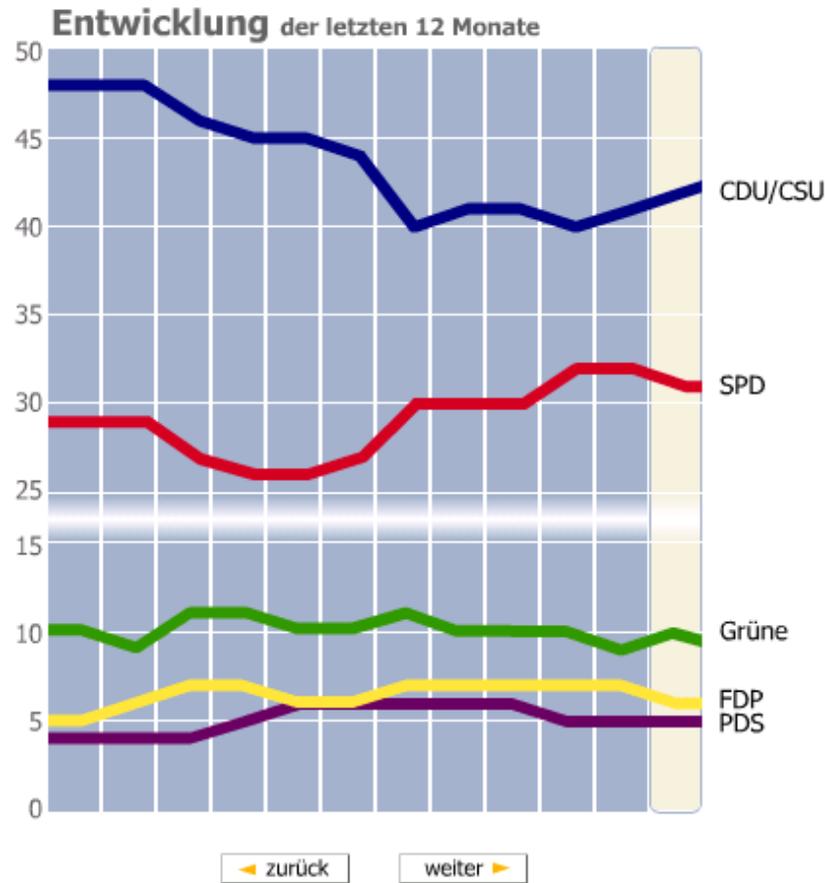
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- Startseite
- Wahlen
- Bund
- Länder gesamt
- Länder einzeln
- Politiker
- im Vergleich
- Entwicklung
- Parteien
- Sonntagsfrage
- [wohin ?](#)
- Schließen

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

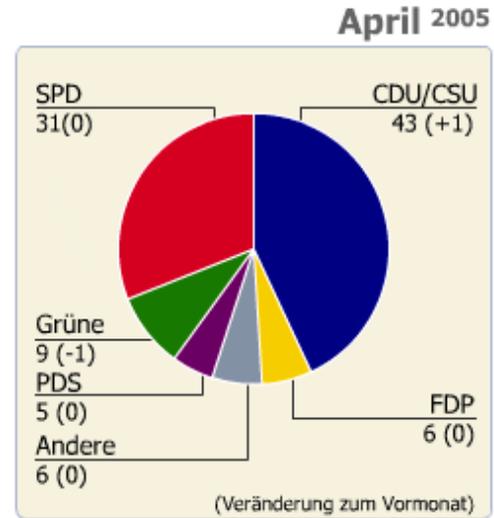
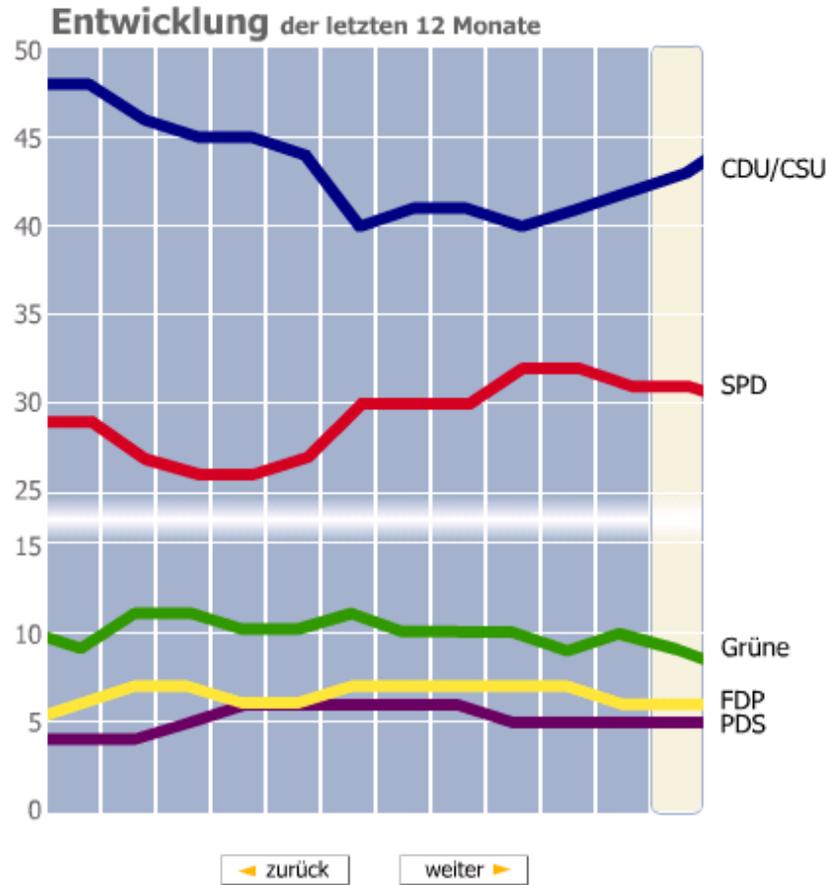
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- Startseite
- Wahlen
- Bund
- Länder gesamt
- Länder einzeln
- Politiker
- im Vergleich
- Entwicklung
- Parteien
- Sonntagsfrage
- [wohin ?](#)
- Schließen

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

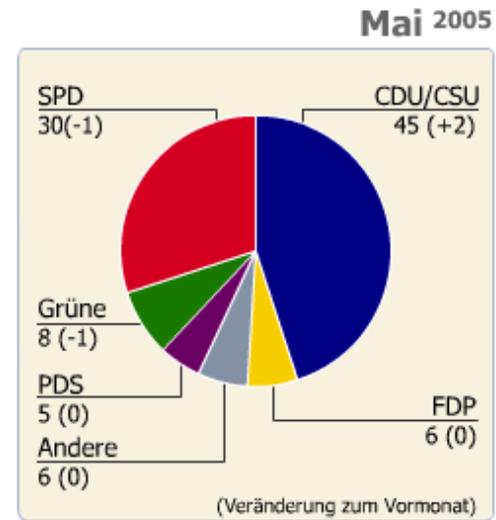
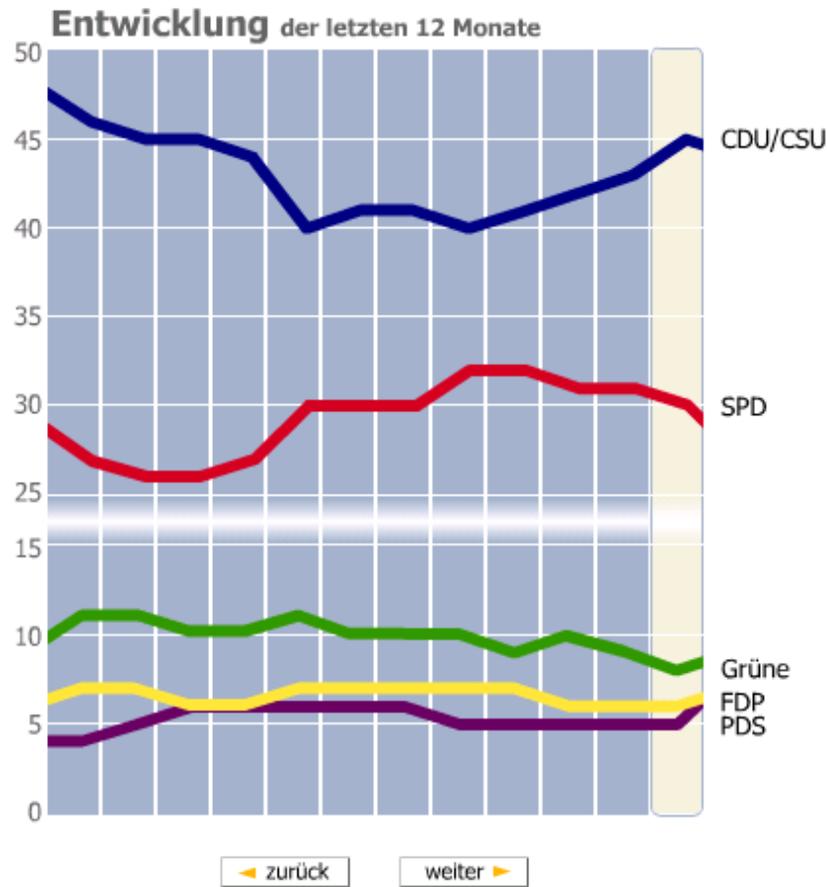
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- Startseite
- Wahlen
- Bund
- Länder gesamt
- Länder einzeln
- Politiker
- im Vergleich
- Entwicklung
- Parteien
- Sonntagsfrage
- [wohin ?](#)
- Schließen

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

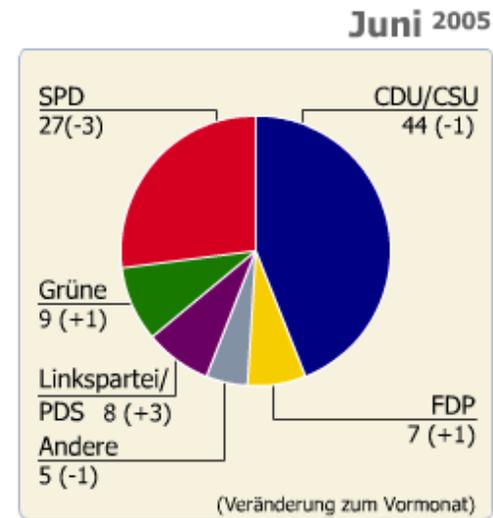
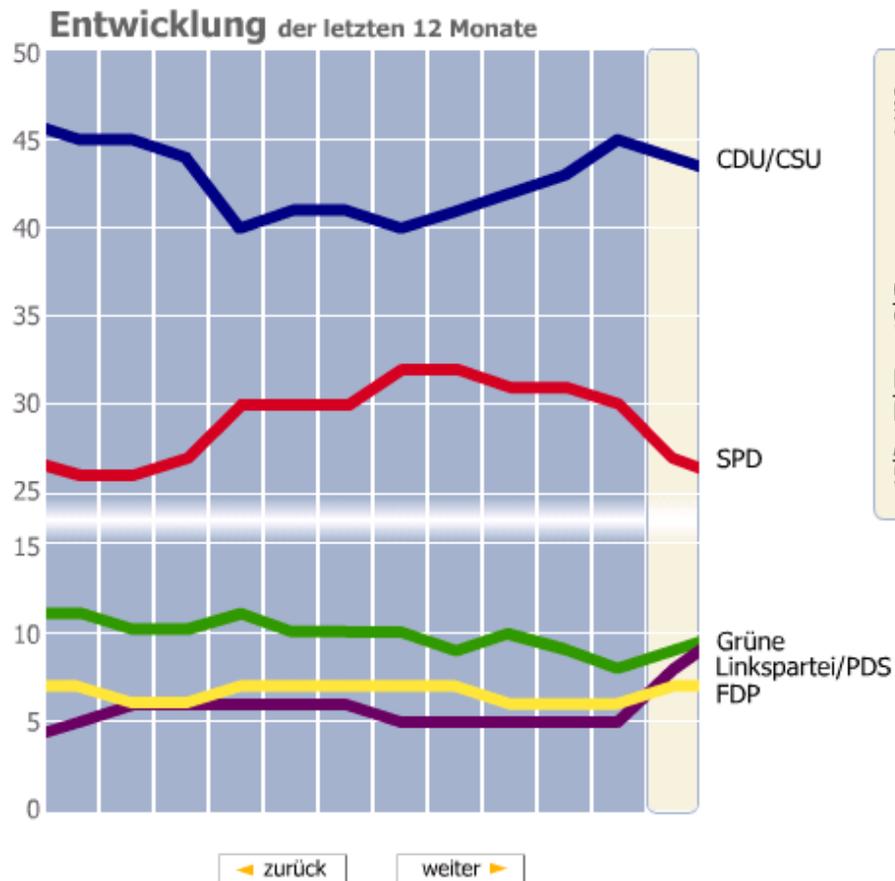
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- Startseite
- Wahlen
- Bund
- Länder gesamt
- Länder einzeln
- Politiker
- im Vergleich
- Entwicklung
- Parteien
- Sonntagsfrage
- [wohin ?](#)
- Schließen

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

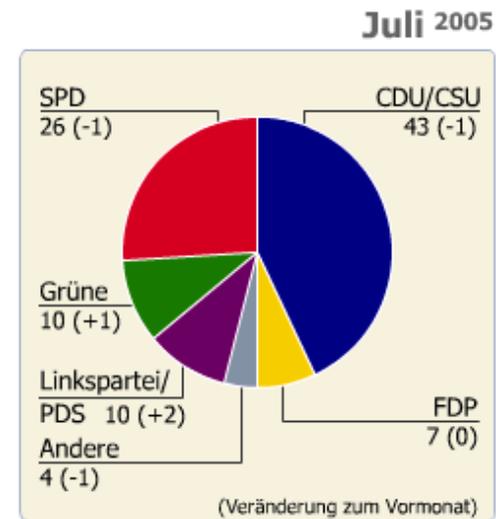
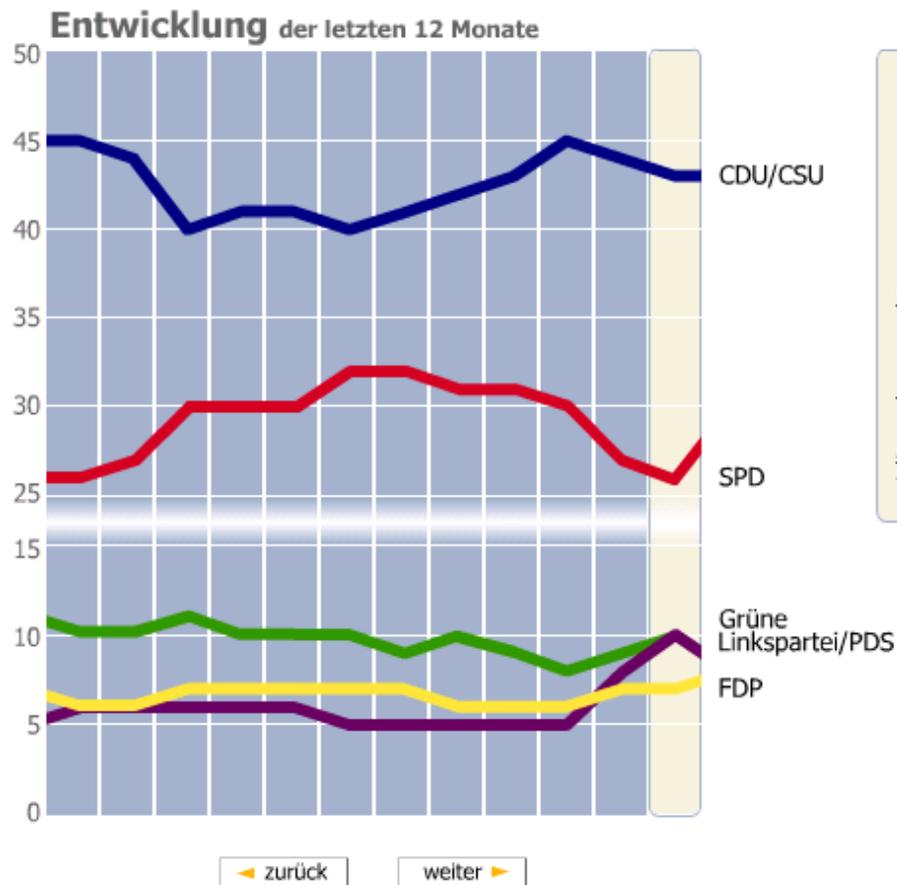
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



Startseite
 Wahlen
 Bund
 Länder gesamt
 Länder einzeln
 Politiker
 im Vergleich
 Entwicklung
 Parteien
 Sonntagsfrage
[wohin ?](#)
 Schließen

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

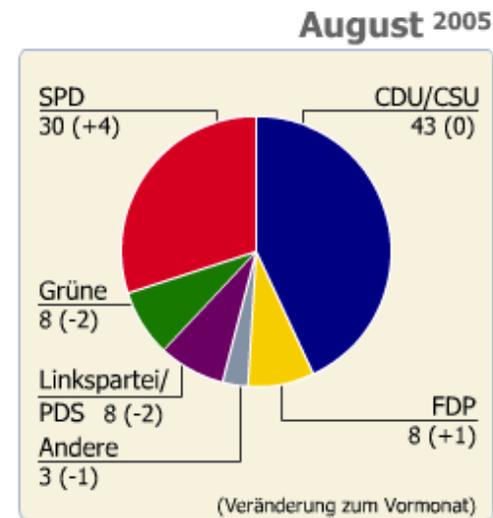
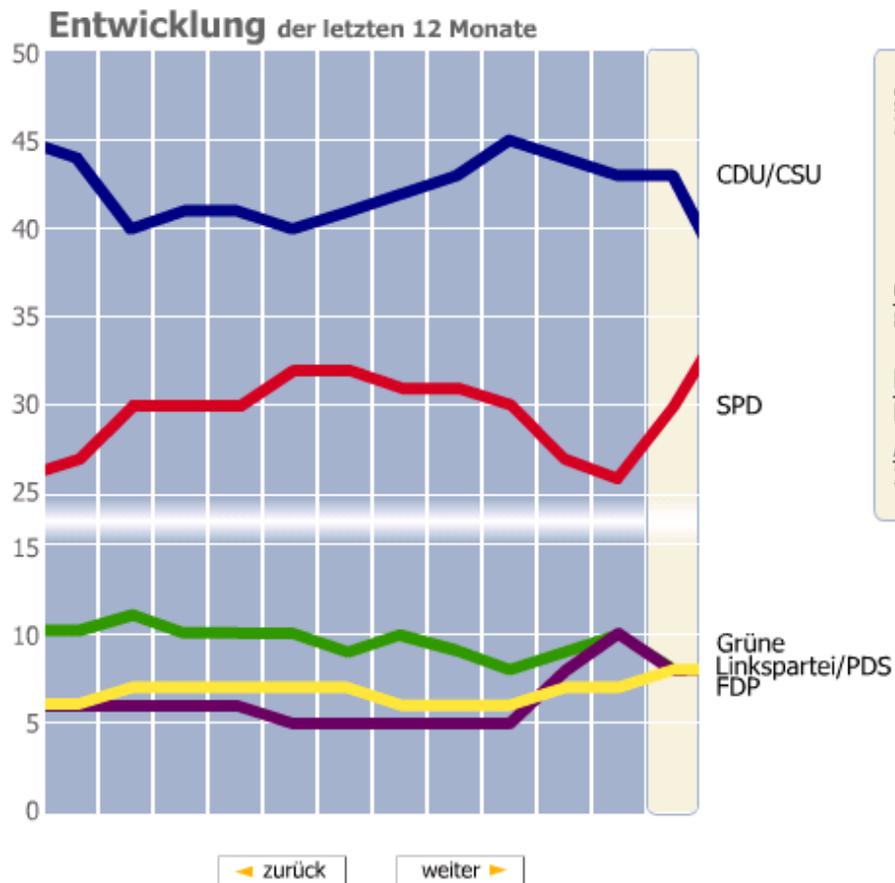
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- [Startseite](#)
- [Wahlen](#)
- [Bund](#)
- [Länder gesamt](#)
- [Länder einzeln](#)
- [Politiker](#)
- [im Vergleich](#)
- [Entwicklung](#)
- [Parteien](#)
- [Sonntagsfrage](#)
- [wohin ?](#)
- [Schließen](#)

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

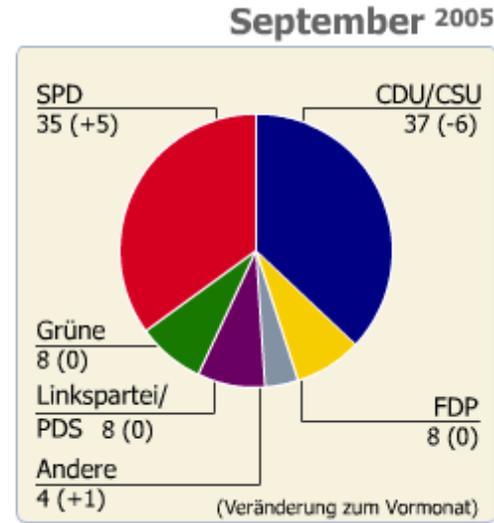
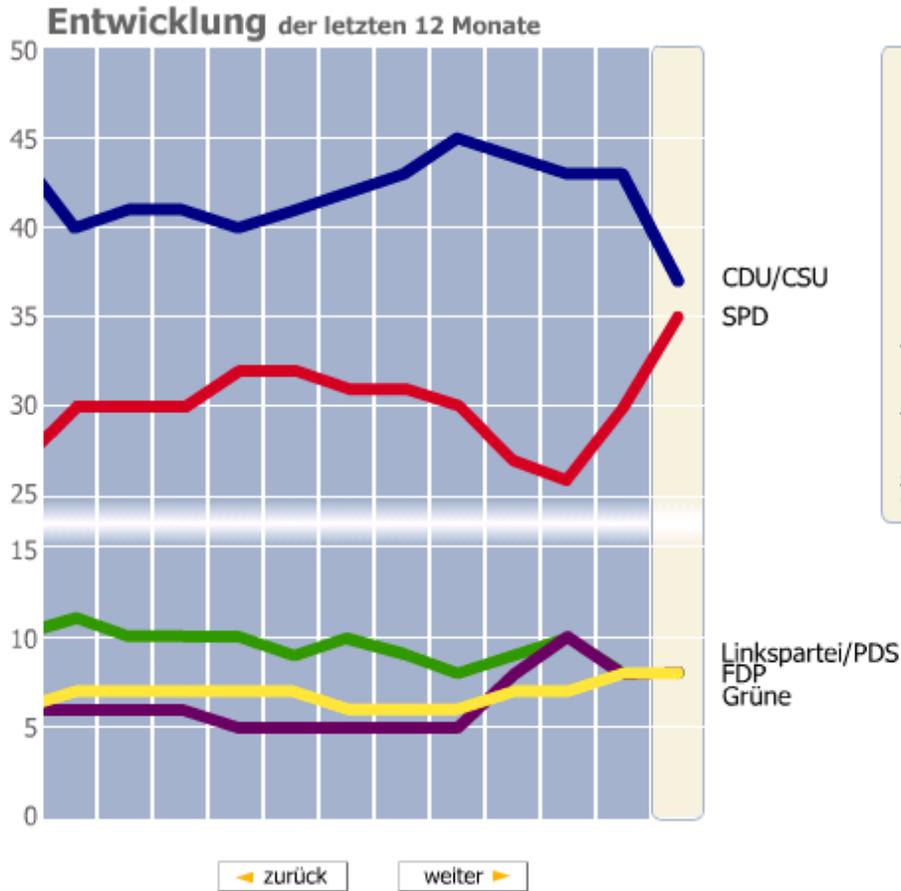
welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



- Startseite
- Wahlen
- Bund
- Länder gesamt
- Länder einzeln
- Politiker
- im Vergleich
- Entwicklung
- Parteien
- Sonntagsfrage
- [wohin ?](#)
- Schließen

"Wenn am Sonntag Bundestagswahl wäre,

welche Partei würden Sie wählen?" Angaben in Prozent



wohin ?

Wertänderungen bei Aktien

35

Kaufe eine Aktie zum Kurs von 100 €

1 Jahr danach: Kurs 160 €

2 Jahre danach: Kurs 80 €

Wertänderung: nach 1. Jahr: +60 %, nach 2. Jahr: -50 %

Das arithmetische Mittel ist $\frac{60\% - 50\%}{2} = 5\%$, damit müßte der Kurs nach 2 Jahren bei 110,25 € stehen.

Korrekt: geometrisches Mittel $q = \sqrt{1,6 \cdot 0,5} = 0,8944$

Nach 1. Jahr: 89,44 € = 100 € · q

2. Jahr: 80 € = 100 € · q^2

Raten

Oft verwendet bei Krankheiten: Inzidenzraten

R = Anzahl der Fälle pro 1 000 (10 000) Personen

$$R = \frac{\text{Anzahl der Fälle in der Population}}{\text{Größe der Population}} \cdot 1000 = \frac{A}{P} \cdot 1000$$

Beispiele: Inzidenzrate bei Brustkrebs: 7 pro 1 000

Größe der Gesamtpopulation kann ermittelt werden, wenn A bekannt ist:

$$P = \frac{A}{R} \cdot 1000$$

Beispiel: Gefahr des Fliegens

37

Distanz Eisenbahn: 0,9 }
 Flugzeug: 0,3 } Verkehrstote pro 10^9 Passagierkilometer

Zeit Eisenbahn: 0,07 }
 Flugzeug: 0,24 } Verkehrstote pro 10^6 Passagierstunden

Raten und Prozente

Table 4. *Comparing Whites' and Blacks' Victimizations and Arrests for Crimes of Violence, 1997*

	Number	Percent	Rate ^a
<i>Victimization^b</i>			
Whites	7,068,590	82.1	37.1
Blacks	1,306,810	15.2	46.8
<i>Arrests^c</i>			
Whites	284,523	56.8	1.5
Blacks	205,823	41.1	7.4

^a Per 1,000 people aged 10 and above.

^b Estimates for personal victimization (crimes of violence) derived from 1997 National Crime Victimization Survey.

^c Arrests for violent crime reported in 1997 Uniform Crime Reports.

SOURCES: Kathleen Maguire and Ann L. Pastore, eds., *Sourcebook of Criminal Justice Statistics, 1998* (Washington, D.C.: Bureau of Justice Statistics, 1999), pp. 176, 342; U.S. Bureau of the Census, *Statistical Abstract of the United States: 1998*, 118th ed. (Washington, D.C., 1998), p. 14.

Simpsons Paradoxon

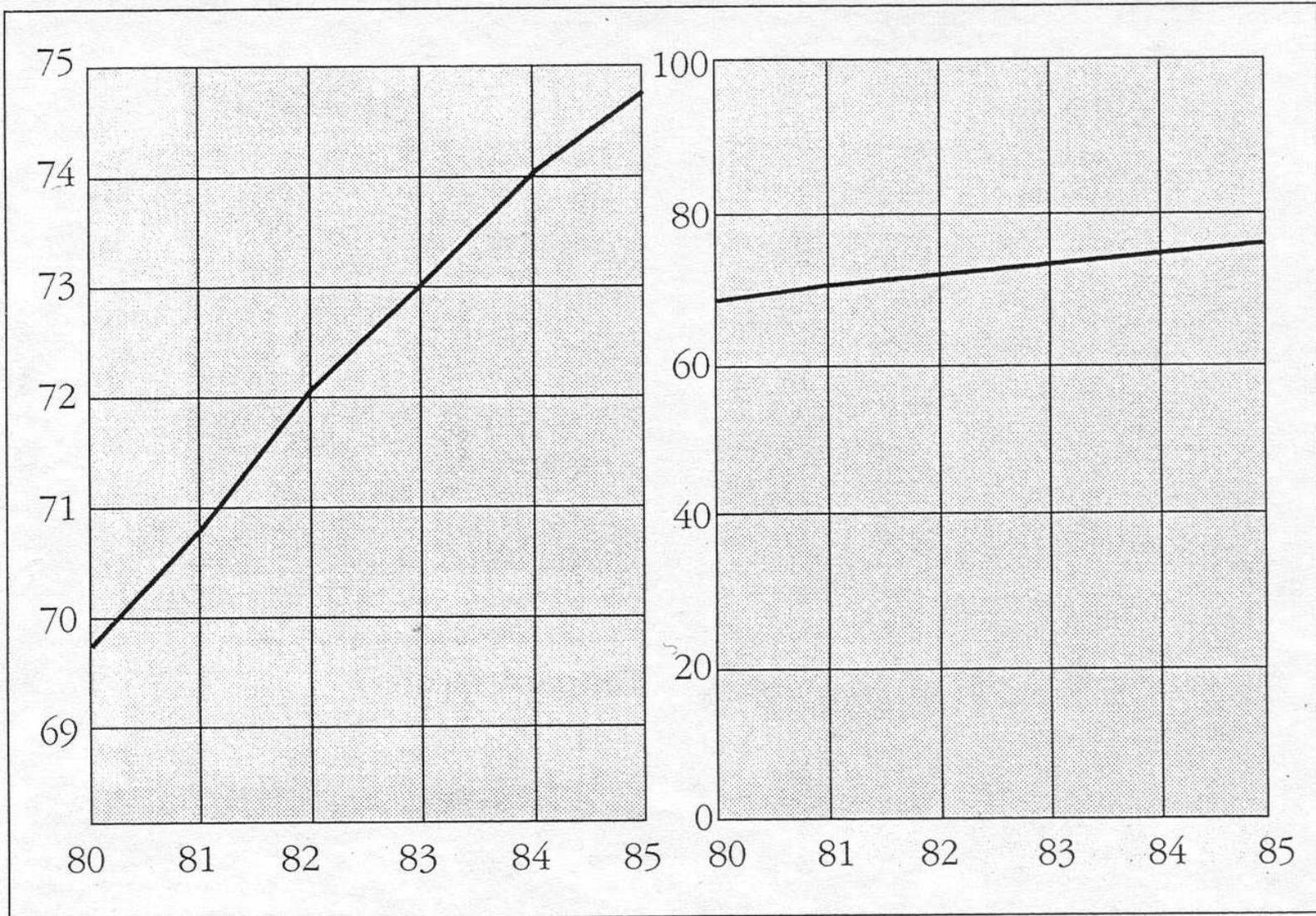
Simpsons Paradoxon in einer Raucherstudie

Alter zu Beginn der Studie		Verstorben	Lebend	Summe	Prozent lebend
55–64	Raucher	51	64	115	56 %
	Nichtraucher	40	81	121	67 %
65–74	Raucher	29	7	36	20 %
	Nichtraucher	101	28	129	22 %
		80	71	151	47 %
		141	109	250	44 %

nach Beck-Bronholdt, Dubben, S. 200

IV. Graphische Darstellung

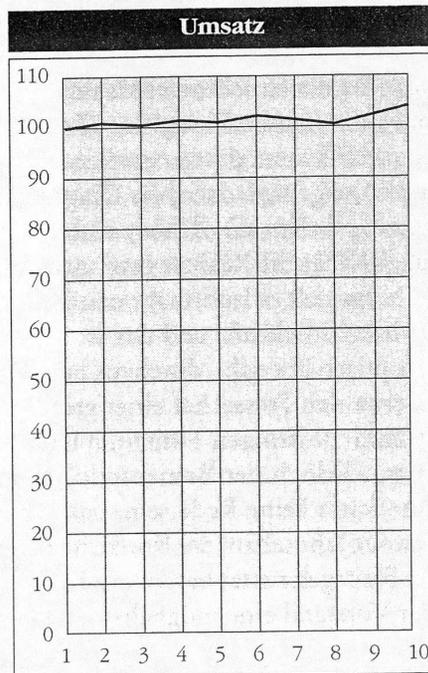
Mitglieder seit 1980 (Anzahl in Tausend)



100 101 100,5 102 101,5 103 102,5 101,5 103 105

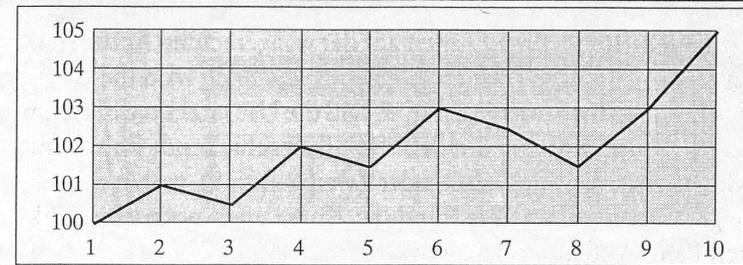
Diese Zahlen stellen wir nun graphisch dar.

Das folgende Schaubild tut dies optisch korrekt. Es bildet die tristen Realitäten ehrlich ab: kaum Dynamik, eher Stagnation, kein Grund zu viel Begeisterung. Solche Graphiken findet man daher so oft wie ein Edelweiß.

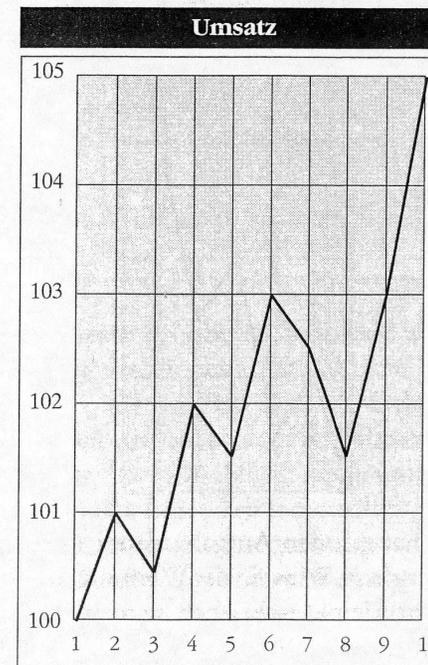


Um Platz zu sparen, schneiden viele einen Teil der senkrechten Achse ab, so wie im nächsten Diagramm. Das ist erlaubt, wenn jeder sieht, etwa an einer unterbrochenen senkrechten Achse, daß abgeschnitten worden ist. Falls dieser Hinweis fehlt, haben wir den ersten Schritt zur Manipulation getan.

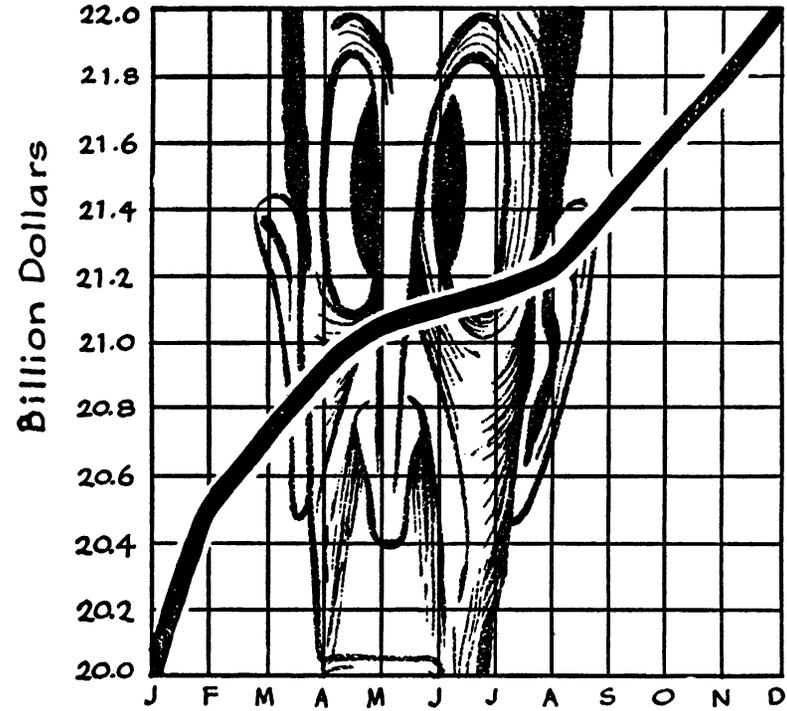
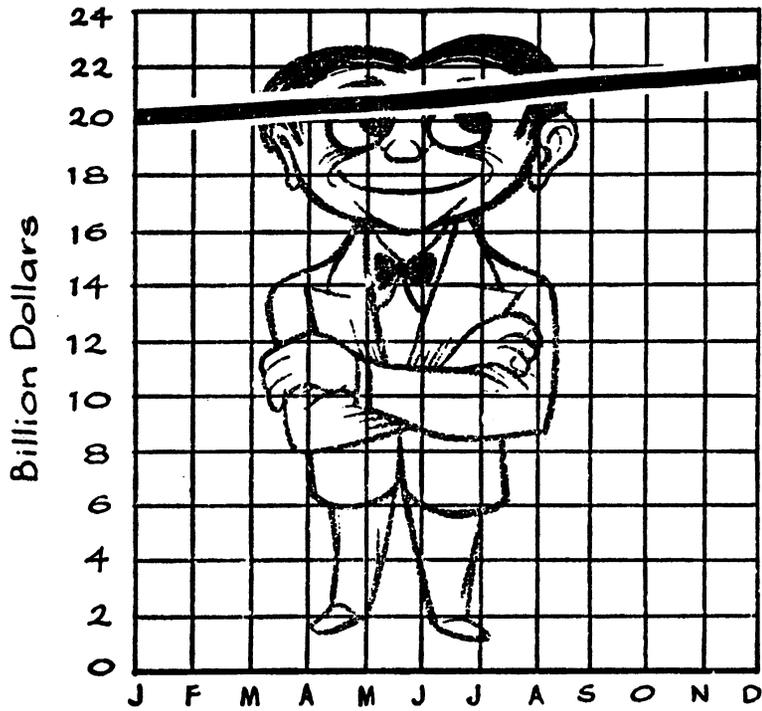
Umsatz



Im nächsten Schritt wird die senkrechte Achse wieder gestreckt:



Der Umsatz wächst nun schon dynamischer. Ein bißchen stört noch der vergleichsweise flache Anstieg zwischen den Jahren 6 und 10. Aber auch hier ist Abhilfe nicht weit: Wir lassen einfach



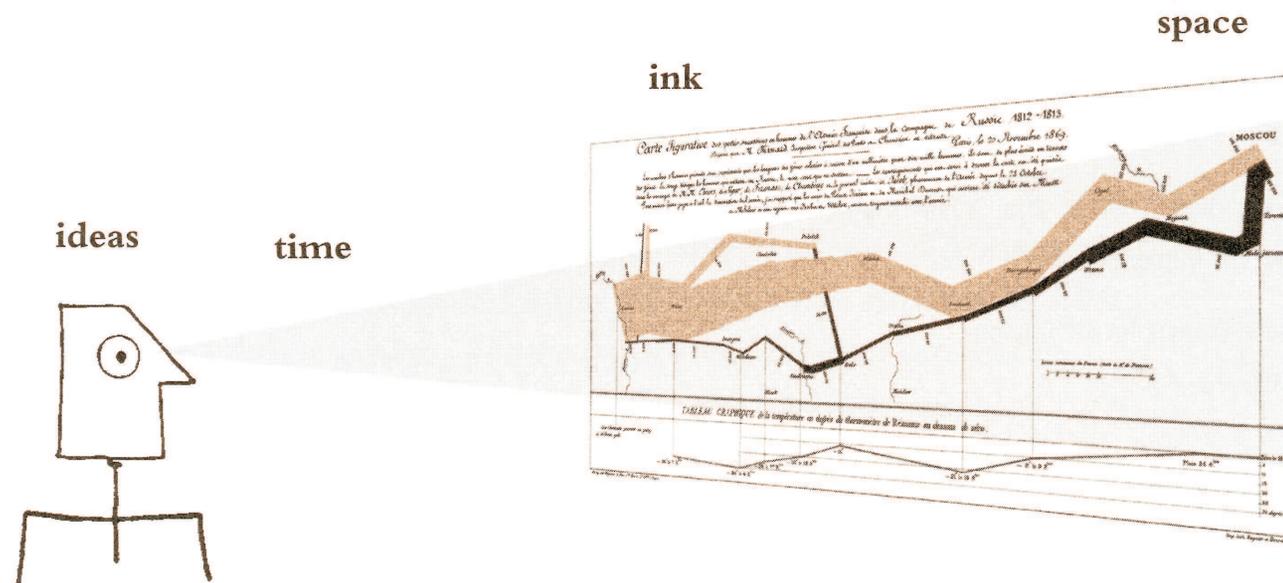
D. Huff: How to Lie with Statistics (1954)

Principles of Graphical Excellence

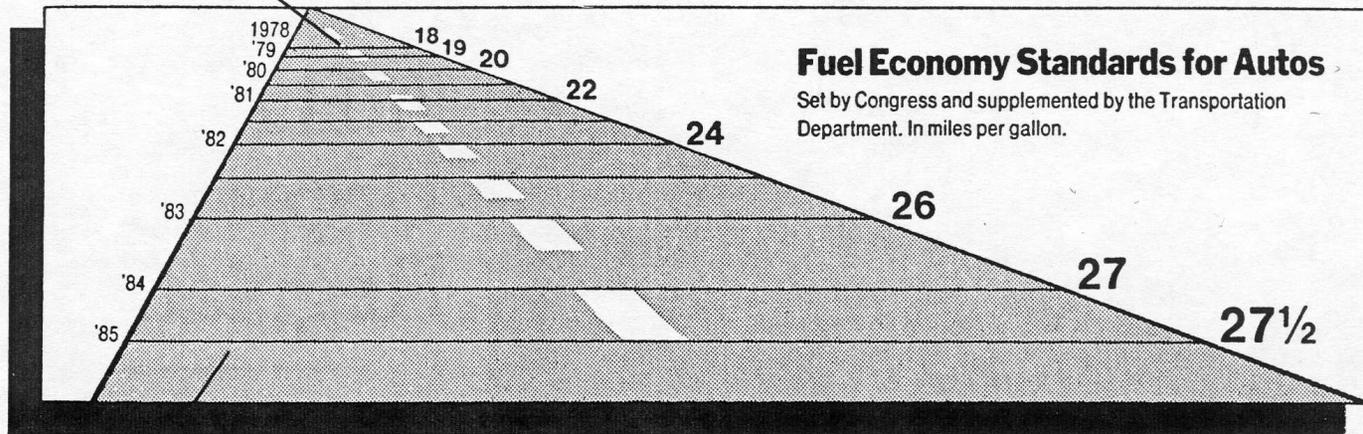
Graphical excellence is the well-designed presentation of interesting data—a matter of *substance*, of *statistics*, and of *design*.

Graphical excellence consists of complex ideas communicated with clarity, precision, and efficiency.

Graphical excellence is that which gives to the viewer the greatest number of ideas in the shortest time with the least ink in the smallest space.



This line, representing 18 miles per gallon in 1978, is 0.6 inches long.



This line, representing 27.5 miles per gallon in 1985, is 5.3 inches long.

New York Times, August 9, 1978, p. D-2.

The magnitude of the change from 1978 to 1985 is shown in the graph by the relative lengths of the two lines:

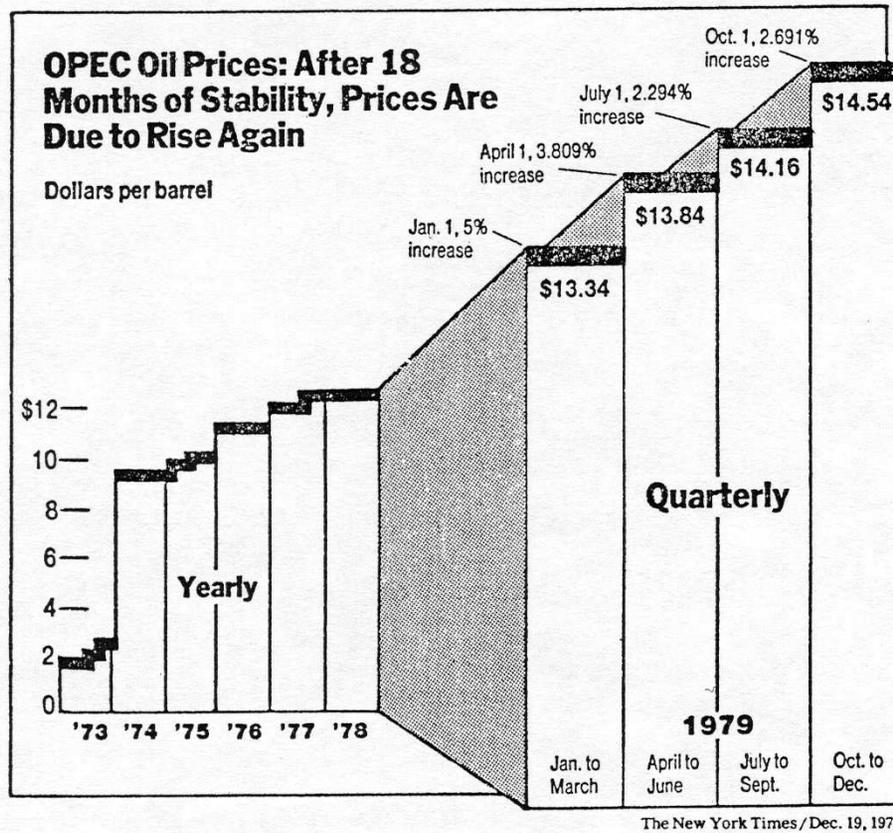
$$\frac{5.3 - 0.6}{0.6} \times 100 = 783\%$$

Thus the numerical change of 53 percent is presented by some lines that changed 783 percent, yielding

$$\text{Lie Factor} = \frac{783}{53} = 14.8$$

which is too big.

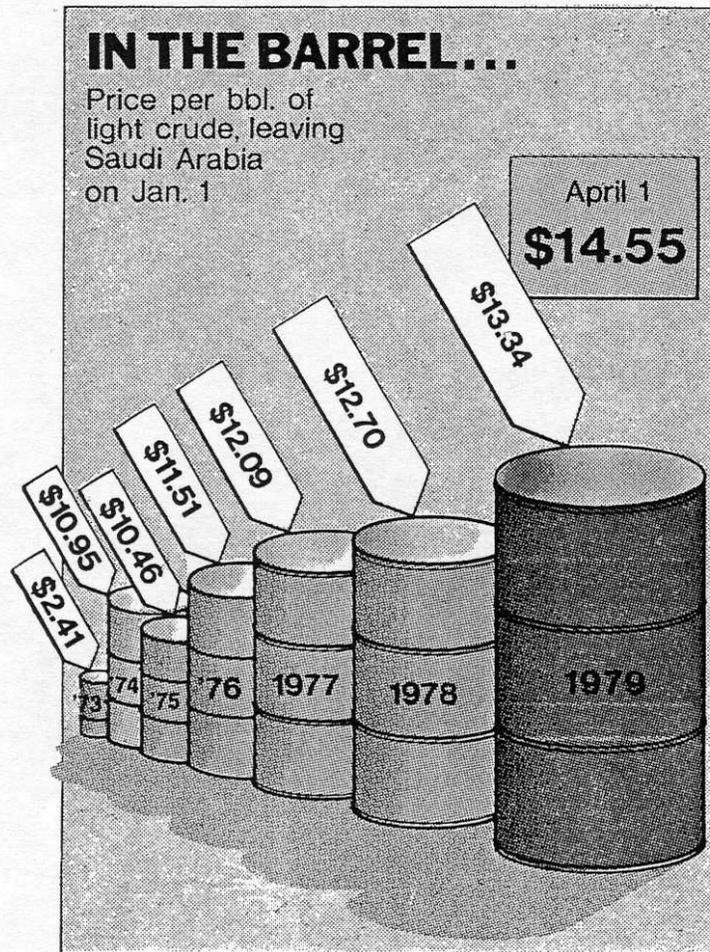
Design variation corrupts this display:



New York Times, December 19, 1978,
p. D-7.

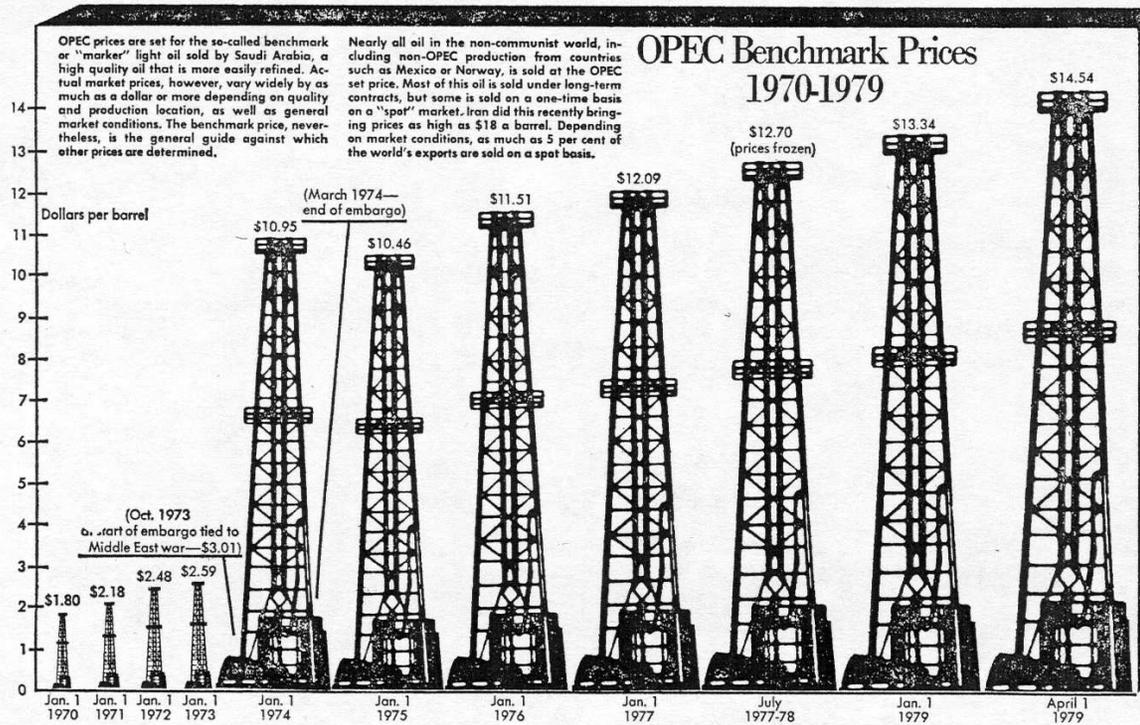
Tufte, 2001

Design variation infected similar graphics in other publications. Here an increase of 454 percent is depicted as an increase of 4,280 percent, for a Lie Factor of 9.4:



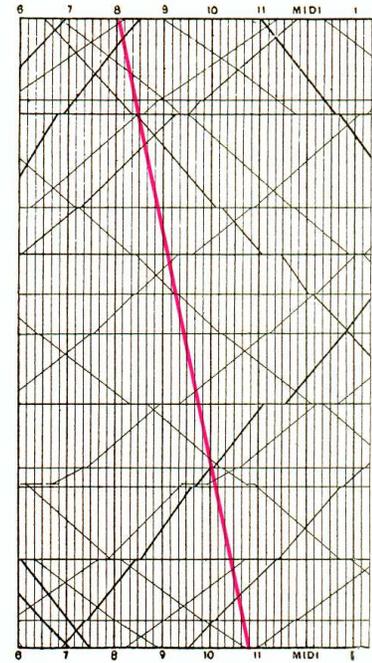
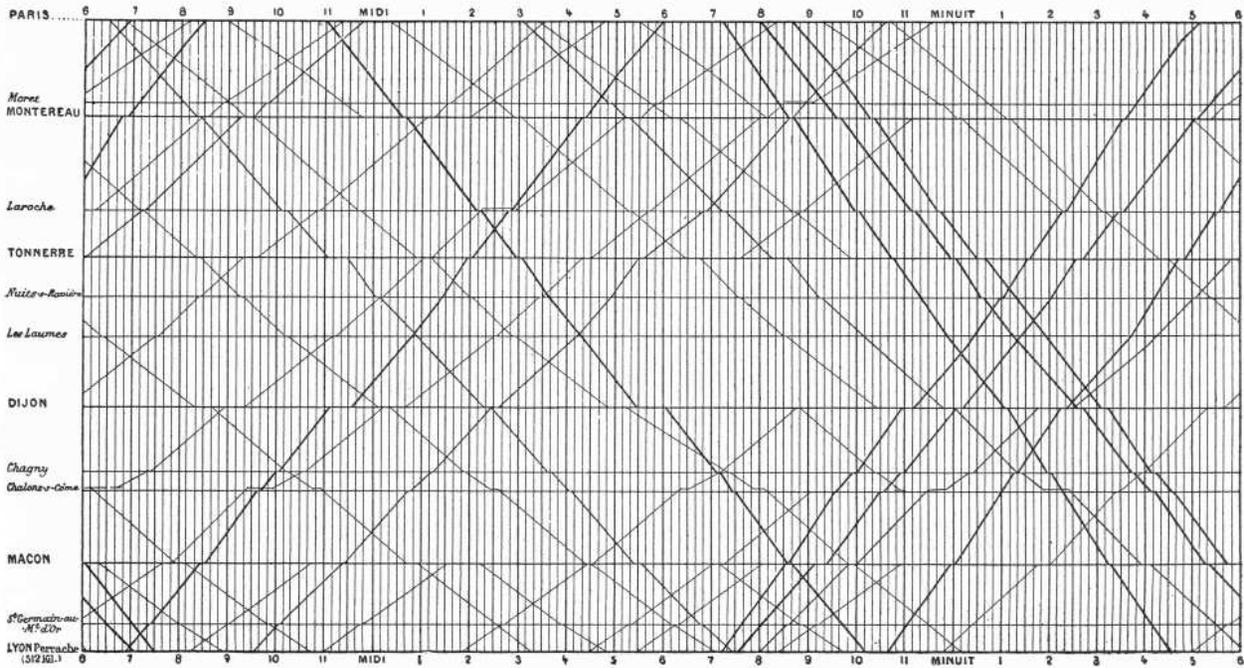
Time, April 9, 1979, p. 57.

And an increase of 708 percent is shown as 6,700 percent, for a Lie Factor of 9.5:



Washington Post, March 28, 1979, p. A-18.

All these accounts of oil prices made a second error, by showing the price of oil in inflated (current) dollars. The 1972 dollar was worth much more than the 1979 dollar. Thus in sweeping from



E. J. Marey, *La Méthode Graphique* (Paris, 1885), p. 20. The method is attributed to the French engineer, Ibry.

Tufte, 2001

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813.
 Dessinée par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes, ils sont de plus écrits en travers des zones. Le rouge désigne les hommes qui entrent en Russie, le noir ceux qui en sortent. Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Légué, de Fezensac, de Chambray et le journal inédit de Jacob, pharmacien de l'Armée depuis le 28 Octobre. L'ont mieux faite juger à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Jérôme et du Maréchal Davout qui avaient été détachés sur Minsk et Mohilew et qui se rejoignent vers Oescha et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.

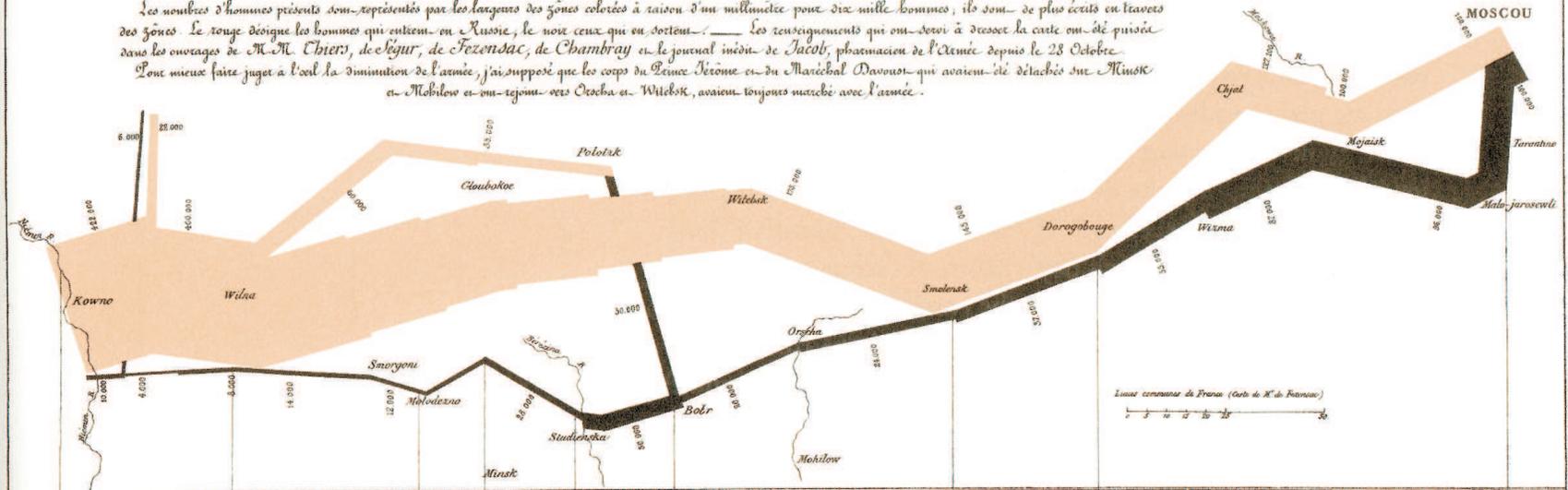


TABLEAU GRAPHIQUE de la température en degrés du thermomètre de Réaumur au dessous de zéro.



Auq. par Regnier, à Paris, 5^e Mars 5^e 0² à Paris.

Ang. Lutz, Regnier et Douvres.

An early and most worthy use of a map to chart patterns of disease was the famous dot map of Dr. John Snow, who plotted the location of deaths from cholera in central London for September 1854. Deaths were marked by dots and, in addition, the area's eleven water pumps were located by crosses. Examining the scatter over the surface of the map, Snow observed that cholera occurred almost entirely among those who lived near (and drank from) the Broad Street water pump. He had the handle of the contaminated pump removed, ending the neighborhood epidemic which had taken more than 500 lives.⁶ The pump is located at the center of the map, just to the right of the D in BROAD STREET. Of course the link between the pump and the disease might have been revealed by computation and analysis without graphics, with some good luck and hard work. But, here at least, graphical analysis testifies about the data far more efficiently than calculation.

⁶ E. W. Gilbert, "Pioneer Maps of Health and Disease in England," *Geographical Journal*, 124 (1958), 172-183. Shown here is a redrawing of John Snow's map. For a reproduction and detailed analysis of the original map, see Edward Tufte, *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative* (Cheshire, Connecticut, 1997), Chapter 2. Ideally, see John Snow, *On the Mode of Communication of Cholera* (London, 1855).



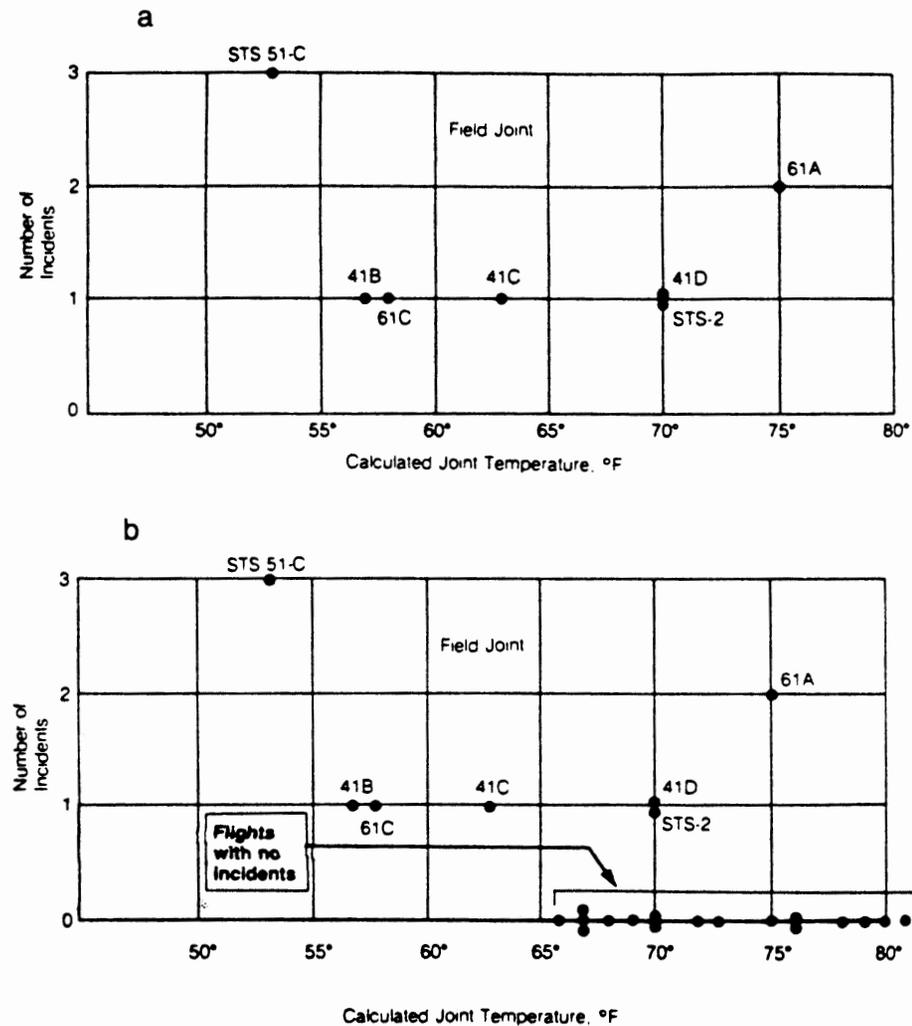
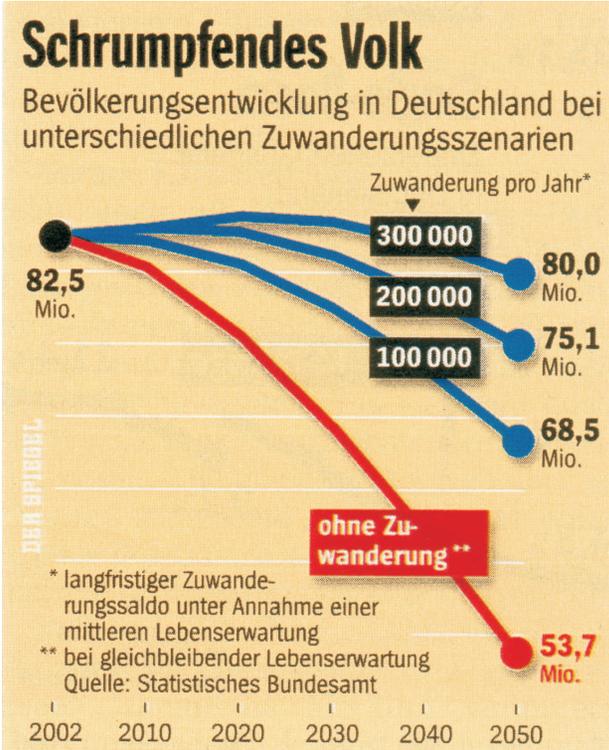


Figure 1. Joint Temperature Versus Number of O-Rings Having Some Thermal Distress Identified by Flight Number. Panel b includes flights with no incidents.

Extrapolationen von Trends

Binnen 170 Jahren hat sich der untere Mississippi um 240 Meilen verkürzt. Das macht im Durchschnitt $1\frac{1}{3}$ Meile pro Jahr. Daher sieht jeder Mensch, es sei denn, er ist blind oder ein Idiot, daß vor einer Million Jahren der untere Mississippi eine Million dreihunderttausend Meilen lang gewesen ist und in den Golf von Mexiko hinausragte wie ein Angelstock. Genauso sieht man sofort, daß heute in 742 Jahren der untere Mississippi nur noch eindreiviertel Meilen messen wird ...

(Mark Twain)



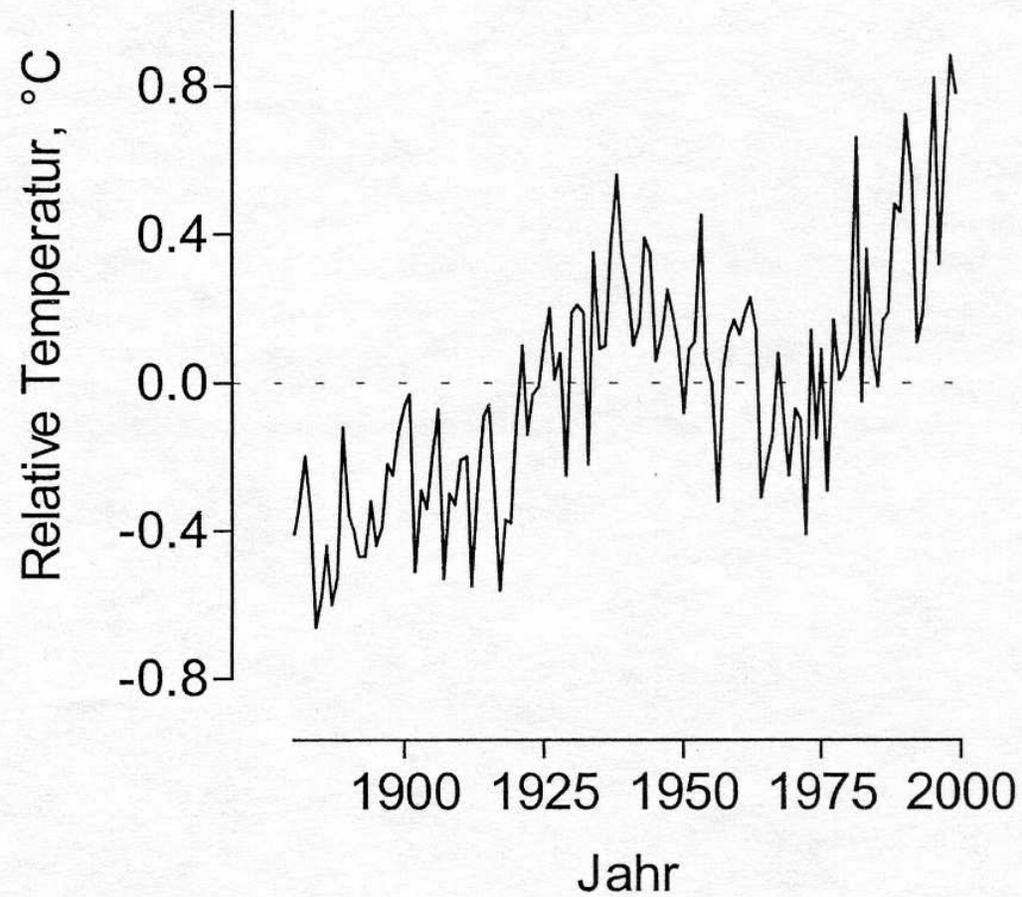
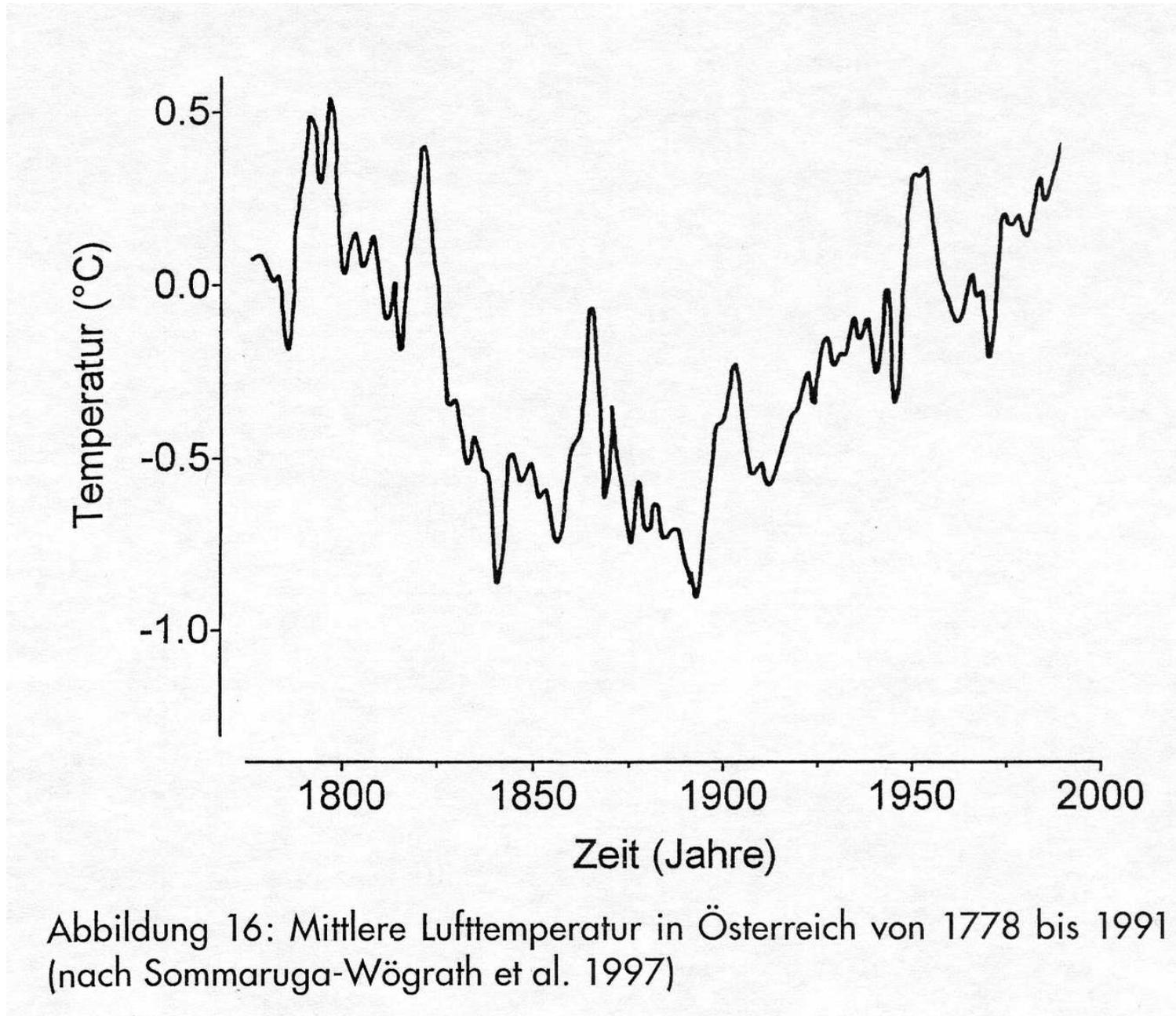
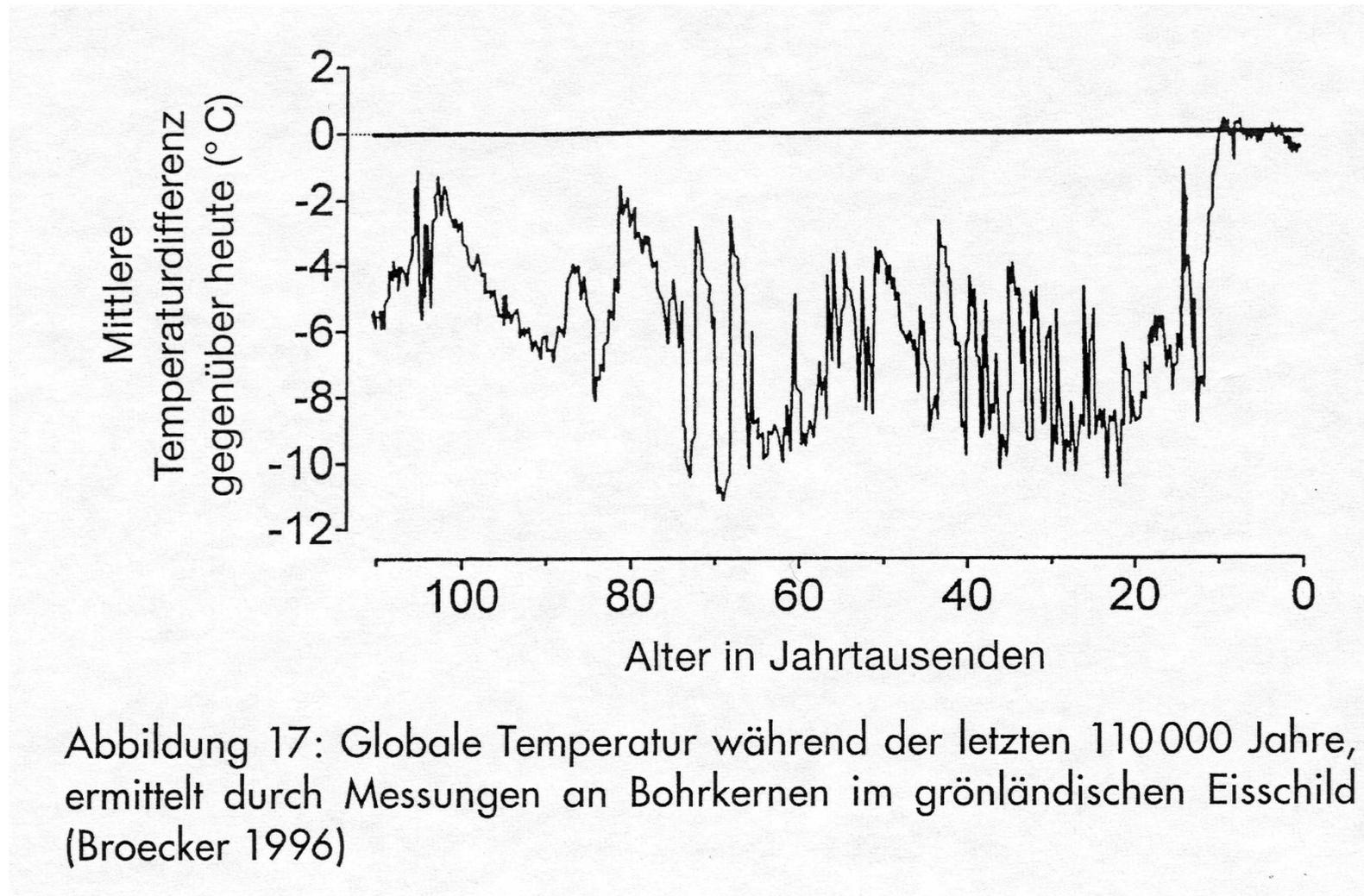
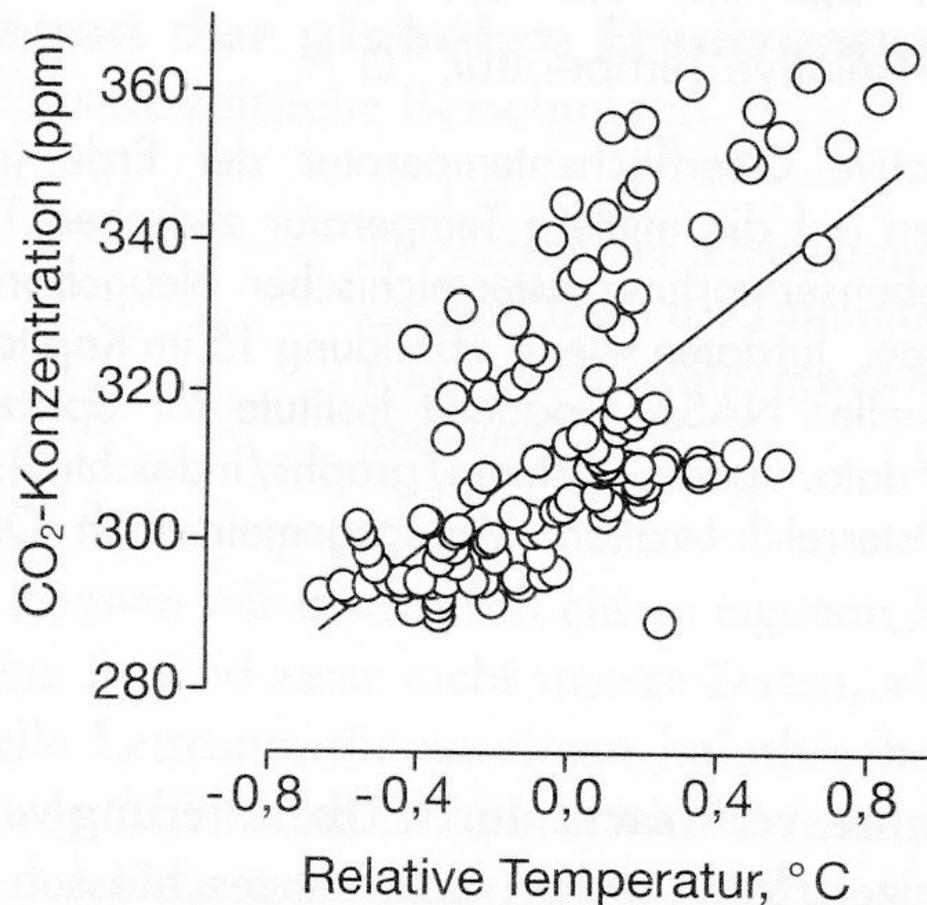


Abbildung 15: Globale Erwärmung in der nördlichen Hemisphäre seit 1880 (NASA 2000)







Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre gegen die relative Oberflächentemperatur der Erde (nördliche Hemisphäre; bezogen auf die mittlere Temperatur zwischen 1951 und 1980). Quelle: NASA Goddard Institute for Space Studies (www.giss.nasa.gov/data/update/gistemp/grahs/index.html)

H.-P. Beck-Bornholdt, H.-H. Dubben, 2001

V. Beispiele aus der schließenden Statistik

Was leistet die schließende Statistik?

60

Beispiel: Größe eines Fischteichs

In einem Fischteich befinden sich N Fische. N soll geschätzt werden. Dazu werden 50 Fische gefangen, markiert und wieder eingesetzt.

Nach einiger Zeit werden wieder 50 Fische gefangen und die markierten Fische im Fang gezählt. Es sind keine markierten Fische dabei.

Was läßt sich über die Größe des Fischbestandes sagen?

Rein logisch: mindestens 100 Fische.

statistisch bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit: mindestens 594 Fische,
bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit: mindestens 885 Fische.

Das Binomialmodell

Sei n eine natürliche Zahl.

X_1, X_2, \dots, X_n seien unabhängig mit $P(X_i = 1) = p = 1 - P(X_i = 0)$.

$$S_n := \sum_{i=1}^n X_i$$

$$P(S_n = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}, \quad 0 \leq k \leq n$$

$$ES_n = np, \text{Var } S_n = np(1-p)$$

Beispiel: $n = 4$

$$P(X_1 = 0, X_2 = 1, X_3 = 1, X_4 = 0) = p^2(1-p)^2$$

$$P(S_4 = 2) = 6p^2(1-p)^2$$

Wahlumfrage

62

Wieviele Wähler muß man befragen, um mit 95 % (99 %) Sicherheitswahrscheinlichkeit das Wahlergebnis einer Partei, die üblicherweise ca. 50 % der Stimmen erhält, auf $\pm 3\%$ genau vorherzusagen?

Mathematisch ausgedrückt:

Wie groß muß n sein, sodaß $P\left(\left|\frac{S_n}{n} - p\right| \leq 0,03\right) \geq 0,95 \quad (0,99)$

Bei 95 %: $n \geq 1\,068$, bei 99 %: $n \geq 2\,500$

allgemein: $n \geq \text{Konst.}/(0,03)^2$

\sqrt{n} -Gesetz: $\sigma\left(\frac{S_n}{n}\right) = \text{Var}\left(\frac{S_n}{n}\right)^{1/2} = \sqrt{p(1-p)}/\sqrt{n}$

Begründung mit Hilfe des Satzes von de Moivre-Laplace 63

Mit $\bar{X}_n = S_n/n$ und $\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx$ ist

$$P_p(-0,03 \leq \bar{X}_n - p \leq 0,03)$$

$$= P_p \left(\frac{|\bar{X}_n - p|}{\sqrt{np(1-p)}} \leq \frac{0,03}{\sqrt{np(1-p)}} \right)$$

$$\approx \Phi \left(\frac{0,03}{\sqrt{np(1-p)}} \right) - \Phi \left(\frac{-0,03}{\sqrt{np(1-p)}} \right)$$

$$= 2\Phi \left(\frac{0,03}{\sqrt{np(1-p)}} \right) - 1$$

$$\stackrel{!}{=} 1 - \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \Phi \left(\frac{-0,03}{\sqrt{np(1-p)}} \right) \Rightarrow n \geq \frac{\Phi^{-1} \left(\frac{\alpha}{2} \right) p(1-p)}{(0,03)^2}$$

Diagnostische Tests

Test auf Vorhandensein einer Krankheit (z.B. Brustkrebs)

Test hat zwei Ausgänge: + krank
- nicht krank

Fehler 1. Art: falsch positiv (falscher Alarm)

Fehler 2. Art: falsch negativ (kein Alarm trotz Gefahr)

Ärzte versuchen vor allem keine Krankheiten zu übersehen (Fehler 2. Art klein). Der Fehler 1. Art geht zu Lasten des Patienten und der Krankenkasse.

Beispiel: Fehler 1. und 2. Art jeweils 10 %, Inzidenzrate $R = 1/100$

Angenommen, der Test ist positiv, wie wahrscheinlich ist es, daß der Patient tatsächlich erkrankt ist?

Diagnose-Beispiel

Krankheitsrate: 1 %

Testfehler: jeweils 10 %

		Test	
		positiv	negativ
krank	10	9	1
gesund	990	99	891
	1 000	108	892

Die Wahrscheinlichkeit krank zu sein, wenn der Test positiv ist, beträgt:

$$\frac{9}{108} = \frac{1}{12}$$

Diagnose-Beispiel (Bayes-Formel)

$$P(\text{Test } + \mid \text{krank}) = \frac{9}{10}, \quad P(\text{Test } + \mid \text{gesund}) = \frac{1}{10}$$

$$P(\text{krank}) = \frac{1}{100}$$

$$\begin{aligned} P(\text{K} \mid +) &= \frac{P(+ \mid \text{K})P(\text{K})}{P(+ \mid \text{K})P(\text{K}) + P(+ \mid \text{G})P(\text{G})} \\ &= \frac{0,9 \cdot 0,01}{0,9 \cdot 0,01 + 0,1 \cdot 0,99} \\ &= \frac{9}{108} = \frac{1}{12} \end{aligned}$$

Unter kontrollierten Bedingungen an möglichst homogenen Patientengruppen werden verschiedene Behandlungen miteinander verglichen. Die Auswertung der Studie geschieht meist mit Hilfe eines statistischen Tests. (**statistische Signifikanz**)

Das Ergebnis ist nur aussagekräftig, wenn die Patientengruppen hinreichend groß sind. (**Fallzahlberechnung**)

Wiederholtes Testen an denselben Daten ändert die Irrtumswahrscheinlichkeiten. (**multiple Testen**)

Zur ethischen Seite von klinischen Studien

68

Klinische Studien liefern Informationen für die Behandlung zukünftiger Patienten, möglicherweise zu Ungunsten der an der Studie teilnehmenden Patienten.

Stellt sich im Laufe der Studie ein Behandlungsunterschied heraus, so wird einer Patientengruppe mehr geschadet als der anderen.

Konsequenz:

- Informed consent
- vorzeitiger Studienabbruch bei zu großem Wirkungsunterschied

Wie verlaufen statistische Modellrechnungen?

69

- 1) Auswahl des Modells
- 2) Anpassung des Modells an die Daten
- 3) Überprüfung der Qualität der Anpassung
- 4) Durchführung der Rechnung in dem gewählten Modell (möglichst mit Daten, die nicht für die Modellauswahl verwendet werden).

Schließlich: Vergleich verschiedener Modellrechnungen miteinander

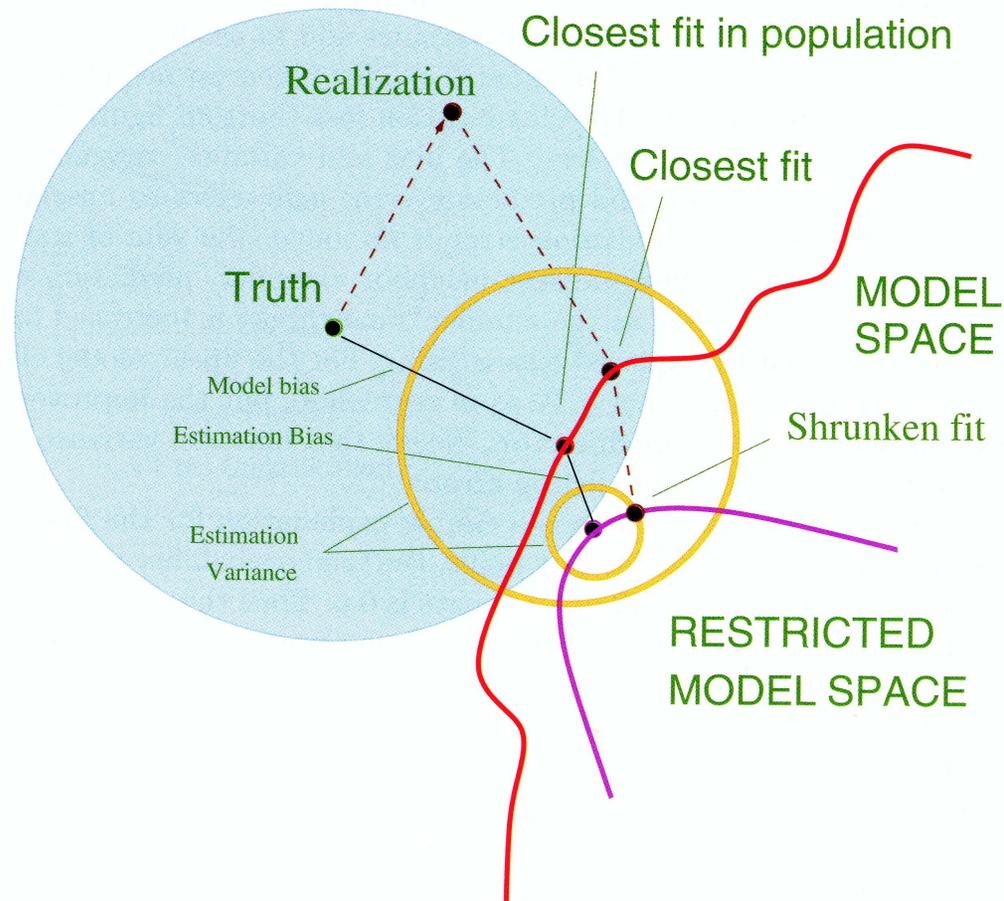
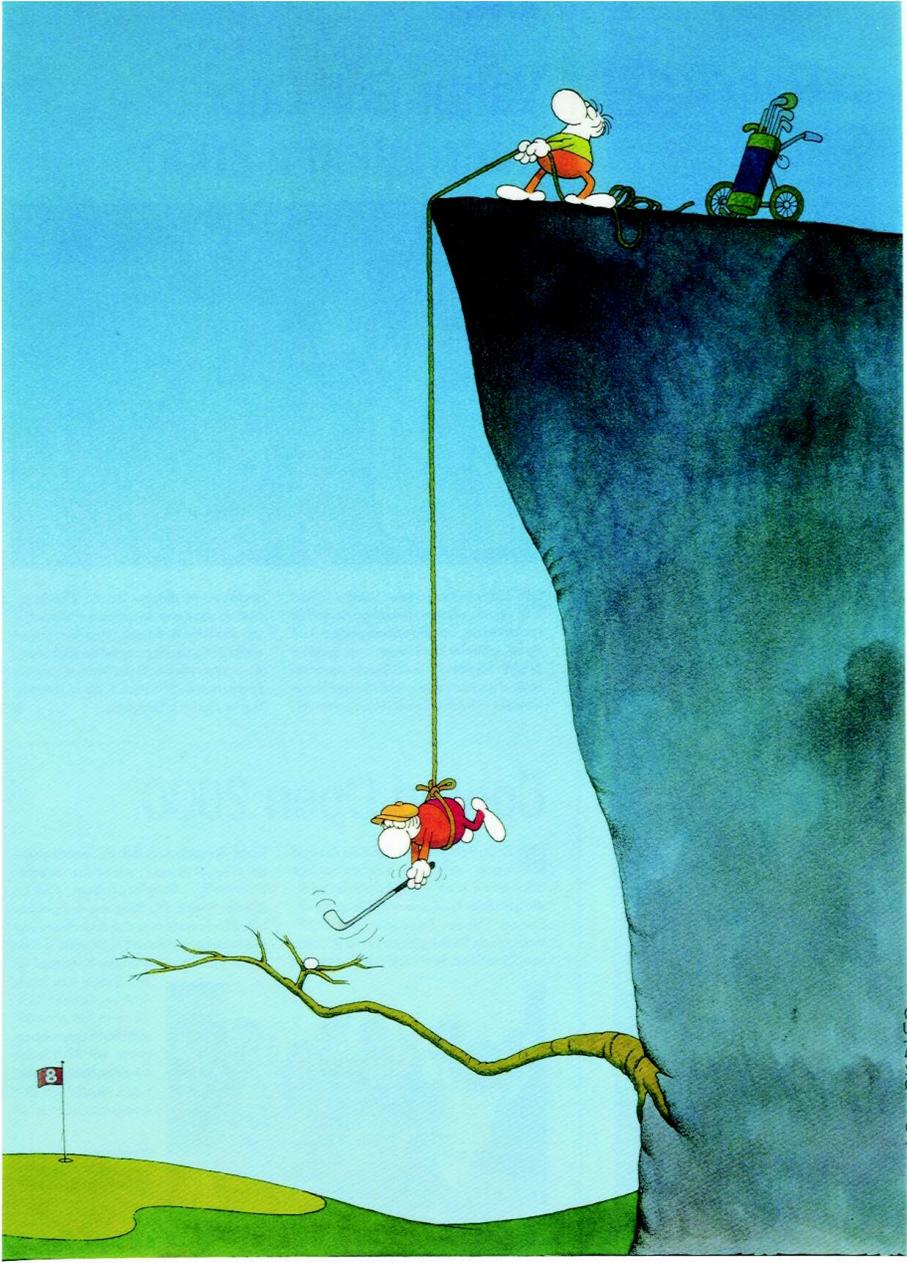


FIGURE 7.2. Schematic of the behavior of bias and variance. The model space is the set of all possible predictions from the model, with the “closest fit” labeled with a black dot. The model bias from the truth is shown, along with the variance, indicated by the large yellow circle centered at the black dot labeled “closest fit in population”. A shrunken or regularized fit is also shown, having additional estimation bias, but smaller prediction error due to its decreased variance.



Mordillo

References

- Beck–Bornholdt, H.-P.; Duppen, H.-H.: Der Hund, der Eier legt. rororo-Sachbuch, 2003
- Best, J.: Damned Lies and Statistics. University of California Press, 2001.
- Huff, D.: How to Lie with Statistics. Norton, 1954; reissued Norton, 1993.
- Krämer, W.: So lügt man mit Statistik. Campus Verlag, 1991
- Spirer, H.F.; Spirer, L.; Jaffe, A.Y.: Misused Statistics Revised and Expanded (Food Science and Technology). Marcel Dekker, 1998
- Tufte, E.R.: The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, 2002