

# 1. Einführung

Statistische Methoden werden eingesetzt zur Beschreibung und Auswertung von in physikalischen Experimenten gewonnenen Messdaten

## (a) Beschreibung von Daten (Deskriptive Statistik)

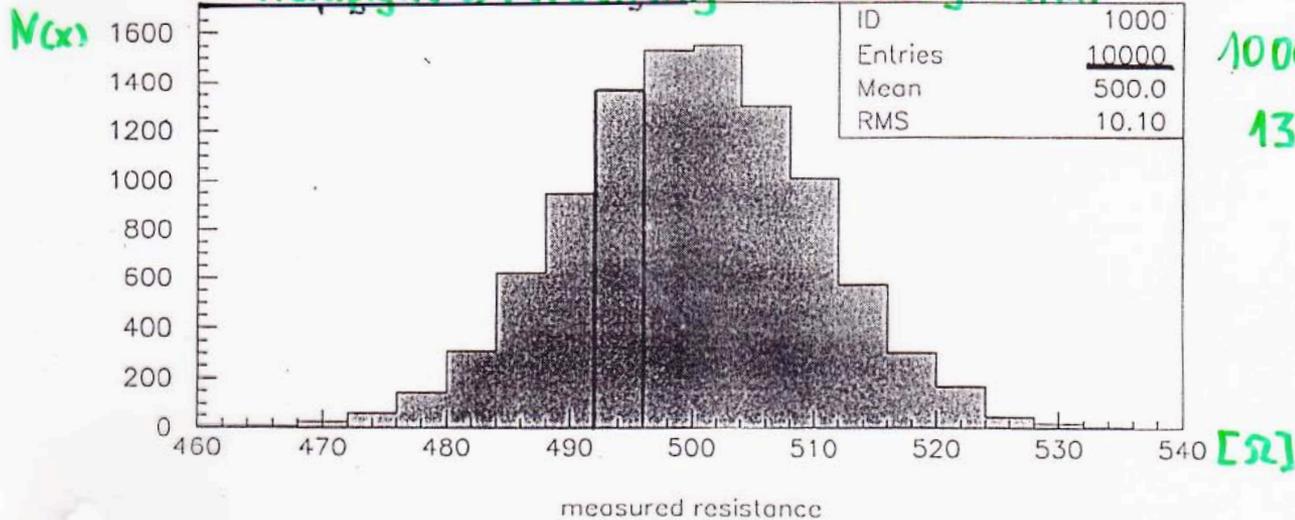
- Beschreibung, ohne Rücksicht auf die Erklärung möglicher Ursachen
- Daten werden durch wenige, aussagekräftige Parameter charakterisiert

Beispiel: Wiederholte Messung einer Größe, z.B. elektrischer Widerstand

Block of data:      Meßwerte      (el. Widerstände)

505.43	487.30	491.94	499.78	521.37	494.36	512.02	512.26	517.57	494
503.44	505.54	492.76	505.66	495.54	506.99	499.85	480.63	495.16	498
493.68	506.28	499.33	517.24	500.61	495.30	491.51	499.76	511.15	505
479.62	492.39	489.60	490.10	511.28	499.35	515.29	488.60	491.66	511
488.42	494.07	498.12	496.88	486.72	494.87	499.28	514.86	481.87	508
510.62	505.71	483.03	502.24	494.78	512.13	506.34	498.06	498.24	485
494.87	502.96	496.43	503.18	517.63	497.85	501.23	486.20	502.59	507
495.36	495.22	498.31	486.73	489.93	506.61	504.34	508.97	502.17	492
493.09	507.16	515.78	506.86	518.10	499.88	502.25	510.12	506.10	492
496.29	506.24	529.11	503.30	489.62	490.96	496.68	496.92	495.89	488
508.22	507.67	504.99	493.12	501.83	491.35	500.76	493.36	487.70	486
498.11	512.23	498.09	503.71	488.06	508.81	499.09	484.99	517.49	479
507.67	493.75	504.78	494.82	506.33	514.90	489.18	497.20	491.68	508
507.61	489.08	507.87	501.44	501.73	492.90	503.01	495.91	497.07	490
512.17	491.95	497.17	493.57	489.25	505.13	494.61	493.42	486.40	493
518.59	493.24	494.19	494.49	512.69	517.68	513.76	505.54	484.86	494
495.07	506.42	486.97	480.57	509.46	507.11	491.63	500.41	490.90	471
510.18	503.65	504.11	490.66	492.81	475.86	512.20	508.57	500.59	518
501.99	491.46	503.44	502.64	494.99	488.04	517.64	489.11	498.09	506
496.54	495.76	497.30	485.76	497.29	487.12	491.24	508.52	497.27	509
496.72	487.03	489.50	505.15	489.76	491.52	498.74	491.10	489.33	498

## Häufigkeitsverteilung (Histogramm)

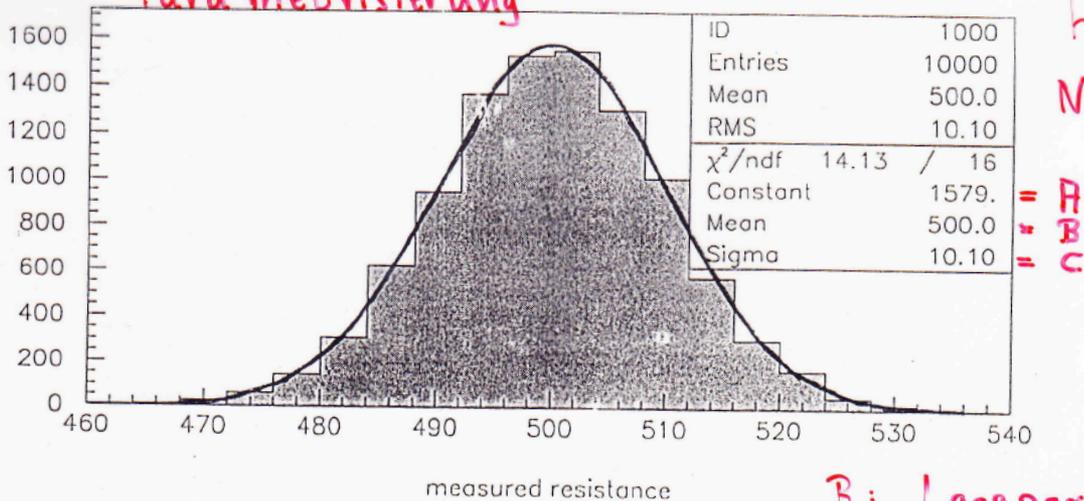


10000 Messungen

1380 Werte im Intervall

$492 < x < 498$

## Parametrisierung



hier:  $\frac{1}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-B}{C}\right)^2}$

$N(x) = A \cdot e$

= A  
= B  
= C

B: Lageparameter

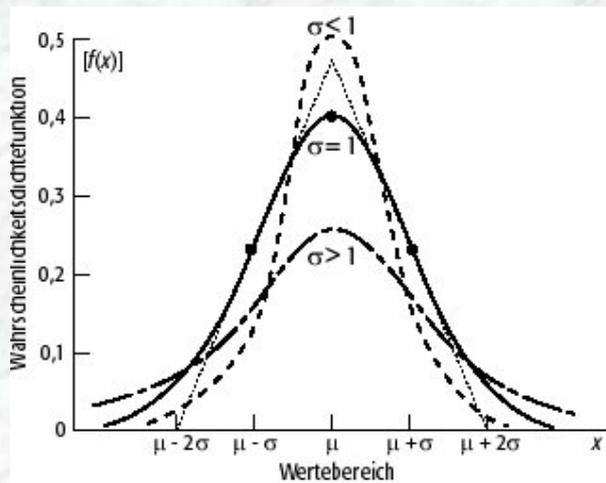
C: Dispersionsparameter

A: Normierungsparameter

## (b) Physikalische Messung

Jede physikalische Messung ist mit einer Ungenauigkeit (Fehler) behaftet;  
Dieser resultiert z.B. aus der experimentellen Auflösung der Messapparatur

- Das Messergebnis ist eine *Zufallsgröße*
- Einzelergebnisse sind entsprechend einer *Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion* (i. Allg. einer Gaußschen Verteilungsfunktion) verteilt;



$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

- Der Mittelwert der Verteilung ist ein Schätzwert für den wahren Wert
- Die Breite der Kurve ist ein Maß für die experimentelle Auflösung

## (b) Physikalische Messung (cont.)

- **N Messungen**

Diese entsprechen einer Stichprobe entsprechend der zugrundeliegenden Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung

- Die **Stichprobe** muss benutzt werden, um eine Schätzung (Messung) des wahren Wertes zu erhalten.

→ Messwert + Fehler

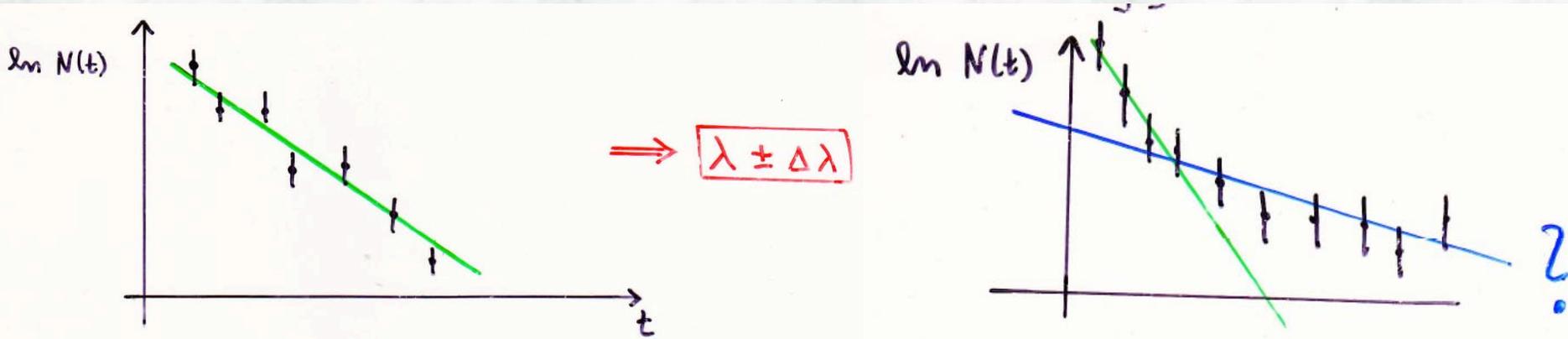
→ Es können **Konfidenzintervalle** angegeben werden, die den *wahren Wert* mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit enthalten

### (c) Parameterbestimmung

- Experimentelle Messung → Bestimmung physikalisch relevanter Parameter (erfordern ein theoretisches Modell)

z.B. Messung der Lebensdauer radioaktiver Isotope

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$



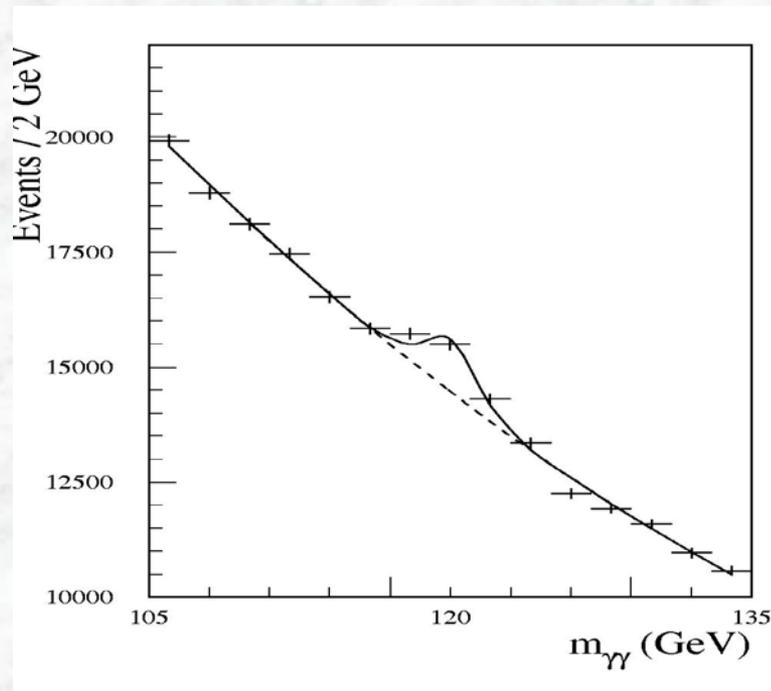
wichtig: Die Parameter können nur dann bestimmt werden, wenn das Modell die Daten beschreibt;

→ zusammen mit dem bestimmten Parameterwert muss ein Maß für die **Güte der Anpassung** angegeben werden

## (d) Hypothesentests

Suche nach Abweichungen von einem vorgegebenen Modell, bzw. Test wie gut dieses Modell (Hypothese) die Daten beschreibt;

Beispiel: Suche nach einem neuen Teilchen (Elementarteilchenphysik)



Statistische Fluktuation des Untergrunds?  
oder: Evidenz für ein neues Teilchen ?

# (e) Monte Carlo Simulationen

Komplexe Vorgänge mit Zufallseinflüssen müssen simuliert werden  
→ Monte Carlo Methoden

Beispiel: Wechselwirkungen von einem Teilchen in einem Detektor  
zahlreiche Wechselwirkungsprozesse für el. geladene Teilchen möglich:

- Ionisation und Anregung (Energieverlust, statistischer Prozess)

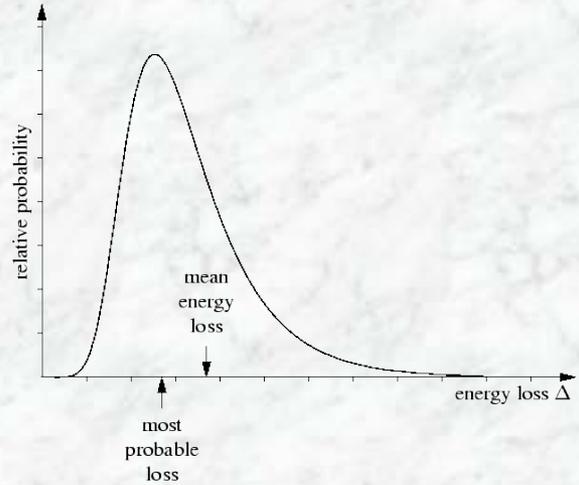


Abb. 3.4: Fluktuationen im Energieverlust: Landau-Verteilung

- Coulomb-Vielfachstreuung
- Bremsstrahlung
- Emission von Cherenkov-Strahlung

