



## Projektwoche 2013

Ist gute Konstruktion Glücksache?  
Oder: Was hat der Zufall in der Konstruktion zu suchen?

Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter



Worauf man sich verlassen muss.



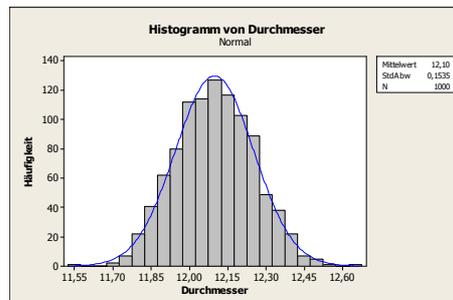
© Mountain High

**Risiko = Schadenspotenzial × Eintrittswahrscheinlichkeit**



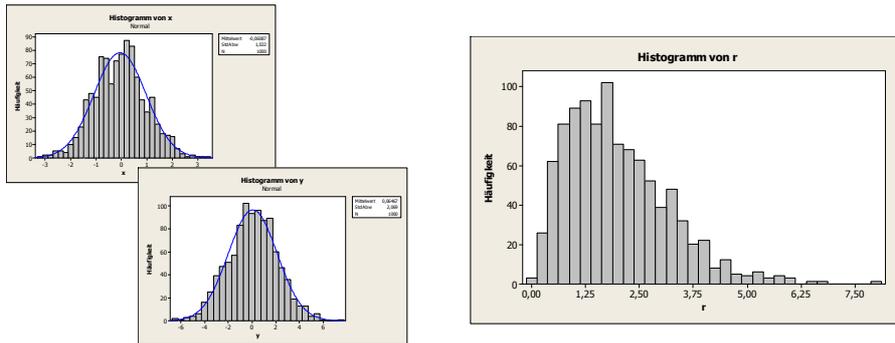
Betrachtet man eine sehr große Anzahl von Elementen, so kann man eine sehr feine Klasseneinteilung vornehmen, die feingliedrig Auskunft über die Häufigkeiten gibt. Im Grenzfall kommt man zu kontinuierlichen Häufigkeiten.

Misst man beispielsweise 1000 Bolzen, so könnte sich die nachstehende Häufigkeitsverteilung – oder kurz Verteilung – einstellen. Augenscheinlich handelt es sich um eine Normalverteilung, denn die Daten fügen sich gut in die Normalverteilungskurve ein.



Betrachtet man die Messung der Zielgenauigkeit eines Bogenschützen, so kann man horizontale und vertikale Zielabweichung  $x$  und  $y$  messen. Wir gehen davon aus, dass diese Werte normalverteilt sind.

Wir sind nun daran interessiert, wie der Abstand  $r$  vom Zielpunkt verteilt ist. Dieses lässt sich gemäß  $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$  aus den Messdaten jedes Schusses errechnen und kann als Histogramm dargestellt werden. Das sieht nicht mehr normalverteilt aus.

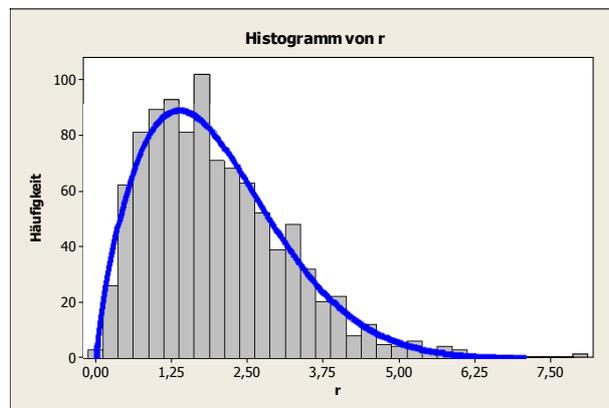


5

Dieses Material ist urheberrechtlich geschützt. Es darf nur im Rahmen der vorgesehenen Veranstaltung verwendet werden. Jede weitere Verbreitung ist unzulässig!

© Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter, HS OS

Das Programm Minitab kann analysieren, welche Verteilung für die Daten am besten passt. Als Ergebnis erhält man nachstehende Grafik



6

Dieses Material ist urheberrechtlich geschützt. Es darf nur im Rahmen der vorgesehenen Veranstaltung verwendet werden. Jede weitere Verbreitung ist unzulässig!

© Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter, HS OS

**Navigation**

Hochschule Osnabrück  
University of Applied Sciences

Organisatorisches

Sicherheitsrelevante Maschinen

Zufall in der Konstruktion ?

Projektarbeit

- Wo tritt Zufall auf?
- Wie damit umgehen?
- FMEA
- Probabilistische Betrachtungsweise
- Monte Carlo-Simulation

7

Dieses Material ist urheberrechtlich geschützt. Es darf nur im Rahmen der vorgesehenen Veranstaltung verwendet werden, jede weitere Verbreitung ist unzulässig.

© Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter, HS OS

Sicherheitsrelevante Maschinen  
**Zufall in der Konstruktion**  
Projektaufgabe

FMEA  
Probabilistische Betrachtungsweise  
**Monte Carlo-Simulation**

Hochschule Osnabrück  
University of Applied Sciences

- Bei der Monte Carlo-Simulation berücksichtigt man **streuende Eingangsdaten** und streuende **Systemeigenschaften**.
- Man nimmt für eine Vielzahl von Datensätzen, die gemäß der Streuung zufällig erzeugt wurden, die Berechnung nach **deterministischen Schema** vor.
- Das **Ergebnis** jeder einzelnen der Berechnungen ist oft binärer Natur: z. B. „getroffen/nicht getroffen“ oder „ausreichende Festigkeit/nicht ausreichende Festigkeit“ oder „Gewinnziel erreicht/Gewinnziel nicht erreicht“.
- Das **Gesamtergebnis** betrachtet die Quote aus positivem Ergebnis und Gesamtanzahl der Versuche und liefert damit die Wahrscheinlichkeit für das positive Ergebnis.

streuende Eingangsgrößen

streuende Systemeigenschaften

**Deterministisches Berechnungsschema**

streuendes Ergebnis: z. B. „gut/schlecht“

**Schlußbewertung**

W'keit für „gut“

8

Dieses Material ist urheberrechtlich geschützt. Es darf nur im Rahmen der vorgesehenen Veranstaltung verwendet werden, jede weitere Verbreitung ist unzulässig.

© Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter, HS OS

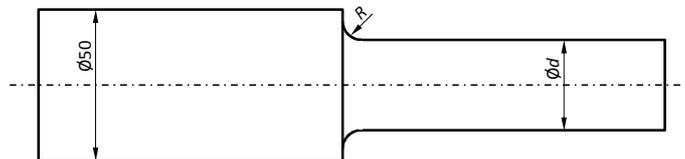
### Vergleich deterministischer und probabilistischer Auslegungsmethoden

- Probabilistische Methoden liefern konkrete Informationen zur Ausfallwahrscheinlichkeit.
- Mit dieser Information hat man wirklich einen Einblick in den Grad der Konservativität der Auslegung.
- Üblicher Weise sind deterministische Auslegungen überkonservativ, da mit ihnen keine Quantifizierung der Ausfallwahrscheinlichkeit vorgenommen werden kann.



### Abgesetzte Welle zum Antrieb einer Seiltrommel eines Personen-Förderkorbes

- Gesucht ist die **Wahrscheinlichkeit des Ausfalls / Überlebens** für nachfolgend gegebenen (Streu-)Daten zur Geometrie, zum Material und zur Last.
- Was sind **akzeptable Überlebenswahrscheinlichkeiten?** (Recherche)



11

Dieses Material ist urheberrechtlich geschützt. Es darf nur im Rahmen der vorgesehenen Veranstaltung verwendet werden, jede weitere Verbreitung ist unzulässig!

© Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter, HS OS

Die Projektaufgabe wurde von den Studierendengruppen mit Hilfe der freundlicher Weise von der Additive GmbH zur Verfügung gestellten Testinstallation von Minitab bearbeitet und gelöst.

Ziel dieser Arbeit war es, den Studierenden einen ersten Eindruck davon zu geben, wie sich in der Realität anzutreffende Unschärfen von involvierten Größen auf die Bewertungen von Konstruktionen im Vergleich mit deterministischen Methoden auswirken.

12

Dieses Material ist urheberrechtlich geschützt. Es darf nur im Rahmen der vorgesehenen Veranstaltung verwendet werden, jede weitere Verbreitung ist unzulässig!

© Prof. Dr.-Ing. C. H. Richter, HS OS