

Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

1. Vorlesung

Dr. Jochen Köhler

Statistik [lat.] die,

1) meist in Tabellenform zusammengestellte Ergebnisse von zahlenmäßigen Erfassungen bestimmter Sachverhalte (z. B. Bevölkerungs-, Verkehrs- oder Preisstatistik).

2) eine wissenschaftliche Methode zur zahlenmäßigen Erfassung, Untersuchung und Darstellung von Massenerscheinungen.

Wahr|schein|lich|keits|rech|nung, die,

Teilgebiet der Mathematik, das sich mit der Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten zufälliger Ereignisse befasst.

Quelle: Duden - Deutsches Universalwörterbuch.

Inhalte der heutigen Vorlesung

- Die Organisation der Vorlesung - Administratives
- Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?
- Entscheidungsprobleme im Ingenieurwesen, Beispiele
- Das Vorlesungsprogramm

Was bieten wir Ihnen an?

- Wir haben folgendes zu bieten:
 - Zielgerichtete Präsentation von erforderlichem Wissen
 - Anleitung zum Selbststudium
 - Unterstützung zur Entwicklung Ihrer Fertigkeiten
 - Unterstützung zur Beurteilung Ihrer Lernerfolge
 - Erläuterung der Relevanz des Stoffes anhand von Beispielen
- Unsere Arbeit ist auf Ihren Lernerfolg ausgerichtet, und das nehmen wir ernst.

Struktur und Organisation der Vorlesung

- 13 wöchentliche Vorlesungen mit jeweils zwei Teilen à 45 Minuten
- 13 wöchentliche Übungsvorlesungen mit jeweils zwei Teilen à 45 Minuten
- 1 Testatprüfung à 60 Minuten
- Es werden etwa 3 Stunden Selbststudium pro Woche empfohlen

Die Vorlesung im Netz

http://www.ibk.ethz.ch/fa/education/ss_statistics

Inhalt:

- Vorlesungsprogramm und Daten
- Präsentationsfolien der Vorlesung und der Übungen
(spätestens einen Tag vor der jeweiligen Veranstaltung online)
- Übungen/Lösungen (zum Herunterladen)
- Gruppeneinteilung für die Übungsvorlesung
- Video der Vorlesung in 2007 (in Englisch)
- Glossar (Deutsch-Englisch)

Organisation der Vorlesung

Wann??	Normalerweise... Dienstags 7:45-9:45 Uhr
Wo??	HPH G1
Ausnahmen:	Donnerstag 24.3.2011 Vorlesung 7:45 HCI G3 Dienstag 29.3.2011 sowie Dienstag 31.5.2011 Übung statt Vorlesung Räume werden noch bekannt gegeben!
Skript	Kann für einen Unkostenbeitrag von 20CHF in der Pause erworben werden

Organisation der Übungsvorlesung



Annett Anders
HCI D2

Gerhard Fink
HIL E4



Gianluca De Sanctis
HCI J4

Katharina Krämer
HCI G3



Organisation der Übungsvorlesung

Wann?? Normalerweise... Donnerstags 7:45-9:45 Uhr

Wo??
Nachnamen A-D: HCI J4 (Gianluca De Sanctis)
Nachnamen E-J: HCI D2 (Annett Anders)
Nachnamen K-R: HIL E4 (Gerhard Fink)
Nachnamen S-Z: HCI G3 (Katharina Krämer)

Ausnahmen: Donnerstag, 24.3.2011 Vorlesung HCI G3

Dienstag 29.3.2011 sowie
Dienstag 31.5.2011 Übung statt Vorlesung

Donnerstag, 5.5.2011 Testatprüfung

Räume werden noch bekannt gegeben!

Was erwarten wir von Ihnen?

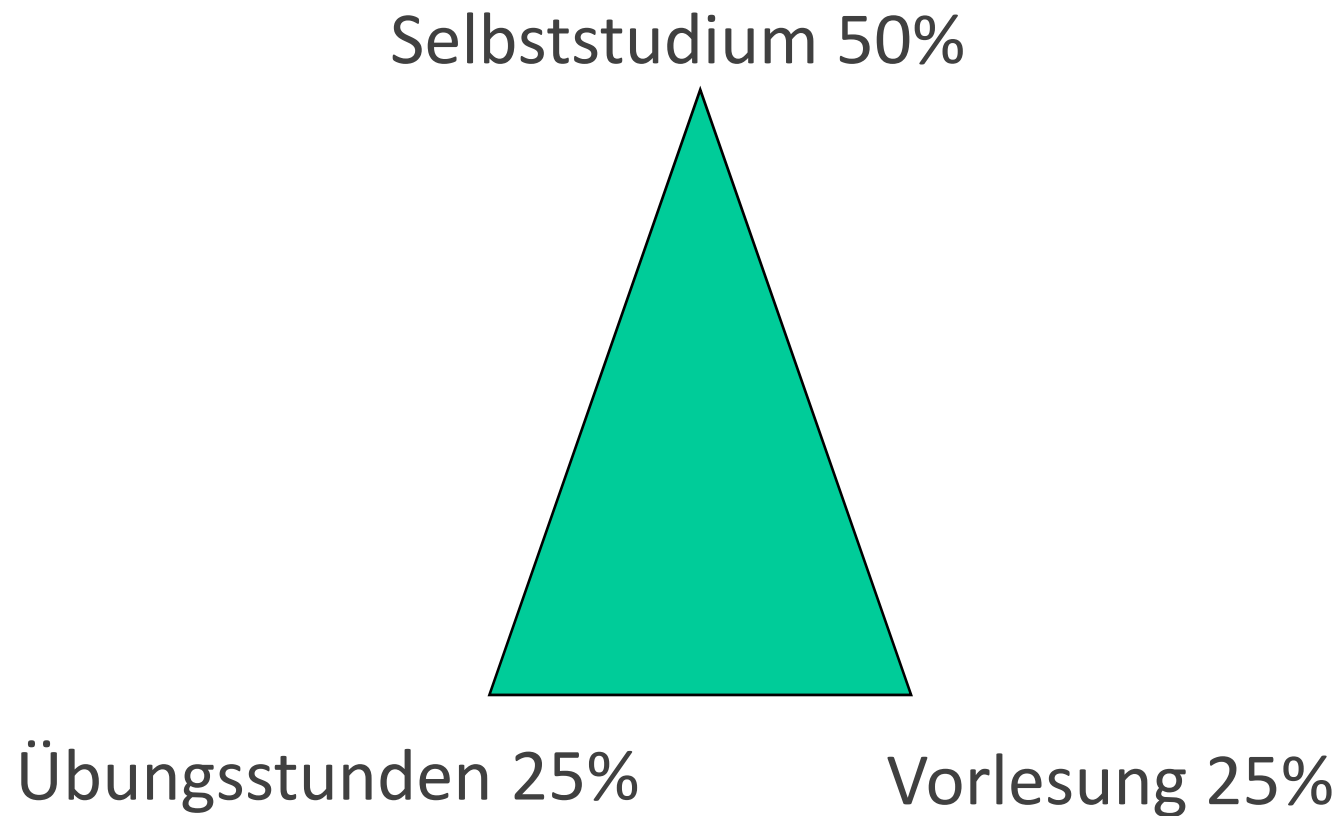
Nutzen Sie die Hilfe, die wir Ihnen anbieten:

- Profitieren Sie von der Vorlesung und von der Übung
- Rechnen Sie selbstständig, nutzen Sie das Angebot zur Korrektur von freiwilligen Hausübungen
- Nutzen Sie die Hilfe der Assistierenden und des Dozenten (Beratungsstunden)

Tipps und Tricks

- Bereiten Sie sich auf die Vorlesungen vor
- Stellen Sie Fragen
- Versuchen Sie, den Stoff zu verstehen
- Seien Sie neugierig, interessiert, offen aber auch kritisch gegenüber dem, was wir Ihnen erzählen

Was erwarten wir von Ihnen?



Beurteilung Ihrer Leistung

- Testatprüfung im Semester
Donnerstag, 5.5.2011
60min Multiple Choice, ohne Unterlagen, ohne Taschenrechner
Eine DIN A 4 Seite (doppelseitig) Formelsammlung erlaubt
- Basisprüfung
Termin wird noch bekanntgegeben....

$$\text{Endnote} = \frac{1}{3}(\text{Testatprüfung}) + \frac{2}{3}(\text{Basisprüfung})$$

Kommunikationsmittel (Handy, Computer, etc.) sind nicht erlaubt!
Schriftlichen Unterlagen und Taschenrechner sind erlaubt.

Weiteres in den „Informationen zur Lehrveranstaltung“ (Homepage)

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

■ Was machen Ingenieure ?

- Vermessen
- Planen
- Bemessen
- Bauen
- Unterhalten
- Rückbauen

Infrastruktur z.B. Strassen, Wasserversorgungssysteme, Tunnel, Abwassersysteme, Energieversorgungssysteme, Kanäle, etc. ...

Bauwerke z.B. Häuser, Krankenhäuser, Schulen, Industriegebäude, Staudämme, Kraftwerke, Windkraftkonverter, Ölplattformen



Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Was machen Ingenieure ?
- Ingenieure treffen Entscheidungen oder unterstützen dabei !

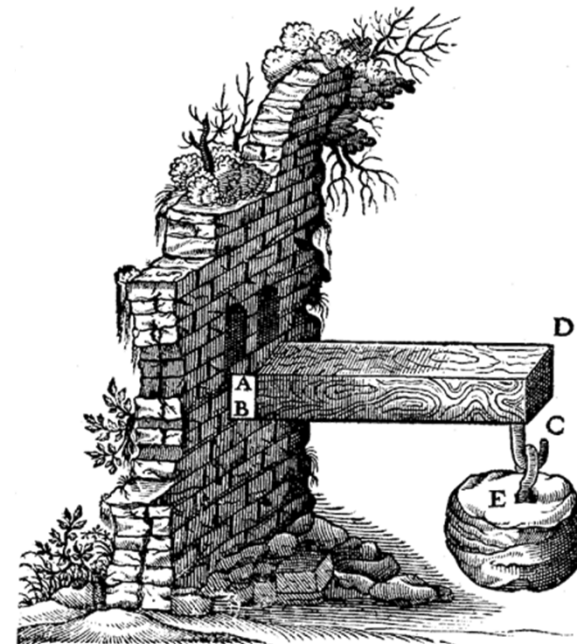
Rahmenbedingungen:

Gewährleistung von Sicherheit für Personen, Umwelt, Güter vor natürlichen und menschengemachten Gefahren

Wirtschaftlichkeit

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

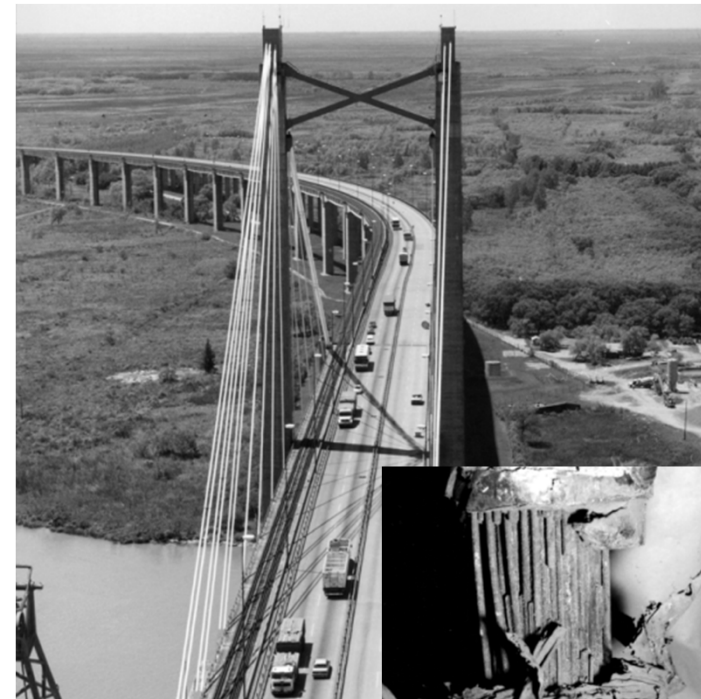
- Was machen Ingenieure ?
- Ingenieure treffen Entscheidungen oder unterstützen dabei !
 - Was für einen Querschnitt sollte der Balken haben?



Zeichnung Leonardo da Vinci

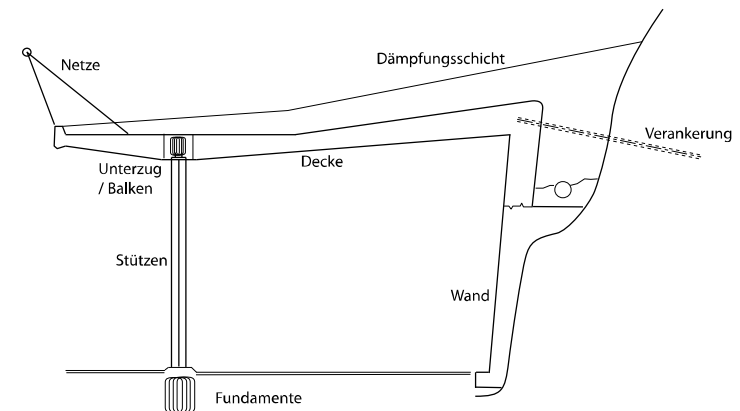
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Was machen Ingenieure ?
- Ingenieure treffen Entscheidungen oder unterstützen dabei !
 - Was für einen Querschnitt sollte der Balken haben?
 - Sollte die Brücke saniert werden?



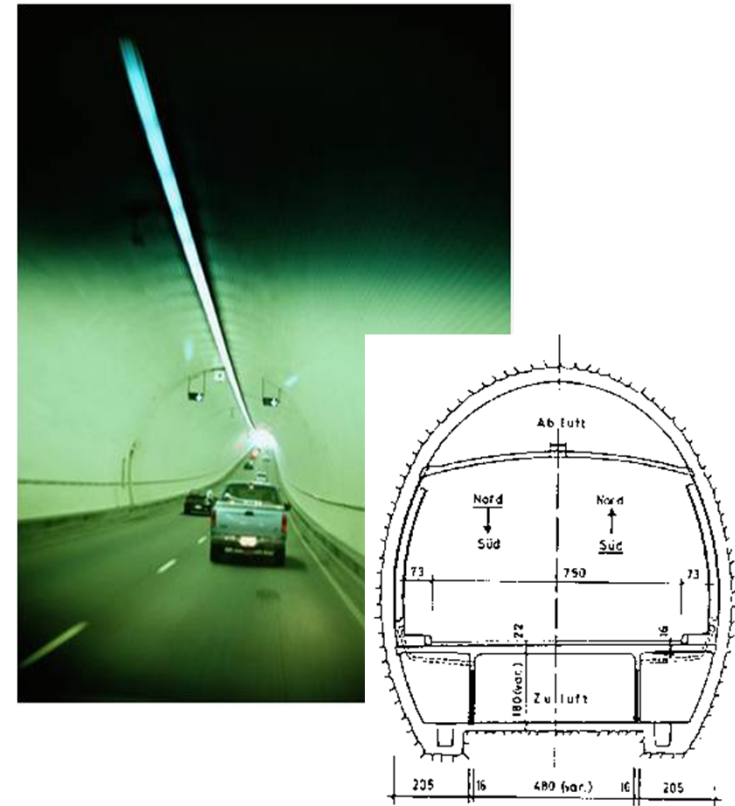
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Was machen Ingenieure ?
- Ingenieure treffen Entscheidungen oder unterstützen dabei !
 - Was für einen Querschnitt sollte der Balken haben?
 - Sollte die Brücke saniert werden?
 - Ist eine Steinschlaggalerie nötig, wenn ja, wie dick sollte die Deckenplatte sein ?



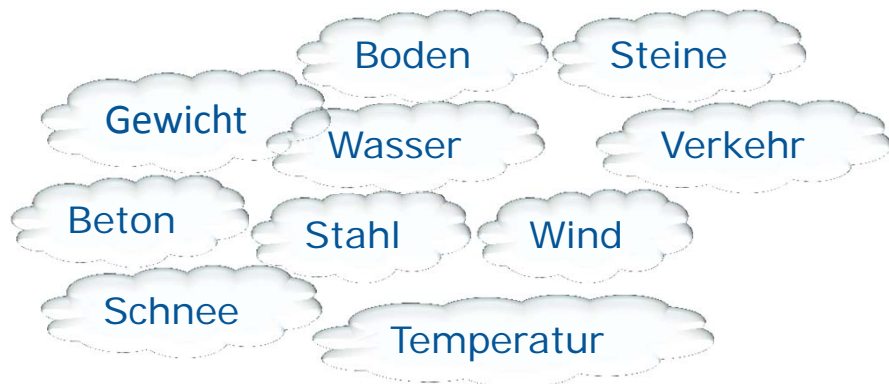
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Was machen Ingenieure ?
- Ingenieure treffen Entscheidungen oder unterstützen dabei !
 - Was für einen Querschnitt sollte der Balken haben?
 - Sollte die Brücke saniert werden?
 - Ist eine Steinschlaggalerie nötig, wenn ja, wie dick sollte die Deckenplatte sein ?
 - In welchem Abstand sollten Notausgänge vorhanden sein ?

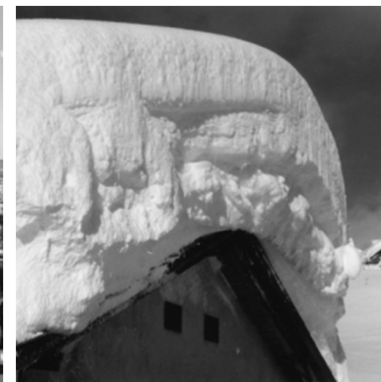


Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Entscheidungsprobleme betreffen Zustände der realen Umwelt:
 - Mögliche Einflussgrößen bezüglich

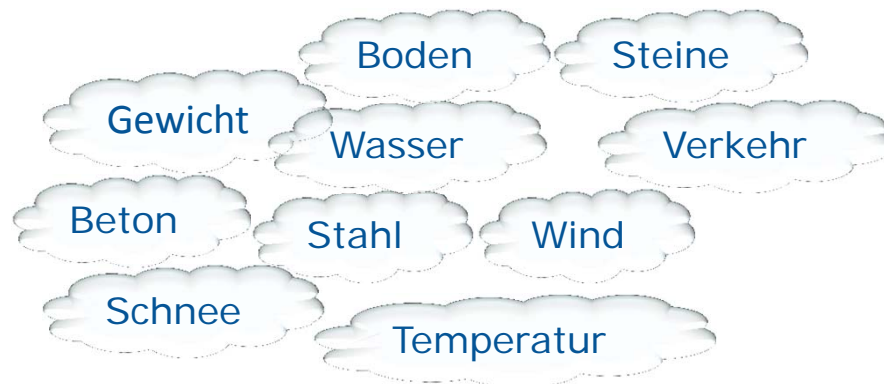


- Beschreibung der Phänomene durch Modelle



Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

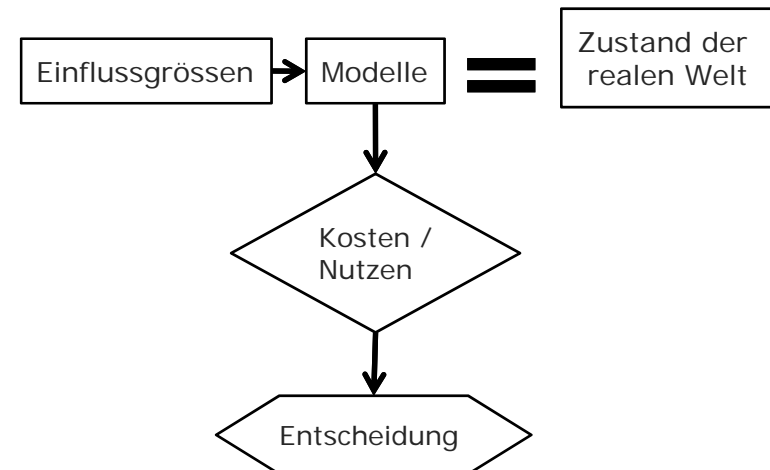
- Entscheidungsprobleme betreffen Zustände der realen Umwelt :
 - Mögliche Einflussgrößen bezüglich



- Beschreibung der Phänomene durch Modelle



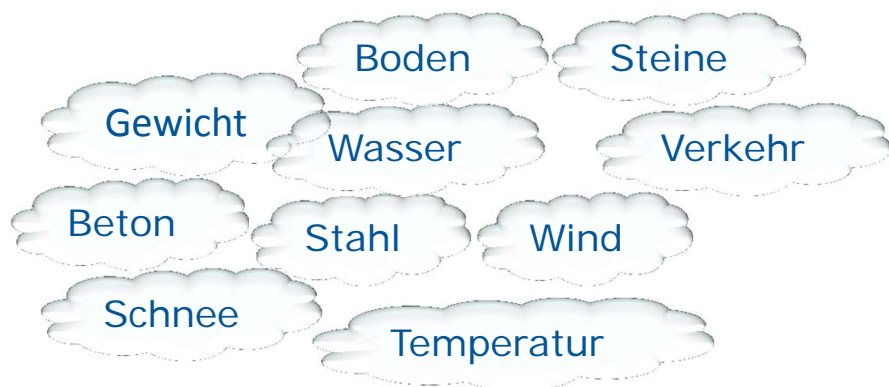
In einer exakt bekannten Welt:



- Sicherheit für Personen, Umwelt und Güter
- Wirtschaftlichkeit

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

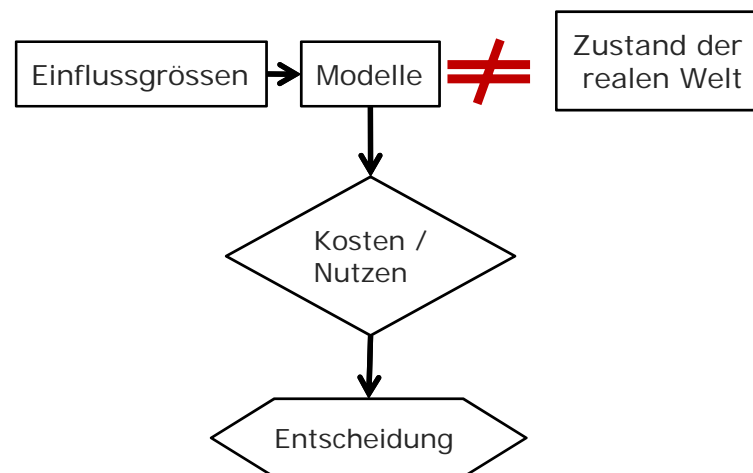
- Entscheidungsprobleme betreffen Zustände der realen Umwelt :
 - Mögliche Einflussgrößen bezüglich



- Beschreibung der Phänomene durch Modelle



Die Welt steckt aber voller Unsicherheiten !



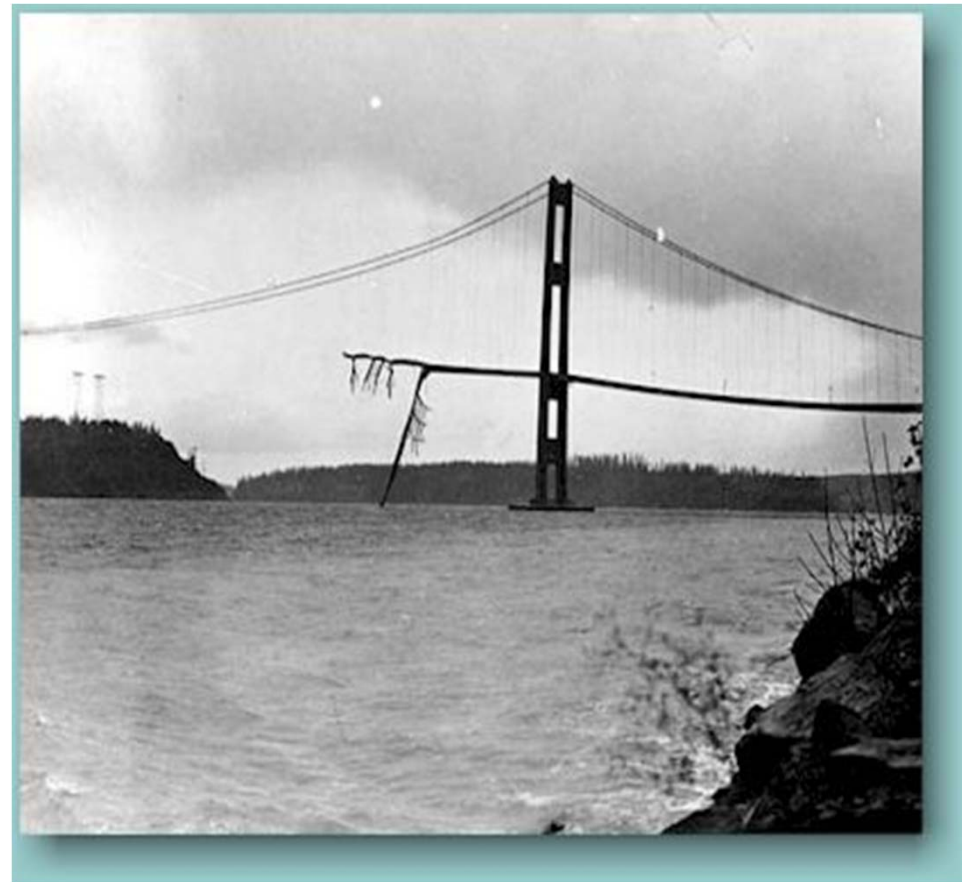
- ?? Sicherheit für Personen, Umwelt und Güter
- ?? Wirtschaftlichkeit

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Woher kommen diese Unsicherheiten?
 - Die Informationen über Einflussgrößen sind nur sehr vage.
 - Zukünftige Ereignisse unterliegen dem Zufall.
 - Modelle sind oft nur sehr grobe Vereinfachungen der Wirklichkeit.
- Unsicherheiten sind im Ingenieurwesen allgegenwärtig und lassen sich in zwei Klassen aufteilen:
 - Unsicherheiten infolge natürlicher Variabilität (Zufall)
 - Unsicherheiten infolge von unvollständigem Wissen
- **Entscheidungen im Ingenieurwesen sind sehr oft Entscheidungen unter Unsicherheiten.**

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

Ein Beispiel, bei welchem Modelle nicht präzise die reale Welt dargestellt haben.



Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Wie lösen Ingenieure Entscheidungsprobleme in der Praxis ?
 1. Normen und Richtlinien
 - Unterstützen den Ingenieur bei gewöhnlichen Entscheidungsproblemen
 - Beinhalten zu treffende Annahmen bezüglich der Einflussgrößen
 - Beinhalten zu verwendende Modelle
 - Repräsentieren akkumulierte Ingenieurserfahrung
 - Basieren nur teilweise auf einer rationalen Grundlage
 - Vorsicht bei aussergewöhnlichen Entscheidungsproblemen!



Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Wie lösen Ingenieure Entscheidungsprobleme in der Praxis ?
 2. Beste Schätzer oder konservative Schätzer für die Einflussgrößen
 - Für Probleme ausserhalb des Anwendungsbereiches der Norm
 - Bester Schätzer (Mittelwert) wenn Unsicherheiten klein und/oder Lösung des Problems nicht sensitiv gegenüber Unsicherheiten
 - Konservative Schätzer für mehr Sicherheit ?

Probleme:

- Sind die Schätzer genügend konservativ, wie kann gleichmässige Sicherheit über mehrere Entscheidungen hinweg garantiert werden ?
- Konservativ ist nicht immer konservativ in allen Fällen
- Ist die Lösung unnötig teuer ?
- Manche Fragestellungen lassen sich mit besten oder konservativen Schätzern gar nicht beantworten !

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Wie lösen Ingenieure Entscheidungsprobleme in der Praxis ?
 3. Explizite Berücksichtigung von Unsicherheiten in der Entscheidungsfindung
 - Notwendig für die fundierte Betrachtung von aussergewöhnlichen Problemstellungen
 - Berücksichtigung von Unsicherheiten infolge von unvollständigem Wissen und natürlicher Variabilität
 - Quantifizierte Aussagen zur Zuverlässigkeit von Ingenieurbauten und / oder Personenrisiken und Sachrisiken von Aktivitäten

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Was ist Risiko?

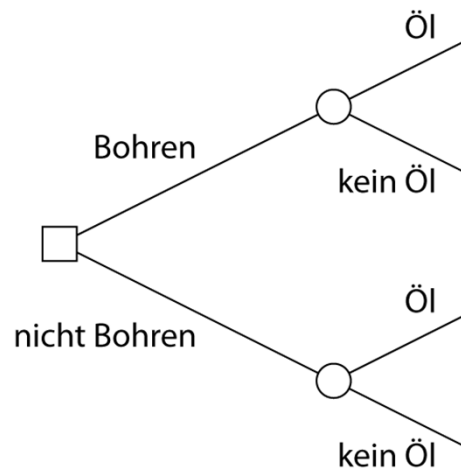
Beispiel eines einfachen Entscheidungsproblems:

Ein Unternehmer beauftragt Sie folgendes Entscheidungsproblem zu formulieren und ihn entsprechend ihren Untersuchungen zu beraten.

Auf seinem Land werden Ölvorkommen vermutet. Die Bohrung würde etwa 400'000 \$ kosten. Wird Öl gefunden wird der Gewinn auf 5'000'000 \$ geschätzt.

Entscheidungsproblem:

Was raten Sie dem Unternehmer ?



Bohren, Öl -> $5 - 0.4 = 4.6$ Mio\$

Bohren, kein Öl -> $0 - 0.4 = -0.4$ Mio\$

Nicht Bohren, Öl -> 0 Mio\$

Nicht Bohren, kein Öl -> 0 Mio\$

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

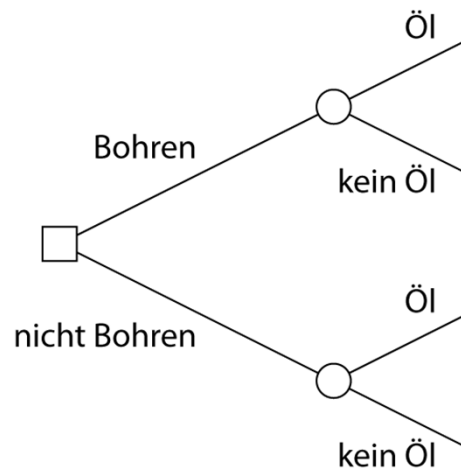
- Was ist Risiko?

Beispiel eines einfachen Entscheidungsproblems:

Die Entscheidung ist abhängig von dem Zustand im Boden (Öl oder kein Öl) und den wirklich anfallenden Kosten (wie viel Öl, welche Qualität, Komplikationen bei der Bohrung). Um den Unternehmer zu beraten müssen Sie die **Unsicherheiten basierend auf Information modellieren**.

Entscheidungsproblem:

Was raten Sie dem Unternehmer ?



Bohren, Öl -> $5 - 0.4 = 4.6$ Mio\$

Bohren, kein Öl -> $0 - 0.4 = -0.4$ Mio\$

Nicht Bohren, Öl -> 0 Mio\$

Nicht Bohren, kein Öl -> 0 Mio\$

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

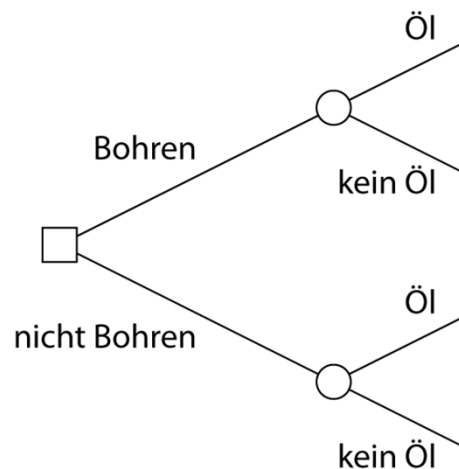
- Was ist Risiko?

Beispiel eines einfachen Entscheidungsproblems:

Aufgrund der Ihnen vorliegenden Information wählen sie für die Wahrscheinlichkeit, dass Öl vorhanden ist 0.1, die Wahrscheinlichkeit, dass kein Öl vorhanden ist, ist somit 0.9.

Entscheidungsproblem:

Was raten Sie dem Unternehmer ?



$$0.1 (5 - 0.4) = 0.46 \text{ Mio\$}$$

$$0.9(0 - 0.4) = -0.36 \text{ Mio\$}$$

Nicht Bohren, Öl -> 0 Mio\$

Nicht Bohren, kein Öl -> 0 Mio\$

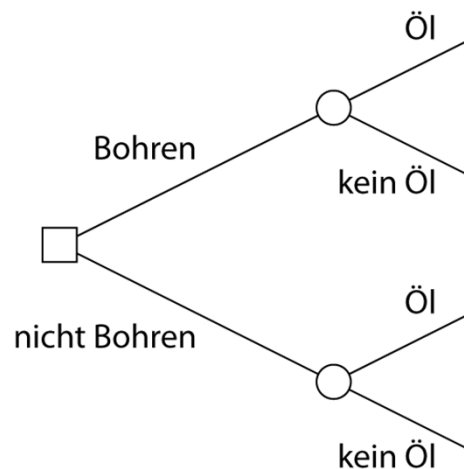
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Was ist Risiko?

Das Risiko ist
$$R_A = 0.1 \cdot 4.6 + 0.9 \cdot (-0.4) = 0.1 = \sum_{i=1}^{n_E} R_{E_i} = \sum_{i=1}^{n_E} P_{E_i} \cdot C_{E_i}$$

Entscheidungsproblem:

Was raten Sie dem Unternehmer ?



$0.1 (5 - 0.4) = 0.46 \text{ Mio\$}$

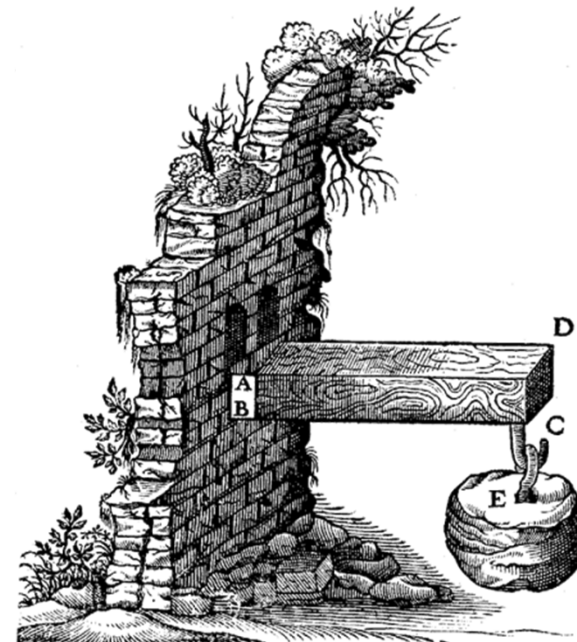
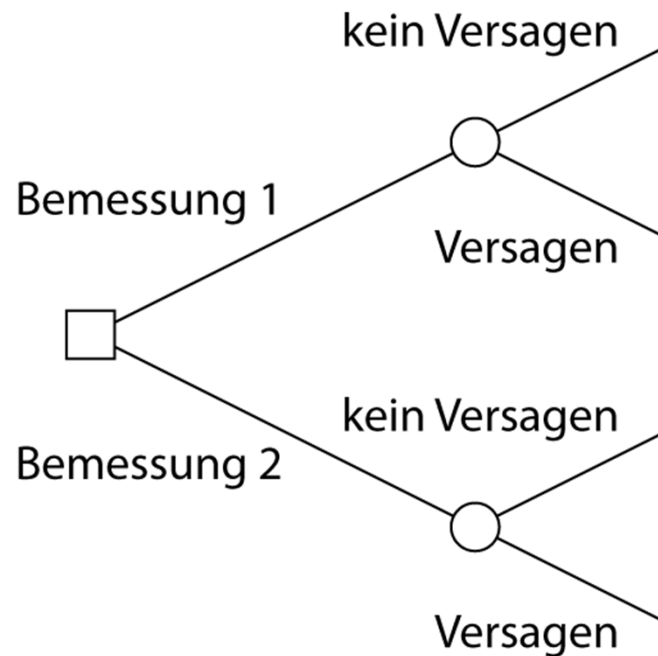
$0.9(0 - 0.4) = -0.36 \text{ Mio\$}$

Nicht Bohren, Öl -> 0 Mio\$

Nicht Bohren, kein Öl -> 0 Mio\$

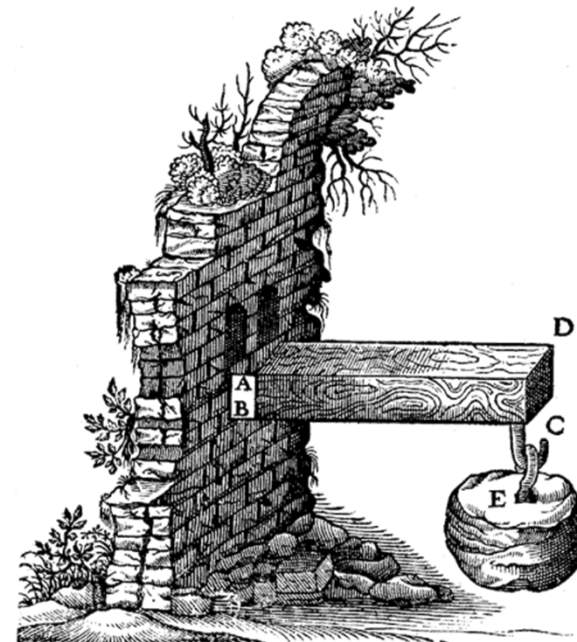
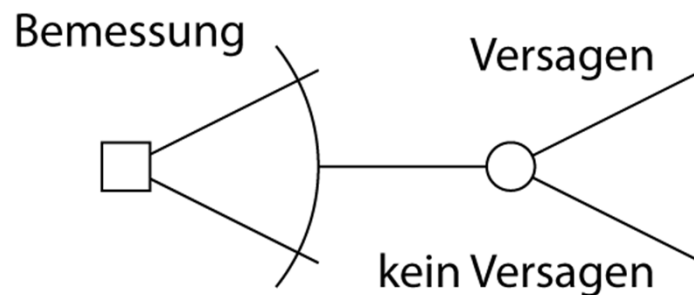
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Analog für andere Beispiele



Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- Analog für andere Beispiele



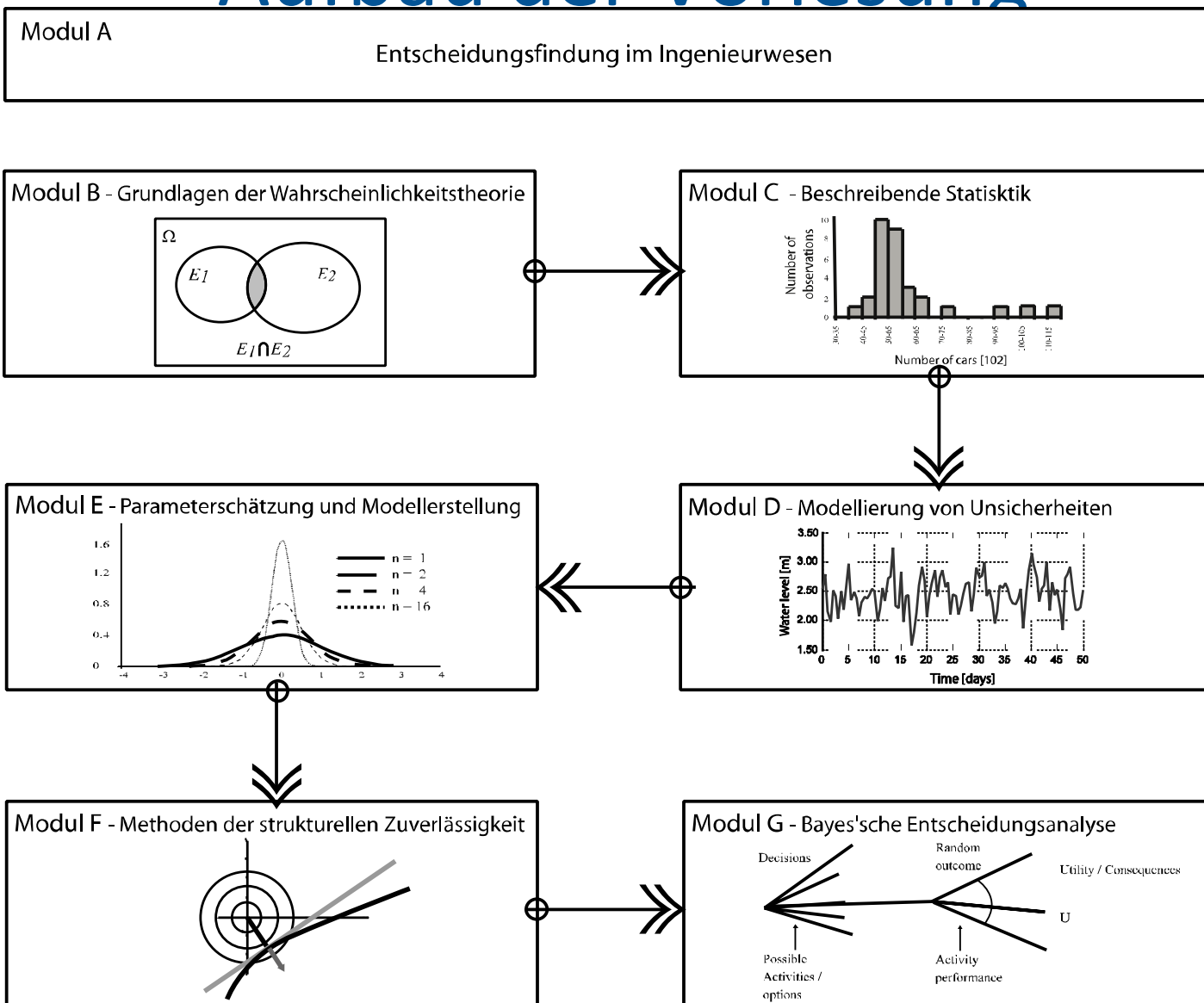
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

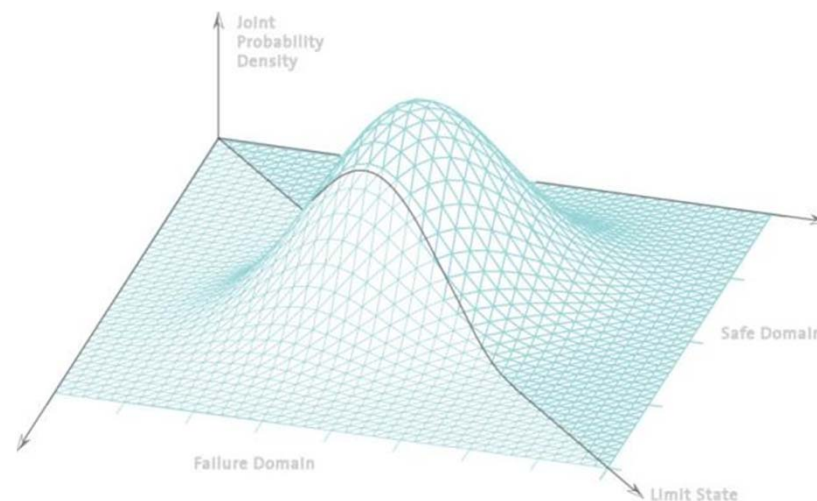
- Zusammenfassung

Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung werden im Ingenieurwesen benötigt, um:

- Unsicherheiten im Zusammenhang mit Ingenieurmodellen zu quantifizieren.
- die Ergebnisse von Experimenten zu dokumentieren und zu bewerten.
- die Wichtigkeit von unsicheren Einflussgrößen beurteilen zu können.
- effiziente Entscheidungen treffen zu können.

Aufbau der Vorlesung





Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

Dr. Jochen Köhler