

Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung

1. Vorlesung

Prof. Dr. Michael Havbro Faber

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
- 12 wöchentliche Übungsvorlesungen mit jeweils zwei Teilen à 45 Minuten
- 2 Teilprüfungen à 90 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 (hochgeladen je einen Tag vor der jeweiligen Veranstaltung)
- Übungen/Lösungen (zum Herunterladen)
- Gruppeneinteilung für die Übungsvorlesung
- Glossar (Deutsch-Englisch)
- Video der Vorlesung in 2007 (in Englisch)

Organisation der Vorlesung

Wann??	Normalerweise... Dienstags 8-10 Uhr
Wo??	HIL E1
Ausnahmen:	Donnerstag 15.4.2010 Vorlesung 7:45-9:45 HIL E4 Dienstag 20.4. 2010 sowie Dienstag 25.5. 2010 Übung statt Vorlesung Räume werden noch bekannt gegeben!
Skript (Deutsch)	Kann für einen Unkostenbeitrag von 25CHF in der Pause erworben werden

Organisation der Übungsvorlesung



Mathias Graf
HCI G3

Gerhard Fink
HCI D8



Markus Deublein
HIL E4

Katharina Krämer
HCI D2



Organisation der Übungsvorlesung

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

Wo?? Studierende Nachnamen A – E HCI D8
Studierende Nachnamen F – H HCI D2
Studierende Nachnamen I – Rh HCI G3
Studierende Nachnamen Ri – Z HIL E4

Ausnahmen: Donnerstag, 01.04.2010 erste Teilprüfung
Donnerstag, 27.05.2010 zweite Teilprüfung

Donnerstag, 15.04.2010 Vorlesung HIL E 4
Dienstag 20.4.2010 sowie
Dienstag 25.5.2010 Übung statt Vorlesung
Räume werden noch bekannt gegeben!

Gruppeneinteilung: Die Listen finden sich auf der Internetseite.

Was erwarten wir von Ihnen?

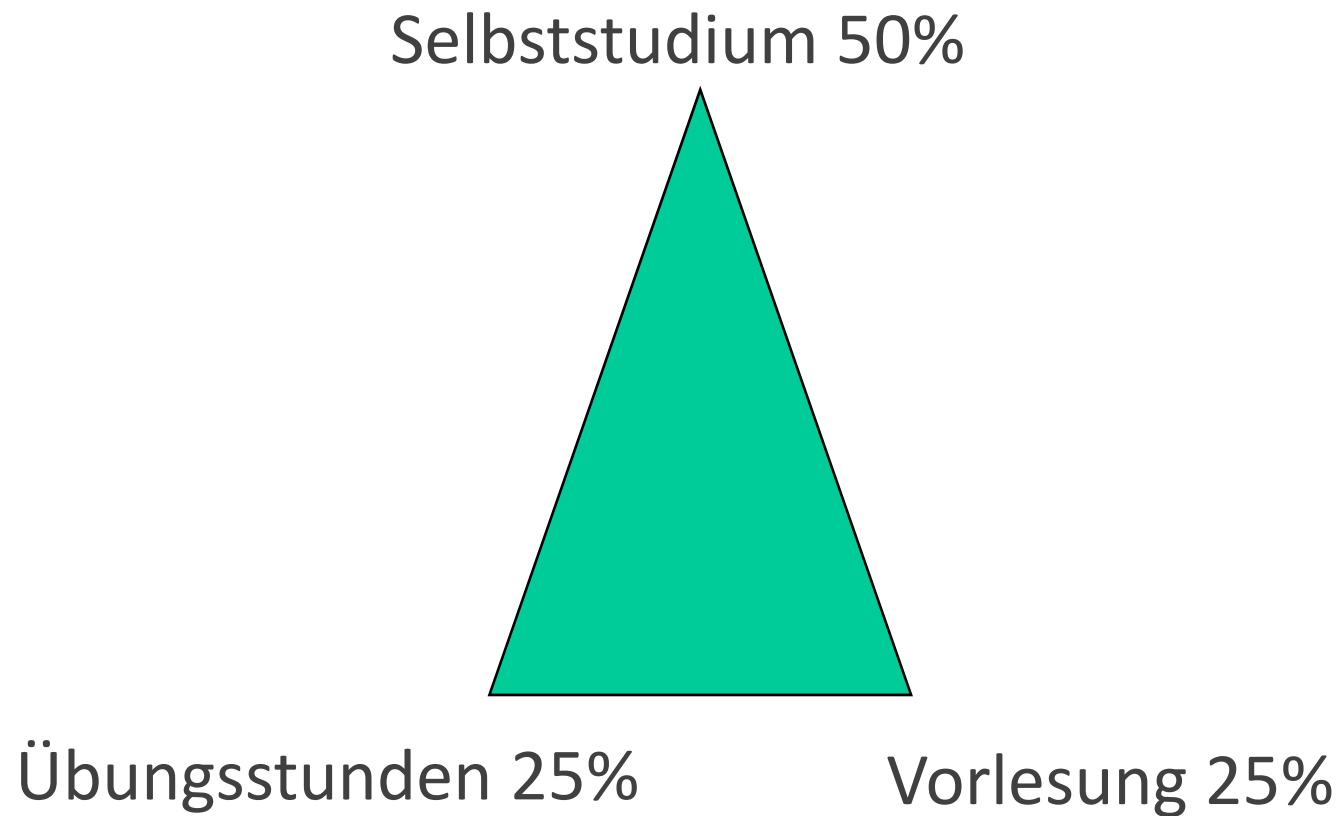
Nutzen Sie die Hilfe, die wir Ihnen anbieten:

- Profitieren Sie von der Vorlesung
- Profitieren Sie von der Übung
- 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

- Zwei Teilprüfungen während des Semesters
eine zur Halbzeit (01.04.2010)
die zweite gegen Ende der Vorlesungsperiode (27.05.2010)
- Basisprüfung
Termin wird noch bekanntgegeben....

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

Kommunikationsmittel (Handy, Computer, etc.) sind nicht erlaubt!

Ihre schriftlichen Unterlagen sind erlaubt.

Tipp: Stellen sie sich selbst eine handgeschriebene Zusammenfassung des Inhaltes der Vorlesung zusammen.

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

a



b



c



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

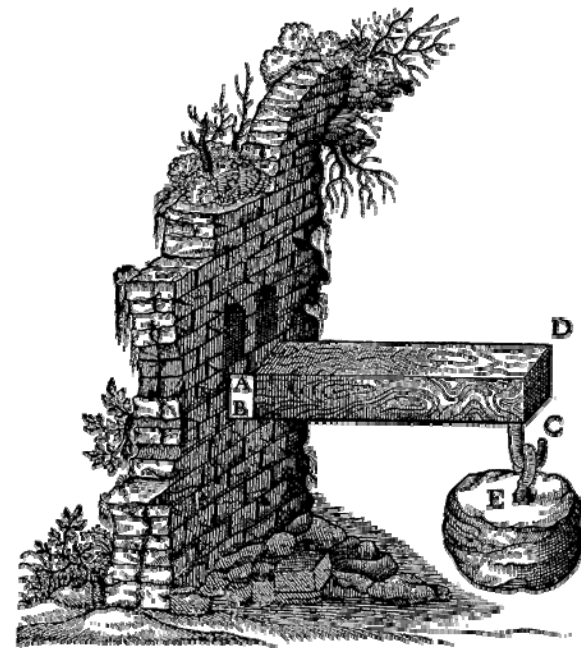
Rahmenbedingungen:

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

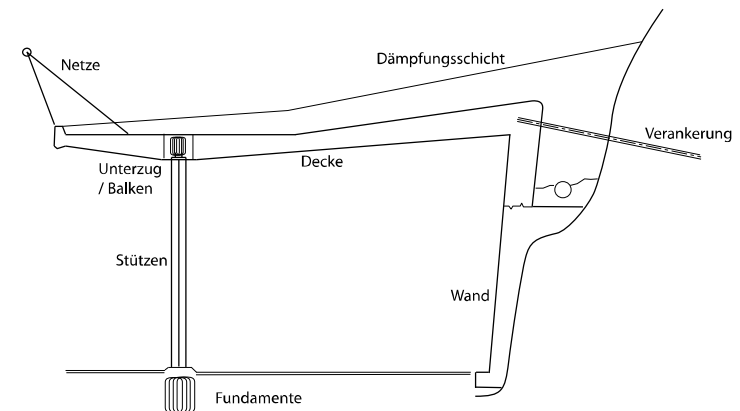
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

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



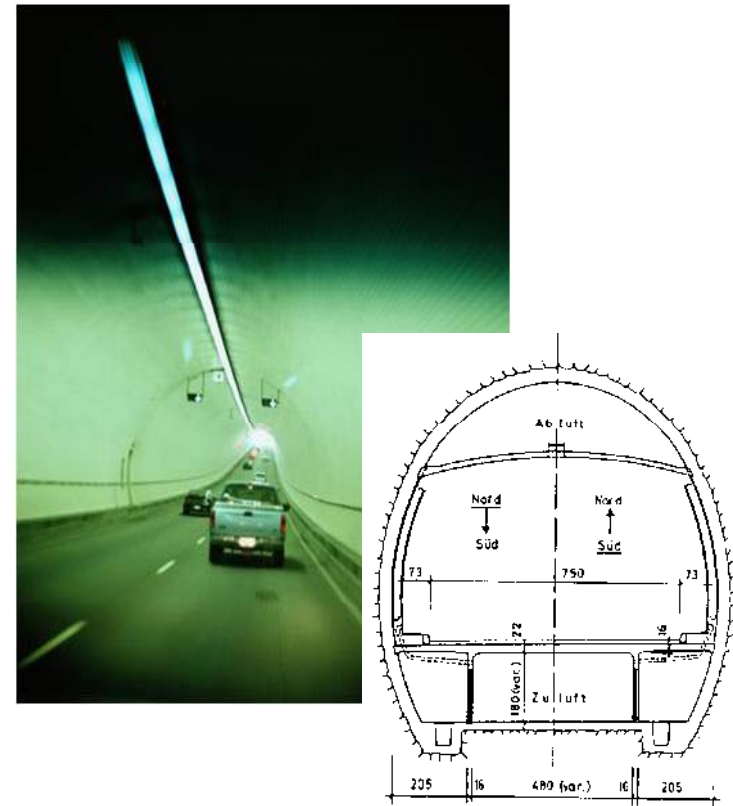
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

- 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?

- 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 ?

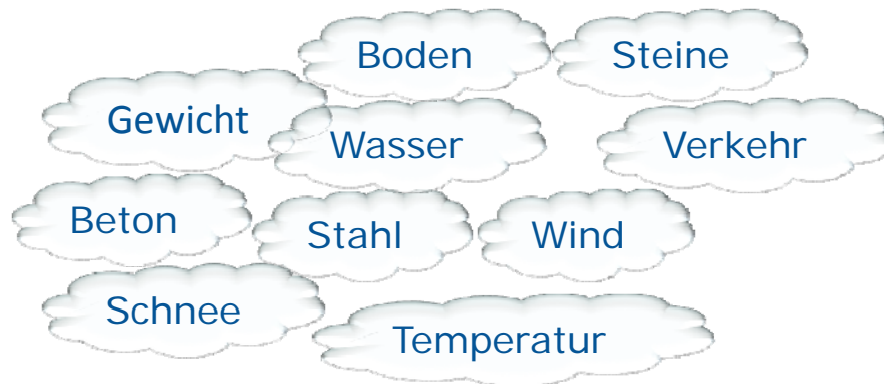
Rahmenbedingungen:

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

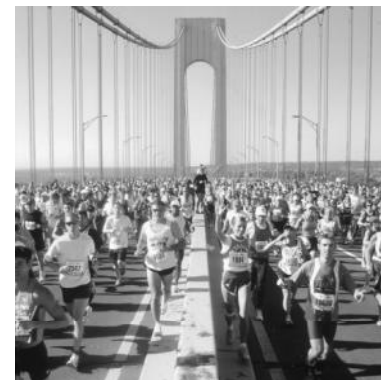
Wirtschaftlichkeit

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

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

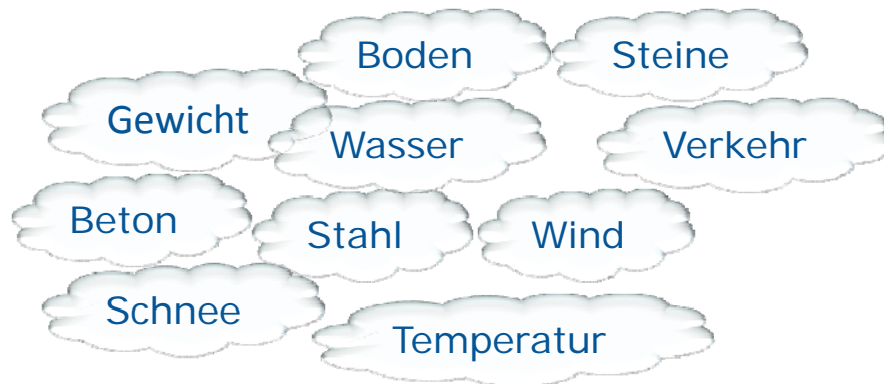


- Beschreibung der Phänomene durch Modelle



Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

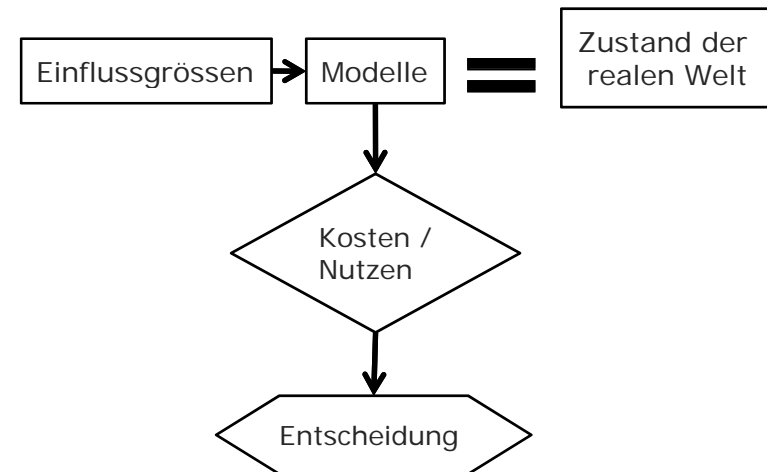
- Entscheidungsprobleme betreffen Zustände der realen Umwelt :
 - Mögliche Einflussgrößen bezüglich



- Beschreibung der Phänomene durch Modelle



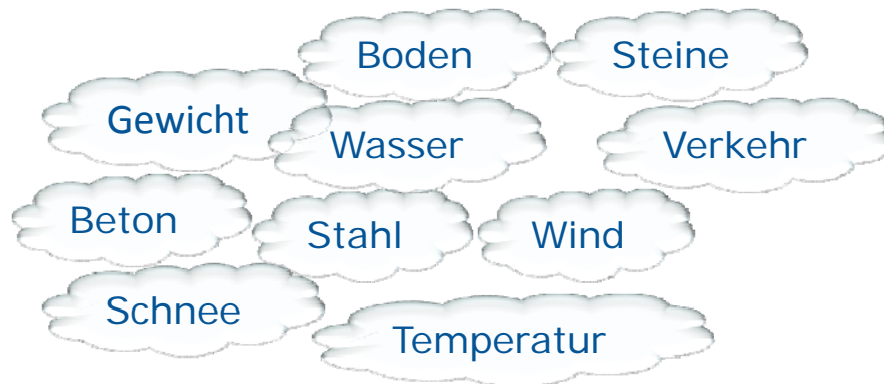
In einer exakt bekannten Welt:



- Sicherheit für Personen, Umwelt und Güter
- Wirtschaftlichkeit

Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

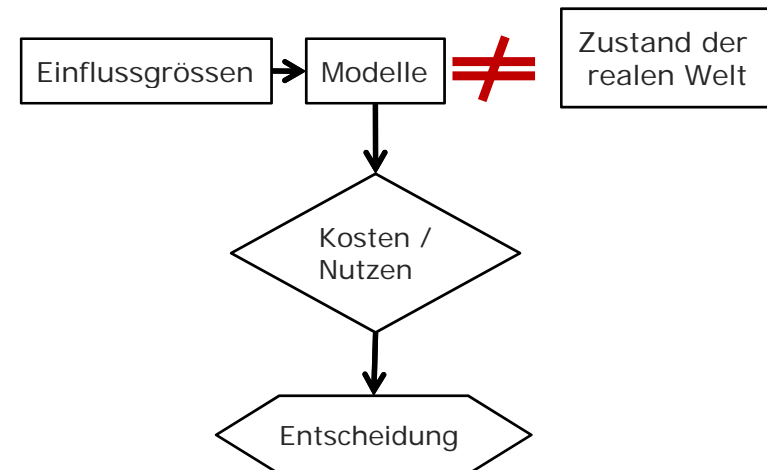
- Entscheidungsprobleme betreffen Zustände der realen Umwelt :
 - Mögliche Einflussgrößen bezüglich



- Beschreibung der Phänomene durch Modelle



Die Welt steckt aber voller Unsicherheiten !



?? Sicherheit für Personen, Umwelt und Güter

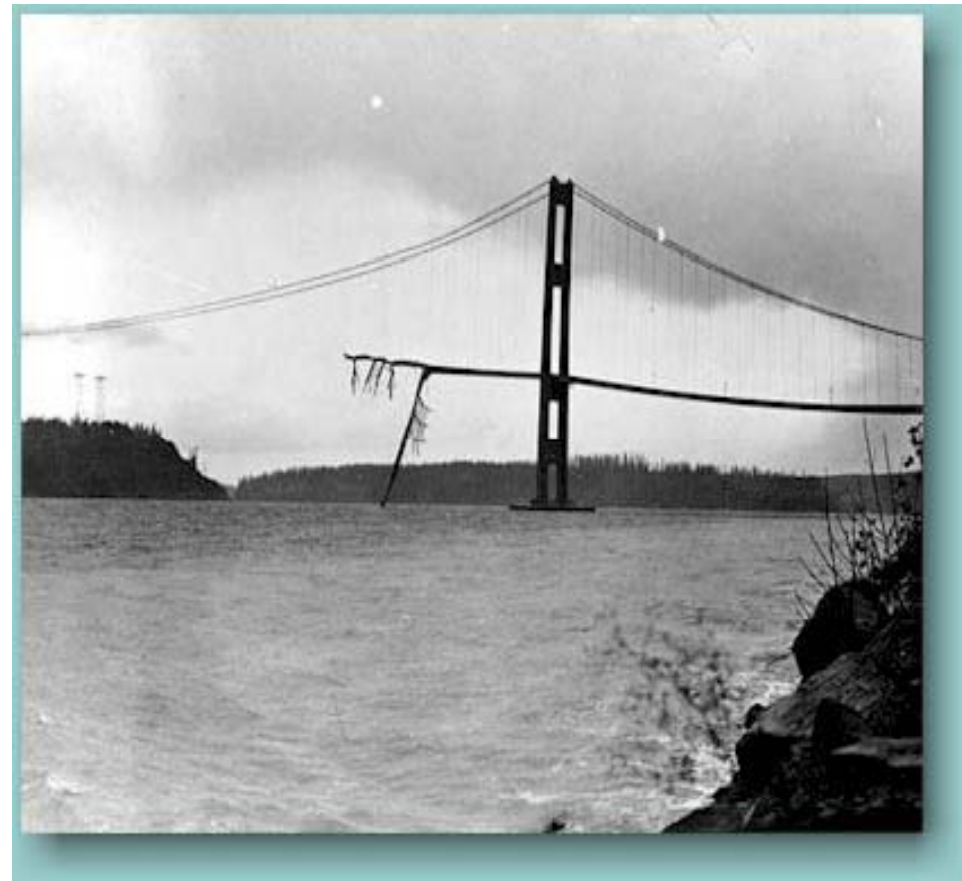
?? Wirtschaftlichkeit

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
 - Beinhaltet zu treffende Annahmen bezüglich der Einflussgrößen
 - Beinhaltet 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

Beispiel – Rückbau des Frigg Field

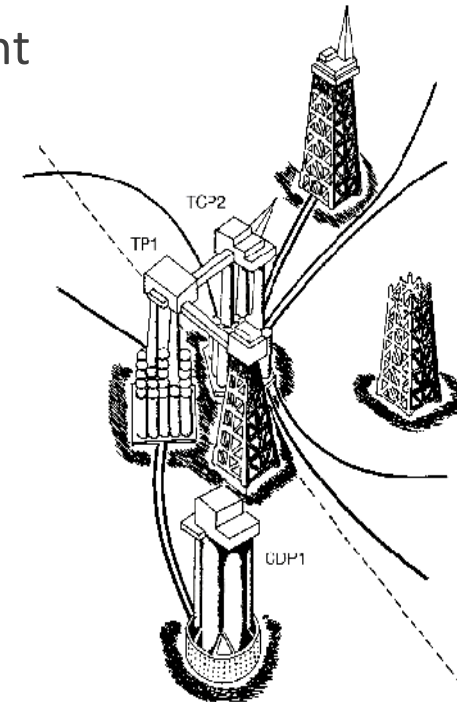
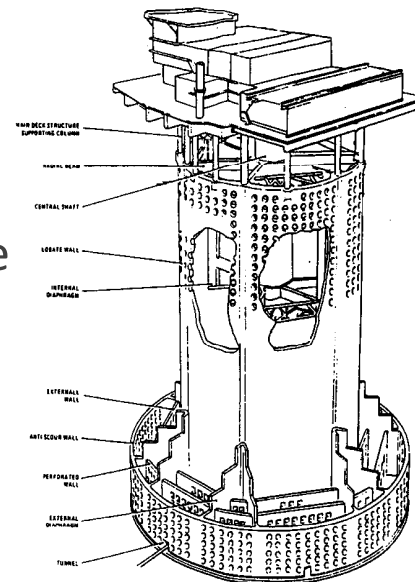
- Das Frigg Field wurde 1972-1978 erbaut und besteht aus drei Teilen
 - TCP2
 - TP1
 - CDP1

Gemäss internationalen Konventionen müssen Offshore Bauwerke rückgebaut werden.

Jedes der Bauwerke:

- Wiegt : 250000 t
- Kostet: 200 – 600 Mio. SFr

Bei keiner der Plattformen wurde der Rückbau bei der Planung berücksichtigt!



Beispiel – Rückbau des Frigg Field

- Das Entscheidungsproblem

Rückbau unter Berücksichtigung von

- Sicherheit von Personen
- Sicherheit der Umwelt
- Kosten
- Interessensgruppen

Greenpeace

Fischerei

IMO

....

Beispiel – Rückbau des Frigg Field

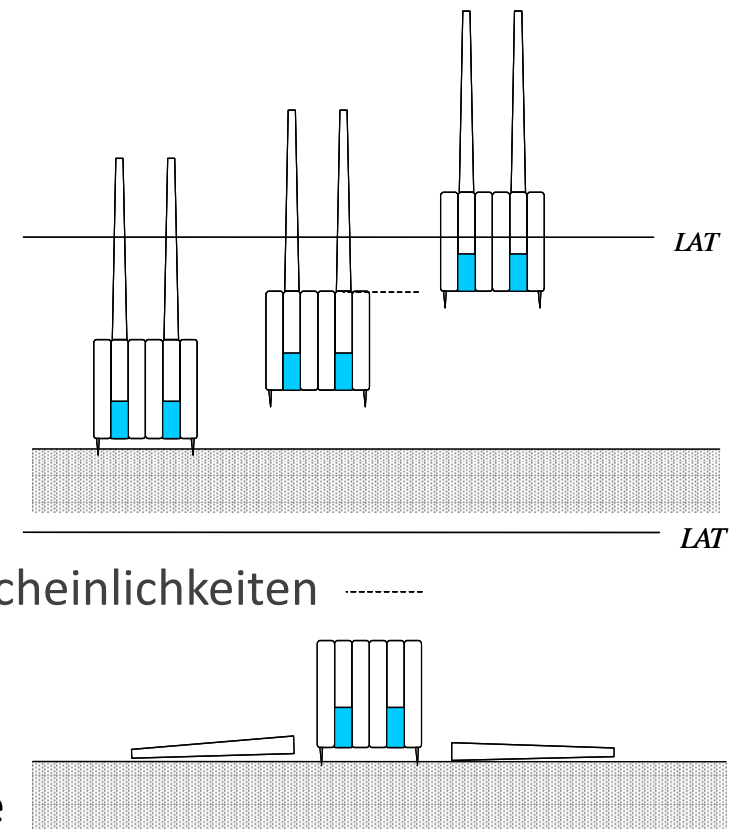
Drei Optionen werden betrachtet

- „Refloat“ und Rückbau „Onshore“
- „Refloat“ und Rückbau „Offshore“
- Rückbau bis zu einer Tiefe von 55 m

Das Vorgehen

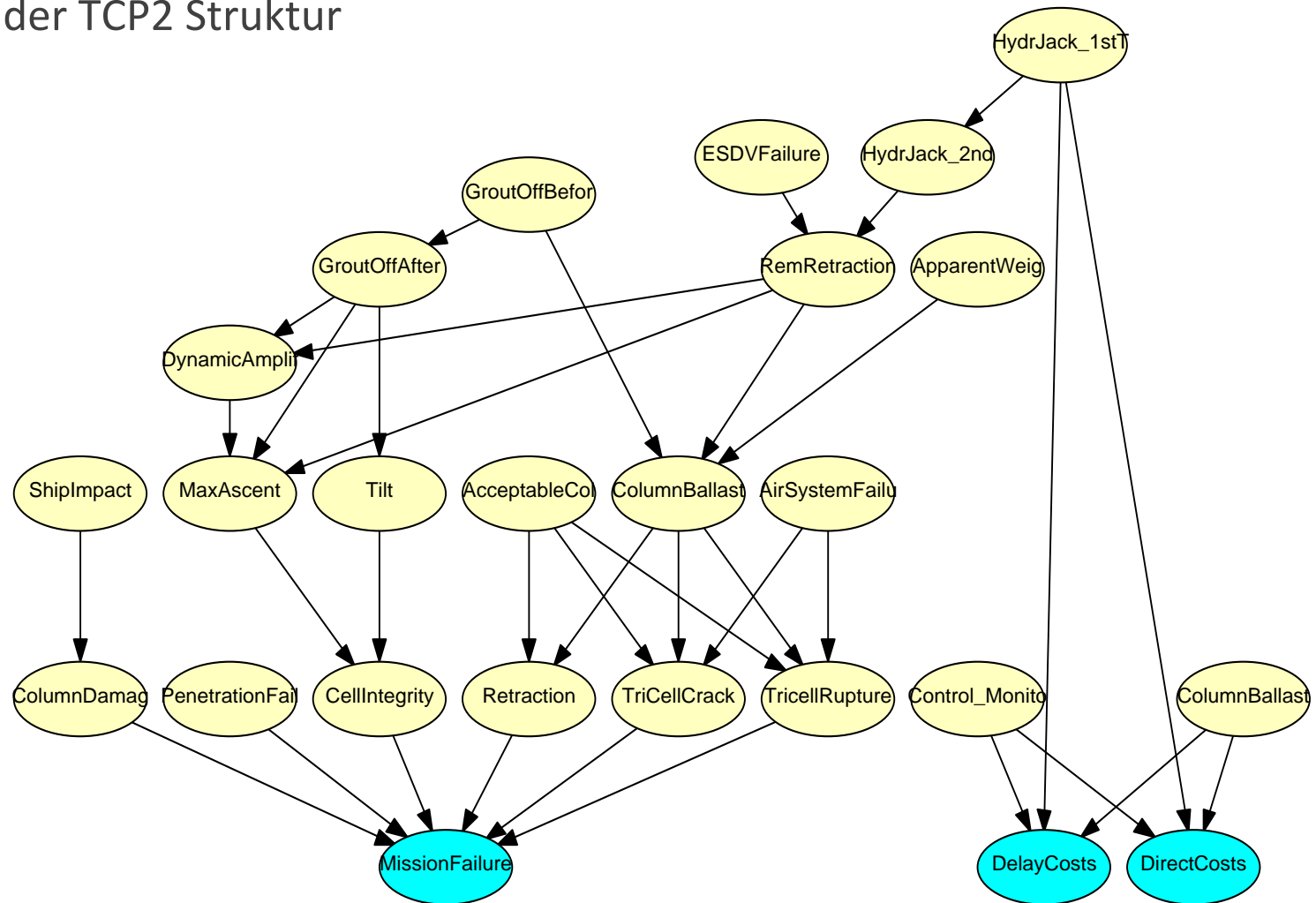
- Identifikation von Gefahrenszenarien chronologisch
- Quantifizierung von Eintretenswahrscheinlichkeiten
- Quantifizierung der Konsequenzen

Angewendetes Verfahren: Bayes'sche Netze



Beispiel – Rückbau des Frigg Field

- Re-float der TCP2 Struktur



Beispiel – Rückbau des Frigg Field

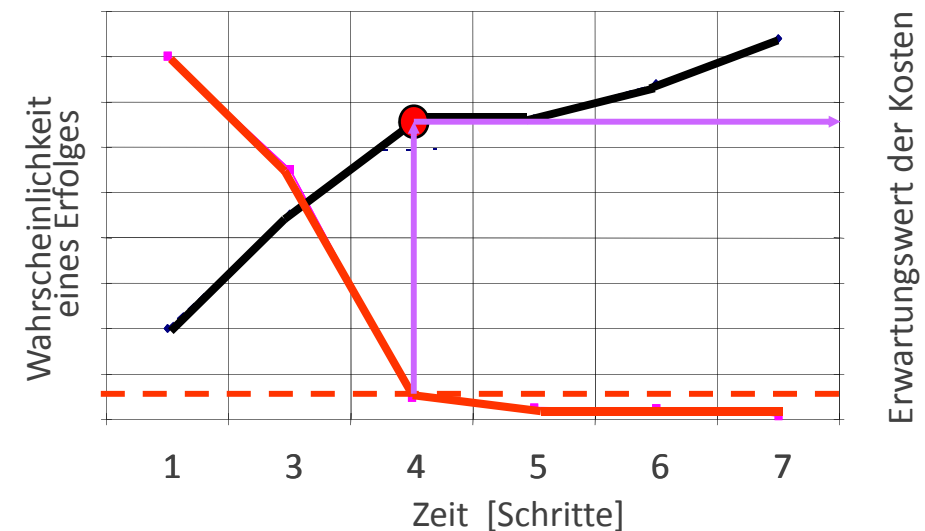
- Resultate der Entscheidungsanalyse

Zeitvariation von

- Erwartungswert der Kosten
- Wahrscheinlichkeit des Erfolges des Vorhabens

Entscheidungsunterstützung

- Wie viel muss investiert werden, bis die Wahrscheinlichkeit des Erfolges des Vorhabens ausreichend gross ist?



Entscheidungsprobleme im Ingenieurwesen

- Bemessung von Tragwerken

Aussergewöhnliche Bauwerke



Grosse Belt Brücke
während des Baus

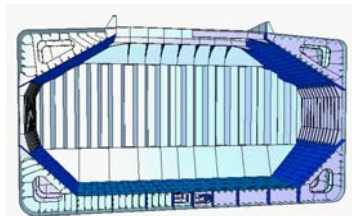


Konzeptstudie der
Troll Plattform

Entscheidungsprobleme im Ingenieurwesen

- Bemessung von Tragwerken

Neue, innovative Anwendungen

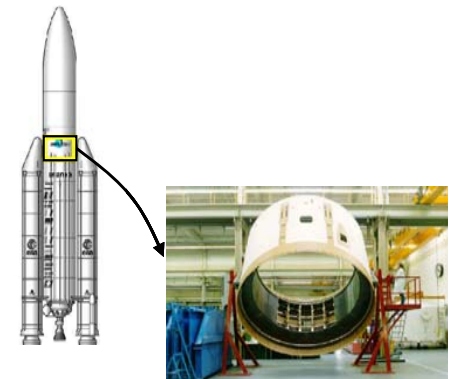


Konzeptstudie Floating Production
Lager und Entladeeinheit

23.02.2010



ARIANE 5



Entscheidungsprobleme im Ingenieurwesen



Vorher

Optimale Allokation von Ressourcen in der Risikoreduktion

- Verstärkung
- Neubau

Hinsichtlich möglicher Erdbeben

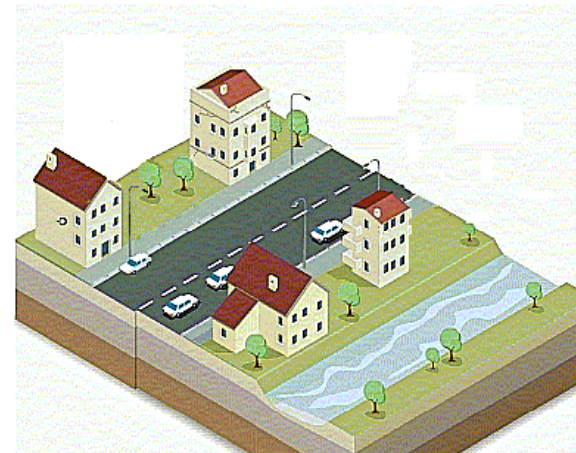


Während

Schadenminderung, Kontrolle

Notfallplanung

Nach einem Erdbeben



Nach

Wiederinstandsetzung der Infrastruktur

Zustandsbewertung und Aktualisierung von Risiko und Zuverlässigkeit

Optimale Allokation von Ressourcen für Wiederaufbau und Verstärkung

Entscheidungsprobleme im Ingenieurwesen

- Inspektions- und Unterhaltsplanung

Wegen

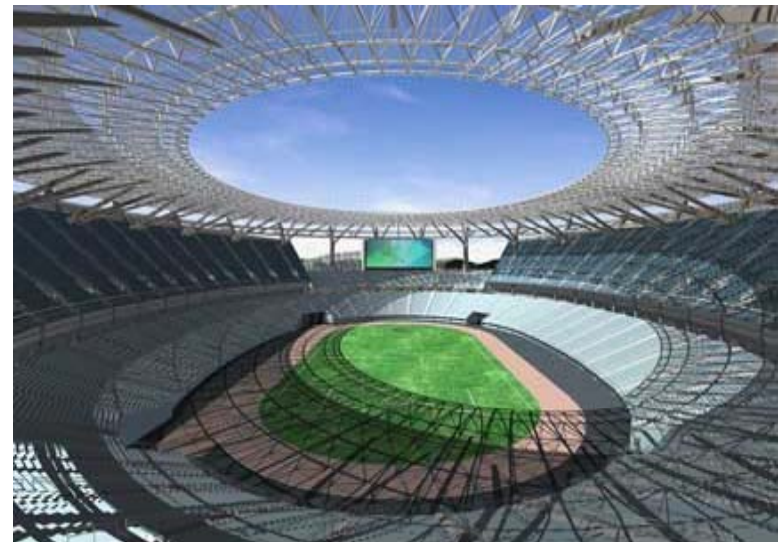
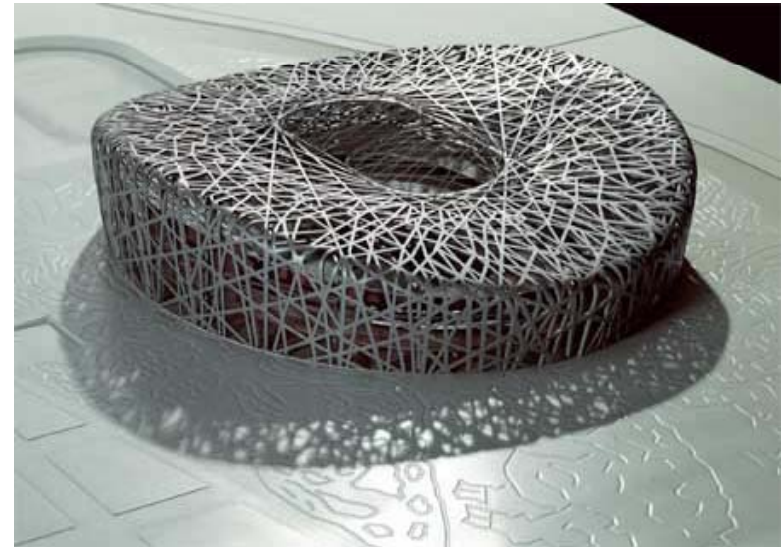
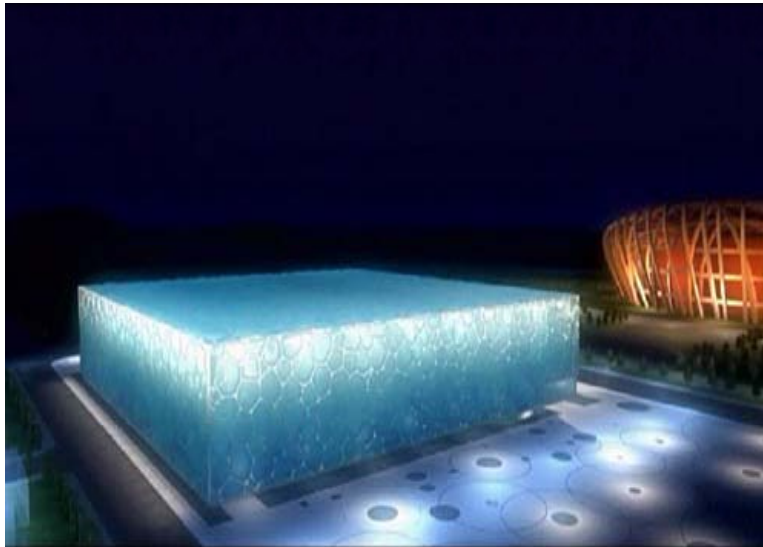
- Nutzlasten
- Exposition zur Umwelt

sind Bauwerke Alterungsprozessen
ausgesetzt, wie:

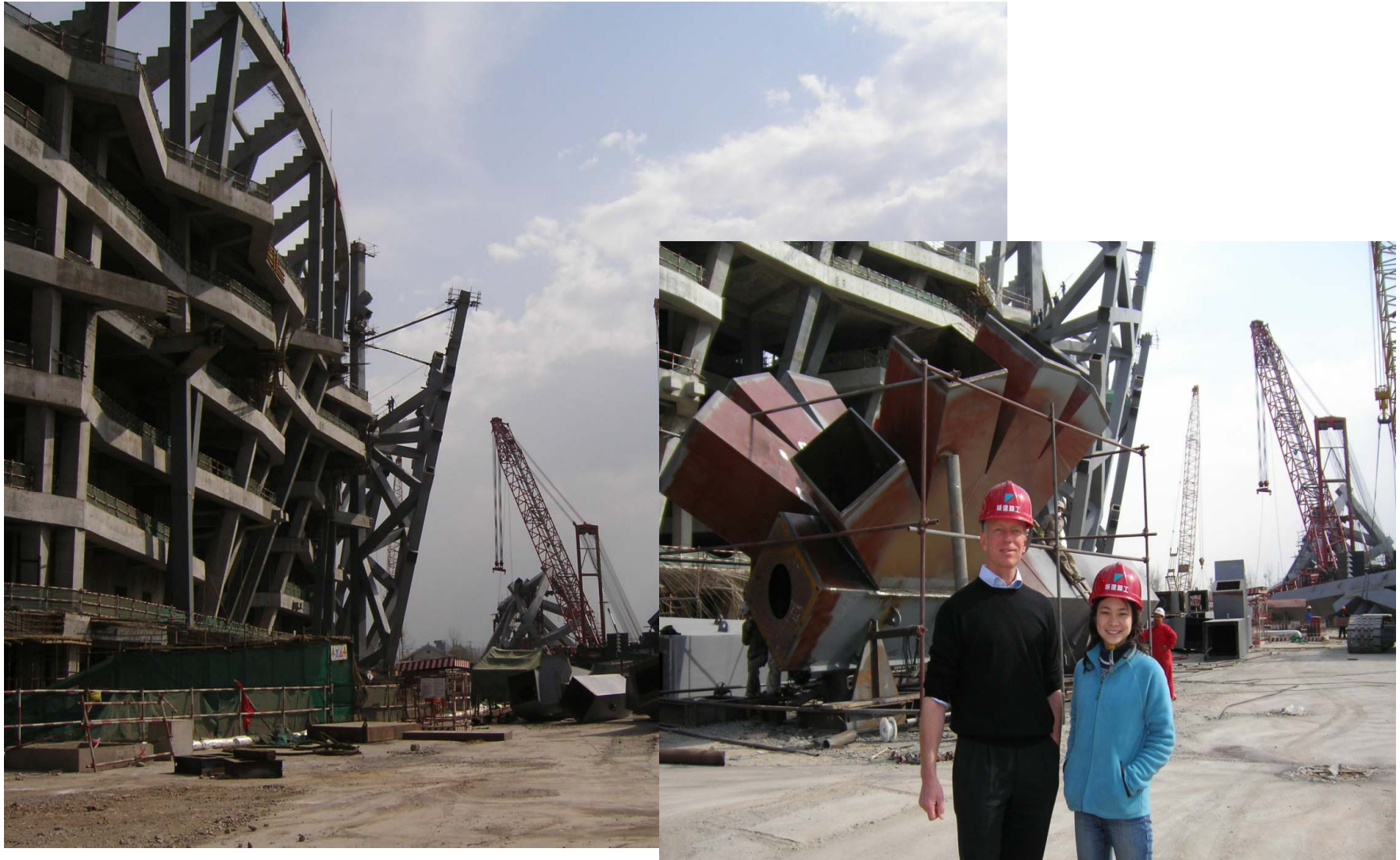
- Ermüdung
- Korrosion
- etc.



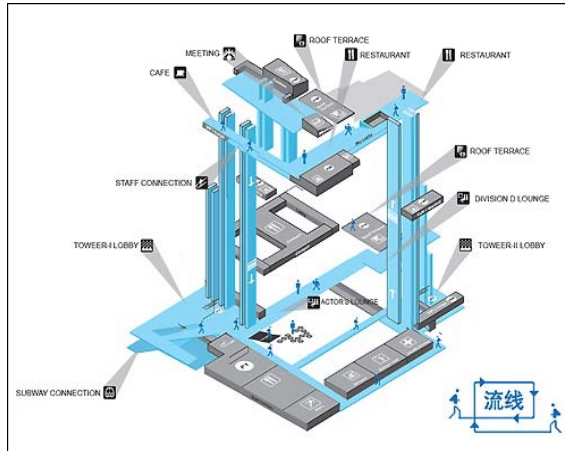
Entscheidungsprobleme im Ingenieurwesen



Entscheidungsprobleme in Ingenieurwesen



Entscheidungsprobleme in Ingenieurwesen



Neue Herausforderungen stellen
aussergewöhnliche
Anforderungen an Bau-
Management und
Sicherheit.



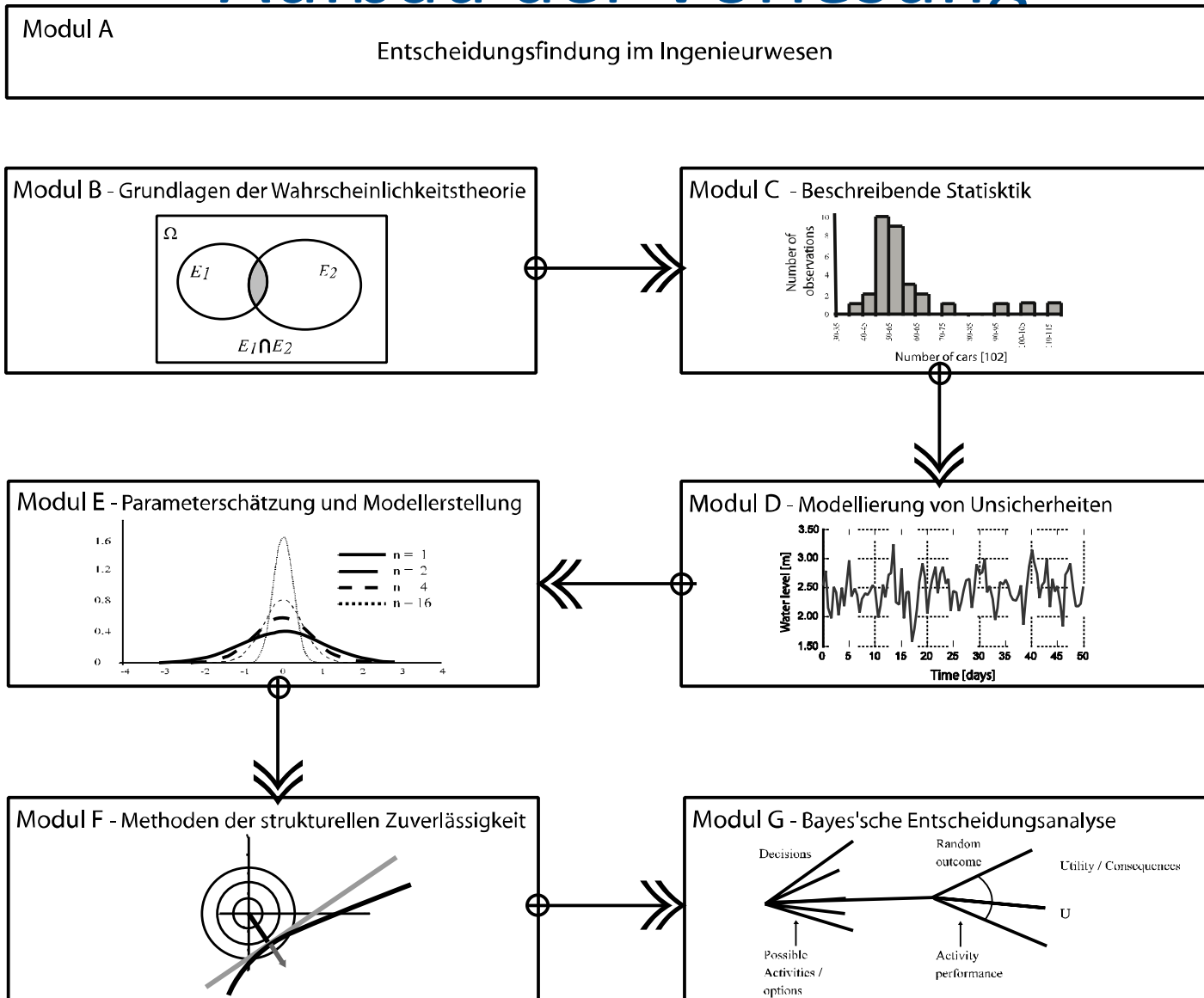
Warum Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Ingenieurwesen?

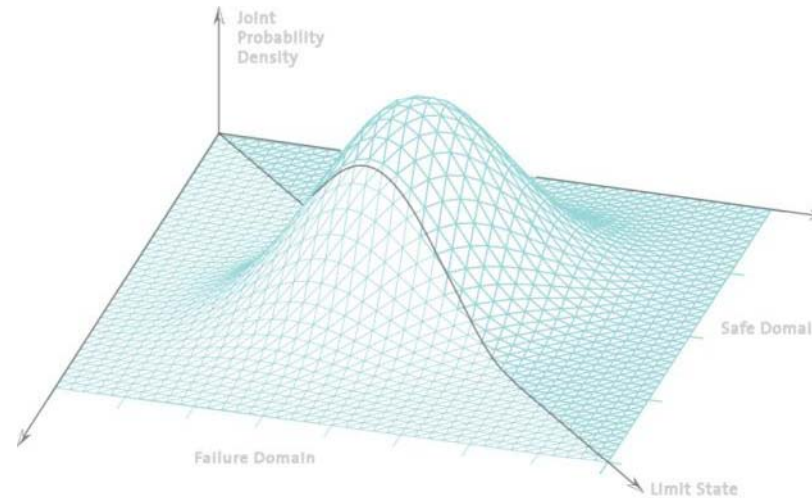
- Zusammenfassung

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

Prof. Dr. Michael Havbro Faber