

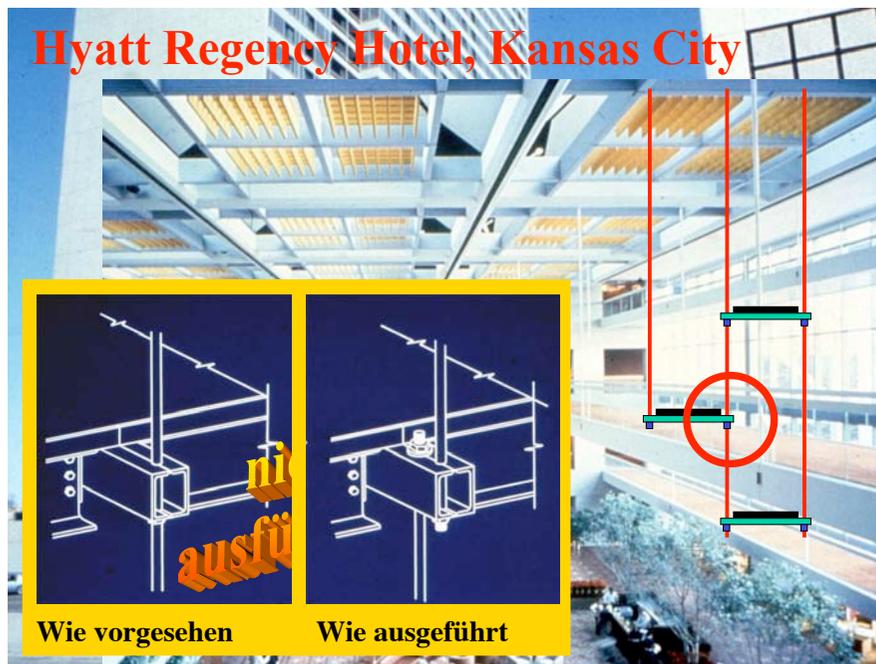
Jörg Schneider
Professor emeritus
Eidg. Techn. Hochschule Zürich

Human Error

diskutiert an
Beispielen des Bauwesens

Vorbemerkungen:

- Ich zeige – dem Thema entsprechend – vorwiegend Fehlleistungen von Bauingenieuren im Bauwesen. Das darf nicht missverstanden werden: Fehlleistungen im Bauwesen sind äusserst selten.
- Praktisch jedes Bauwerk ist ein Prototyp. Das unterscheidet Bauwerke von den Produkten vieler anderer Disziplinen.
- Bauwerke sind überall. Kein Produktionszweig ist so überlebensnotwendig wie das Bauwesen.



Schlussfolgerungen und Folgen:

5

- Der Status der Zeichnungen war unklar.
- Die **Kommunikation** zwischen Beteiligten war ungenügend.
- Etwas mehr **Zeit und Aufmerksamkeit** der Beteiligten hätte den Fehler ans Licht gebracht.
- Eine sorgfältige **Prüfung** der Ausführungspläne hätte den Fehler sicher aufgedeckt.
- Der Ingenieur, der die Ausführungspläne unterzeichnet hatte, verlor seine Lizenz.
- Das Ingenieurbüro verlor seine Zulassung.
- Viele zivile Gerichtsverfahren um eine Schadensumme von mindestens 140 Millionen \$.

Jede Situation enthält ein ...

6



Tacoma Narrows Bridge, 1940

7



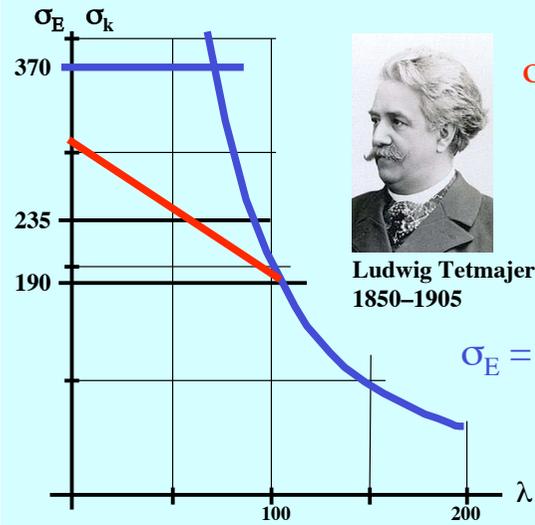
Brücke über die Birs bei Münchenstein, erbaut 1875 von Gustav Eiffel Einsturz 1891, 78 Tote, 171 Verletzte

8



Im Jahr 1891 noch objektiv unbekannt:
Knicken im unelastischen Bereich

9



Ludwig Tetmajer
1850–1905

$$\sigma_k = 310 - 1.14 \cdot \lambda$$

$$\sigma_E = \pi^2 \cdot E / \lambda^2$$



Leonhard Euler
1707–1783

Cleddau Bridge at
Milford Haven
1970
4 people killed

10



Rheinbrücke Koblenz-Süd
1971
13 tote Bauarbeiter

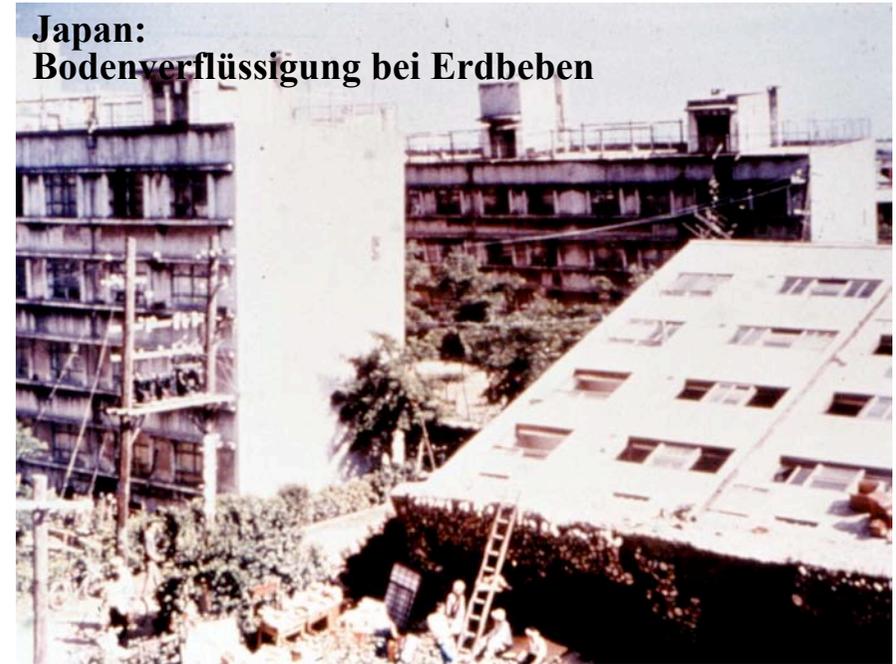
11



Minneapolis, 2007
13 Tote, etwa 100 Verletzte

12

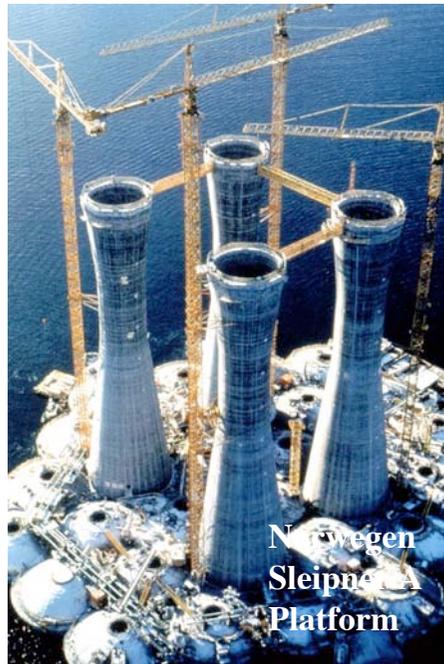




**Unterstand eines Autohändlers
in der Schweiz**

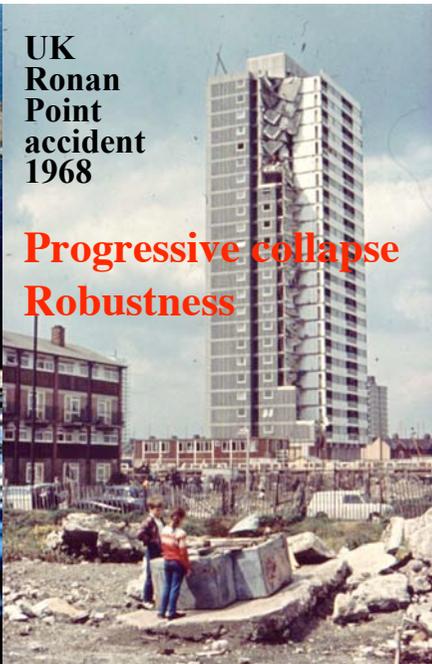


**In den USA:
Einsturz während der Bauzeit**



**UK
Ronan
Point
accident
1968**

**Progressive collapse
Robustness**



**Schweiz:
Stahl-Beton-Verbundbrücke
Einschieben der Fahrbahnplatte**





Analyse von 800 Schadenfällen des Bauwesens

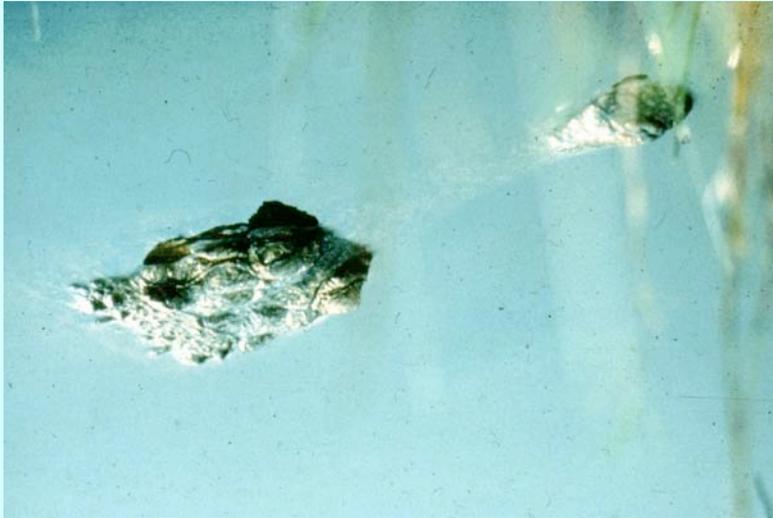
	in %		
Matousek, 1976	A	S	P
• Bewusst akzeptiertes Risiko	25	10	15
• Fehlhandlungen der Beteiligten	75	90	85
• Neuralgische Komponenten			
• Baugrube, Bauinstallationen	12	4	13
• Lehrgerüste, Hilfskonstruktionen	9	11	22
• Tragwerke	44	72	48
• Wenn Fehlhandlung, dann in ...			
• Planung	37	40	20
• Ausführung	35	20	46
• Planung und Ausführung	18	22	20

Was können wir tun?



Gefahrenerkennung ist A und O ...

25



Denken in Gefährdungsbildern

26

Vorstellung, wie eine friedliche Situation in einer Katastrophe enden könnte!

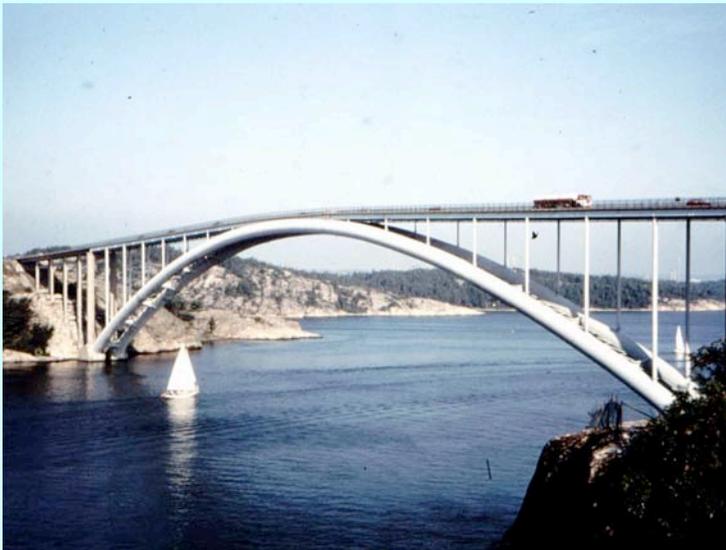


Wichtigste Begriffe:

- Leitfahrl
- Begleitumstände

Askerö Fjord Bridge, Schweden

27



Kreative Techniken:

28

- **Chronologisches Vorausdenken:** Stufe für Stufe vorausdenken, was wo wann wie ablaufen könnte.
- **Nutzungsanalyse:** Was könnte im vorgesehenen Betrieb schiefgehen, ausfallen, gefährlich werden?
- **Einflussanalyse:** Welche Grössen beeinflussen das Problem? Menschliche Tätigkeiten und Unterlassungen, natürliche und künstliche Umwelt.
- **Energieanalyse:** Systematisch Energiepotentialen nachgehen: Schwerkraft, Druck, kinetische, chemische, thermische Energien, elektrische, elektromagnetische Felder
- **Materialanalyse:** Merkmale von Baustoffen, Betriebsmitteln, Brennbarkeit, Explosivität, Toxizität.

Verschiedene Techniken: Brain Storming, HAZOP, What-if-Analysis, FMEA, ...

Methodische Ansätze:

- Arbeit mit logischen Bäumen: Fehlerbäume, Ereignisbäume, Ursachen/Folgen-Diagramme, ...
- Nahtstellen-, Schnittstellen- und Ausfallanalysen fördern Logik, Ordnung, Übersichtlichkeit.
- Die Frage „Was passiert, wenn ... ausfällt?“ verkürzt manche Analyse. Das „Warum“ ist sekundär.
- Morphologisches Denken ist nützlich.
- Brainstorming. Gut vorbereiten, kurz und knapp halten, protokollieren. Das kleine Wort „aber ...“ ist dabei, als Kreativitätskiller, absolut verboten.
- Zuhören.
- Literatur, Normen, Vorschriften konsultieren.

Human Error ist überall ...

- Fehler in technischen Dingen
- Fehler in Organisation und Management
- Menschliches Fehlverhalten

... aber auch die Möglichkeit, dem Human Error angemessen zu begegnen:

- Elimination von Fehlerquellen
- Selbstkontrolle
- Informale und formale Prüfung von Dokumenten, Geräten, Anlagen, etc. auf Fehler

Tatsachen:

- Initiale Fehlerraten sind extrem gross!
- Nobody is perfect: sich selbst prüfen!
- Grundsatz: Human Error ist unvermeidlich, ...
- ... die **Lebensdauer** ist entscheidend,
- und je älter ein Fehler wird, desto teurer wird seine Behebung!

Selbstkontrolle
Selbstkontrolle
Selbstkontrolle
Selbstkontrolle

Meine persönlichen Strategien:

- Bleistift und Radiergummi, kein Filzstift
- Ich prüfe Ergebnisse zurück und quer
- Bei Zweifeln bin ich besonders aufmerksam
- Ich versuche Distanz zu gewinnen
- Auf der Heimfahrt denke ich nach über das, was ich am Tag getan habe
- Am Morgen unter der Dusche denke ich nach über das, was ich von der gestern erledigten Arbeit prüfen und korrigieren sollte
- Ich starte nicht blind am Morgen dort, wo ich am gestrigen Tag aufgehört habe
- Ich versuche voraus zu denken

Keine allgemeingültigen Regeln!

Elimination von Fehlerquellen

- **in technischen Abläufen**
 - Systematischer Aufbau der Berechnungen
 - Klare Darstellung in Plänen
 - Bewusste Planung von Arbeitsabläufen
- **in Organisation und Management**
 - Klärung von Verantwortlichkeiten,
 - Namentlich festgelegte Organigramme
 - Organisation des Informationsflusses
 - Organisation von Feedback und Dokumentation
- **im menschlichen Verhalten**
 - sorgen für Gleichgewicht zwischen Anforderungen, Angebot, Fähigkeiten und Erwartungen
 - sorgen für gute Arbeitsbedingungen
 - sorgen für Verstärkung richtigen Verhaltens

Entdecken von Fehlern, Korrektur

- **Generelle Richtschnur**
 - Keinesfalls alles kontrollieren
 - Kontrollieren dort, wo es wichtig ist
 - Kontrollstrategien, „Pattern-Checking“
- **Interne Kontrolle**
 - sollte eine ganz normale Sache sein
 - Unterschriften sollten etwas bedeuten **Sag's ihm!**
- **Informelle Kontrolle von Dritter Seite**
 - wenn du einen Fehler entdeckst, den einer vor dir in der Kette der Beteiligten nicht gesehen hat, ...
 - Jemand könnte Fehler entdecken, die dir durchgeschlüpft sind, ... **Sag' ihm, er solle es dir sagen!**
- **Formelle Kontrolle durch Dritte**
 - Wähle eine kompetente Instanz

Dahinterliegende Ursachen: Stress

Nachdem die Politik viel Zeit verplempert hat, stehen die

- **Baufachleute** und
- **Unternehmer**

In der Regel unter enormem

- **Zeit-** und
- **Kostendruck.**

Die Idee, zur Linderung von Zeit- und Kostendruck **eine Person/Organisationseinheit mehr** anzustellen, sieht zunächst absurd aus.

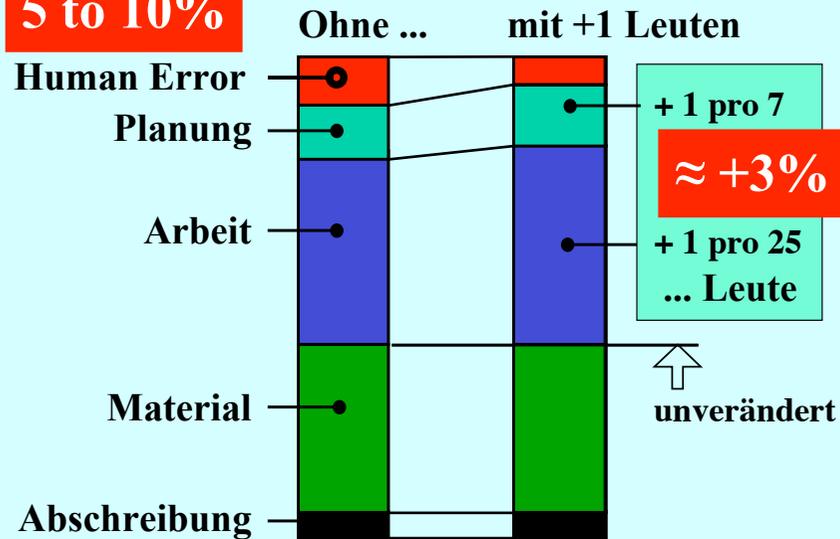
Und die Einführung braucht Mut!

Stress im Bauprozess mindern:

- **+ 1 Person** im Planungsteam von 7 Leuten:
 - könnte Fehler früh entdecken,
 - verstärkt Team und mindert Stress,
 - und trägt zur Verhinderung von Fehlern bei.
- **+ 1 Person** im Baustellenteam von 25 Leuten:
 - könnte gefährliche Situationen beseitigen,
 - könnte gefährliche Praktiken aufdecken,
 - könnte in Notfällen bereitstehen.
- **Wichtig:**
 - **Plus-Leute** benötigen Unterstützung der Unternehmensspitze
 - **Plus-Leute** müssen speziell geschult werden, um psychologische Barrieren zu überwinden

Ist das nicht zu teuer?

5 to 10%



Letztlich: eine Frage der Einstellung

hin zu ...

