

Experimentelle Untersuchung der Tragfähigkeit von Kreuzgewölben

Prof. Dr.-Ing. Bernd Guericke

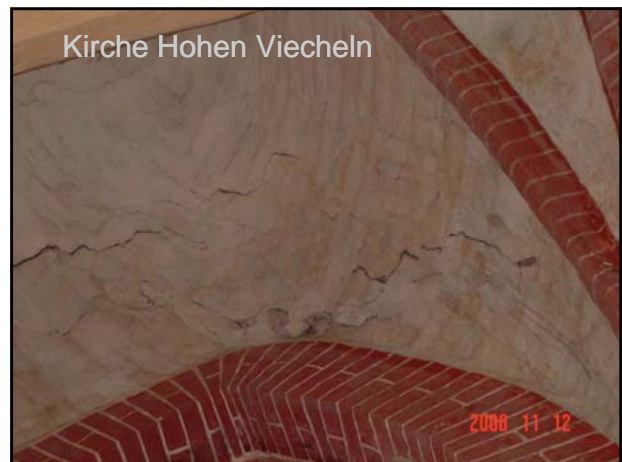
Gliederung

- Komplexe Schädigungen an Gewölben
- Ansätze in der Tragwerksplanung
- Möglichkeiten der Tragwerksanalyse bei Gewölbetragwerken
- Versuchsgewölbe
- Tragfähigkeitsbestimmung an Gewölben
- Zusammenfassung

Komplexe Schadensbilder an Gewölben

- Risse
- Kämpferverschiebungen
- Materialschäden
- Durchhänge

Kirche Hohen Viecheln



Kirche Pässe



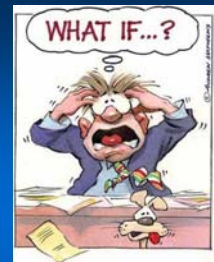
Kapelle Althof



Kirche Russow



Sorgen des Tragwerksplaners



- Resttragfähigkeit bestimmen
- Sicherheit gegen Versagen garantieren
- kostensichere Sanierungsplanung

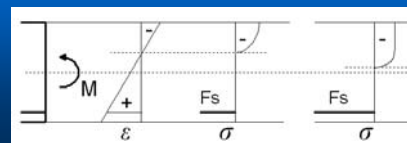
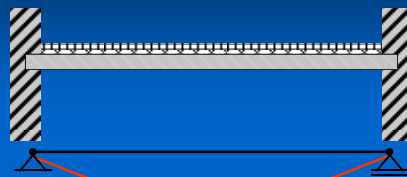
Beispiel: Stahlbetondecke

Baubebehörde gibt gültige Baubestimmungen bekannt

Beispiel Stahlbetondecke:

- DIN 1045 bzw.
- EC-2

Tragverhalten einer einachsig gespannten Massivdecke



Statischer Nachweis

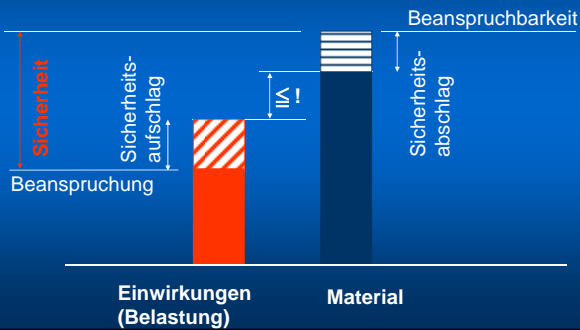
Baubestimmungen regeln u.a.:

- Lastannahmen
- Rechenmodell, Berechnungsverfahren
- Materialeigenschaften
- Sicherheitsfaktoren
- Qualitätssicherung / Überwachung

Wieviel Sicherheit brauchen wir?



Definition Sicherheit



Das gute Gefühl

- Modell ist ungenau
- Lastmodell ist fraglich
- Rechenmodell stimmt nicht
- Betonqualität schwankt
- Einbaufehler

Statiker bei Nacht



→ Sicherheitsfaktor

Zurück zum Gewölbe:



Zurück zum Gewölbe:

Der Neubau eines Gewölbes ist unkritisch:

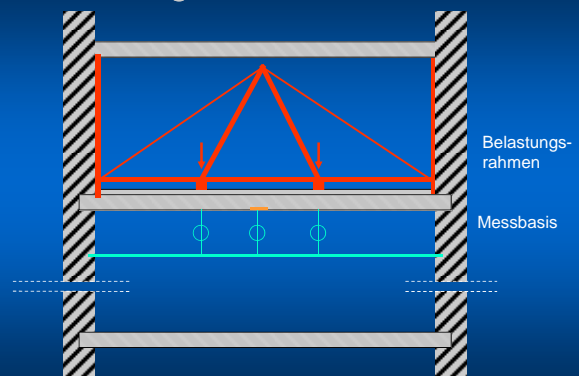
- Material definiert
- Berechnungsmodell klar
- Qualitätskontrolle möglich
- Sicherheit definiert

Nachrechnung einer bestehenden Konstruktion

- Materialparameter bestimmen
- Belastung ermitteln
- Tragverhalten ermitteln
 - experimentelle Analyse
 - Rechenmodell entwickeln
 - Modellrechnung

Ziel: Sicherheitsniveau ermitteln

Belastungsversuch

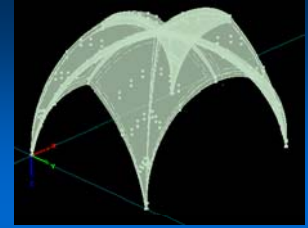


... am Gewölbe im Bestand?

- Materialparameter bestimmen
- Belastung ist bekannt
- Geometrie bestimmen
- Schäden ermitteln
- Verformungsgeschichte und zugehörige Spannungszustände abschätzen
- zutreffendes Rechenmodell entwickeln

→ Sicherheit berechnen

Rechenmodell

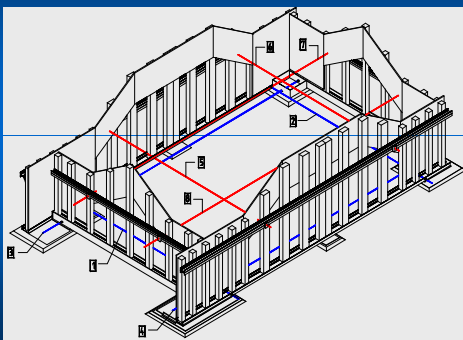


FEM:

- numerisches Näherungsverfahren
- Qualität der Ergebnisse ist stark von der Modellwahl abhängig

Grundlage einer Berechnung ist die umfangreiche Analyse des System und zutreffende Umsetzung in das Modell

Versuchsgewölbe





Belastungspunkte

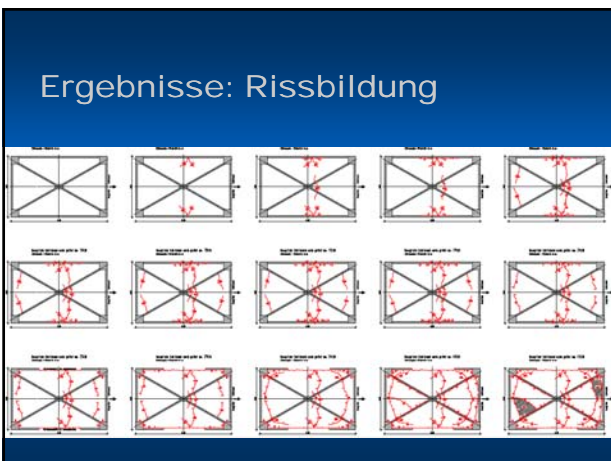
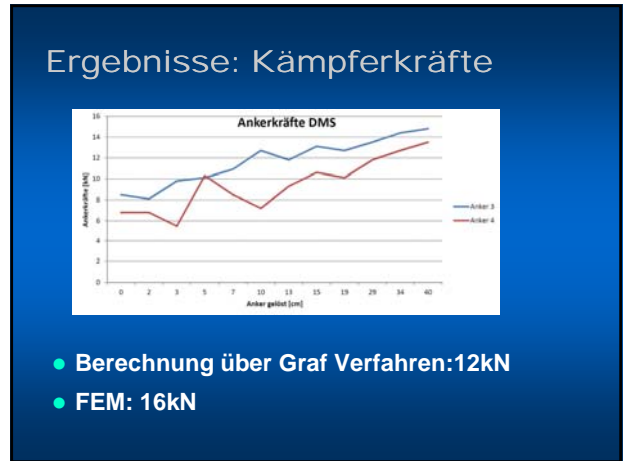
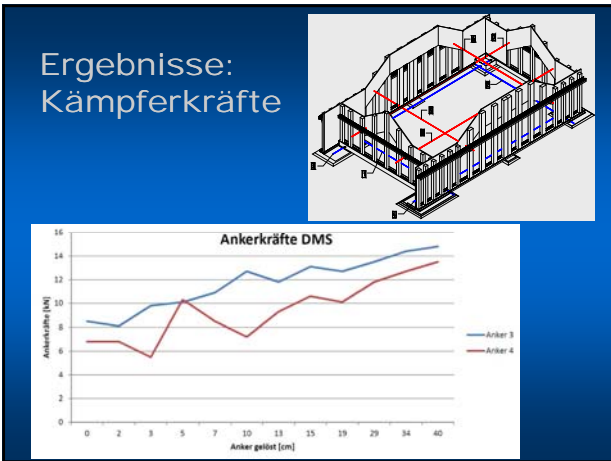


Photogrammetrie

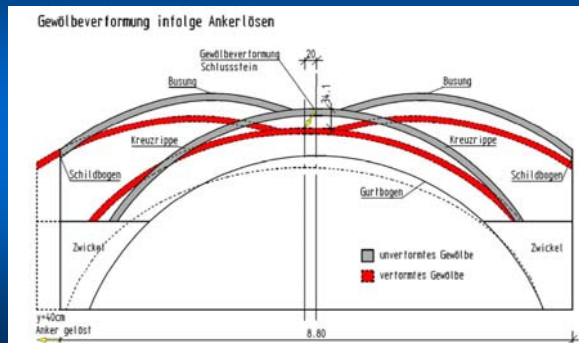


Dehnungsmessungen





Ergebnisse: Verformungen



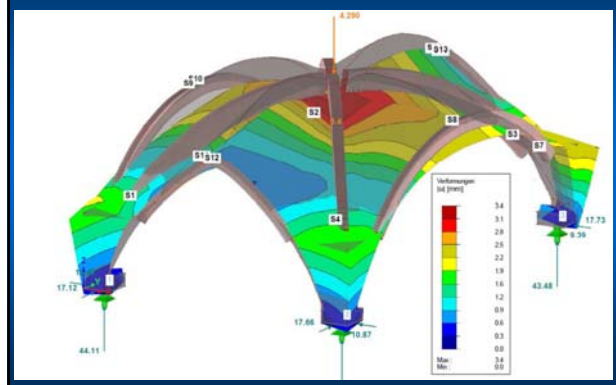
Ergebnisse: Verformungen



Ergebnisse: Ermittlung der Steifigkeit als Vergleichswert zur FEM



Ermittlung der Steifigkeit



Nachweisverfahren

- Aufmaß Geometrie und Schäden
- Ansatz für Vorverformungen und Anfangsspannungszustand
- Systemanalyse
- Berechnungsmodell (Material, Bruchsimulation, Kriechinflüsse)
- Berechnung „Ist-Zustand“ und „Bruchzustand“

Ziel: Berechnung der Sicherheit gegen Versagen

Zusammenfassung

1. Die Schädigungen an Gewölben sind häufig eine Überlagerung verschiedener Einflüsse
2. Ein Nachweisverfahren mit einzuhaltender Sicherheit gegen Versagen fehlt bisher
3. Am Versuchsgewölbe wurden Daten gesammelt, um Rechenmodelle zu prüfen und anzupassen
4. Ziel ist ein einfaches Nachweisverfahren zur Ermittlung der Sicherheit gegen Tragwerksversagen