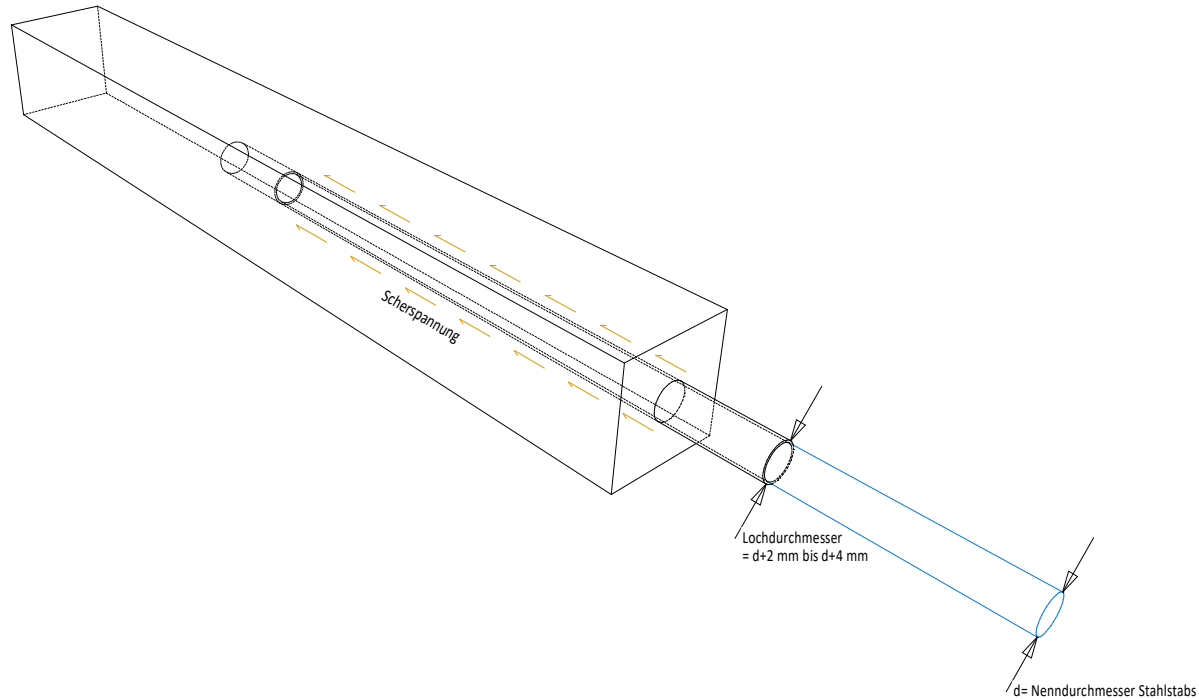


Lastpfad-Anordnung eingeklebter Stahlstangen bei Durchbrüchen im Holzbau

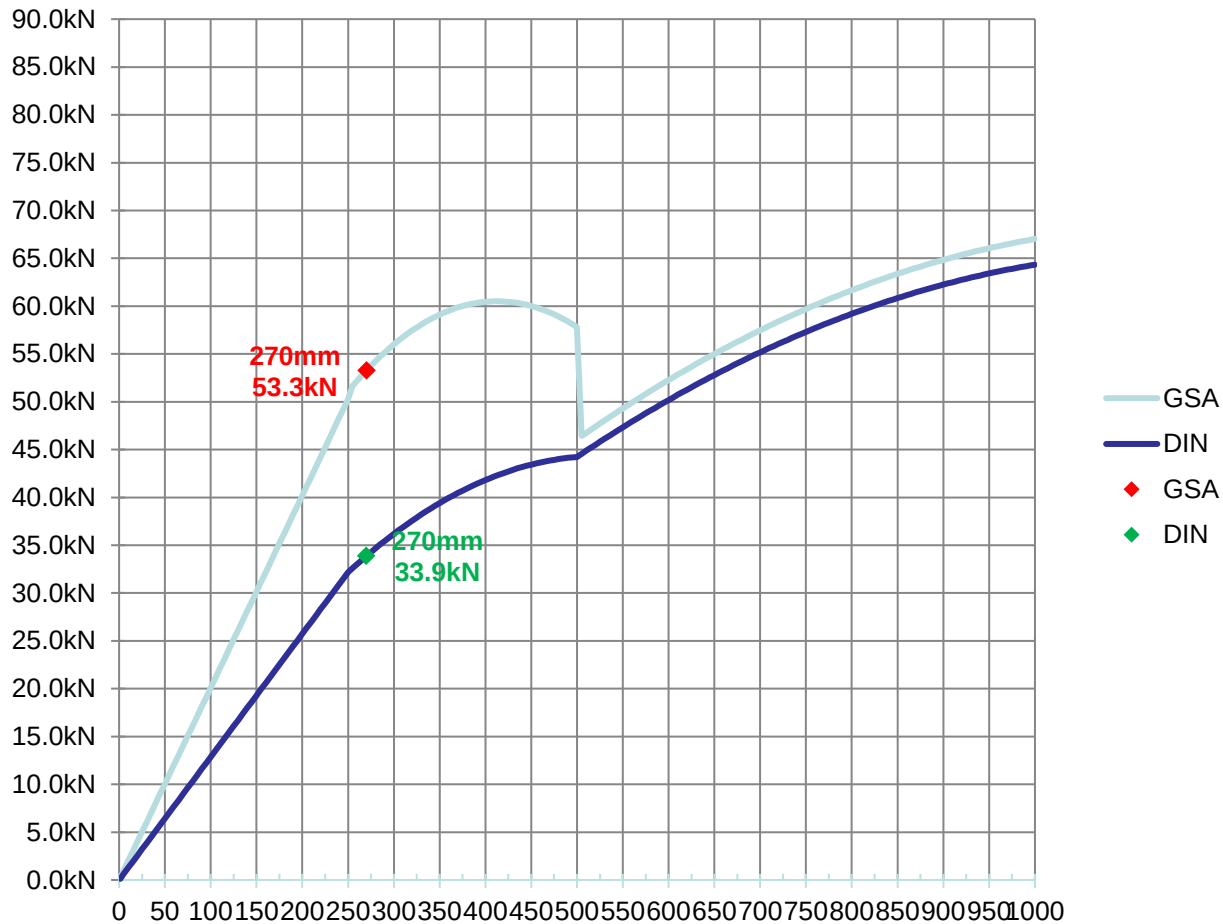
Einleitung

- eingeklebte Gewindestangen GSA
- Durchbrüche
- Lastpfadanordnung ALP
- Versuche
- theoretische Beispiele

Tragverhalten GSA



Tragverhalten GSA

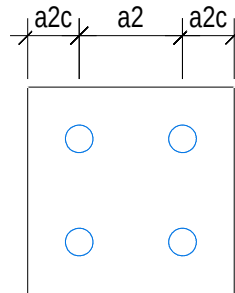


Tragverhalten GSA

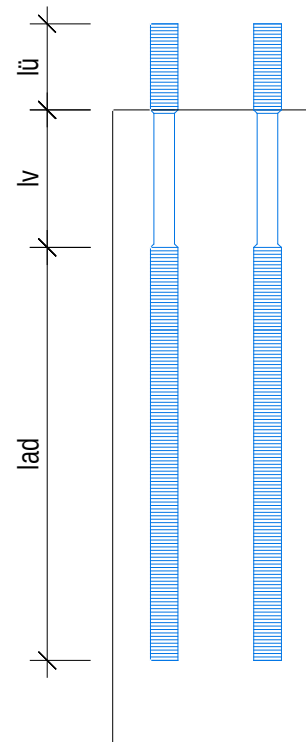
- Statisch wirksame Klebfuge um 5xd in Bohrlochachse zurückversetzten (Einschnürung)
- Dehnung der Stahlstäbe darf 2.4 ‰ nicht überschreiten
- Höhere Werte gelten nur in Nutzungsklasse 1. In Nutzungsklasse 2 mit DIN Werten rechnen. In NK 3 eingeklebte Systeme nicht zu empfehlen.
- Zulassung regelt nur // zur Faser.

Tragverhalten GSA

- Mindestabstände:

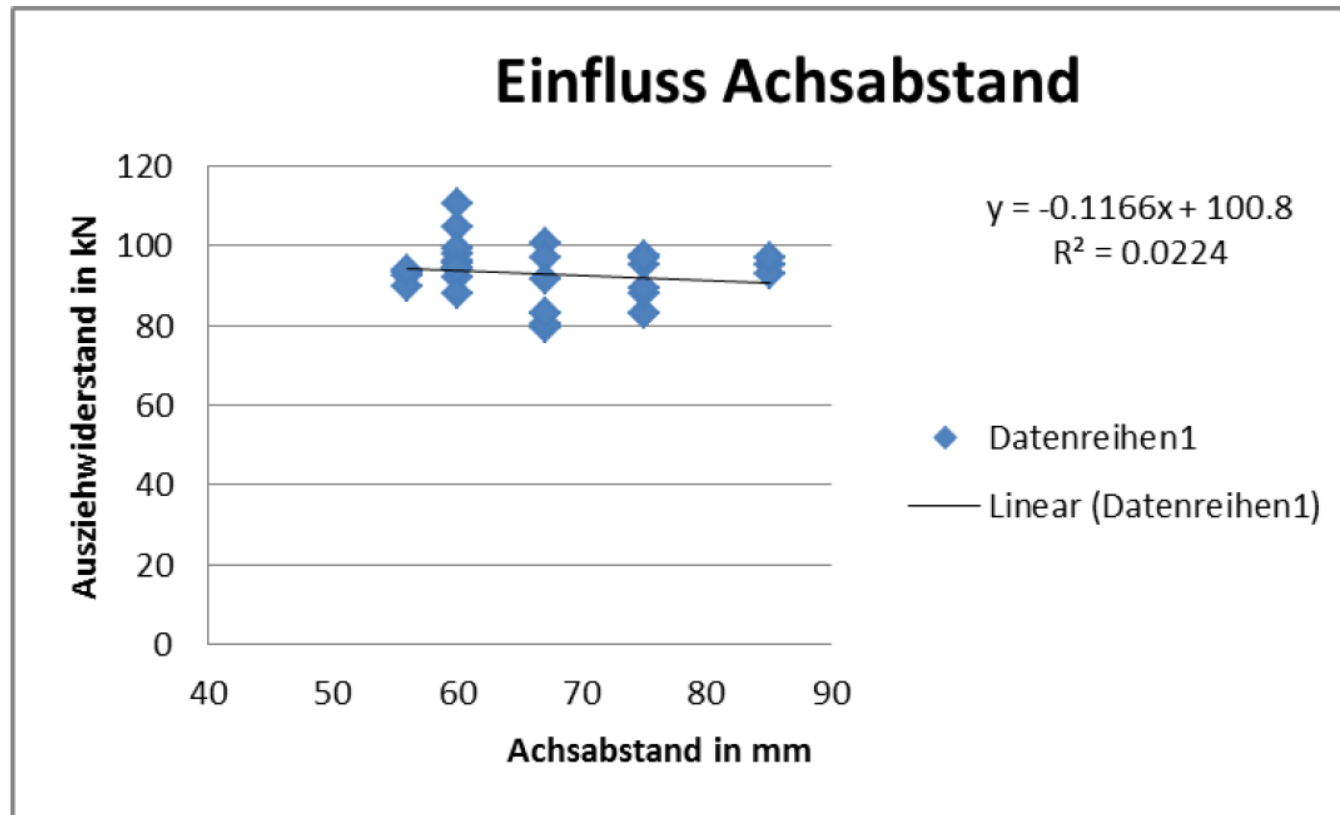


$$a_2 = 3.75 \, d \quad a_{2,c} = 1.875 \, d$$



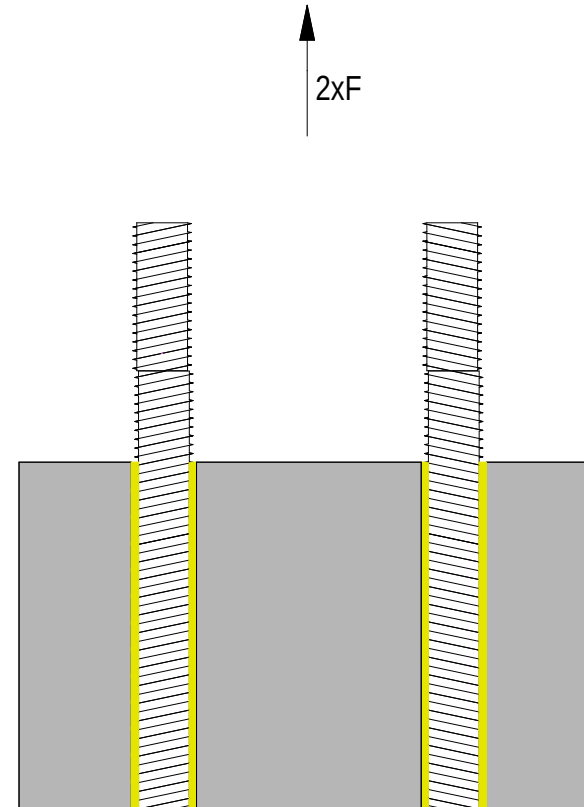
Tragverhalten GSA

- Mindestabstände: Nach Zulassung abmindern!



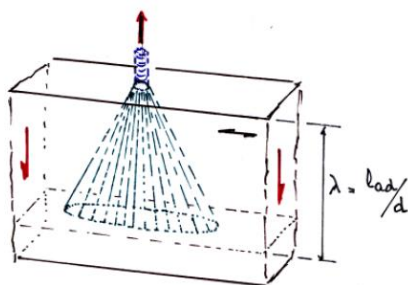
Tragverhalten Gruppe

- Eingeklebte Anker zeigen auf Ausziehen ein äusserst sprödes Verhalten auf.
- Bei Dimensionierung muss das Versagen des Stahlstabes massgebend werden.



Krafteinleitungen senkrecht zur Faser

- Verhalten Anker quer zur Faser:

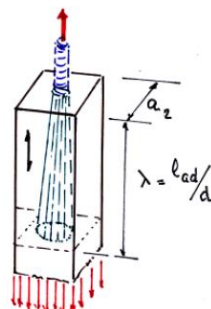


Gleichgewichtszustand

- über Scherspannungen $\perp$ z.F. bzw. Querkräfte

Ausbreitung

- elliptischer Kegel
mit grosser Ausbreitung längs z.F.
mit geringer Ausbreitung $\perp$ z.F. (Rollschub)
Schubsteifigkeit ähnlicher Grösse wie E_{90}



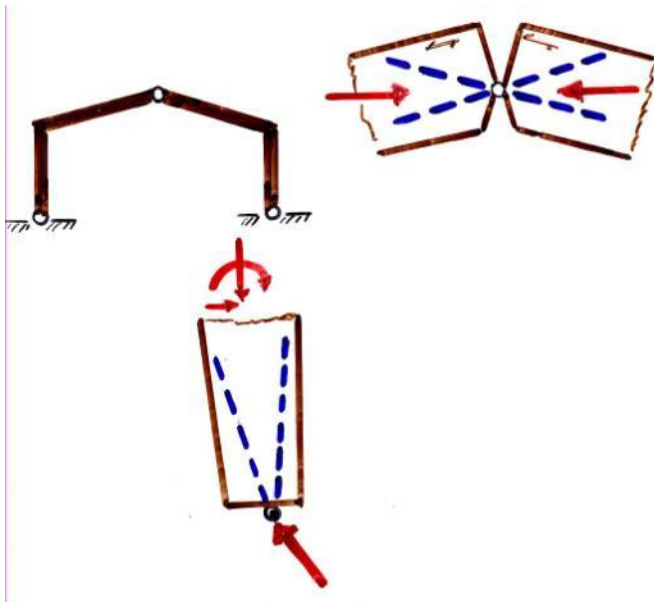
- über Scherspannungen $\parallel$ z.F.

- Kreiskegel
mit allseits geringer Ausbreitung

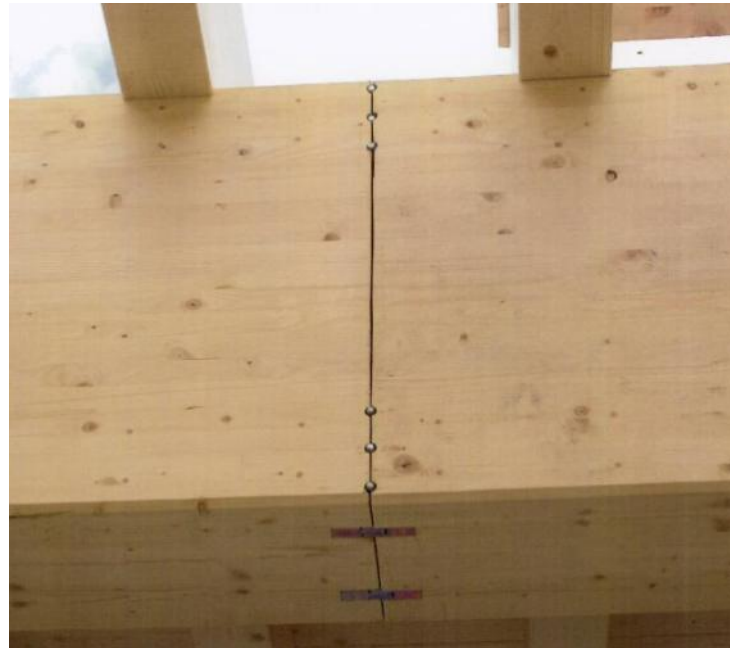
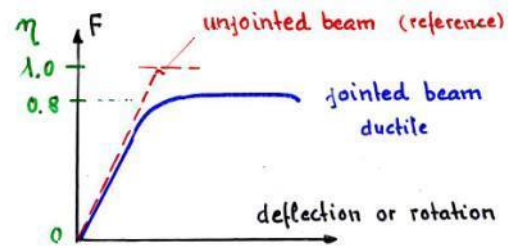
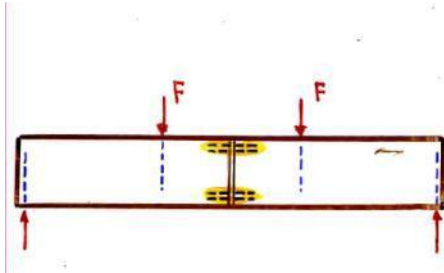
$$G \ll E_0$$

- Senkrecht zur Faser kann eine gleichmässigen Kraftverteilung über die ganze Ankerlänge angenommen werden. Ankerkräfte stehen dabei im Gleichgewicht mit der Querkraft.

GSA Gelenk



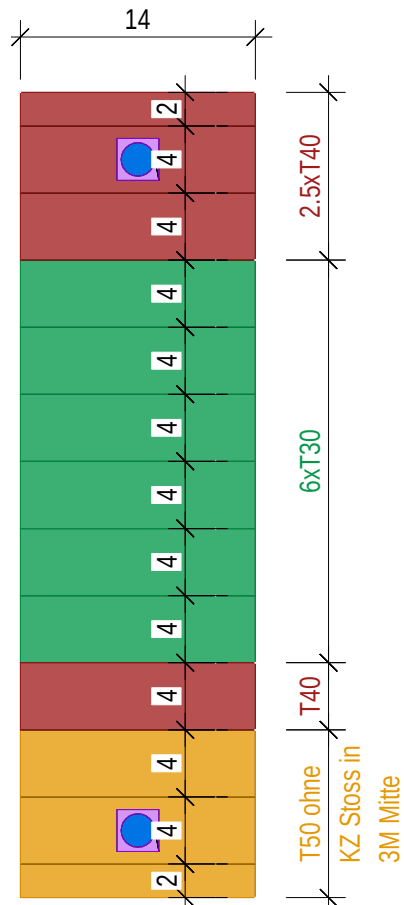
GSA LMV



GSA Fachwerk



BSH GL 60



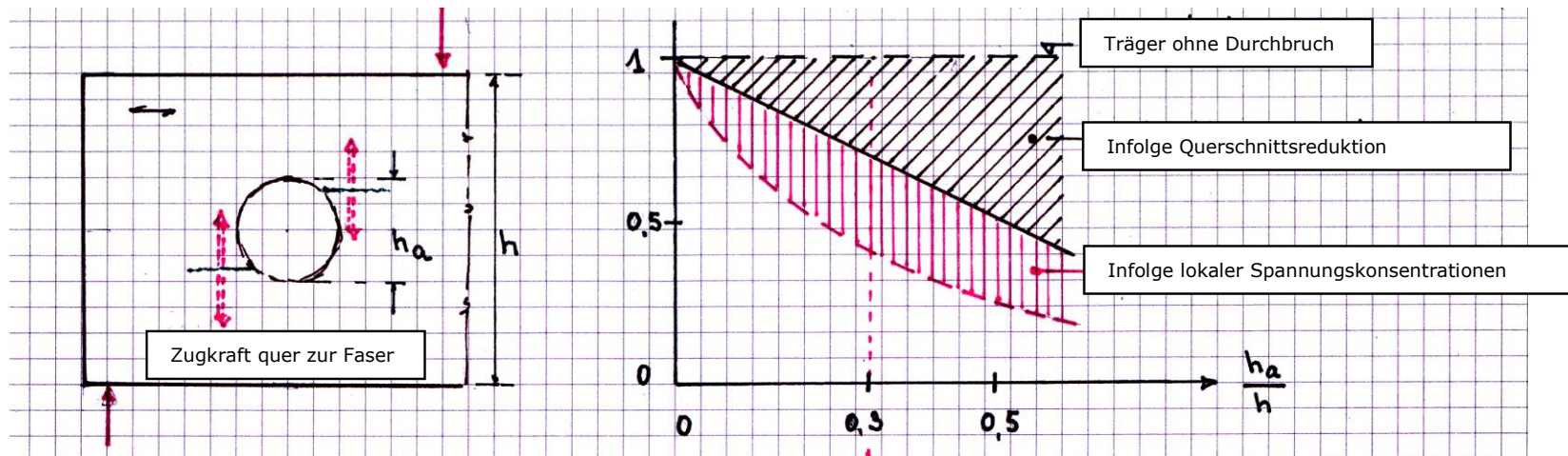
Durchbrüche



Durchbrüche

- Nachweis $M_{\text{Durchbruch}}$ und $V_{\text{Durchbruch}}$ am Nettoquerschnitt (Restquerschnitt) mit um k_{red} reduzierten Festigkeitswerte geführt.
- Verstärkungsmassnahmen gemäss Norm: Wirkende Querkraft ermitteln und Anordnung von Verstärkungselementen.
- Durchbruchgrössen sind recht eingeschränkt. (Innenliegende Durchbruchhöhen < 30%; aussenliegende < 40%)

Abfall des Wirkungsgrads bezüglich Querkraft



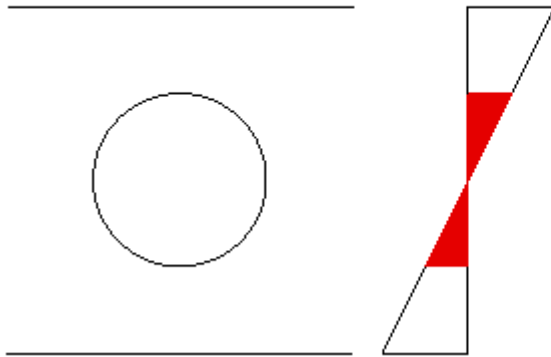
ALP



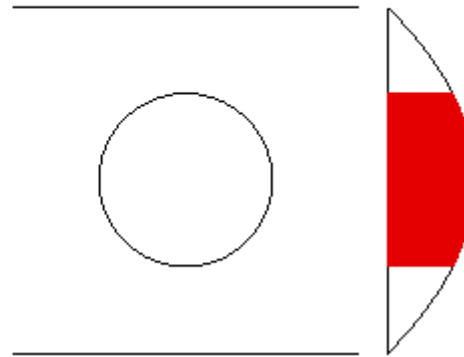
ALP = **a**lternatives **L**ast**p**fad-Verfahren

ALP

△ M Durchbruch

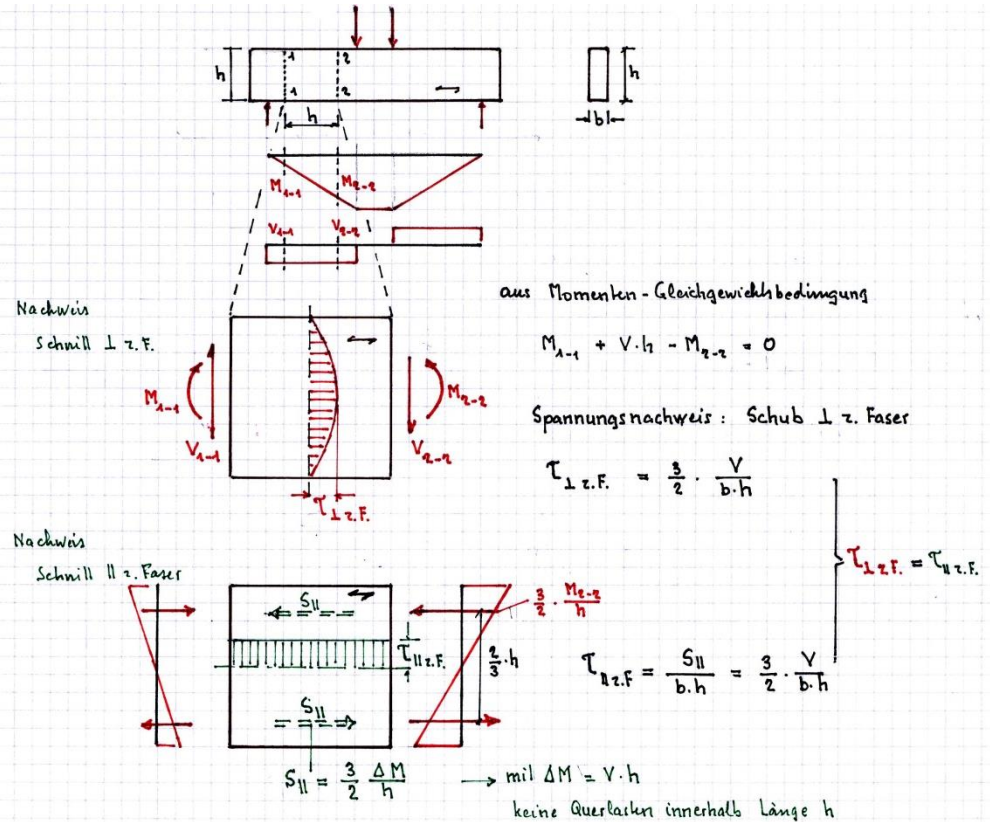
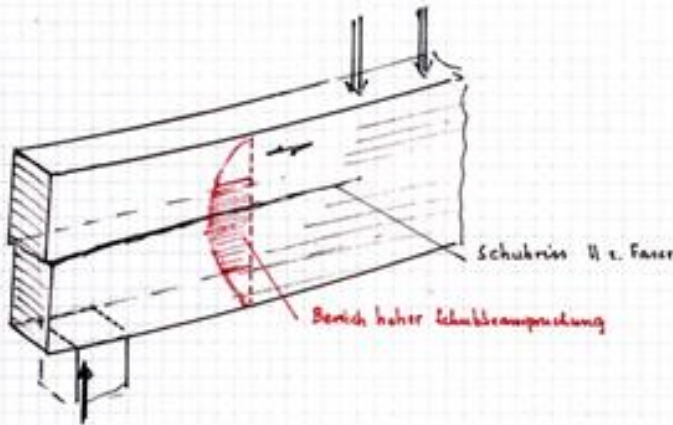


△ V Durchbruch

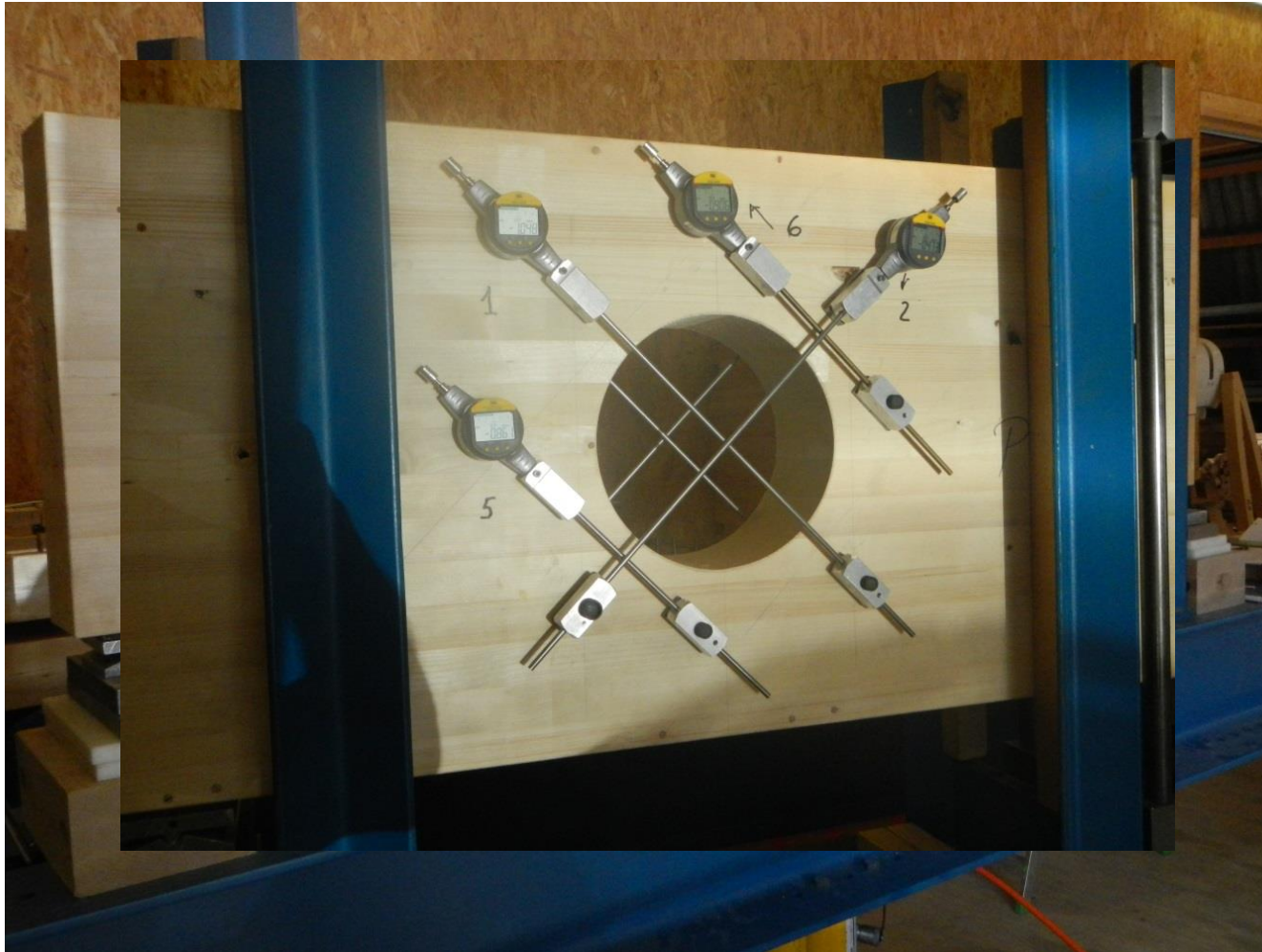


Die auf den Durchbruchbereich anfallenden resultierenden Kräfte sind durch anderweitige Elemente zu übernehmen.

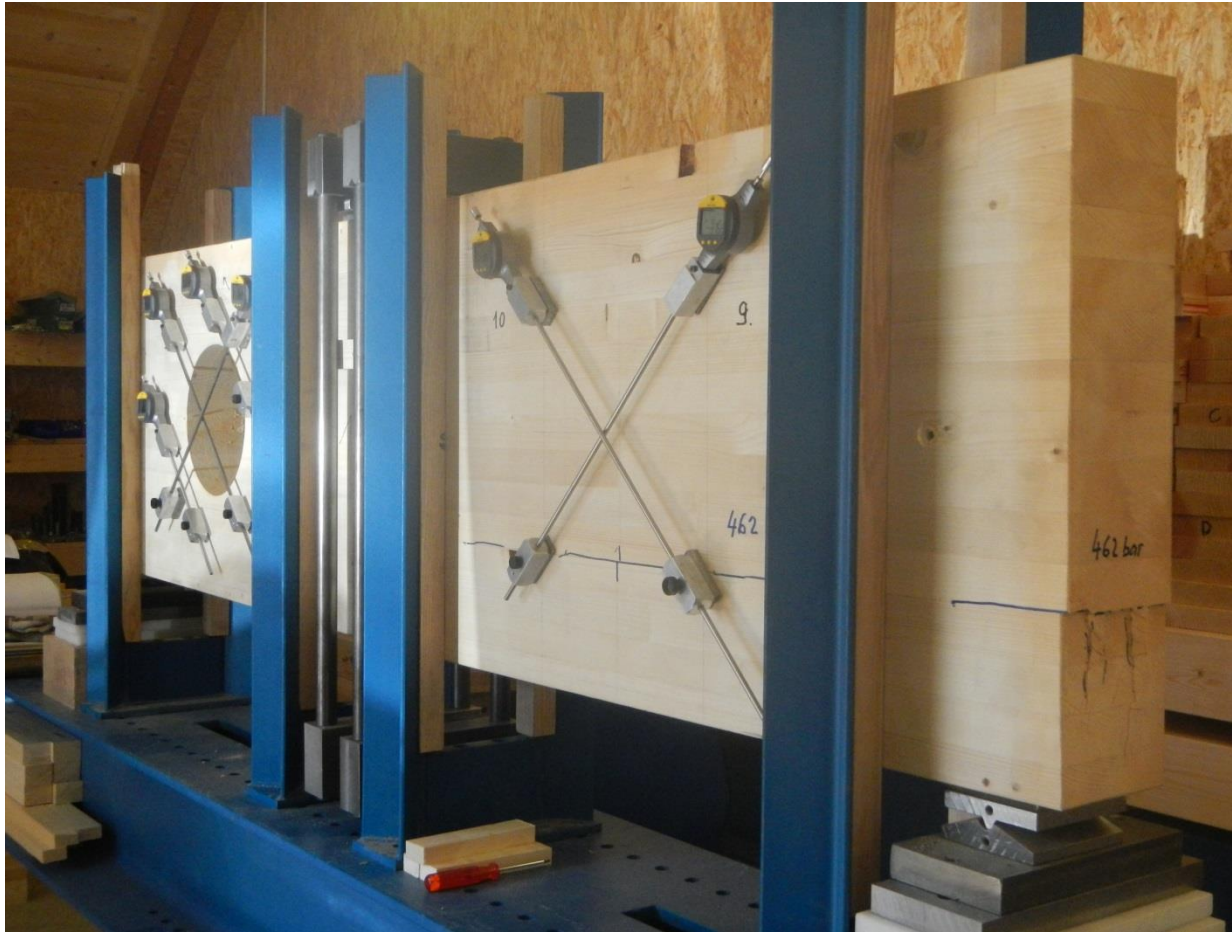
Betrachtung Schubmodell



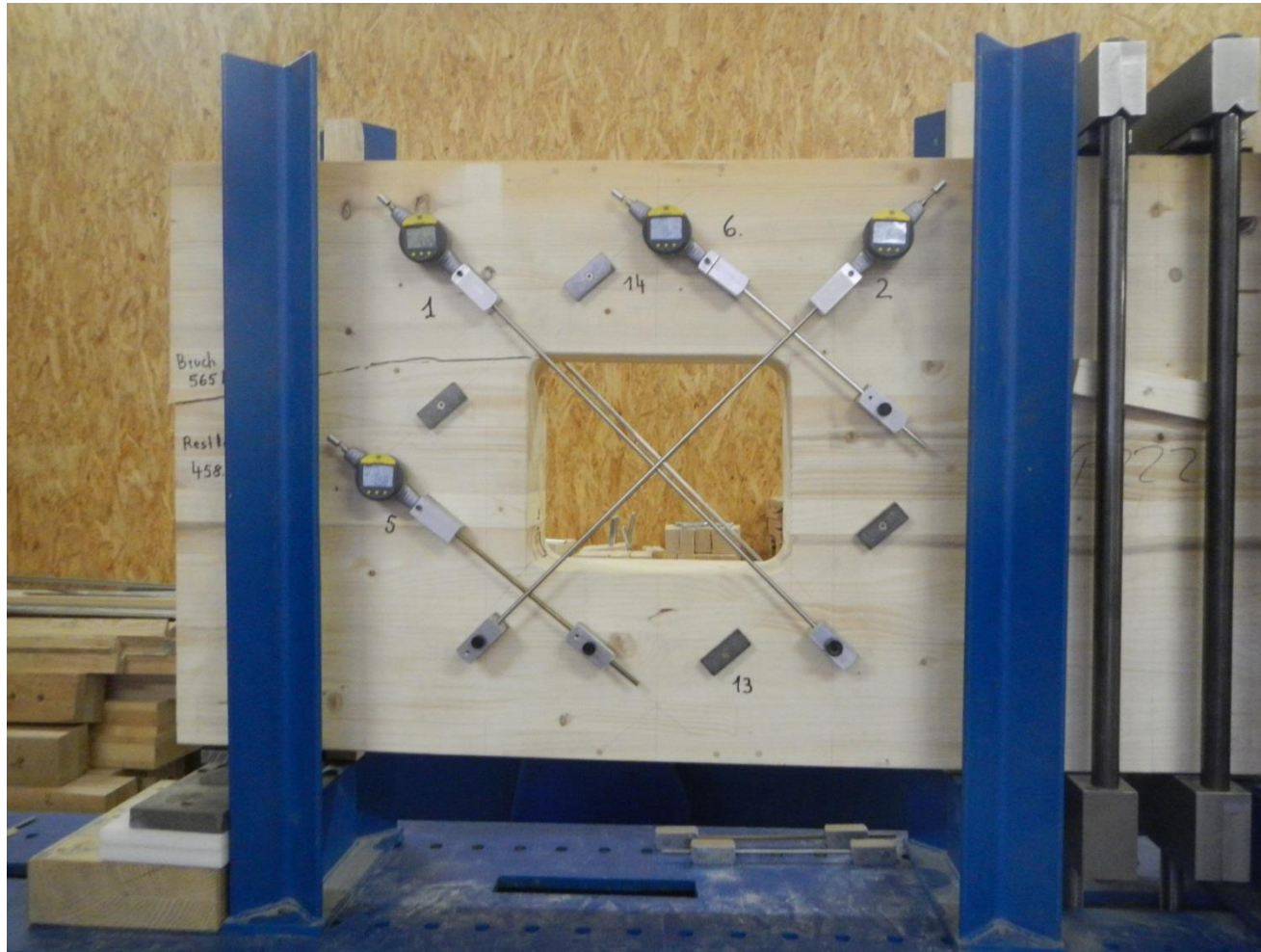
Versuche



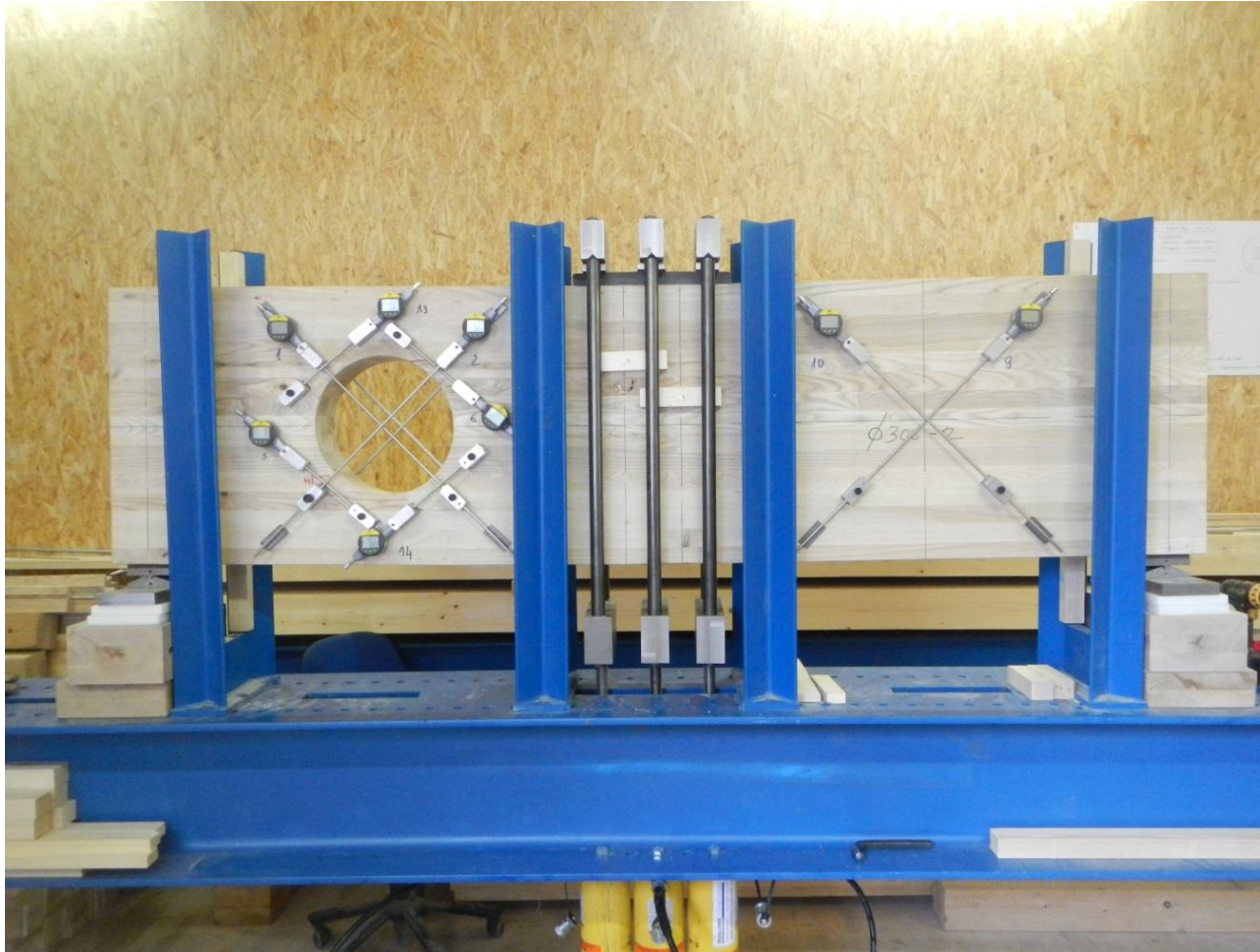
Versuche



Versuche



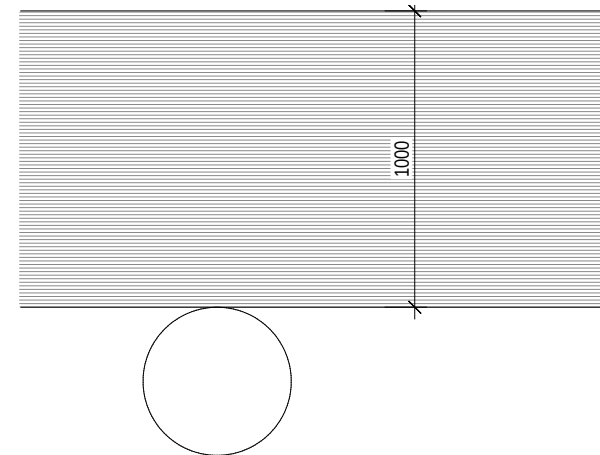
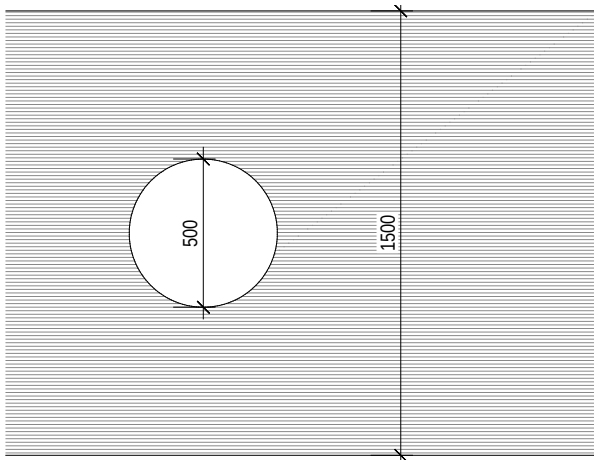
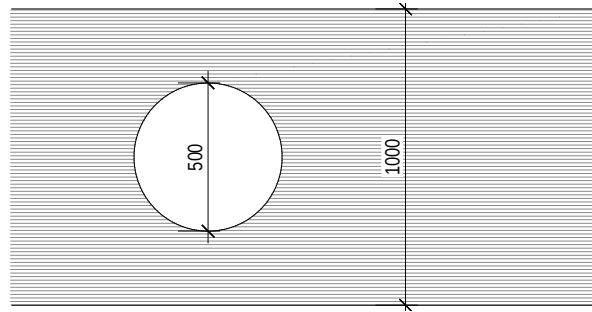
Versuche



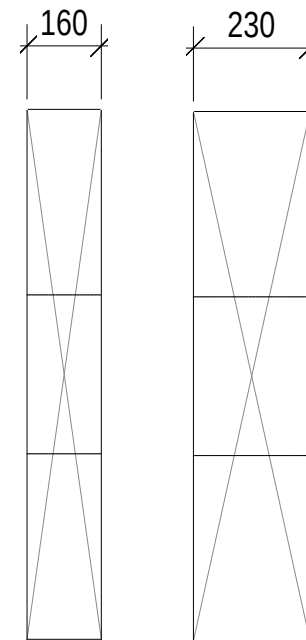
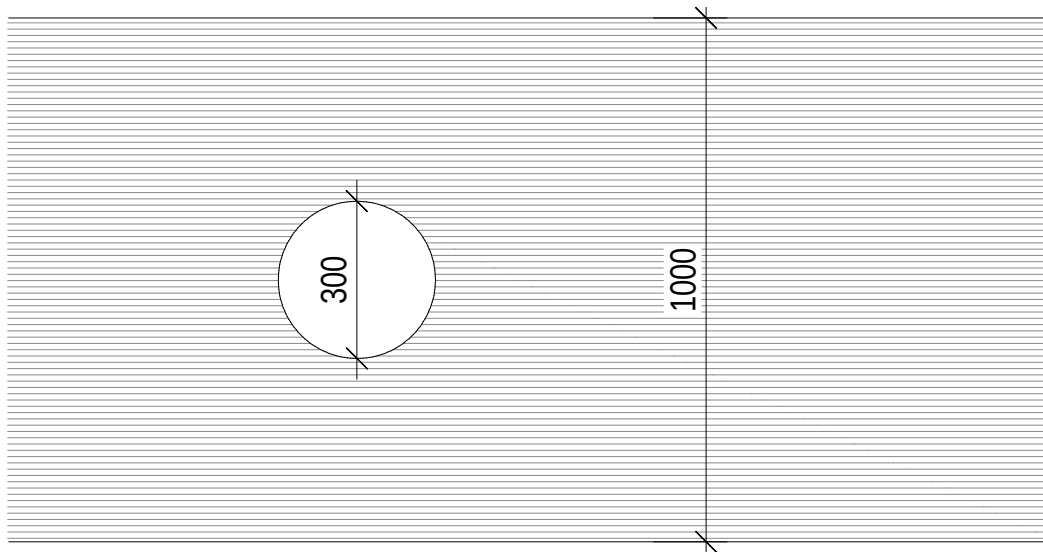
Versuche

- Fichtenträger von 1.0 m Höhe mit Durchbruch $d=500$ mm
- Träger in Fichten und Esche mit 720 mm Höhe und doppelten Durchbrüchen $d=360$ mm.
- Schubverstärkte Träger

Beispiel 1



Beispiel 2



Gedicht von Ernst Gehri inspiriert durch Christian Morgenstern

*Es war einmal aus Holz ein Balken
mit grossem Loch, doch gut erhalten.*

*Ein Ingenieur, der dieses sah,
stand eines Morgens plötzlich da -*

*und nahm das runde Loch heraus
und baute daraus ein garstig Haus.*

*Der Balken fand das gar nicht lustig
und fiel herunter, schnell und hartig.*

*Nun dies den Ingenieur belehrte,
dass auch ein Loch hat seine Werte.*