

Leichtbauweisen in Dach und Wand

Teil 1 - Bauteile



INGENIEURBÜRO
Dr. BÖTTCHER

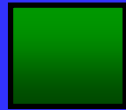
Dr.-Ing. Marc Böttcher

Stahlbau III
12. Januar 2012

Kapitel



Stahl-Trapezprofile



Sandwichelemente



Beispielberechnung





Herstellung



Bandverzinkt und beschichtet

St E 280 bis St E 350

$0,63 \text{ mm} < t < 1,50 \text{ mm}$

Produktion mit Rollumformern



Trapezprofile



Elementaufbau



Wellprofil



Trapezprofil



Schwalbenschwanzprofil



Kassettenprofil



Stehfalzprofil

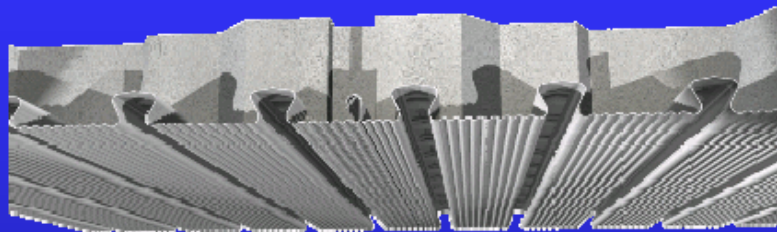
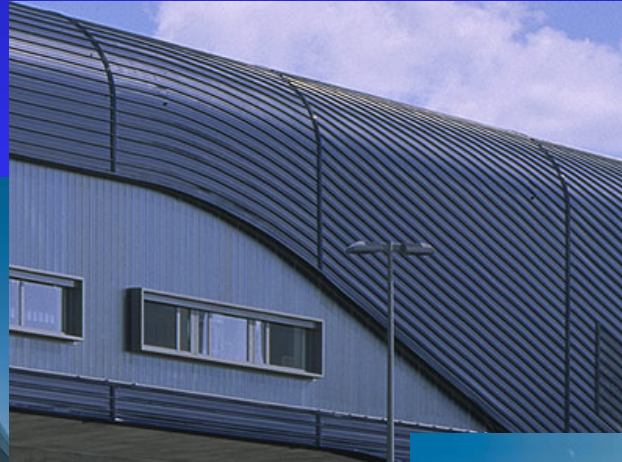
Erzeugung von Steifigkeit mit geringem Querschnitt



Trapezprofile



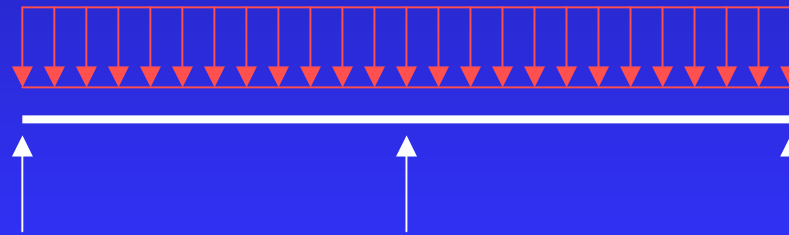
Anwendung



Trapezprofile



Tragfähigkeit



Biegung



Zug- und Druckspannungen in den Flanschen



Positivlage



Negativlage

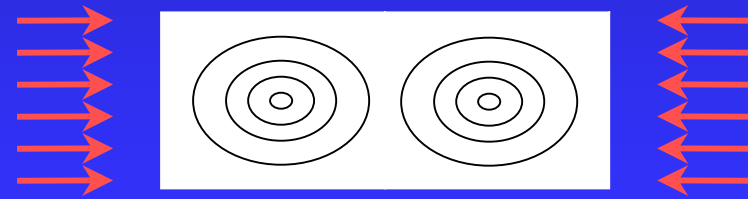
Profilierung beeinflusst die Spannungen



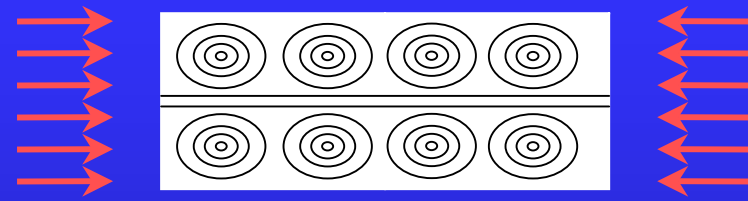
Trapezprofile



Stabilitätsprobleme



Beulen



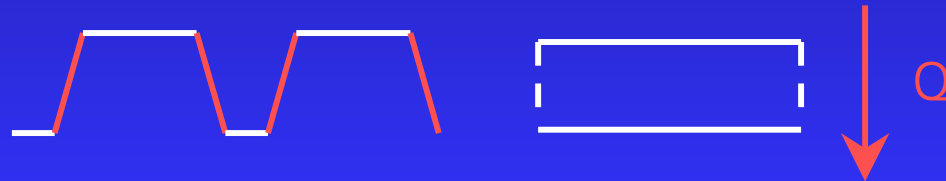
Kleinere Beulfelder



Trapezprofile



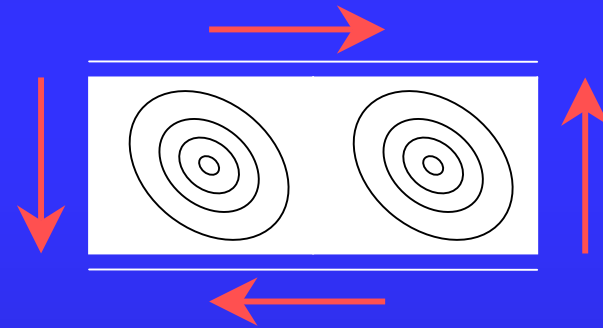
Querkraft



Schubspannungen in den Stegen

lokales Stabilitätsproblem

Schubbeulen

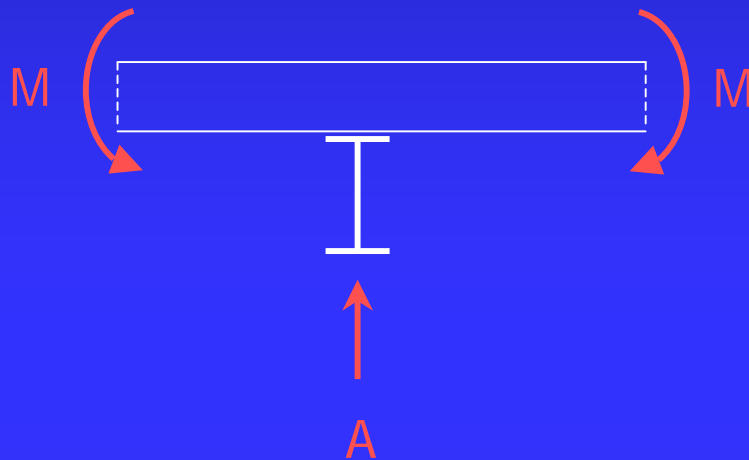


Stegkrüppeln

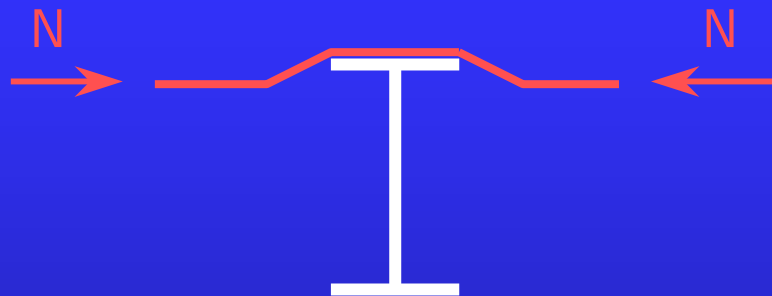




Mittelaufleger



Interaktion von Auflagerkraft
und Stützmoment

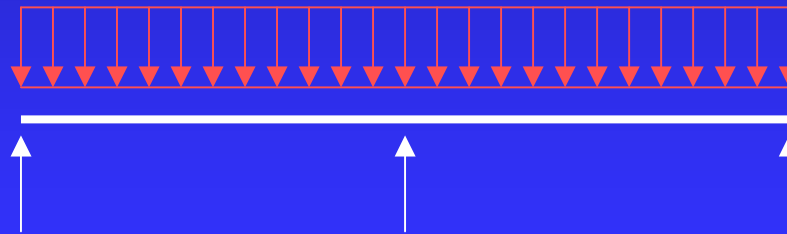


Vorverformung im Untergurt
durch Eindrückungen

Spannungsproblem
nach Theorie II. Ordnung



Nachweisverfahren



Einwirkungen

Eigengewicht, Wind, Schnee (DIN 1055)

Regelungen

DIN 18807 (1987) +
Anpassungsrichtlinie Stahlbau (1996)

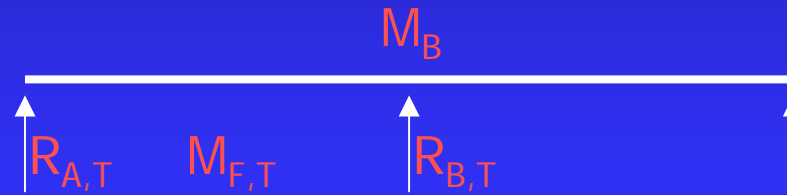
Sicherheiten

$$P_d = 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_k$$

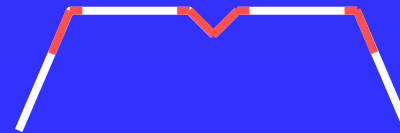
Trapezprofile



Tragfähigkeit Elastisch



Widerstände



Reduzierte Querschnittswerte

Nachweis

Vergleich der Schnittgrößen

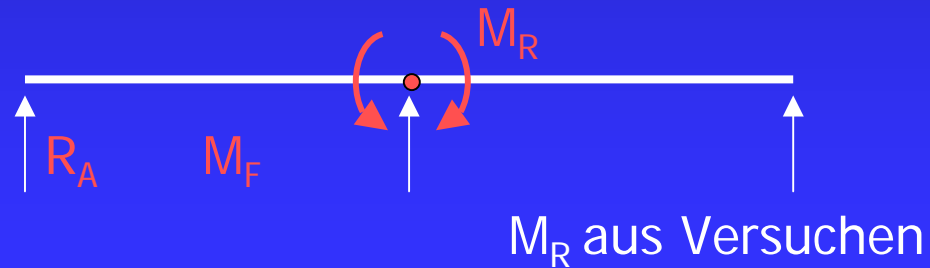
$$E_d < R_d$$

$$R_d = R_k / 1,1$$





Tragfähigkeit Plastisch



Tragfähigkeit

am Einfeldträger mit M_R

$$P_d = 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_k$$

Gebrauchstauglichkeit

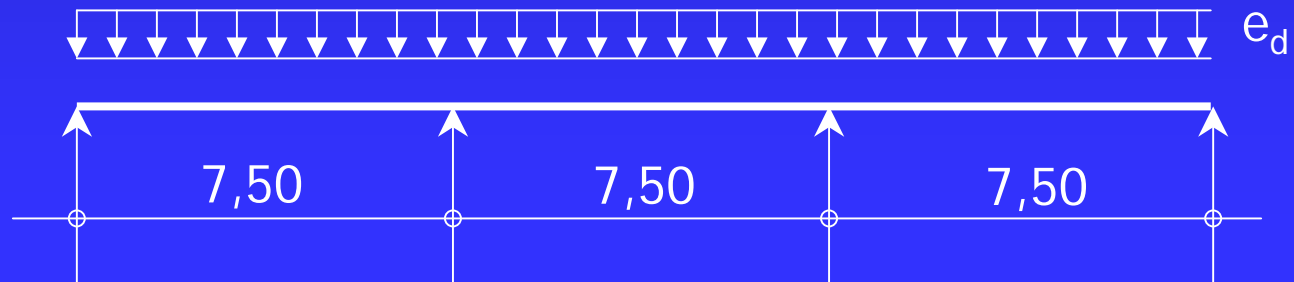
am Durchlaufträger

$$P_d = 1,00 \cdot G_k + 1,15 \cdot Q_k$$

Berechnung STP



Statisches System



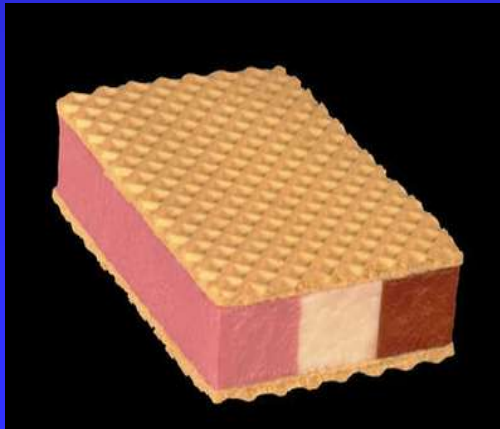
Belastung, Schnittgrößen und Bemessung



Sandwichelemente



Was ist ein Sandwichelement



Sandwichelemente



Was ist ein Sandwichelement

Deckschicht oben

Kernmaterial
(PUR Hartschaum)

Deckschicht unten

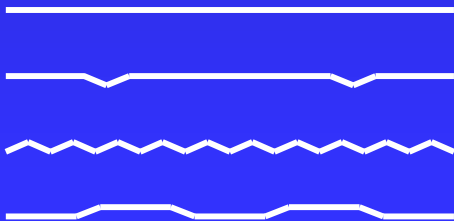


Sandwichelemente



Deckschichten

$t_p < 5 \text{ mm}$



quasi-eben

$t_p > 5 \text{ mm}$



profiliert

Bandverzinkt und beschichtet

St E 320 bis St E 350

$0,40 \text{ mm} < t < 0,75 \text{ mm}$



Sandwichelemente



Kernmaterialien



PUR-Hartschaum

$$E_K = 4 \text{ N/mm}^2$$

$$G_K = 5 \text{ N/mm}^2$$



Mineralwolle

Stahl

$$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 81.000 \text{ N/mm}^2$$

Sandwichelemente



Anwendung



Deckschichten

Kern

Dampfsperre

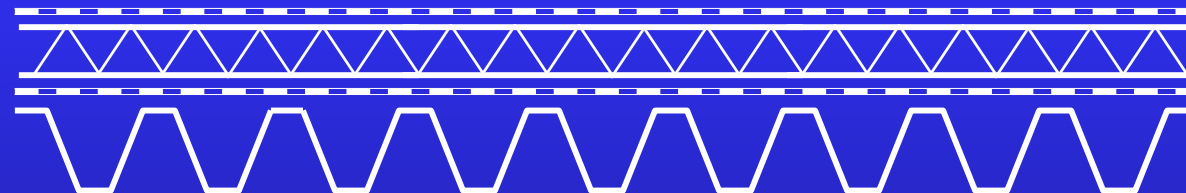
Wärmedämmung

Regenhaut

Tragfähigkeit

Tragfähigkeit

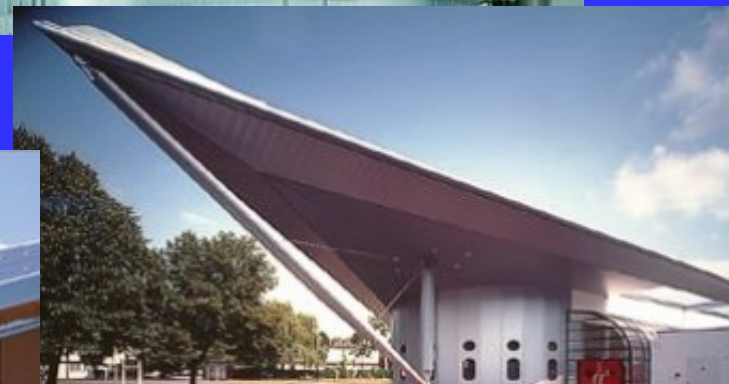
Design



Sandwichelemente



Anwendung

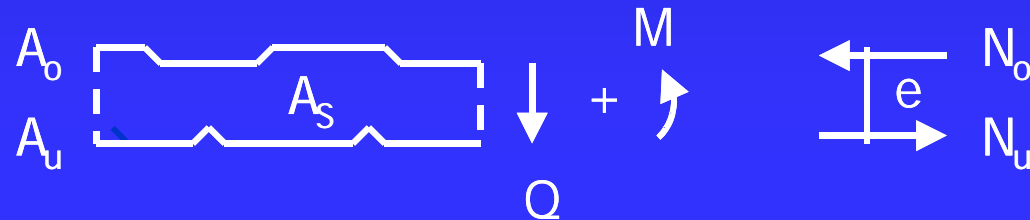


Sandwichelemente



Tragverhalten

quasi-eben



Schubsteifigkeit des Kerns $G_k A_s$

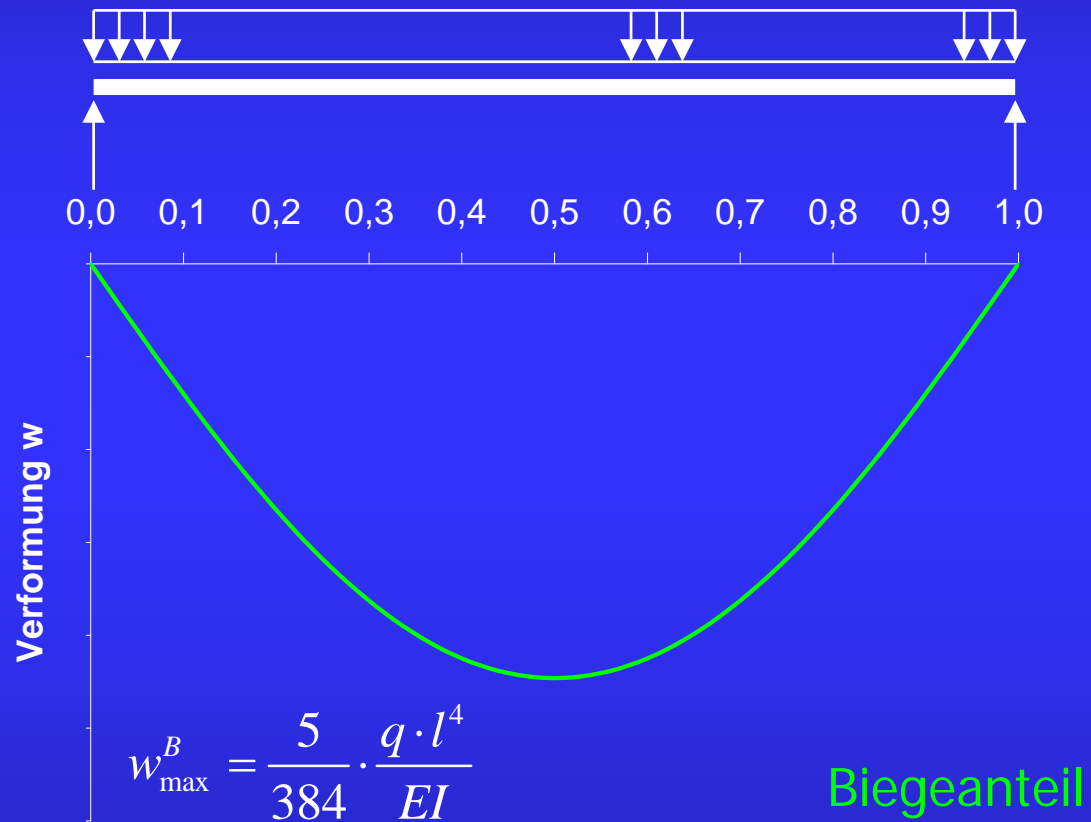
Statisch bestimmt: Einfluss auf Verformungen

Statisch unbestimmt: Einfluss auf Schnittgrößen

Sandwichelemente



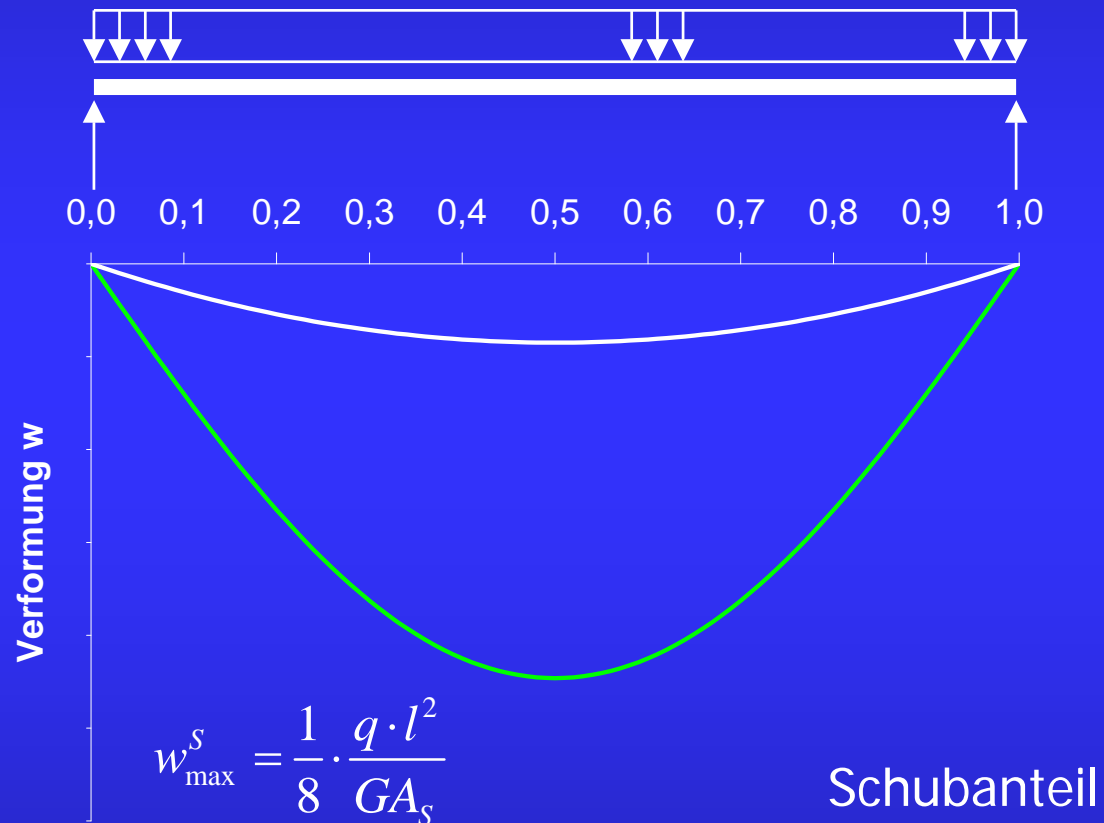
Verformungen



Sandwichelemente



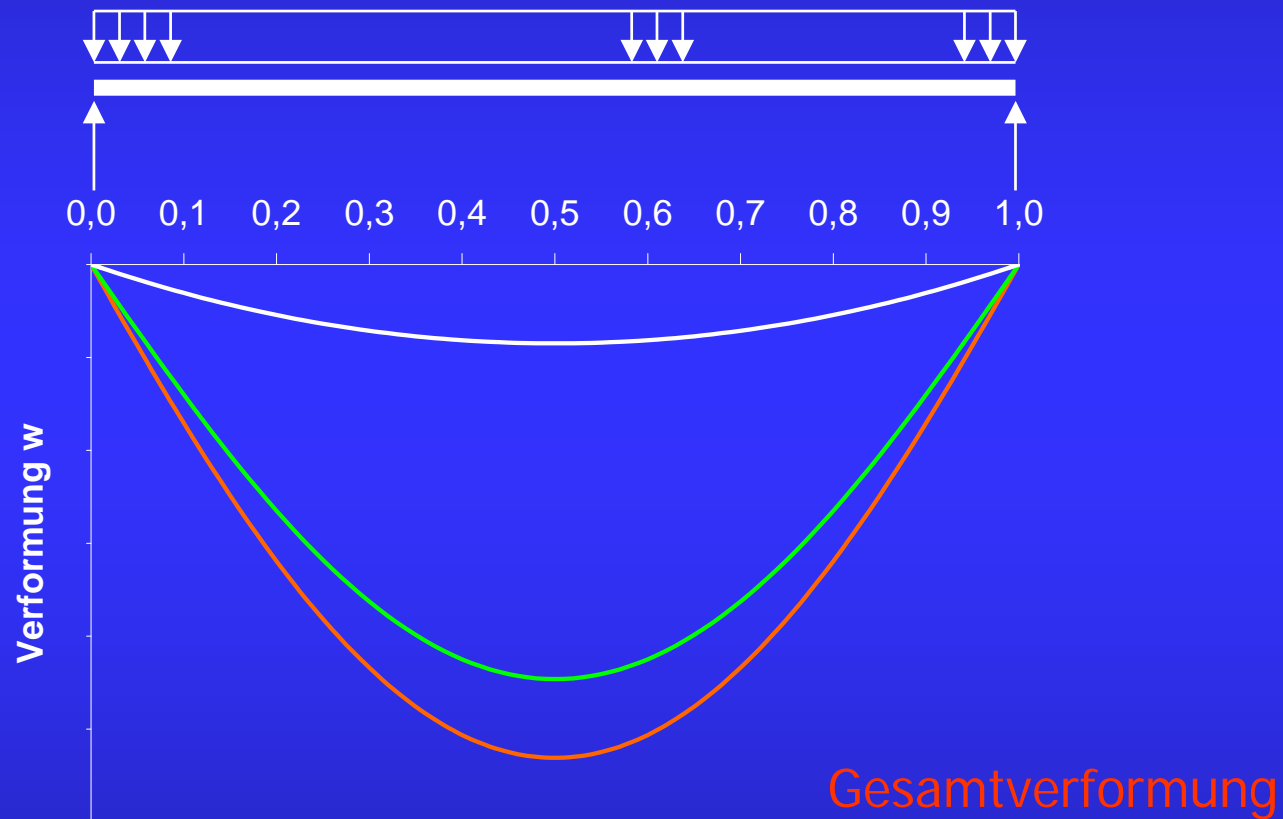
Verformungen



Sandwichelemente



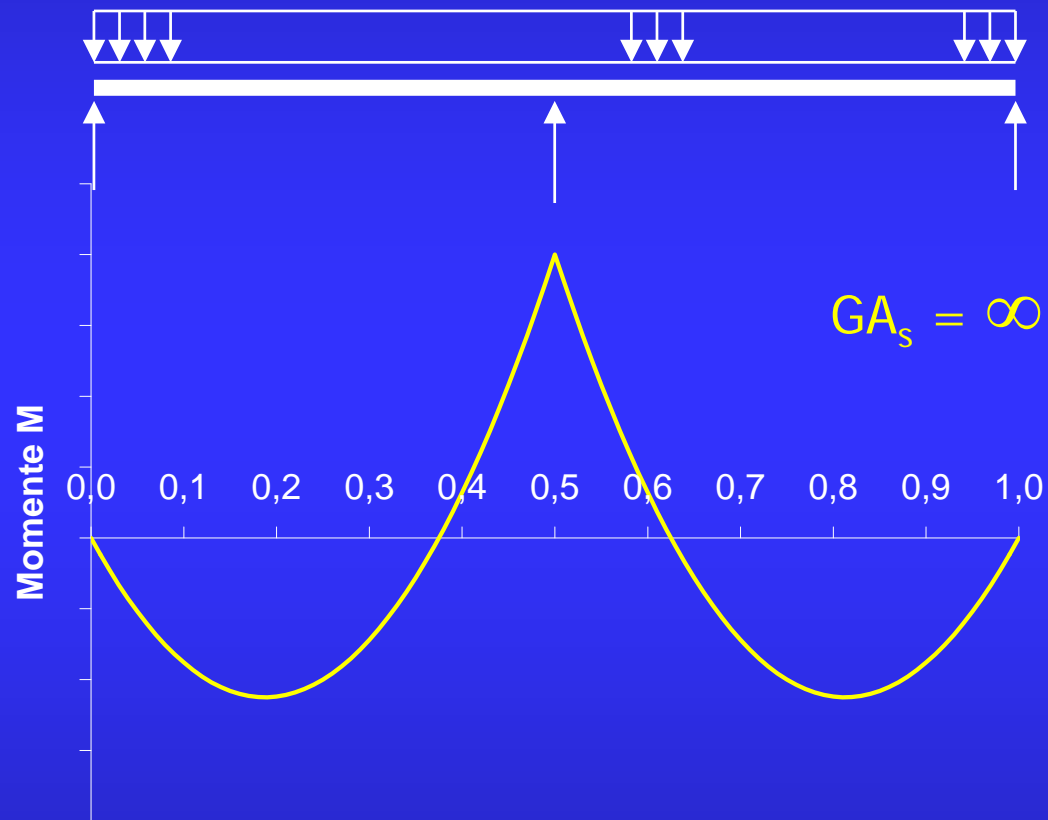
Verformungen



Sandwichelemente



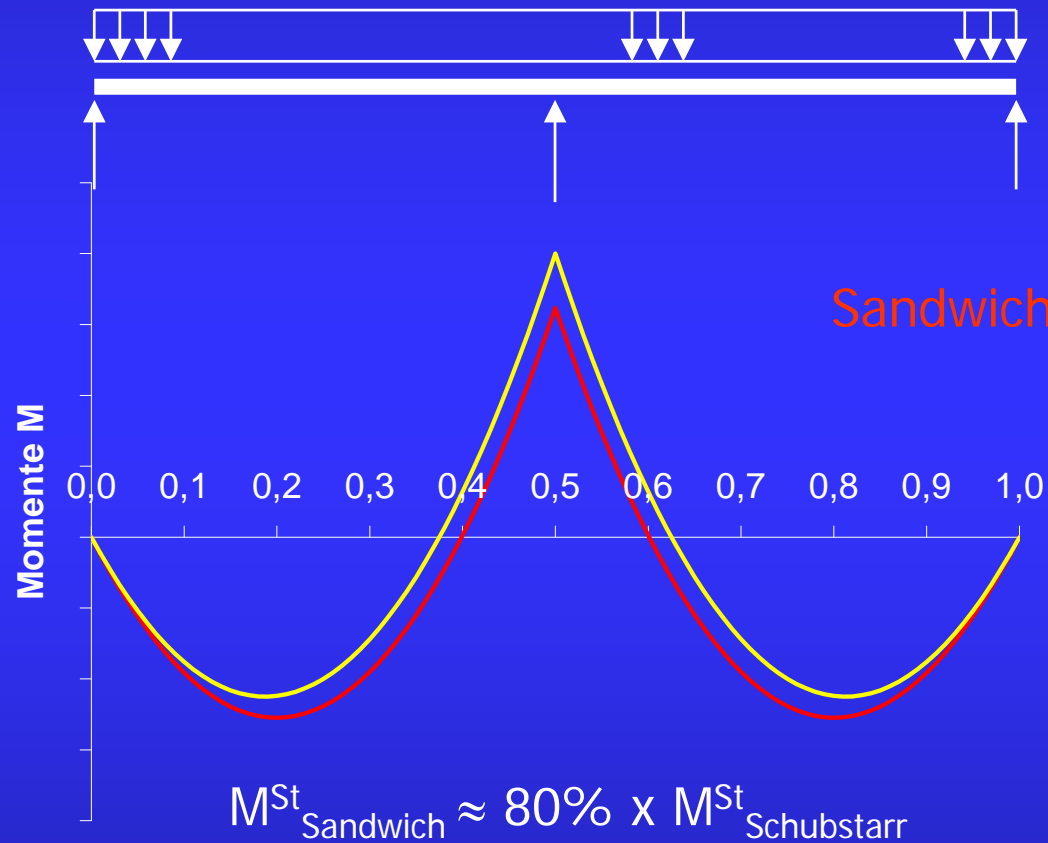
Schnittgrößen



Sandwichelemente



Schnittgrößen

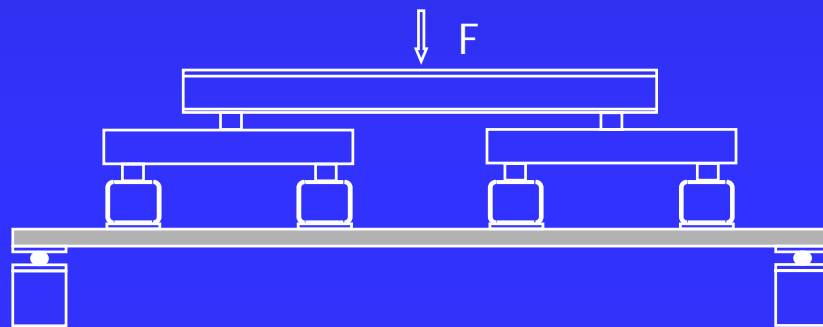


Sandwichelemente



Versagensform

Einfeldträgerversuch



Deckblech Knittern

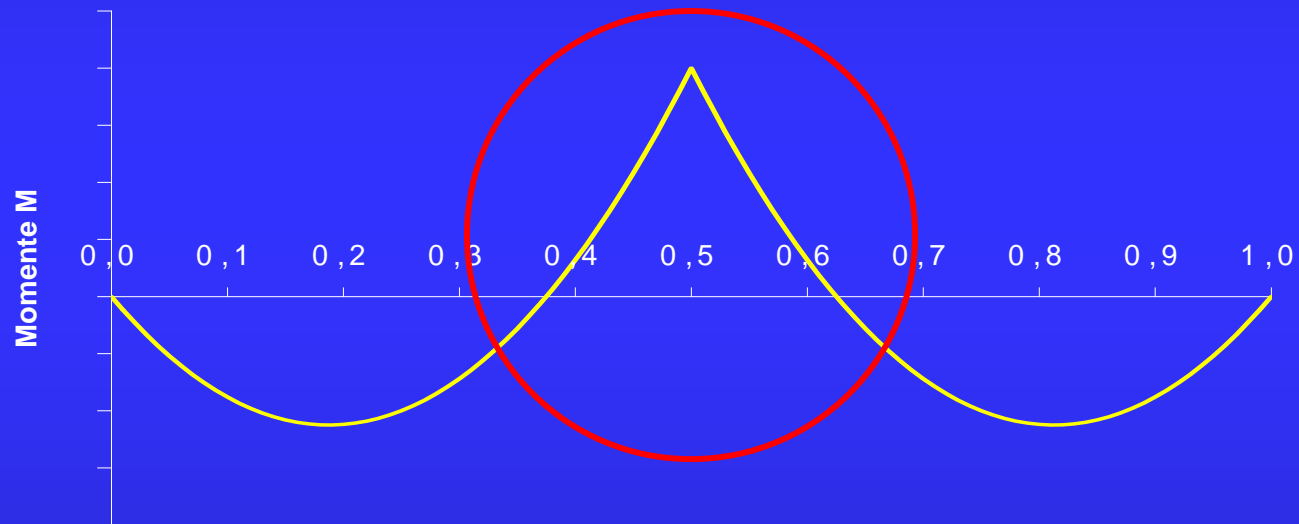


Sandwichelemente



Mittelaufleger

Interaktion von Eindrückung und Knittern



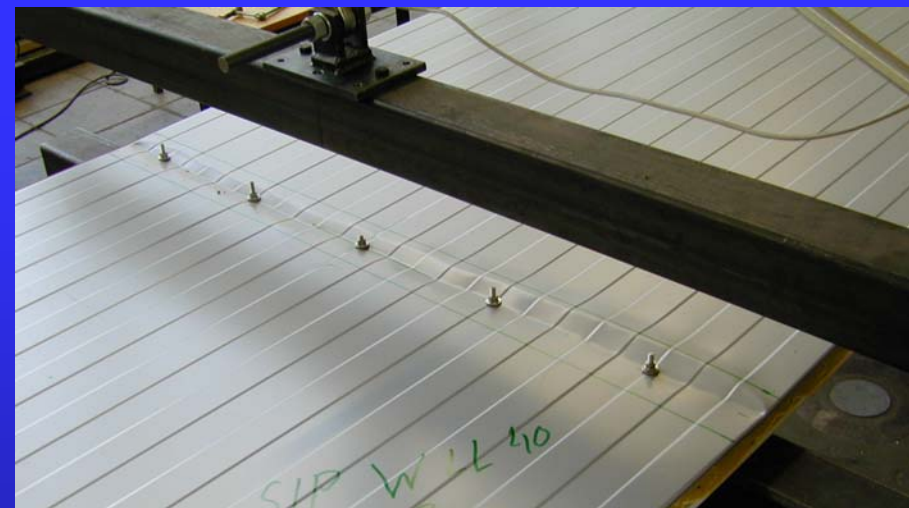
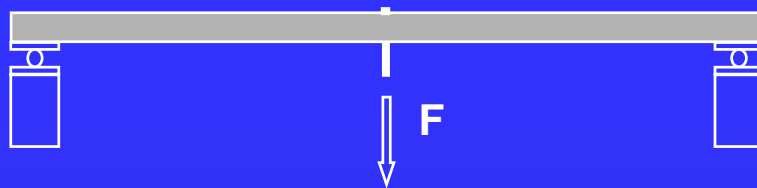
Sandwichelemente



Mittelaufleger



Ersatzträgerversuch



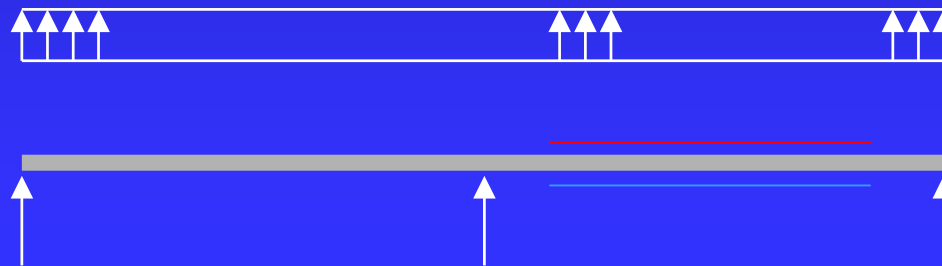
Deckblech Knittern



Sandwichelemente



Belastung



Windsog

$$T_a = +80 \text{ °C}$$

$$T_i = +25 \text{ °C}$$

Temperaturdifferenz ΔT

Statisch bestimmt: Einfluss auf Verformungen

Statisch unbestimmt: Einfluss auf Schnittgrößen

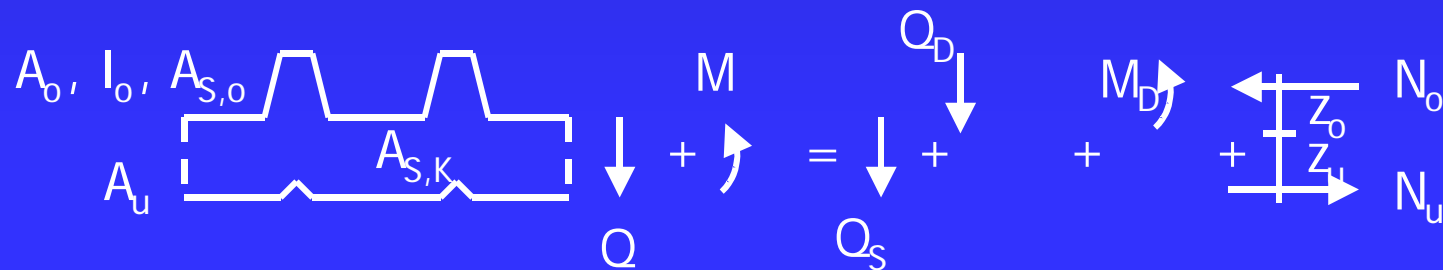


Sandwichelemente



Tragverhalten

profiliert



Innere statische Unbestimmtheit

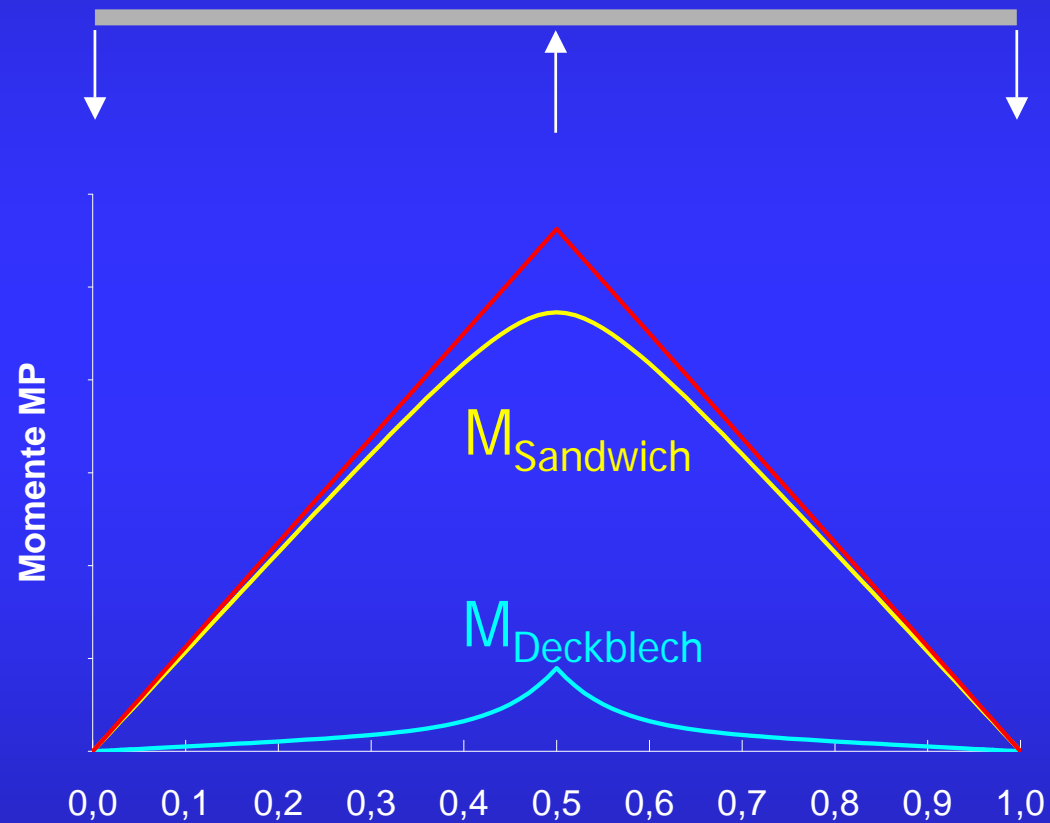
Berechnung analytisch oder mit Stabwerksmodellen



Sandwichelemente



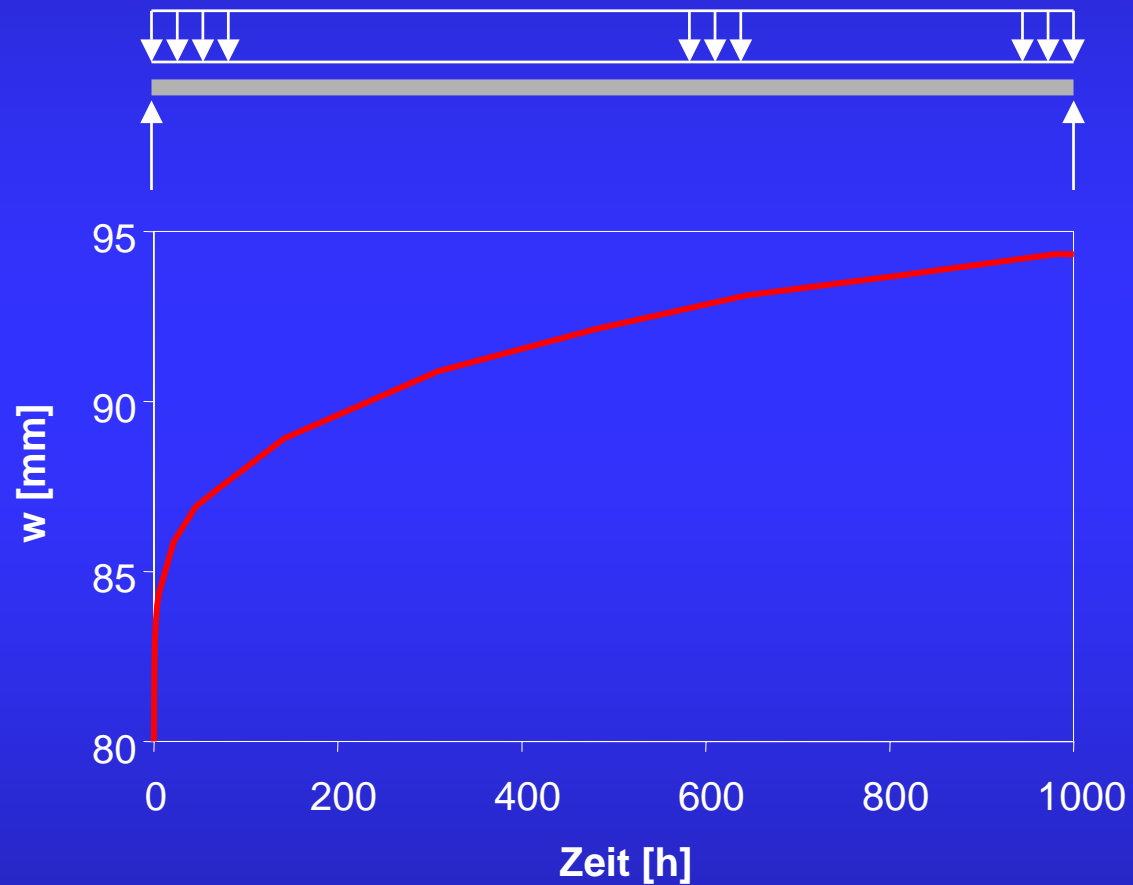
profilierte Deckschicht



Sandwichelemente



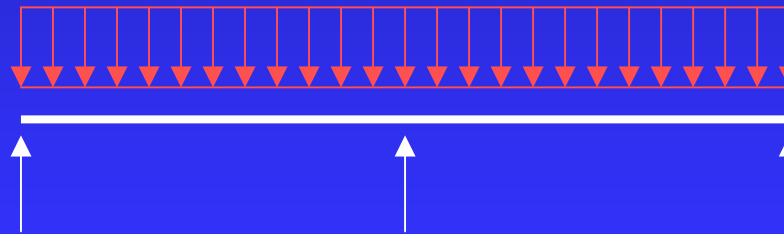
Langzeitverhalten



Sandwichelemente



Nachweisverfahren



Einwirkungen

Eigengewicht, Wind, Schnee (DIN 1055)
Temperatur, Langzeit (Zulassung)

Regelungen

Bauaufsichtliche Zulassungen
prEN 14509

Nachweise

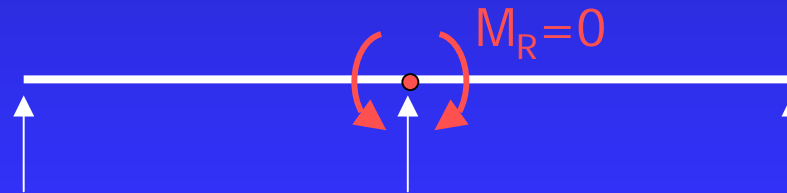
Spannungsnachweise
Auflagerpressung, Verbindungsmittel



Sandwichelemente



Traglastverfahren



Tragfähigkeit

Einfeldsystem

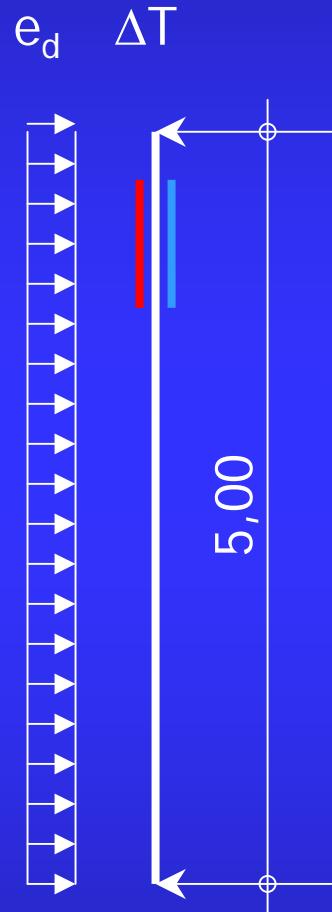
Gebrauchstauglichkeit

Durchlaufträger

größere Stützweiten im Einfeldträger als im Durchlaufträger



Berechnung SWE



Statisches System

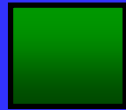
Belastung, Bemessung und Verformung



Kapitel



Stahl-Trapezprofile



Sandwichelemente



Beispielberechnung

