

Biegespannungsberechnung von Brettsperrholzplatten – Methodenvergleich

Seminar Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz

13. und 14. Mai 2011

Holzinnovationszentrum Zeltweg



Gregor Silly | Thomas Bogensperger

holz.bau forschungs gmbh

Inffeldgasse 24/I, 8010 Graz

**Das Kompetenzzentrum
für Holzbau und Holztechnologie**
im Bautechnikzentrum
der Technischen Universität Graz

- **Übersicht der Berechnungsverfahren**
 - Normen (EN 1995-1-1, DIN 1052:2008-12)
 - Empfehlungen der Hersteller (Zulassungen)
 - sonstige Methoden

- **Vergleich der Berechnungsverfahren**
 - Einfeldträger unter Gleichlast
 - Zweifeldträger unter Gleichlast

- **Ergebnisse**
 - Studie mit CLTdesigner (A. Thiel)

- **offene Punkte**

- **Übersicht der Berechnungsverfahren**
 - Normen (EN 1995-1-1, DIN 1052:2008-12)
 - Empfehlungen der Hersteller (Zulassungen)
 - sonstige Methoden

- **Vergleich der Berechnungsverfahren**
 - Einfeldträger unter Gleichlast
 - Zweifeldträger unter Gleichlast

- **Ergebnisse**
 - Studie mit CLTdesigner (A. Thiel)

- **offene Punkte**

Normen

– EN 1995-1-1

modifiziertes γ -Verfahren

Anhang B (**informativ**), Nachgiebig verbundene Biegestäbe

– DIN 1052:2008-12

modifiziertes γ -Verfahren

Kapitel 8.6.2, Verbundbauteile aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen

Schubanalogie-Verfahren

Anhang D.3, Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten

Zulassungen der BSP-Hersteller

- **Binder** (ETA-06/0009, D)
EN 1995-1-1 oder DIN 1052 (SA-Verfahren) | **informativ**
- **Finnforest** (ETA-10/0241, D)
EN 1995-1-1 | **modifiziertes γ -Verfahren**
- **Haas** (Z-9.1-680, D)
DIN 1052 oder EN 1995-1-1
- **HMS** (ETA-08/0242, D)
EN 1995-1-1 | **modifiziertes γ -Verfahren**
- **KLH** (ETA-06/0138, A)
EN 1995-1-1 | **modifiziertes γ -Verfahren**
- **Mayr-Melnhof** (ETA-09/0036, A)
EN 1995-1-1 | **modifiziertes γ -Verfahren**
- **Stora Enso** (ETA-08/0271, D)
EN 1995-1-1 | **modifiziertes γ -Verfahren**

sonstige Methoden

- **transversal-schubnachgiebiger Balken (Timoshenko)**
CLTdesigner (TU Graz, www.cltdesigner.at)
- **verbesserte Stabtheorie**
schubnachgiebiger mehrschichtiger Verbundbalken (Dissertation T. Moosbrugger)
- **Finite Elemente Berechnungen**
z. B. RFEM, ABAQUS
- **modifiziertes γ -Verfahren, Schubanalogie-Verfahren und Timoshenko-Balken sind Näherungsverfahren**
liefern jedoch im baupraktischen Bereich ($L/H \geq 15$) ausreichend genaue Ergebnisse (*für die Referenzkonfiguration*)

- **Übersicht der Berechnungsverfahren**
 - Normen (EN 1995-1-1, DIN 1052:2008-12)
 - Empfehlungen der Hersteller (Zulassungen)
 - sonstige Methoden

- **Vergleich der Berechnungsverfahren**
 - Einfeldträger unter Gleichlast
 - Zweifeldträger unter Gleichlast

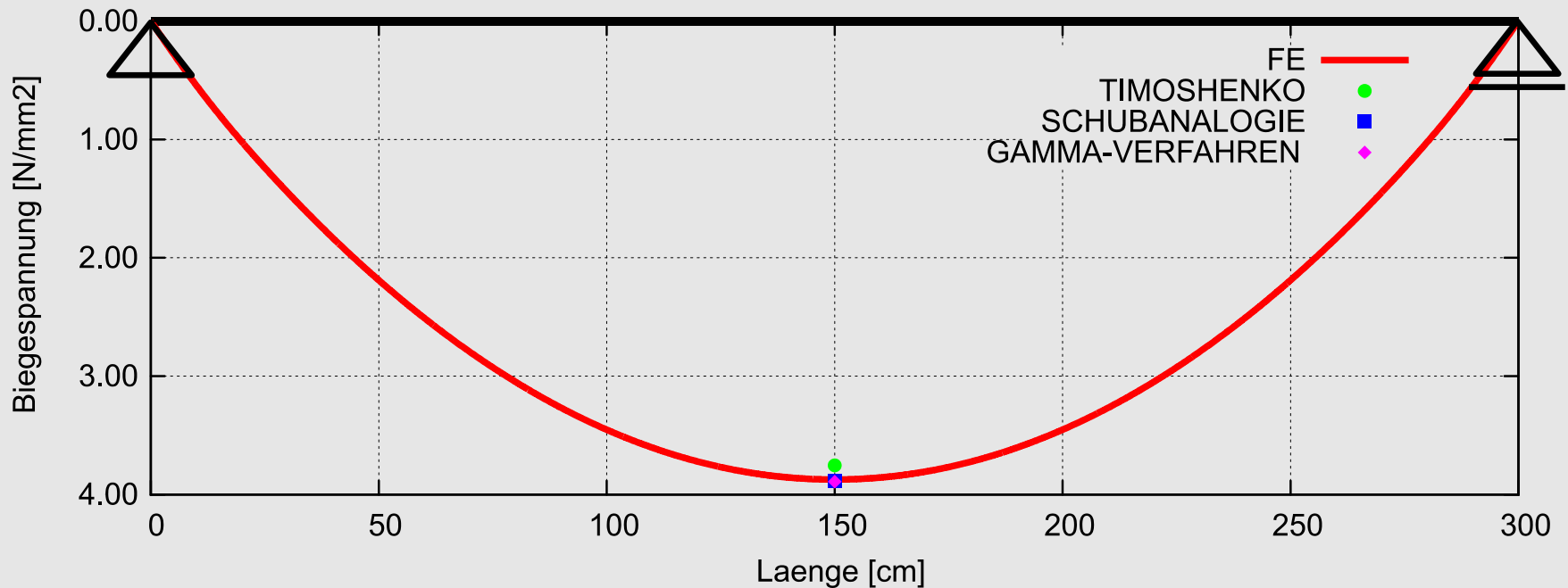
- **Ergebnisse**
 - Studie mit CLTdesigner (A. Thiel)

- **offene Punkte**

Beispiel 1: Einfeldträger unter Gleichlast

– Biegespannungen in Feldmitte

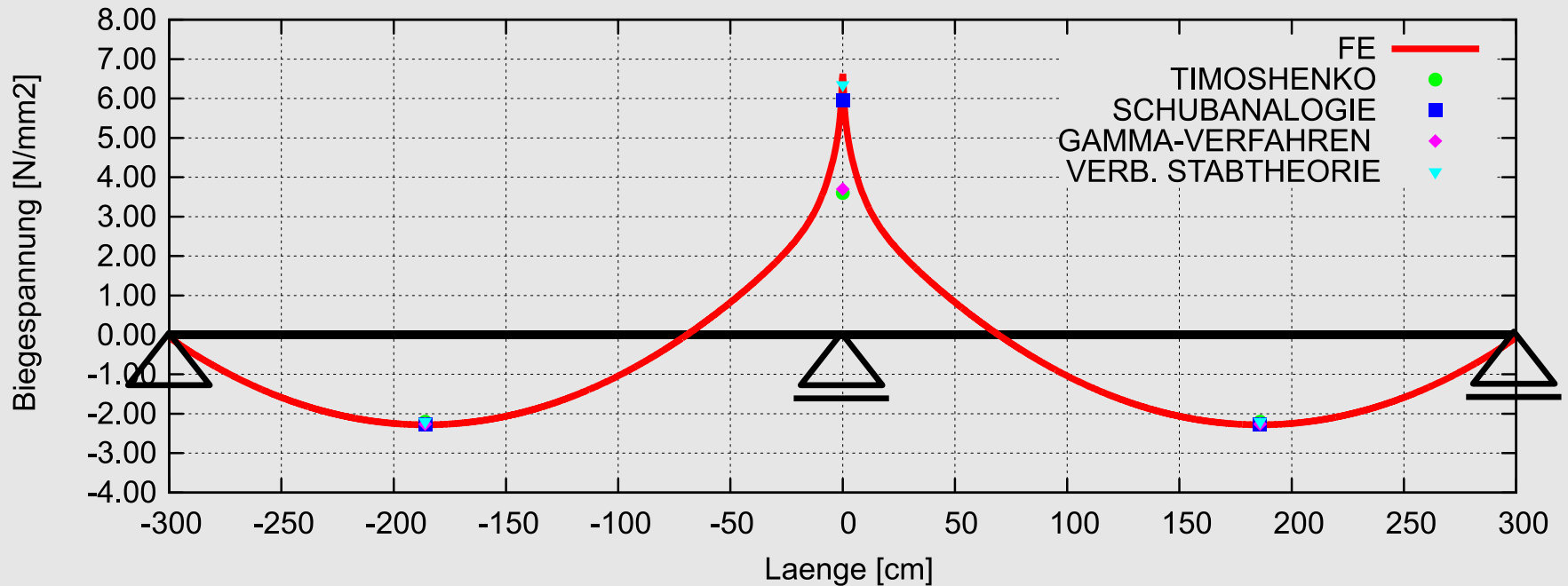
5-schichtige BSP-Platte mit konstanten Schichtdicken, Plattendicke $t = 150$ mm, $L/H = 20$



Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

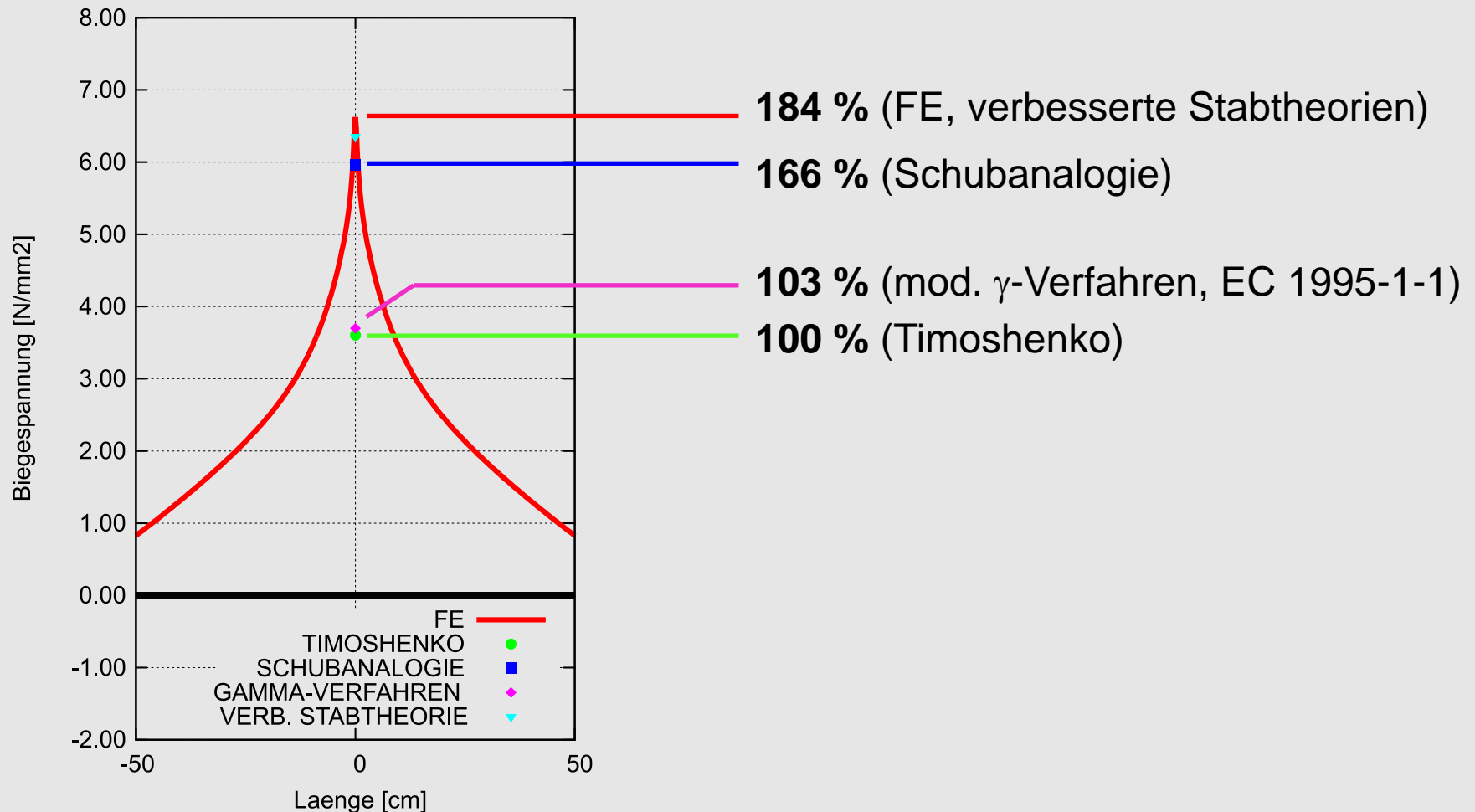
– Biegespannungen im Feld- und Stützbereich

5-schichtige BSP-Platte mit konstanten Schichtdicken, Plattendicke $t = 150$ mm, $L/H = 20$



Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

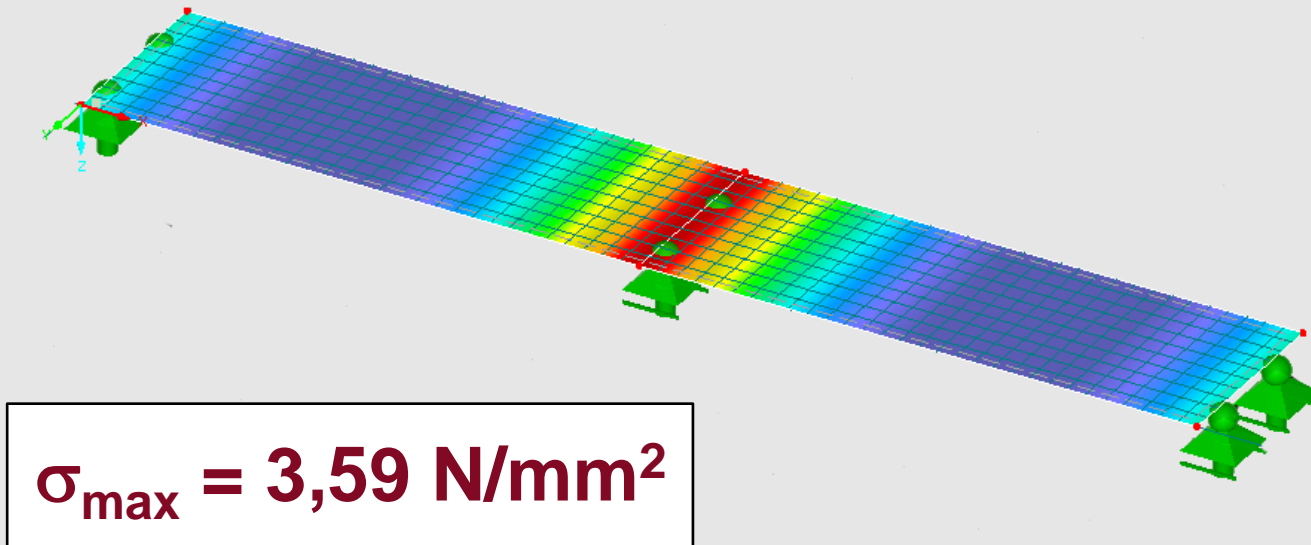
– Biegespannungen im Stützbereich



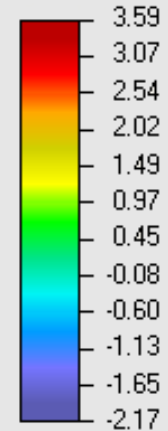
Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

- Vergleich RFEM (Zusatzmodul LAMINATE) – CLTdesigner
Biegespannungen im Stützbereich | Reissner-Mindlin

RFEM 4.06 (LAMINATE)



Spannungen für LF1
Sigma-x [N/mm²]



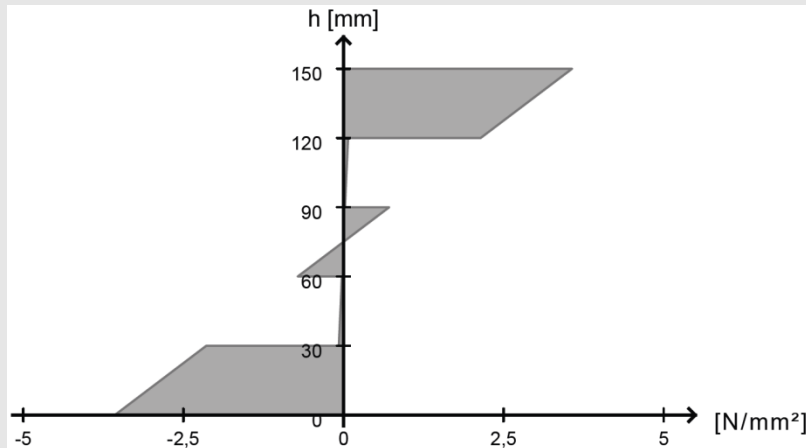
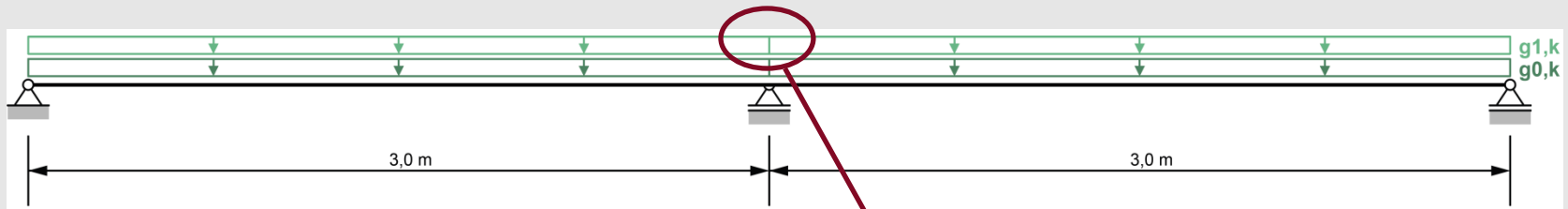
Max : 3.59

Min : -2.17

Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

- Vergleich RFEM (Zusatzmodul LAMINATE) – CLTdesigner
Biegespannungen im Stützbereich | Timoshenko Stab

CLTdesigner v2.0



$$\sigma_{\max} = 3,57 \text{ N/mm}^2$$

Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

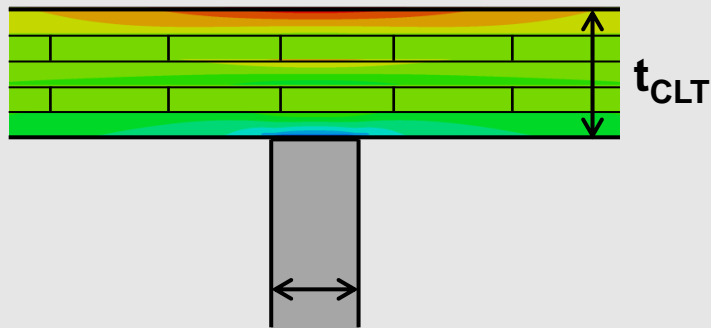
– Biegespannungen – Ausrundung

ABAQUS

Modellierung als 2D-Scheibe

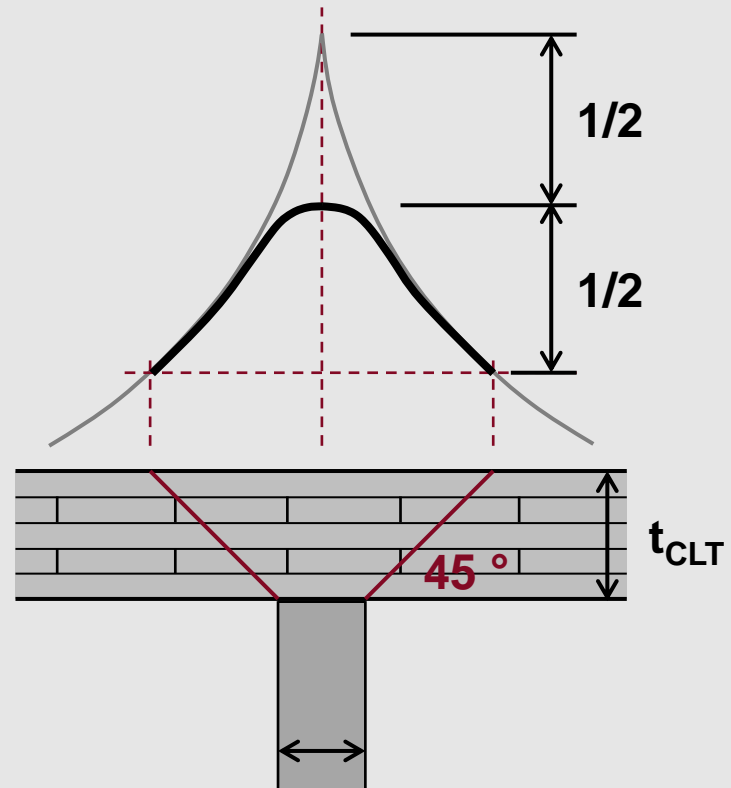
Auflager mit Kontakt

Auslesen der Spannungen an der Zugseite



$b = 10 \text{ cm}$

Schubanalogie-Verfahren

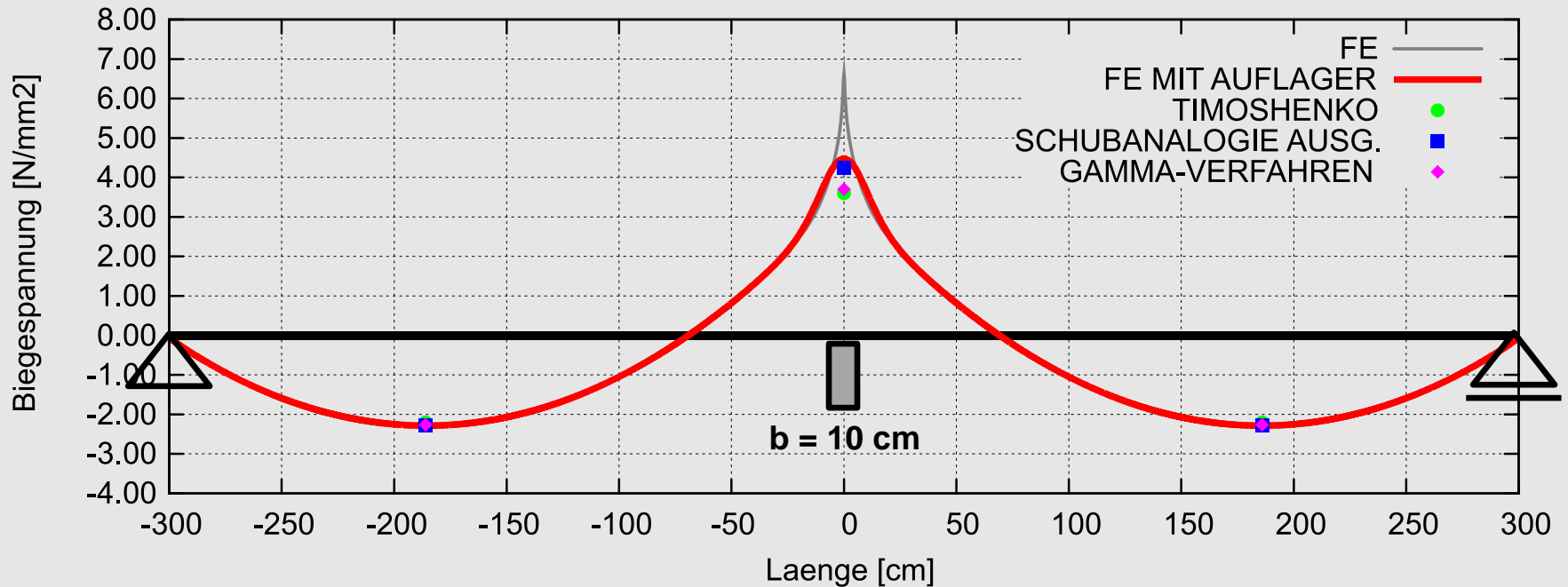


$b = 10 \text{ cm}$

Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

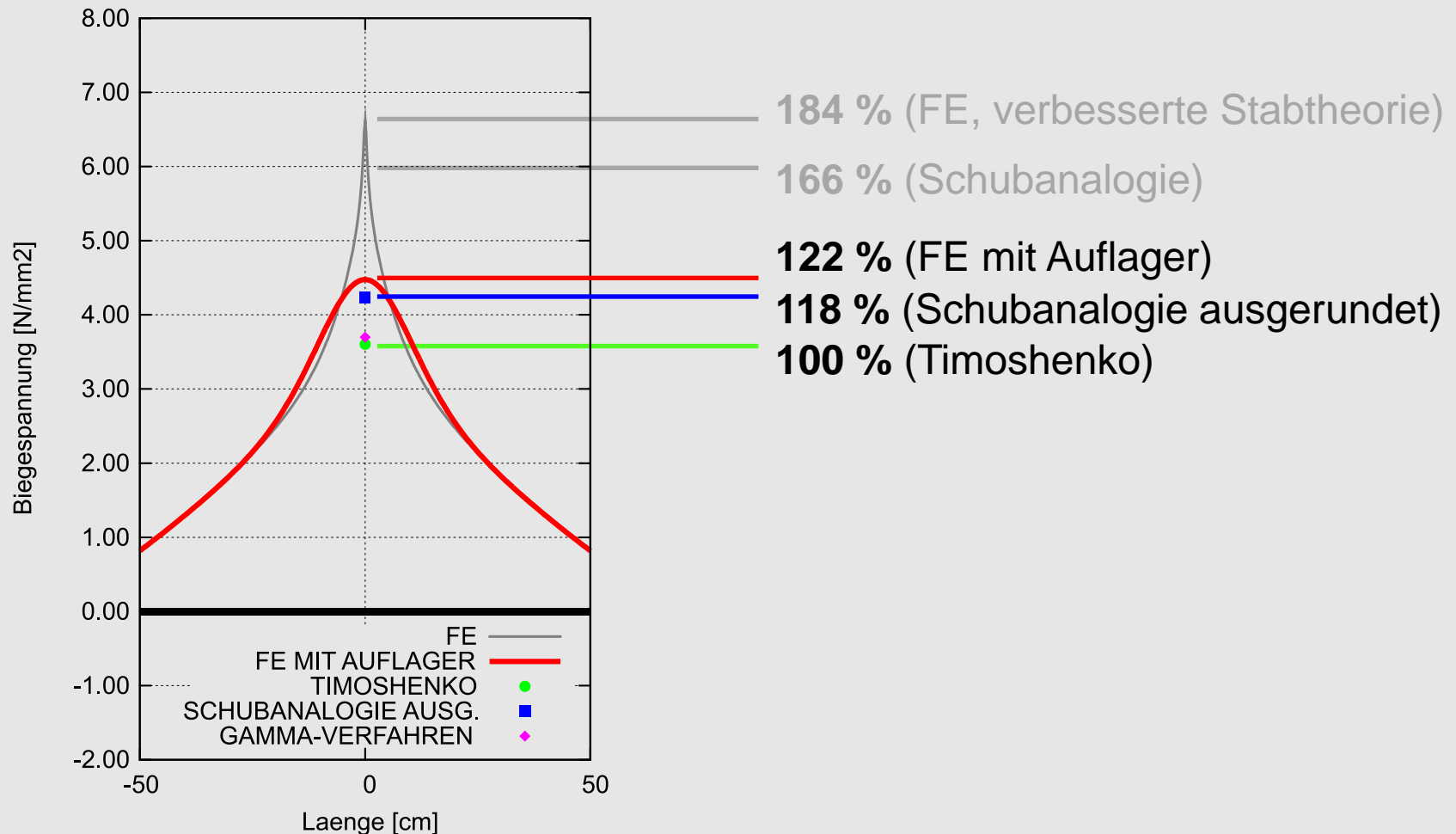
– Biegespannungen im Stützbereich (ausgerundet)

5-schichtige BSP-Platte mit konstanten Schichtdicken, Plattendicke $t = 150$ mm, $L/H = 20$



Beispiel 2: Zweifeldträger unter Gleichlast

– Biegespannungen im Stützbereich (ausgerundet)



- **Übersicht der Berechnungsverfahren**
 - Normen (EN 1995-1-1, DIN 1052:2008-12)
 - Empfehlungen der Hersteller (Zulassungen)
 - sonstige Methoden

- **Vergleich der Berechnungsverfahren**
 - Einfeldträger unter Gleichlast
 - Zweifeldträger unter Gleichlast

- **Ergebnisse**
 - Studie mit CLTdesigner (A. Thiel)

- **offene Punkte**

Studie mit CLTdesigner (A. Thiel)

– was wurde untersucht?

Zweifeldträger mit gleichen Stützweiten ($L1 = L2$)

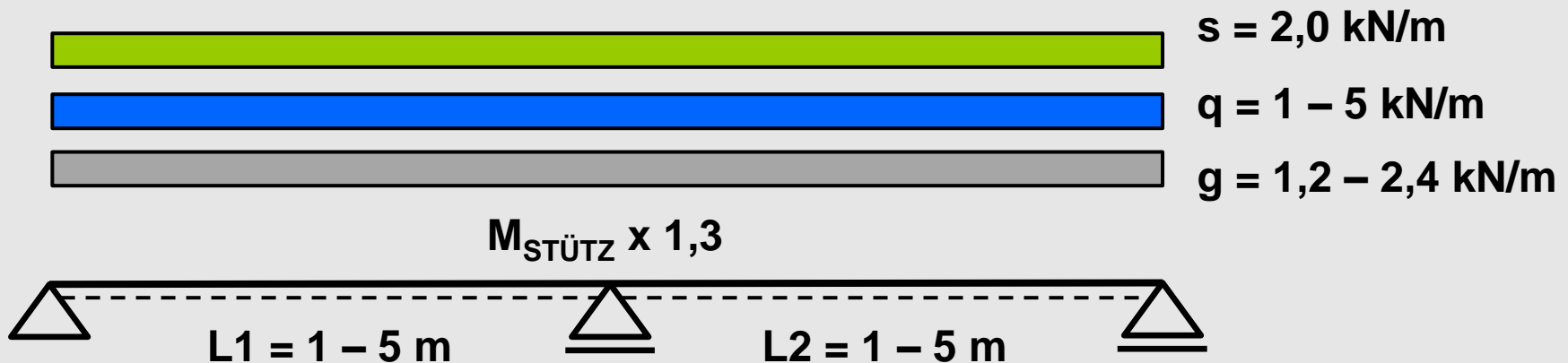
Belastung (ständige Lasten, Nutzlast, Schnee)

3-, 5- und 7-schichtige Platten aller Hersteller

ULS, ULS_{fire} (30, 60 min), SLS

ungünstigste Laststellung

Erhöhung des Stützmomentes um 30 %



Studie mit CLTdesigner (A. Thiel)

– Erkenntnisse

SLS (Durchbiegung, Schwingung) öfter bemessungsmaßgebend als ULS
jedoch keine pauschale Aussage möglich!

Erhöhung des Moments kommt besonders im **Brandfall** zu tragen
(weil kein SLS Nachweis gefordert)

weiterer Forschungsbedarf

– Studie ausweiten

weitere Fälle untersuchen (Dreifeldträger, Kragarme usw.)

weitere Lastfälle (z. B. Einzellasten)

Einfluss des Plattenaufbaues untersuchen

– Untersuchung der Biegefestigkeitserhöhung im Stützbereich

bei Zweifeldträgern aus **BSH** kommt es im Stützbereich zu einer Festigkeitserhöhung von ca. 25 % (Paper WCTE 2010, Frese M. (Karlsruhe)).

Ähnliches Verhalten ist bei **BSP** zu erwarten!

– Versuche

weitere Biegeversuche an unterschiedlichen Konfigurationen

(Zweifeldträger, Kragträger, ...)

Kontakt

DI Gregor Silly

+43 (0) 316 873-4615

gregor.silly@tugraz.at

Inffeldgasse 24/I, A-8010 Graz

DI Dr.techn. Thomas Bogensperger

+43 (0) 316 873-4608

bogensperger@tugraz.at

Inffeldgasse 24/I, A-8010 Graz



**Das Kompetenzzentrum
für Holzbau und Holztechnologie**
im Bautechnikzentrum
der Technischen Universität Graz