

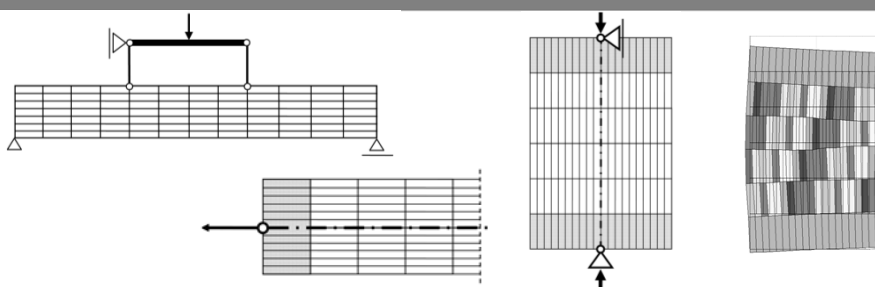


Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz – Methoden und Ergebnisse aktueller Forschung

Matthias Frese

90 Jahre Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine
Festkolloquium am 29. und 30. September 2011

Holzbau und Baukonstruktionen

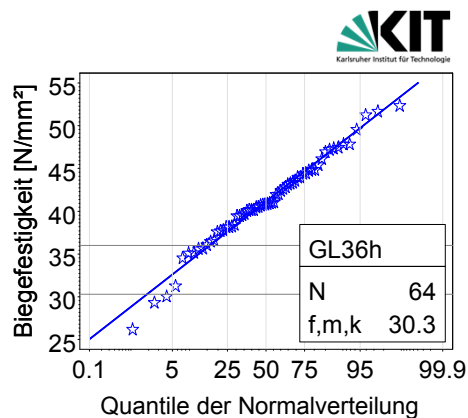


KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu

Hintergründe

- Fichtenbrettschichtholz
 - Biegefestigkeit auf dem Prüfstand
 - Wie fest ist Fichtenbrettschichtholz?



Hintergründe

- Fichtenbrettschichtholz
 - Biegefestigkeit auf dem Prüfstand
 - Wie fest ist Fichtenbrettschichtholz?
- Warenlager Wald im Wandel
 - Anteil der Laubbäume steigt
 - Buchenbrettschichtholz



Hintergründe

- Fichtenbrettschichtholz
 - Biegefestigkeit auf dem Prüfstand
 - Wie fest ist Fichtenbrettschichtholz?
- Warenlager Wald im Wandel
 - Anteil der Laubbäume steigt
 - Buchenbrettschichtholz
- Dauerthema Dauerhaftigkeit
 - Alternative zu Fichten- und Tropenholz
 - Modifiziertes Holz für BS-Holz



Hintergründe

- Fichtenbrettschichtholz
 - Biegefestigkeit auf dem Prüfstand
 - Wie fest ist Fichtenbrettschichtholz?
- Warenlager Wald im Wandel
 - Anteil der Laubbäume steigt
 - Buchenbrettschichtholz
- Dauerthema Dauerhaftigkeit
 - Alternative zu Fichten- und Tropenholz
 - Modifiziertes Holz für BS-Holz
- Wettbewerb
 - Wirtschaftliche Planung
 - Produktoptimierung



5 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Simulation



- Lat. simulare, eigtl. = nachahmen
- “Sachverhalte, Vorgänge [mit technischen, (natur)wissenschaftlichen Mitteln] modellhaft nachbilden, (bes. zu Übungs-, Erkenntniszwecken) in den Grundzügen wirklichkeitsgetreu nachahmen”

6 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Arbeitsberichte
zur
Sicherheitstheorie der Bauwerke

Bestimmung des Festigkeitsverhaltens von
Fichtenbrettschichtholz als Grundlage für
ein probabilistisches Bemessungsverfahren
Teil 1

Versuchseinrichtung für Kurzzeit- Druckversuche

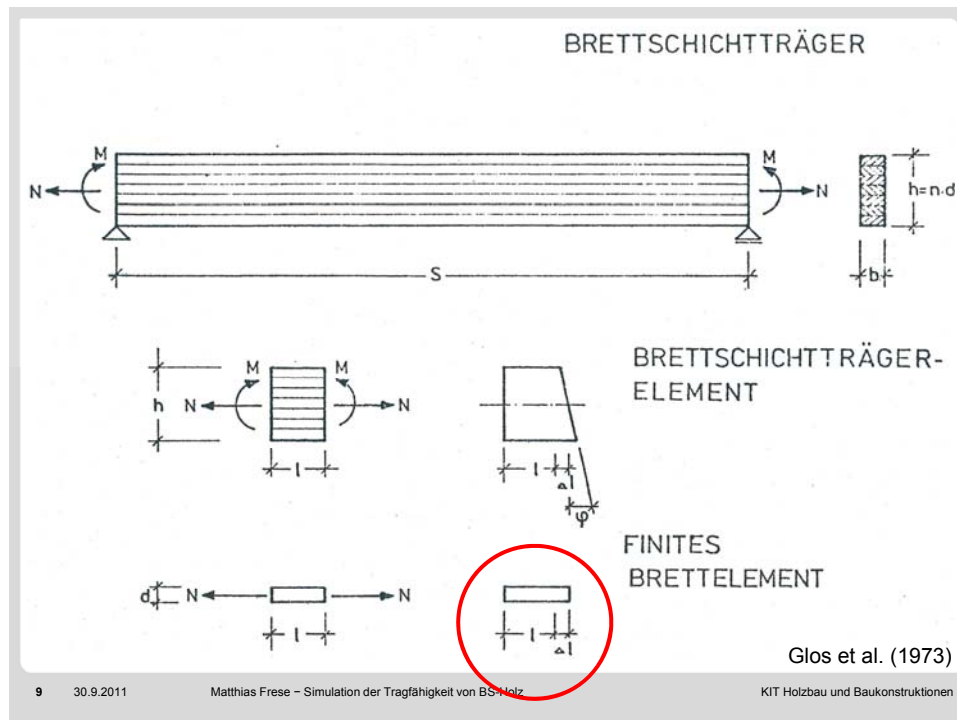
Glos et al. (1973)

7 30.9.2011 Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz KIT Holzbau und Baukonstruktionen

■ “Da die Beanspruchbarkeit eine stochastische Größe darstellt, ist eine große Anzahl von Versuchen notwendig. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es daher geboten, diese Versuche nicht an der Vielzahl möglicher Tragwerksformen durchzuführen, sondern an einigen wenigen Elementen, aus denen die Tragwerke zusammengesetzt werden können.”

Glos et al. (1973)

8 30.9.2011 Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz KIT Holzbau und Baukonstruktionen



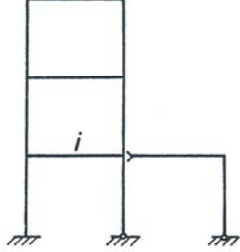
Finite-Elemente-Methode



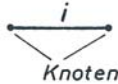
- “Besonders der bausteinartige Aufbau kommt der gewohnten Denkweise des Ingenieurs sehr entgegen und unterscheidet sich auf diese Weise vom Ansatz her von abstrakten mathematischen Algorithmen.”
- “Die zu berechnende Struktur wird in eine Anzahl einzelner Elemente endlicher Größe zerlegt.”
- “Sie sind von gleicher Strukturart und gleichem Materialverhalten wie das Original-Tragwerk.”

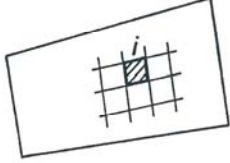
Wunderlich (1985)


Karlsruher Institut für Technologie



1-D Elemente:





2-D Elemente:



Bild 1: Struktur als Summe von Elementen

Wunderlich (1985)

11 30.9.2011
Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz
KIT Holzbau und Baukonstruktionen




Karlsruher Institut für Technologie

Rundholzplatz,
Schwörer
Holzindustrie,
Hohenstein

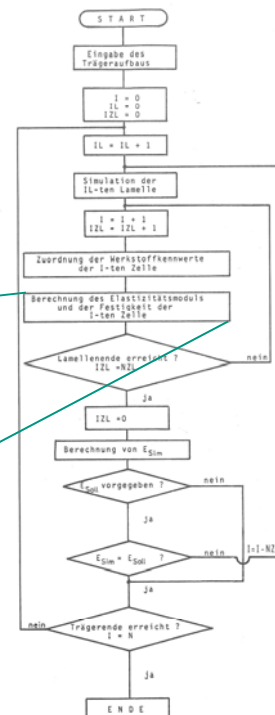
Holzbau und Baukonstruktionen



Streuende Holzeigenschaften

Berechnung des Elastizitätsmoduls
und der Festigkeit der
I-ten Zelle

Flussdiagramm der Materialsimulation
im Karlsruher Rechenmodell (KAREMO)
Ehlbeck et al. (1985)



Methoden & Ergebnisse aktueller Forschung



- Strukturanalyse
- Sortiervverfahren
- Holzarten
- Systeme

15 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Methoden & Ergebnisse



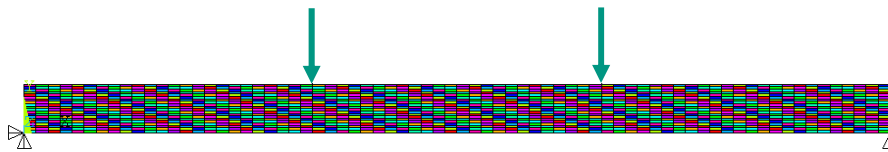
- Strukturanalyse
 - Finite-Elemente-Programm für wissenschaftliche Anwendungen
 - Spezifische Programmiersprache
 - Prozessoren
 - Modellierung, Berechnung, Auswertung, Visualisierung
 - Anpassungsfähig

16 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Simulierter Biegeversuch

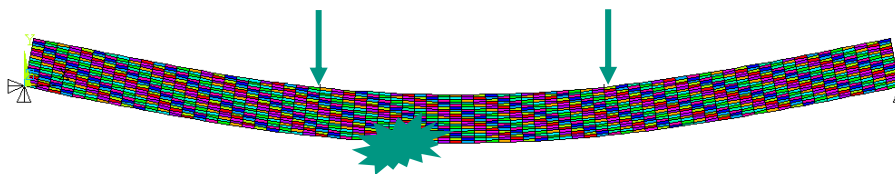


17 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

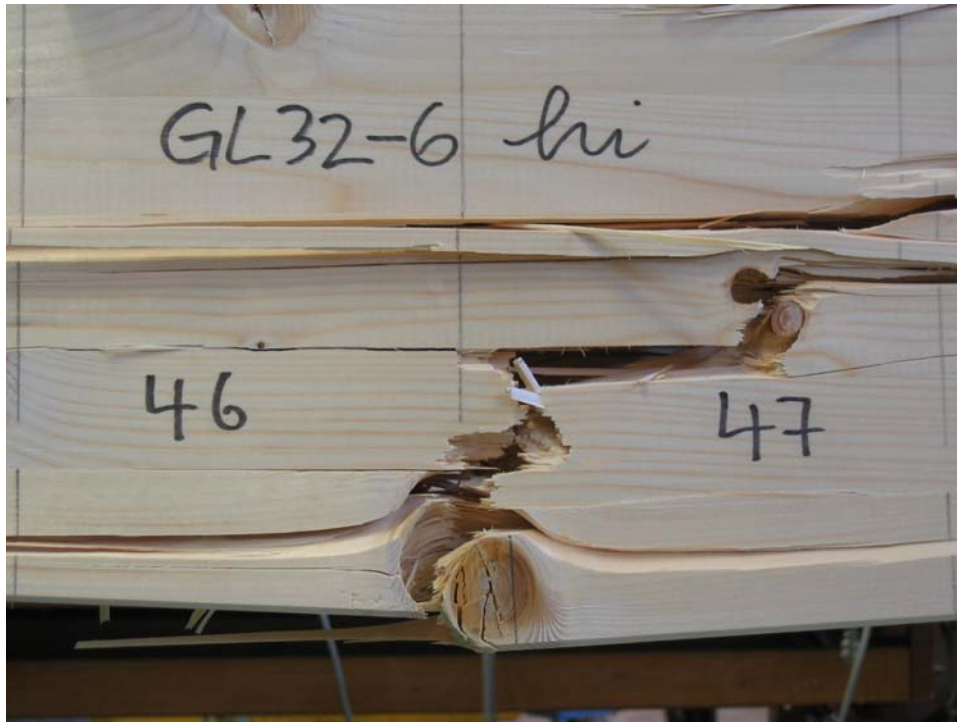
Simulierter Biegeversuch – Tragfähigkeit



18 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

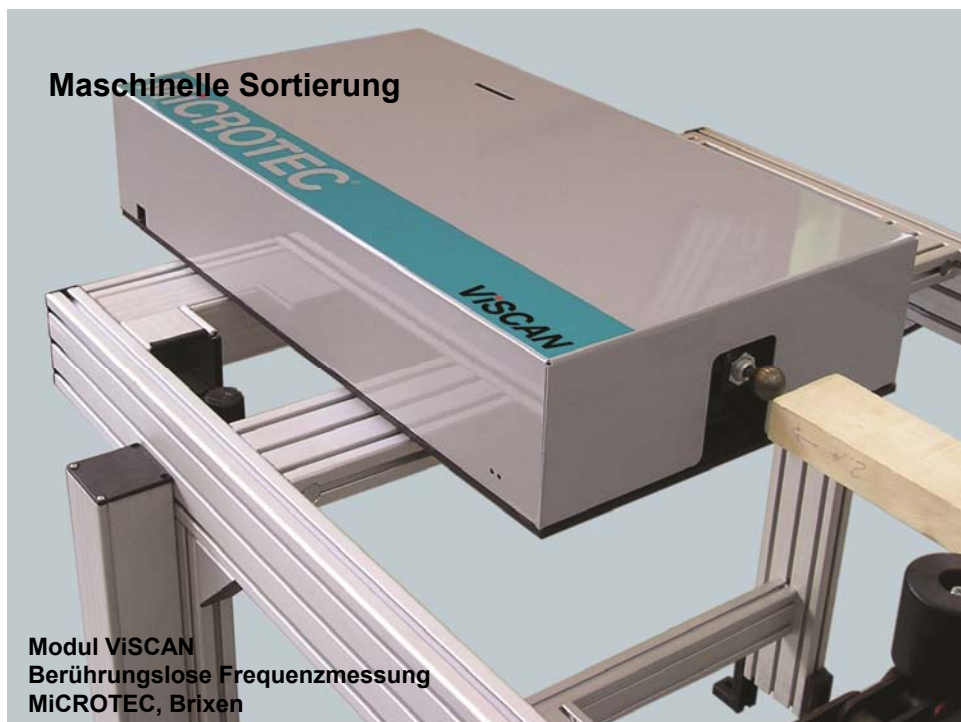
KIT Holzbau und Baukonstruktionen



Methoden & Ergebnisse



- Strukturanalyse
- Sortiervverfahren
 - Visuelle und maschinelle Sortierungen
 - Datenbank der Holzforschung München



Methoden & Ergebnisse



- Strukturanalyse
- Sortierverfahren
- Holzarten
 - Fichtenholz – Korrektur der Anforderungen an Bretter und Keilzinken

23 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

BS-Holz-Merkblatt November 2010



Tabelle 1: Festigkeitsklassen

Frühere, heute nicht mehr anzuwendende Bezeichnung nach: DIN 1052: 2008-12		DIN 1052-1/A1: 1996-10
GL 24h		BS 11
GL 28c		BS 14
GL 32c		BS 16

24 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Methoden & Ergebnisse



- Strukturanalyse
- Sortierverfahren
- Holzarten
 - Fichtenholz – Korrektur der Anforderungen an Bretter und Keilzinken
 - Buchenholz – Reaktion auf das zukünftig verstärkte Buchenholzaufkommen

25 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen



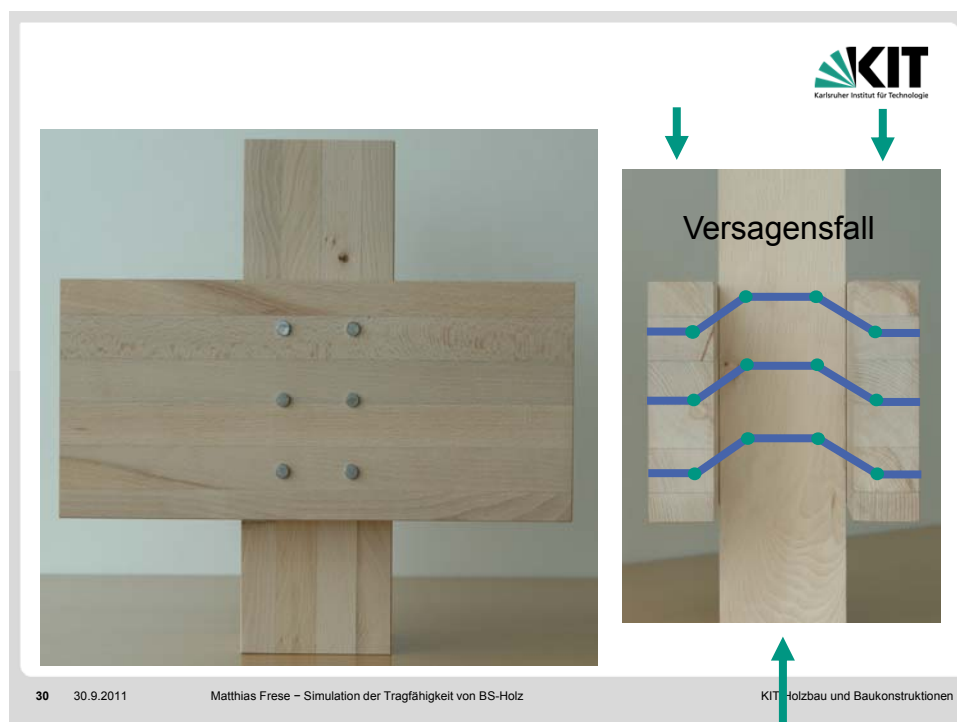
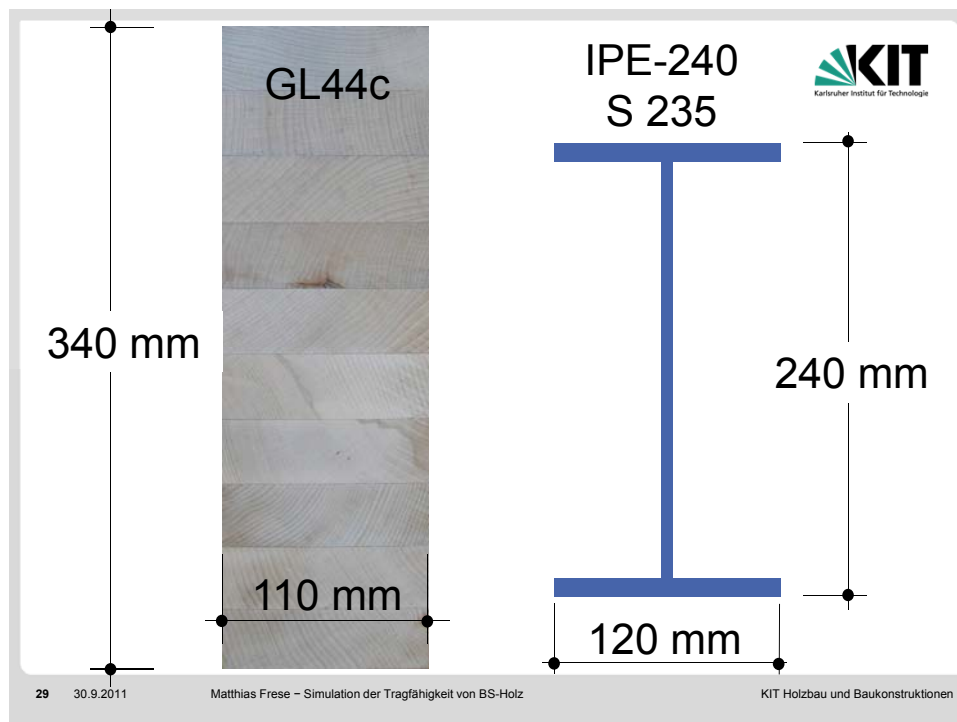


BS-Holz aus Buche Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung



Festigkeitsklassen und Anforderungen

	GL28h	GL32c	GL36c	GL40c	GL44c	GL48c
Anforderungen an die Randlamellen ($\geq h/6$)						
Sortierung	LS10	LS13	LS13+A	LS13+E14	LS13+E15	LS13+A+E15
E_{dyn}	-	-	-	> 14000	> 15000	> 15000
geforderte charakteristische Biegefestigkeit der Keilzinkenverbindungen						
$f_{m,j,k}$	≥ 47	≥ 55	≥ 58	≥ 62	≥ 65	≥ 69



Hersteller von BS-Holz aus Buche



- Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.:
 - Burgbacher Holztechnologie GmbH
 - Schaffitzel Holzindustrie GmbH + Co. KG
 - SchwörerHaus KG
 - WIEHAG GmbH

31 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Methoden & Ergebnisse



- Strukturanalyse
- Sortiervverfahren
- Holzarten
 - Fichtenholz – Korrektur der Anforderungen an Bretter und Keilzinken
 - Buchenholz – Reaktion auf das zukünftig verstärkte Buchenholzaufkommen
 - Acetylierte Radiata-Kiefer (Accoya) – Dauerhaftigkeit

32 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen



Accoya

- Radiata-Kiefer (*pinus radiata*) aus Neuseeland/Chile
- Plantagenholz
- Modifikation durch Einlagerung von Essigsäureanhydrid
- Dauerhaftigkeit



Accoya

Plantage in
Neuseeland,
Schonung mit
jungem
Baumbestand



35 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen



Accoya-Brettschichtholz



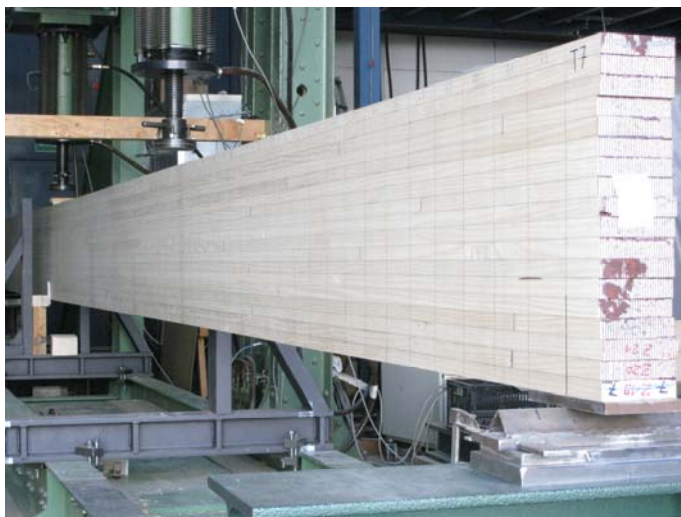
Haupttragglied
einer Brücke
für die
Niederlande
Werkshalle,
Schaffitzel
Holzindustrie

37 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Wissenschaftliche Grundlagen für Accoya-BS-Holz



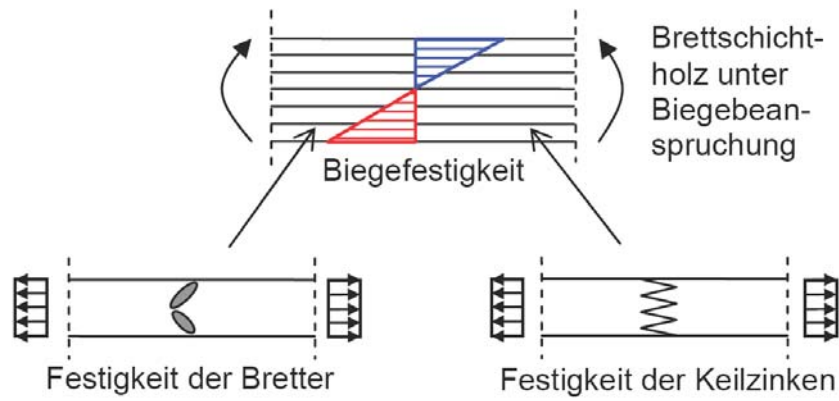
Accoya-BS-Holz
Biegeversuch

38 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Einflüsse auf die Festigkeit

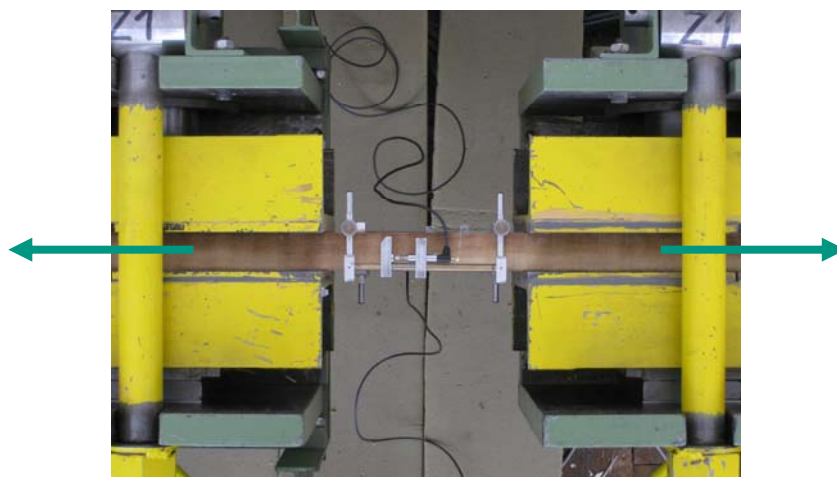


39 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Zugversuche an Accoya-Brettabschnitten



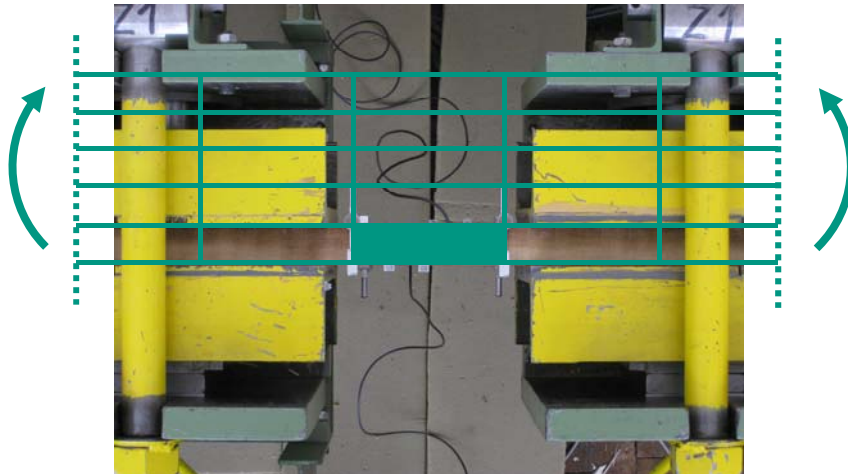
Zugprüfmaschine, Holzforschung München

40 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Zugversuche an Accoya-Brettabschnitten

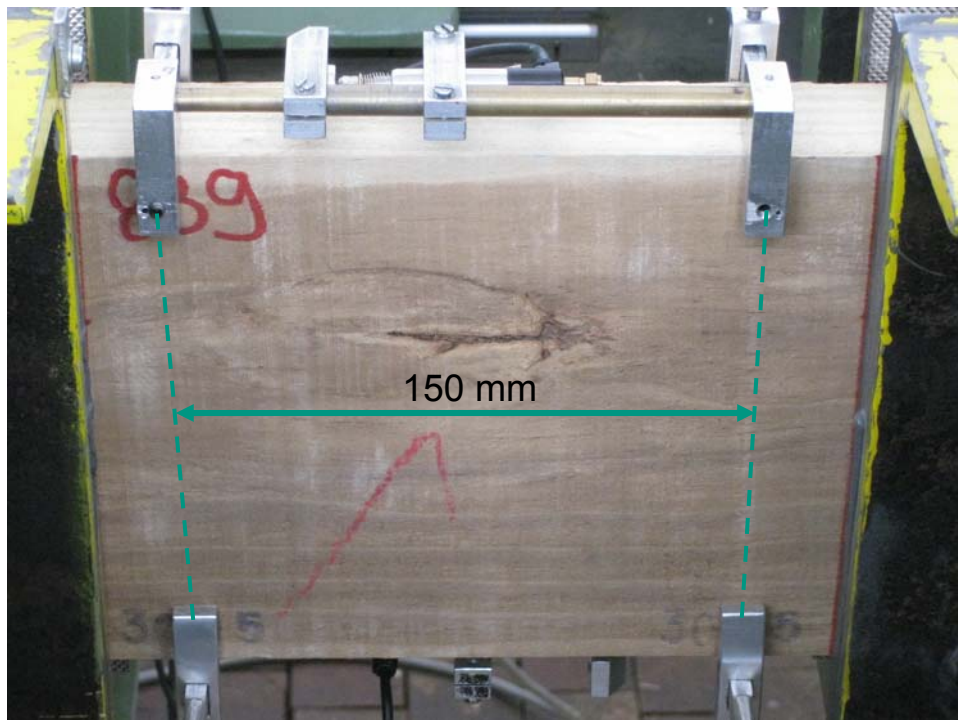


Zugprüfmaschine, Holzforschung München

41 30.9.2011

Matthias Frese - Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen





Dauerhaftigkeit von frei bewitterten Holzbauteilen Fallbeispiel



Brücke aus
Fichten-
brettschichtholz,
2010 abgerissen

45 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Wettbewerbsnachteile



Aluminium-
konstruktion
als Ersatz

46 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Pilzbefall und Fäule



Anschluss
Geländerpfosten

47 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Methoden & Ergebnisse



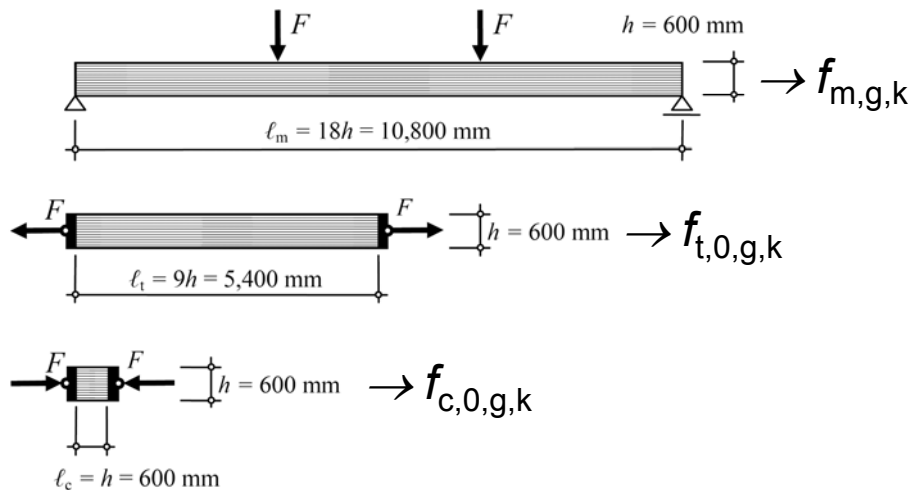
- Strukturanalyse
- Sortiervverfahren
- Holzarten
- Systeme aus Fichten BS-Holz
 - Zugversuche – Längeneffekte
 - Druckversuche – Holzfeuchte

48 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Biege-, Zug- und Druckfestigkeit

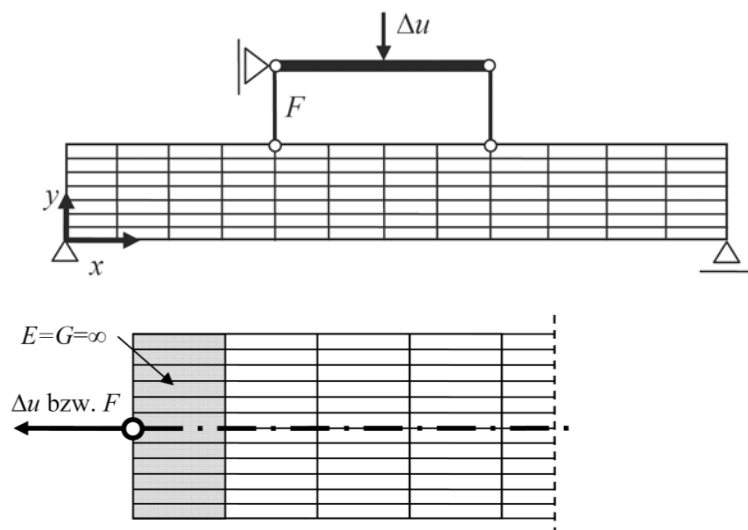


49 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

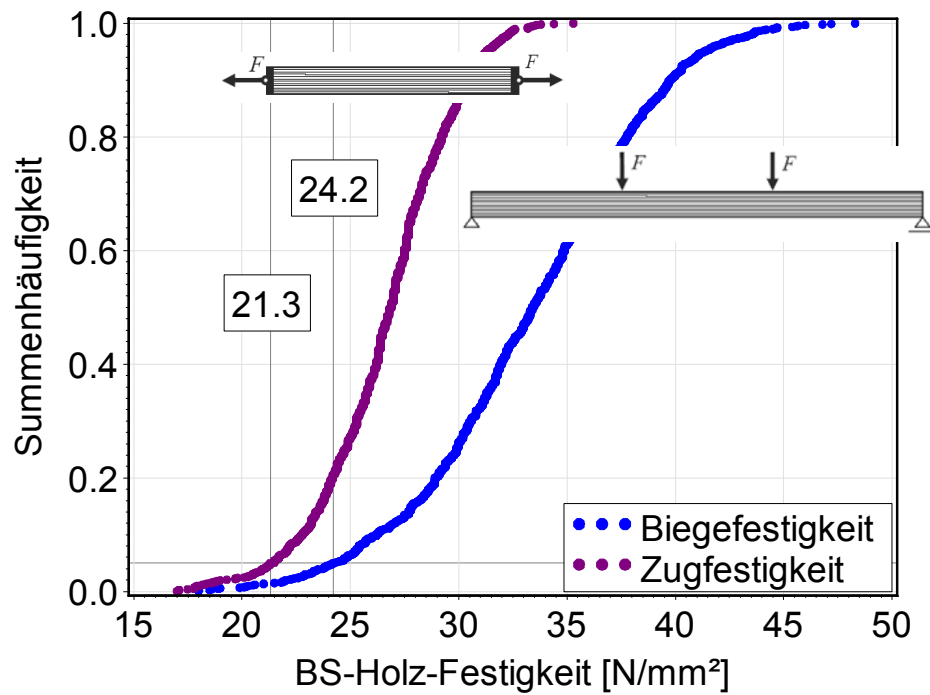
Modelle für Biege- und Zugversuche



50 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen



DIN 1052:2008

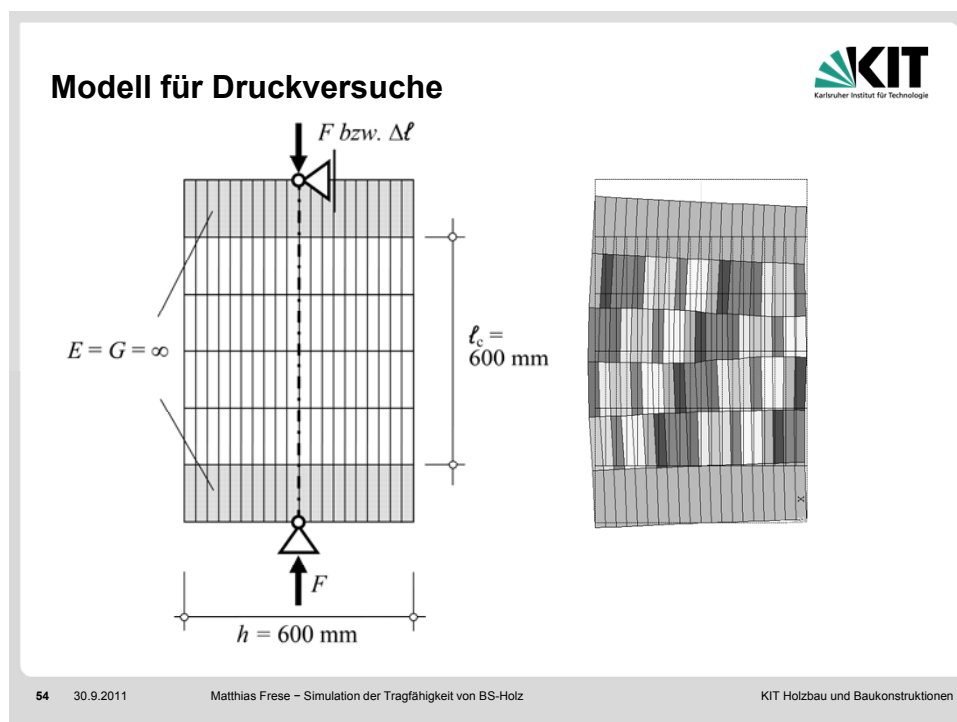
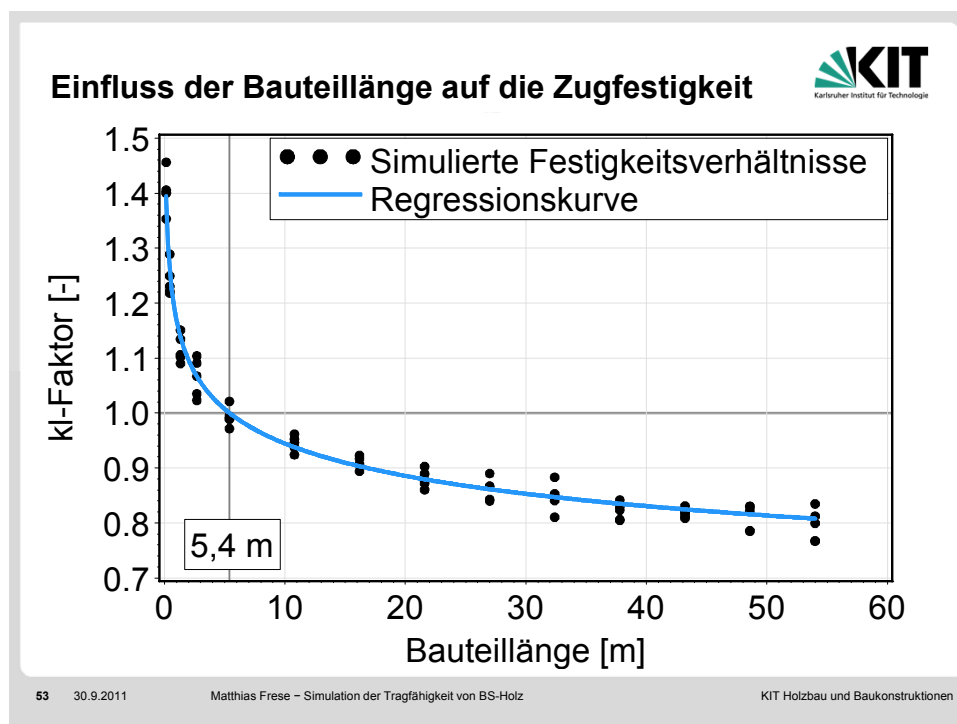


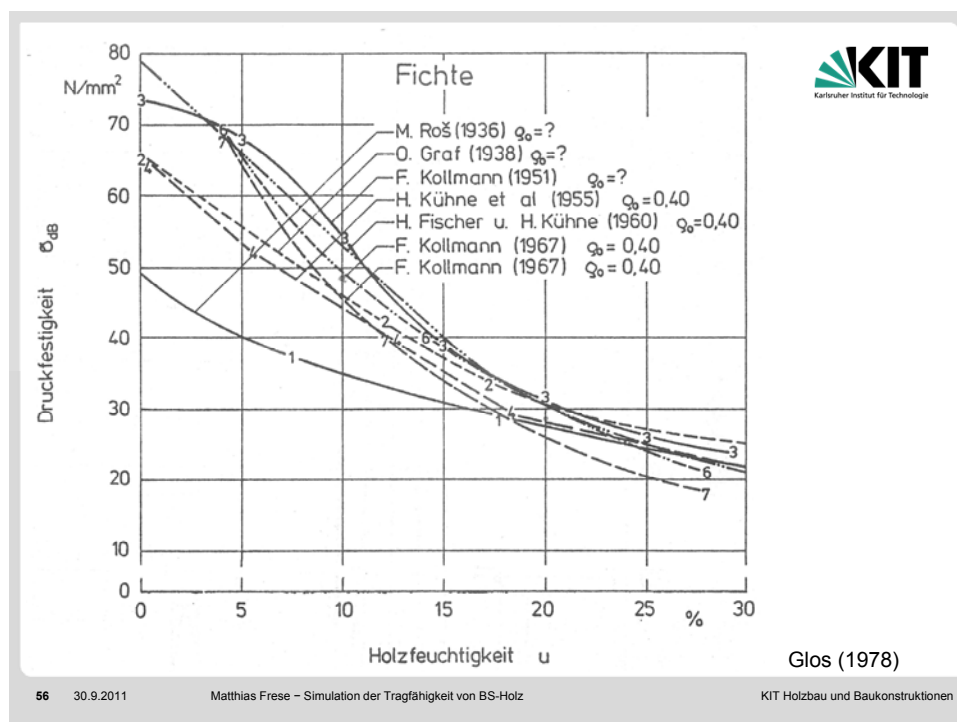
Festigkeitsklasse ^a	GL24h	GL24c	GL28h	GL28c
Festigkeitskennwerte in N/mm ²				
Biegung $f_{m,k}^{b,c}$	24	24	28	28
Zug parallel $f_{t,0,k}$	16,5	14	19,5	16,5

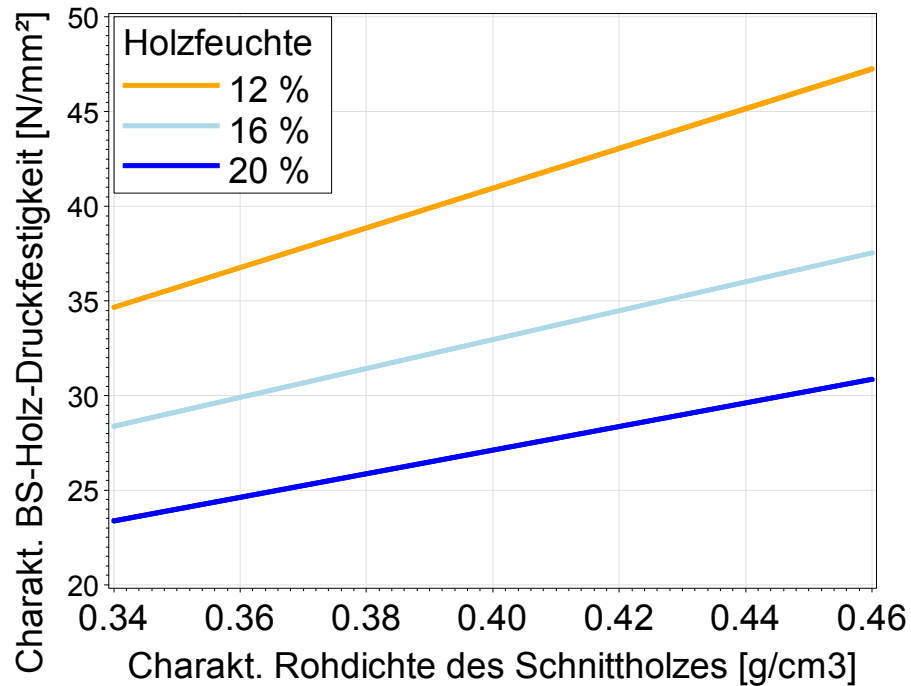
Simulation $f_{t,0,k}$
(= $0,88f_{m,k}$)

21

24







DIN 1052:2008



Festigkeitsklasse ^a	GL24h	GL24c	GL28h	GL28c
Festigkeitskennwerte in N/mm²				
Biegung $f_{m,k}^{b,c}$	24	24	28	28
Zug parallel $f_{t,0,k}$	16,5	14	19,5	16,5
Zug rechtwinklig $f_{t,90,k}$	0,5			
Druck parallel $f_{c,0,k}$	24	21	26,5	24

Simulation $f_{c,0,k}$
(NKL 1)

36

39

Methoden & Ergebnisse



- Strukturanalyse
- Sortierverfahren
- Holzarten
- Systeme
 - Zugversuche und Längeneffekte
 - Druckversuche und Holzfeuchtigkeit
 - Systemeffekte bei Mehrfeldträgern

59 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Mehrfeldträger

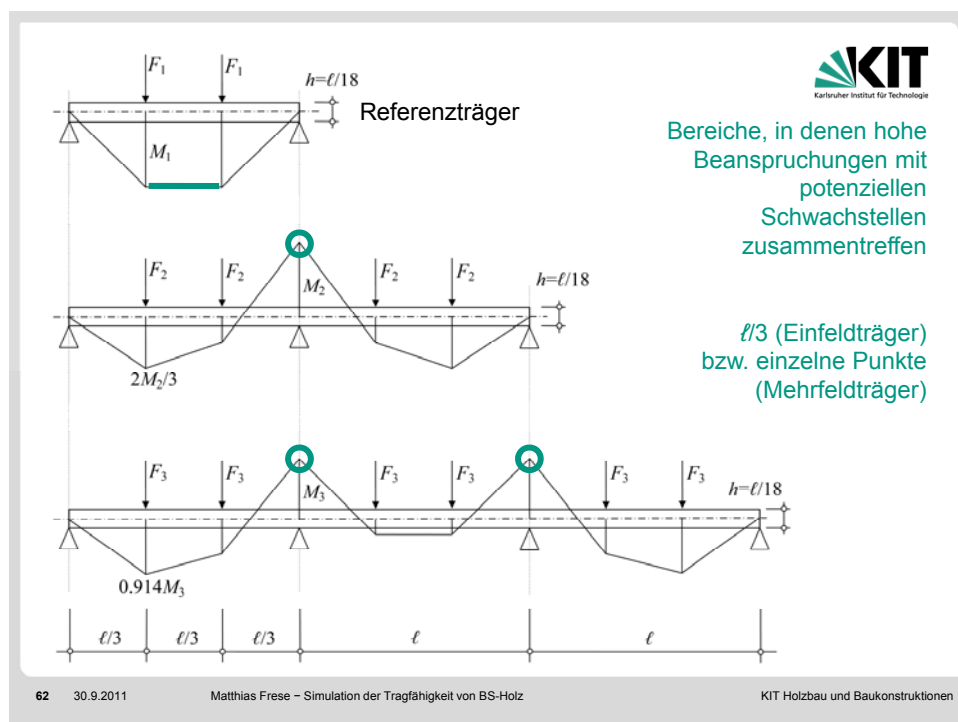
- Wahrscheinlichkeit
des Zusammentreffens
zwischen
Beanspruchungsspitzen
und Schwachstellen

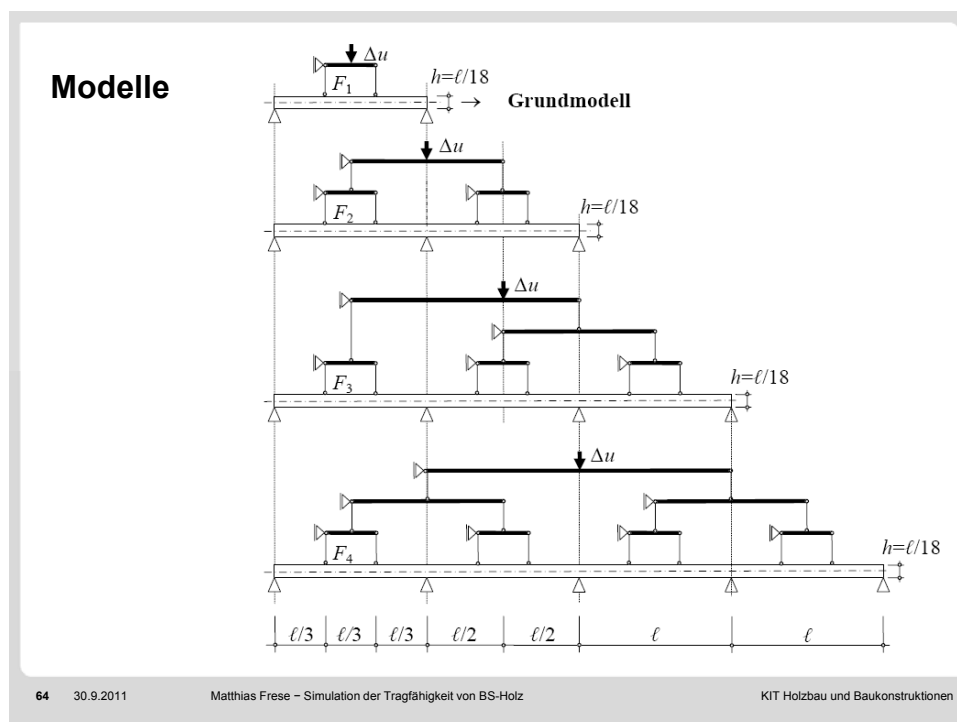
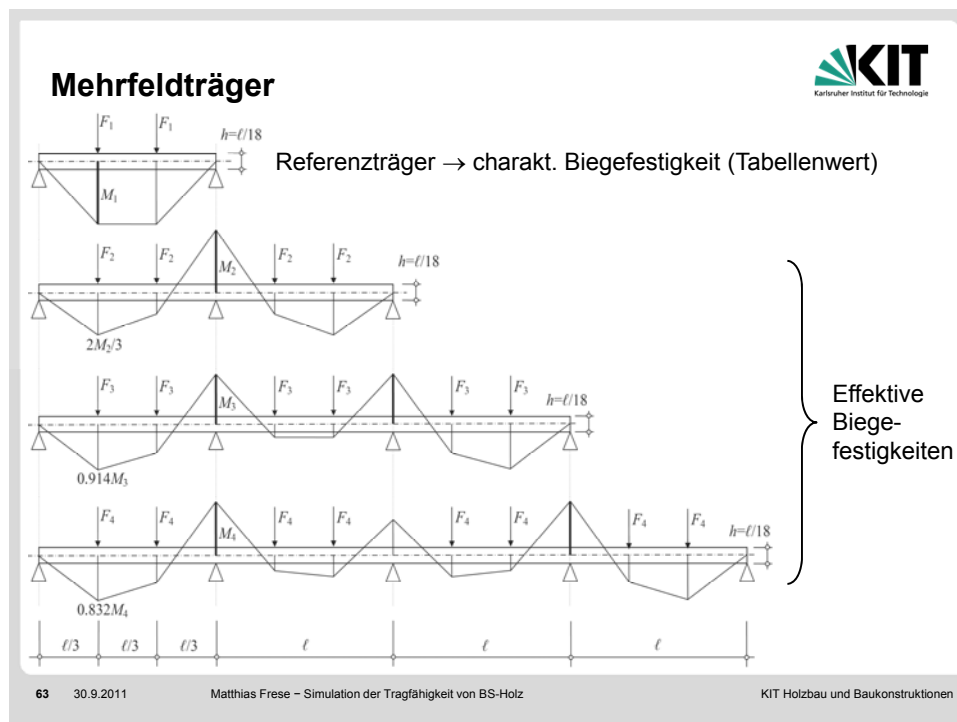


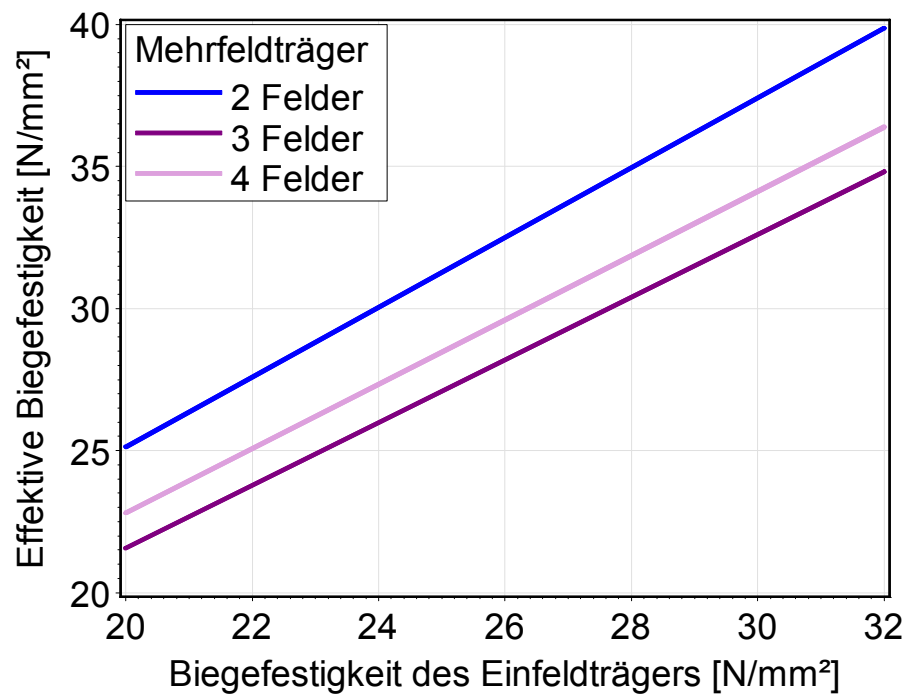
60 30.9.2011

Matthias Frese – Simulation der Tragfähigkeit von BS-Holz

KIT Holzbau und Baukonstruktionen







Neubau einer Turnhalle, KIT



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit