



Software für Statik und Dynamik

www.dlubal.com



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hörold
Organisator

Marketing & Public Relations
Dlubal Software GmbH

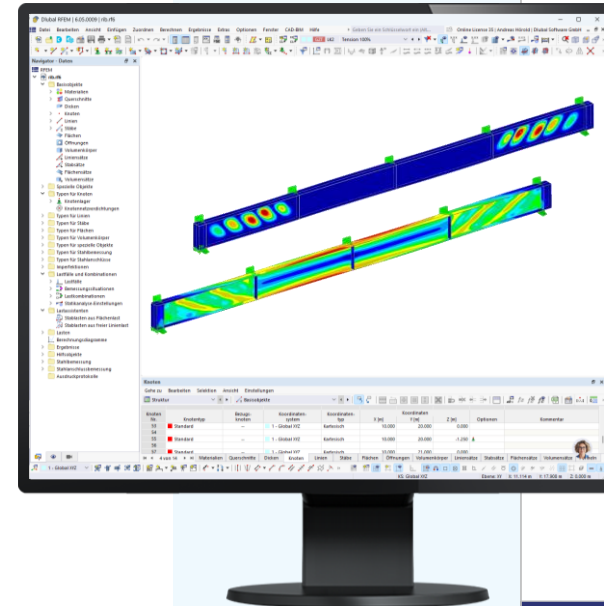


Dr.-Ing. Jonas Bien
Co-Organisator

Product Engineering & Customer Support
Dlubal Software GmbH

Webinar

So führen Sie die nichtlineare Analyse eines Vollwandträgers mit RFEM 6 durch



Fragen während der Präsentation



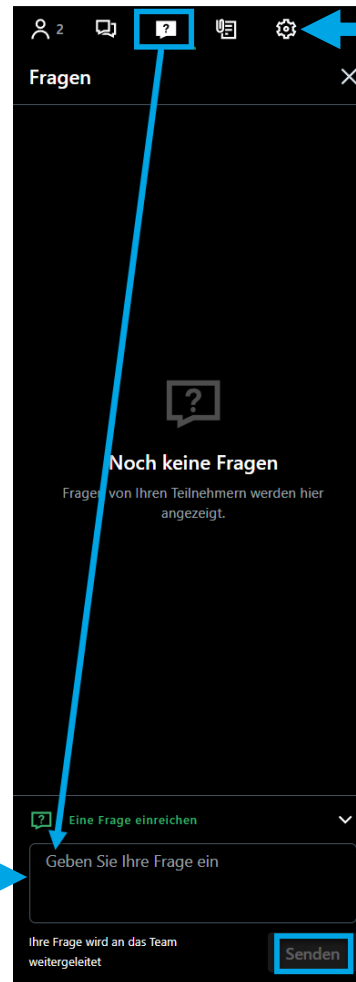
GoToTraining-Bedienpanel
Desktop



E-Mail: **info@dlubal.com**



Fragen stellen

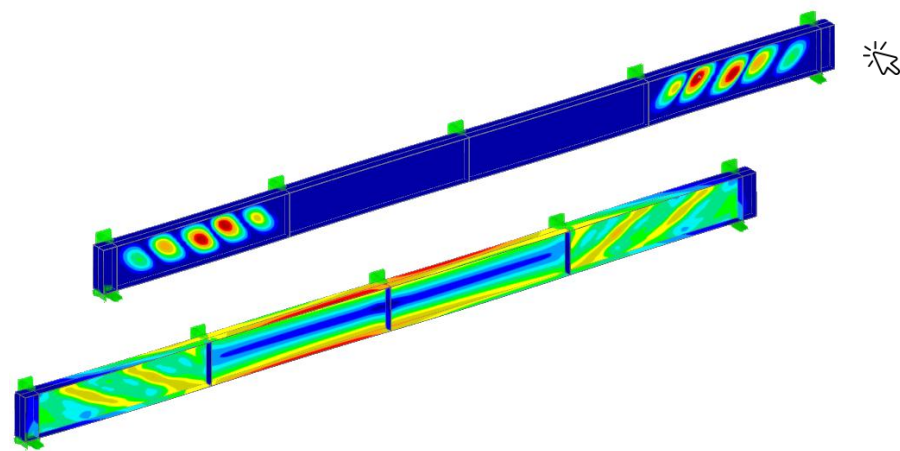


Audioeinstellungen
anpassen



INHALT

- 01 Grundlagen
- 02 Modellierung
- 03 Imperfektionen
- 04 Bemessung



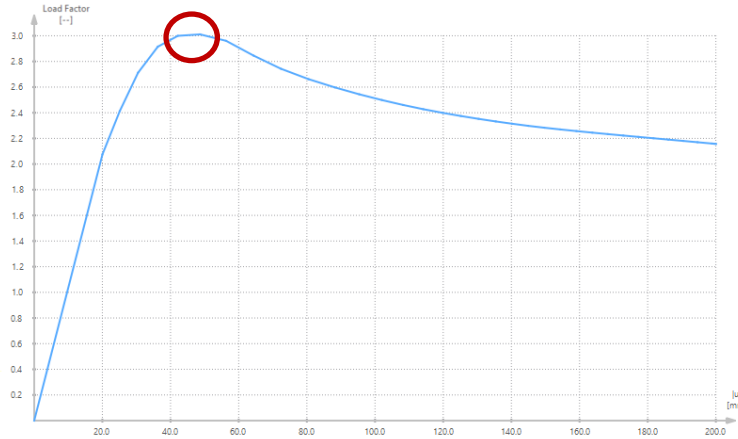
Was zeichnet eine GMNIA aus?

Berechnungsart	Verformungen	Materialgesetz	Geometrie
Lineare elastische Berechnung (LA)	linear	linear elastisch	perfekt
Lineare Berechnung des Verzweigungszustandes (LBA)	Eigenform	linear elastisch	perfekt
Materiell nichtlineare Berechnung (MNA)	linear	elastisch-plastisch	perfekt
Geometrisch nichtlineare Berechnung (GNA)	nichtlinear	linear elastisch	perfekt
Geometrisch und materiell nichtlineare Berechnung (GMNA)	nichtlinear	nichtlinear	perfekt
Geometrisch nichtlineare elastische Berechnung mit Imperfektionen (GNIA)	nichtlinear	linear elastisch	imperfekt
Geometrisch und materiell nichtlineare Berechnung mit Imperfektionen (GMNIA)	nichtlinear	nichtlinear	imperfekt

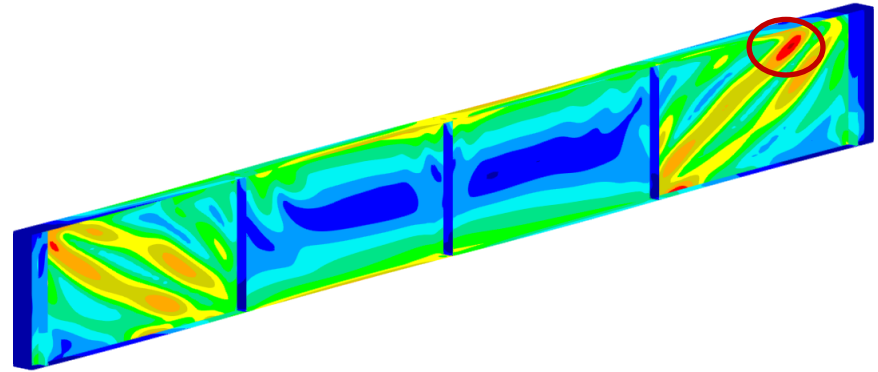


Grenzzustände und Nachweisformat

Erreichen des Maximums der Last-
Verformungskurve $\alpha_{u,1}$



Erreichen eines Maximalwertes (5%) der
Hauptmembrandehnung $\alpha_{u,2}$



$$\min(\alpha_{u,1}, \alpha_{u,2}) = \alpha_u > \alpha_1 \alpha_2$$

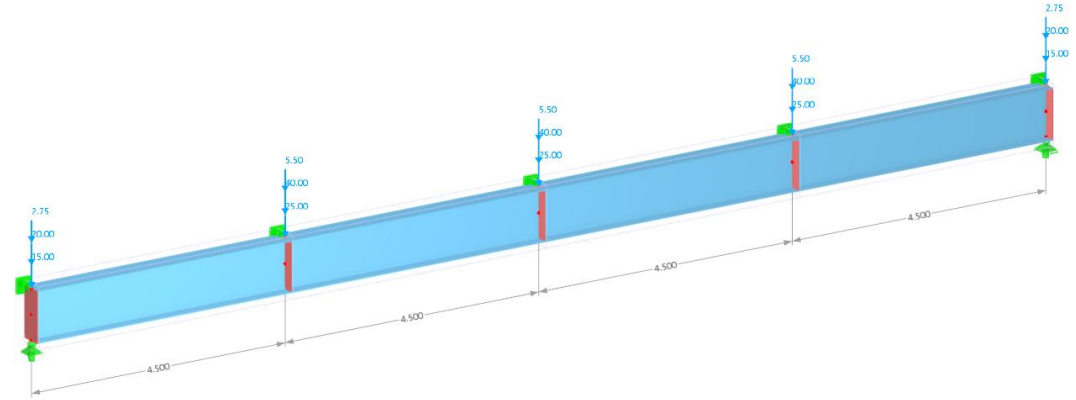
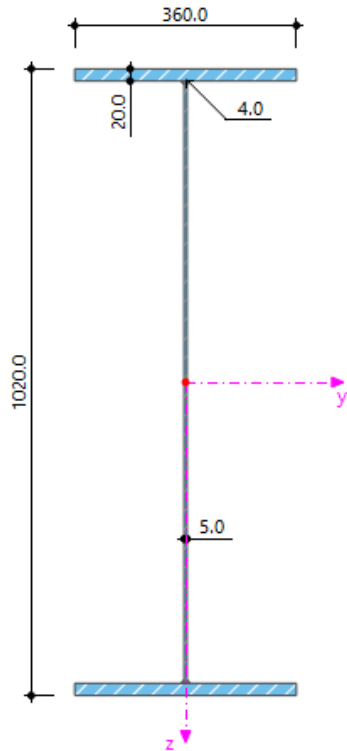


Modellunsicherheit

Empfehlung NA: $\alpha_1 = 1,05$

Ungenauigkeiten des Belastungs- und des Widerstandsmodells:
Empfehlung: γ_{M1} wenn Stabilität bzw. γ_{M2} wenn Werkstoffversagen maßgebend

Aufgabenstellung

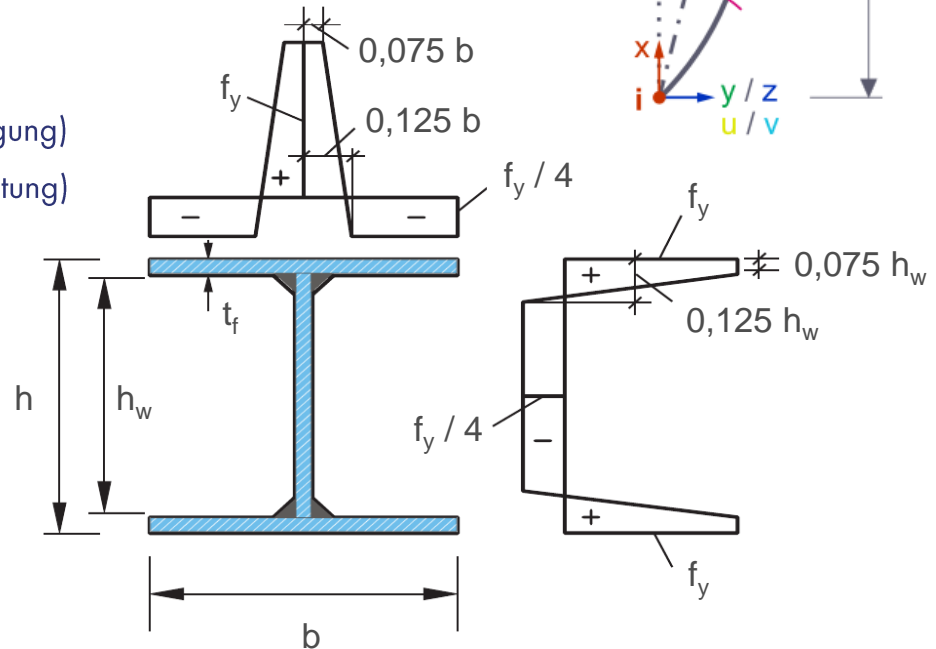


- $L = 4 \times 4,5 \text{ m} = 18 \text{ m}$
- Gelenkige Lagerung, seitliche Abstützung in Viertelpunkten
- Vertikale Einzellasten in Viertelpunkten (EG/Schnee/Wind)
- Stegsteifen in Viertelpunkten, starre Auflagersteifen ($t = 12 \text{ mm}$)
- Querschnitt gemäß Darstellung
- Material S 235

Imperfektionen

Zu berücksichtigende Imperfektionen

- Strukturelle Imperfektionen (Eigenspannungen aus Fertigung)
- Geometrische Imperfektionen (z.B. aus Fertigung/Errichtung)



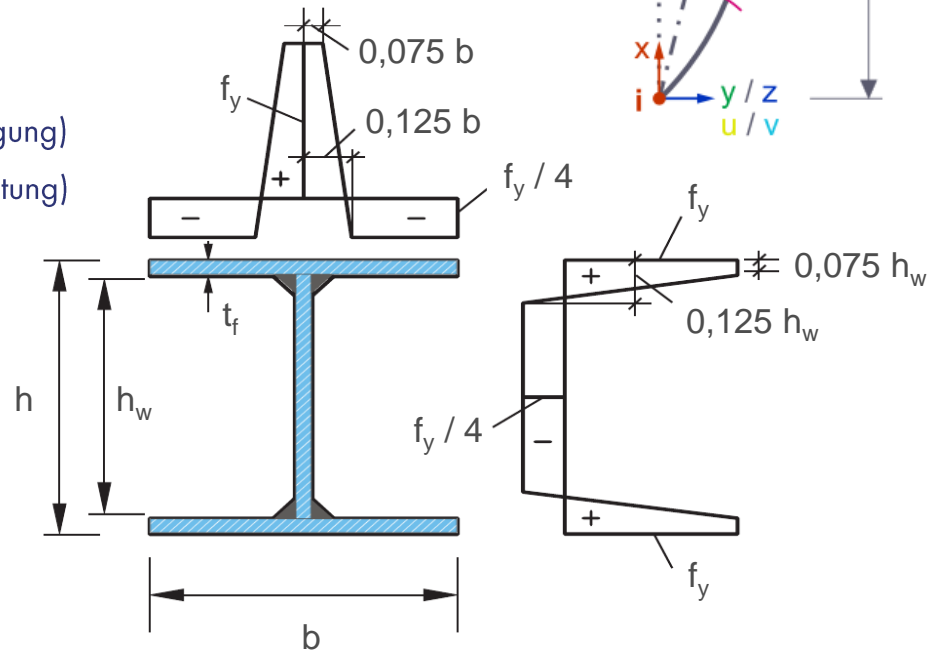
Imperfektionen

Zu berücksichtigende Imperfektionen

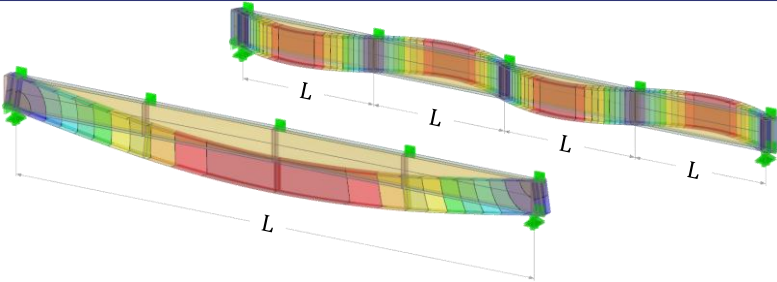
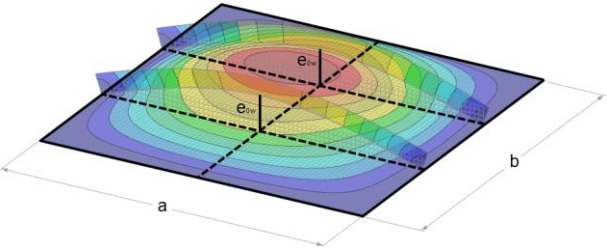
- Strukturelle Imperfektionen (Eigenspannungen aus Fertigung)
- Geometrische Imperfektionen (z.B. aus Fertigung/Errichtung)

Vereinfachte Berücksichtigung durch

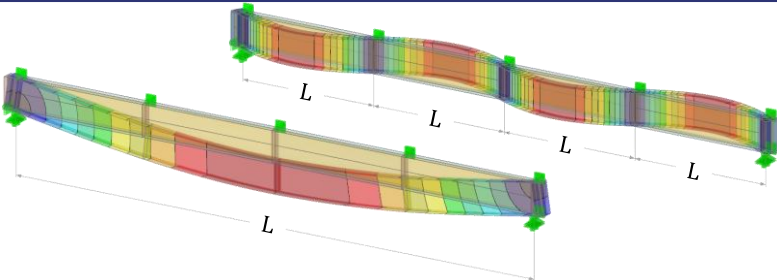
- Geometrische Ersatzimperfektion gemäß EN 1993-1-5
- Überlagerung 100% Leitimperfektion, 80% Begleitimp.



Geometrische Imperfektion

Imperfektionsansatz	Bauteil	Form	Amplitude Ersatzimp.
global Bauteil der Länge L		Bogen	gemäß EN 1993-1-1
global Längssteife der Länge a		Bogen	$\min(a, b) / 400$

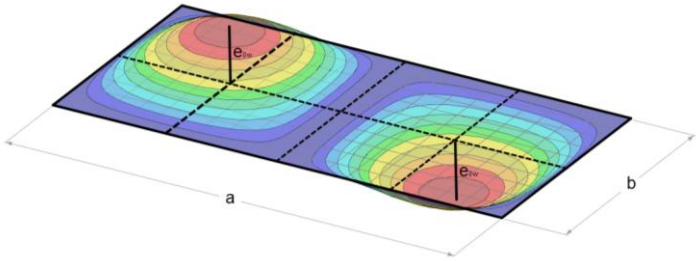
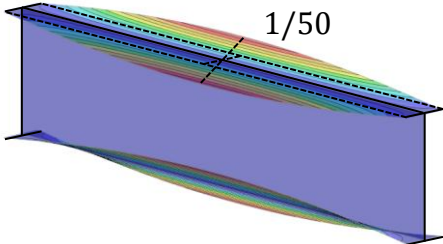
Geometrische Imperfektion

Imperfektionsansatz	Bauteil	Form	Amplitude Ersatzimp.
global Bauteil der Länge L		Bogen	gemäß EN 1993-1-1

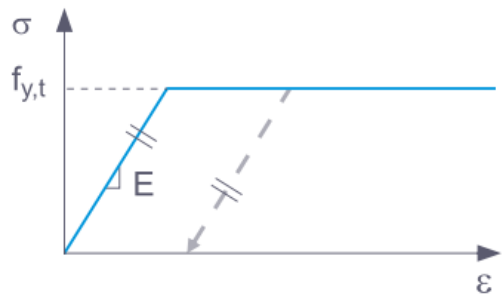
Bestimmung der Ersatzamplitude für Biegedrillknicken nach EN 1993-1-1

- Tabelle 6.2: Geschweißtes I-Profil | Flanschdicke < 40 mm
 →
Knickspannungslinie c für Knicken um Achse z-z
- Tabelle 5.1: Plastische QS-Bemessung | KSL c
 →
 $e_{0,d} / L = \mathbf{1/150}$ für Knicken um Achse z-z
 $k * e_{0,d} / L = \mathbf{1/300}$ für Biegedrillknicken

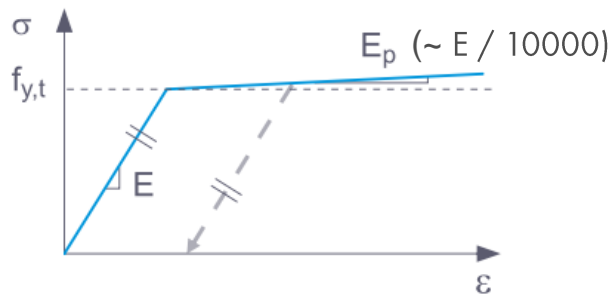
Geometrische Imperfektion

Imperfektionsansatz	Bauteil	Form	Amplitude Ersatzimp.
lokal Teil-/Einzelfeld		Beulform	$\min(a, b) / 200$
lokal Verdrehung von Flanschen		Bogen	$1 / 50$

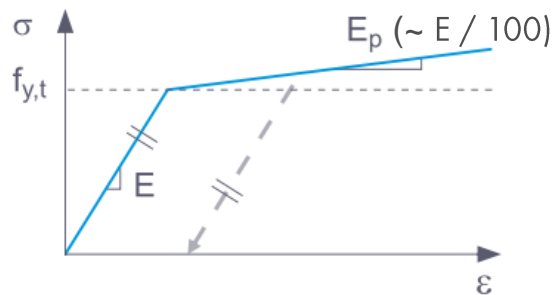
Nichtlineare Materialmodelle



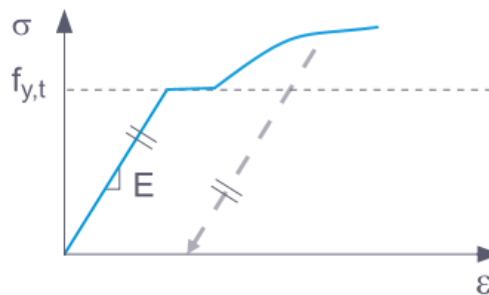
a) Ideal elastisch-plastisch



b) Elastisch-plastisch mit Pseudoverfestigung



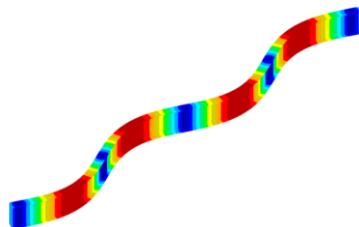
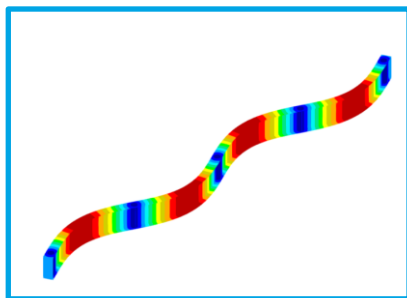
c) Elastisch-plastisch mit linearer Verfestigung



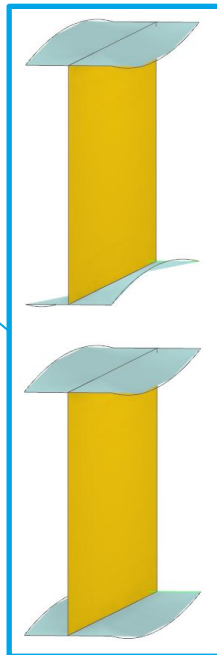
d) Wahre Spannungs-Dehnungs-Kurve

Einfluss der Imperfektionen

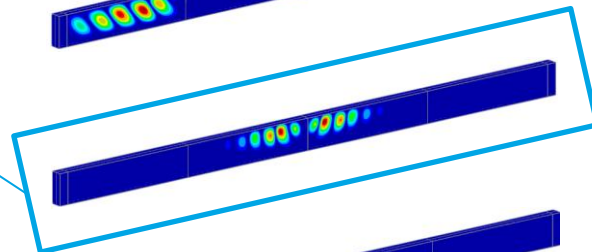
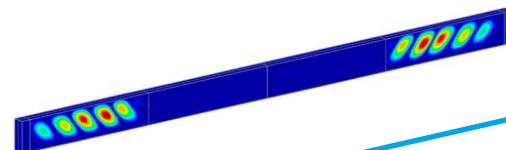
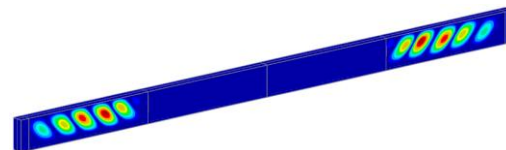
Vorkrümmung



Flanschverdrehung



Lokale Beulfeldimperfektion



LF = 1.82

...

Zusammenfassung

- RFEM 6 eignet sich auch für die nichtlineare Analyse komplexer Bauteile
- Modellierung mit Flächenelementen anfällig für Singularitäten und Zwängungen
- Flächenimperfektionen können auf verschiedene Art und Weise erzeugt werden (verformungsaffin, eigenformaffin, imperfekte Ausgangsgeometrie)
- Auch strukturelle Imperfektion können über eingeprägte Dehnungen oder Temperaturbeanspruchung definiert werden
- Ermittlung und Kombination der maßgebenden Imperfektionen nicht trivial
- Sensitivitätsstudie zur Vernetzung ist immer empfehlenswert
- Die nichtlineare Analyse ermöglicht guten Einblick in relevante Versagensarten

Online-Kurse

RFEM 6 Masterclass

Alles, was Sie für den Einstieg wissen müssen!



ZUM RFEM-KURS

Eurocode 2 Masterclass

Vertiefung in die Stahlbetonbemessung mit RFEM 6!



ZUM EC-2-KURS

Eurocode 3 Masterclass

Vertiefung in die Stahlbemessung mit RFEM 6!



ZUM EC-3-KURS

Online-Kurse

Eurocode 5 Masterclass

Vertiefung in die Holzbemessung mit RFEM 6!



ZUM EC-5-KURS

Online-Kurspaket #1

Masterclass: Eurocode 2 - Eurocode 3 - Eurocode 5



ZUM KURSPAKET #1

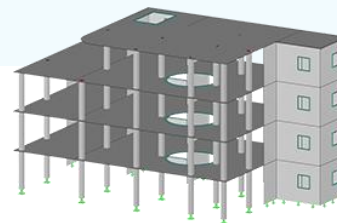
Online-Kurspaket #2

Masterclass: RFEM 6 - Eurocode 2 - Eurocode 3 - Eurocode 5



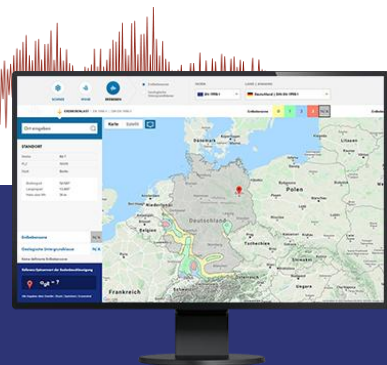
ZUM KURSPAKET #2

Kostenlose Online-Dienste



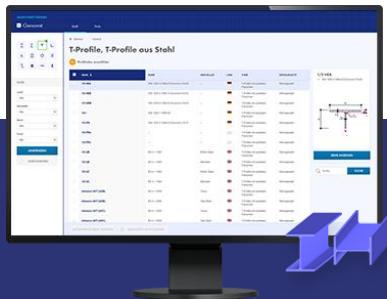
Geo-Zonen-Tool

Dlubal Software bietet ein Online-Tool zur Ermittlung der charakteristischen Lastwerte der entsprechenden Lastzone an.



Querschnittswerte

Das kostenfreie Online-Tool ermöglicht, aus einer umfangreichen Profildatenbank Standardprofile auszuwählen oder parametrisierte Querschnitte zu definieren und deren Querschnittswerte zu berechnen.



FAQs & Knowledge Base

Schauen Sie sich die häufig gestellten Fragen an unser Support-Team sowie die hilfreichen Tipps und Tricks in unseren Fachbeiträgen an, um Ihre Arbeit effizienter zu gestalten.



Modelle zum Herunterladen

Hier finden Sie eine Vielzahl an Beispieldateien, die Sie beim Einstieg in die Dlubal-Programme bzw. bei deren Anwendung unterstützen.



Kostenlose Online-Dienste

Youtube-Kanal - Webinare, Videos

Sehen Sie sich die Videos und Webinare zur Statiksoftware von Dlubal an.



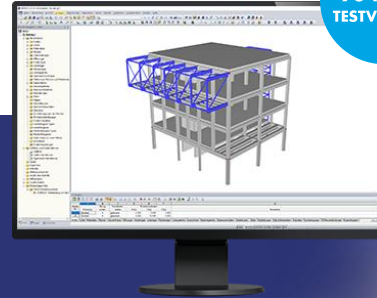
Webshop mit Preisen

Erstellen Sie Ihr individuelles Softwarepaket und sehen Sie alle Preise online!



Testversionen

Sie lernen am besten, wie Sie mit unseren Programmen umgehen, indem Sie sie einfach selbst testen. Laden Sie sich die 90-Tage-Testversion unserer Statikprogramme herunter.



Kostenloser Support per E-Mail und Live-Chat



90-TAGE-
TESTVERSION

Hier finden Sie weitere Informationen zu Dlubal Software



Besuchen Sie unsere
Webseite

www.dlubal.com

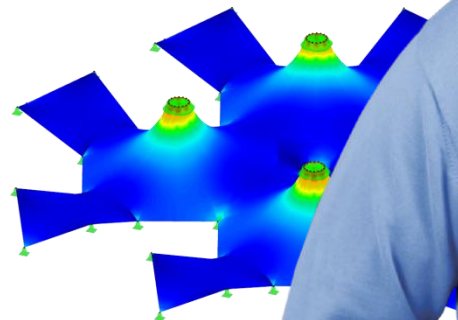
- Videos und aufgezeichnete Webinare
- Newsletter
- Veranstaltungen und Messen/Seminare
- Knowledge Base-Artikel



Sehen Sie den
Einsatz von
Dlubal Software
in einem
Webinar



Kostenlose
Testversion
herunterladen



Dlubal Software GmbH
Am Zellweg 2, 93464 Tiefenbach
Germany

Telefon: +49 9673 9203-0
E-Mail: info@dlubal.com



www.dlubal.com