



Software für Statik und Dynamik



www.dlubal.com



Paul Sivolgin, B.Eng.

Organisator

Product Engineering
Dlubal Software GmbH



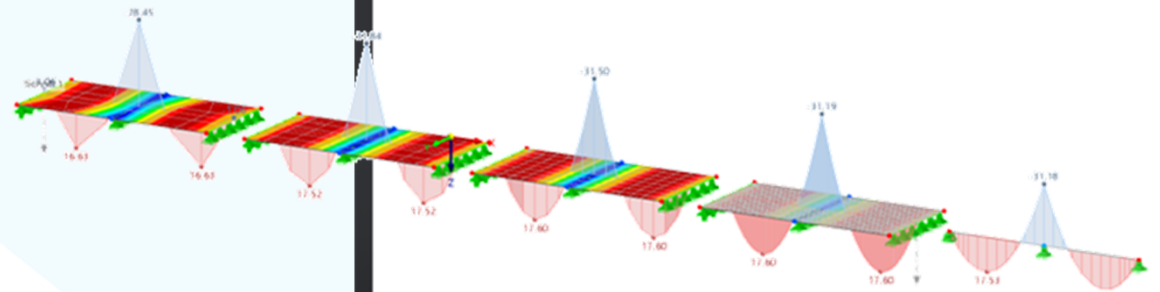
Thomas Eichner, M.Sc.

Co-Organisator

Product Engineering
Dlubal Software GmbH

Teil 3 | Einführung in die FEM

RFEM 6 für Studenten



Fragen während der Präsentation



GoToTraining-Bedienpanel
Desktop



E-Mail: info@dlubal.com



Bedienpanel
ein- oder
ausblenden



The screenshot shows the GoToWebinar interface. At the top, there is a menu with 'Datei', 'Ansicht', and 'Hilfe'. Below the menu is a 'Audio' section with a 'Sound Check' indicator. The audio settings are set to 'Computer-Audio' and 'Telefonanruf'. A red microphone icon indicates that the microphone is 'STUMMGESCHALTET' (muted). The selected microphone is 'Mikrofon (Plantronics C310)' and the selected speaker is 'Lautsprecher (Plantronics C310)'. Below the audio settings, the speaker is identified as 'Sprecher: Andreas Hörold'. At the bottom of the screenshot, there is a 'Fragen' (Questions) section with a text input field containing '[Frage an Mitarbeiter eingeben]' and a 'Senden' button. The webinar ID 'Webinar-ID: 109-458-163' and the GoToWebinar logo are also visible.

Audioein-
stellungen
anpassen

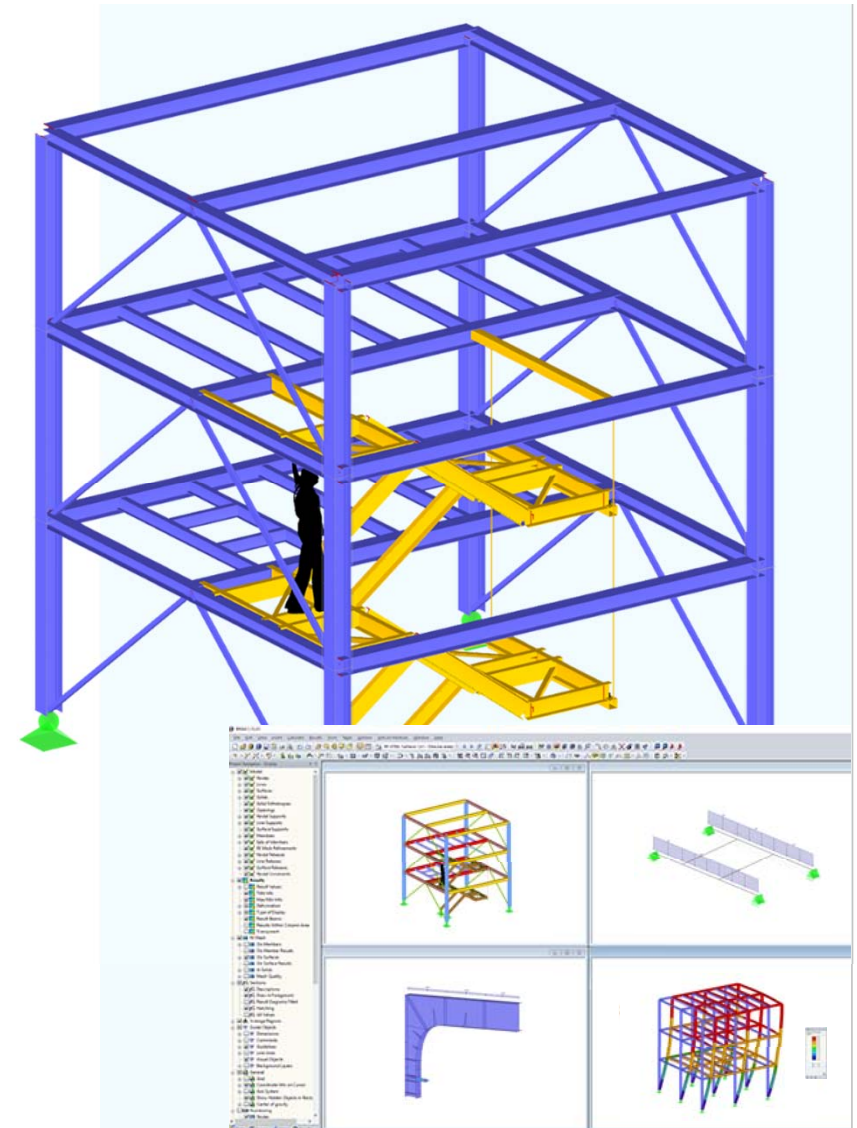


Fragen stellen



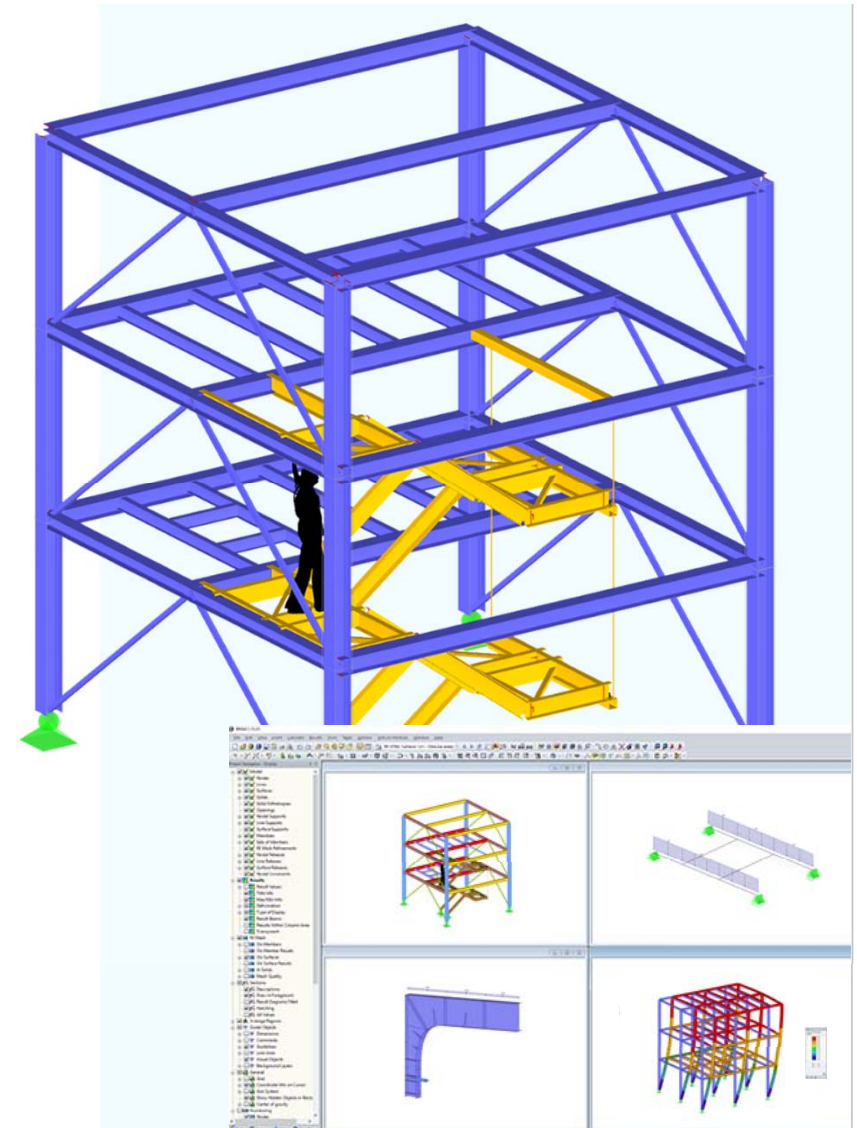
Schulungsreihe

- 01 Einführung in die Stabstatik
- 02 Einführung in die Festigkeitslehre
- 03 Einführung in die FEM
- 04 Stahlbemessung
- 05 Stahlbetonbemessung
- 06 Holzbemessung



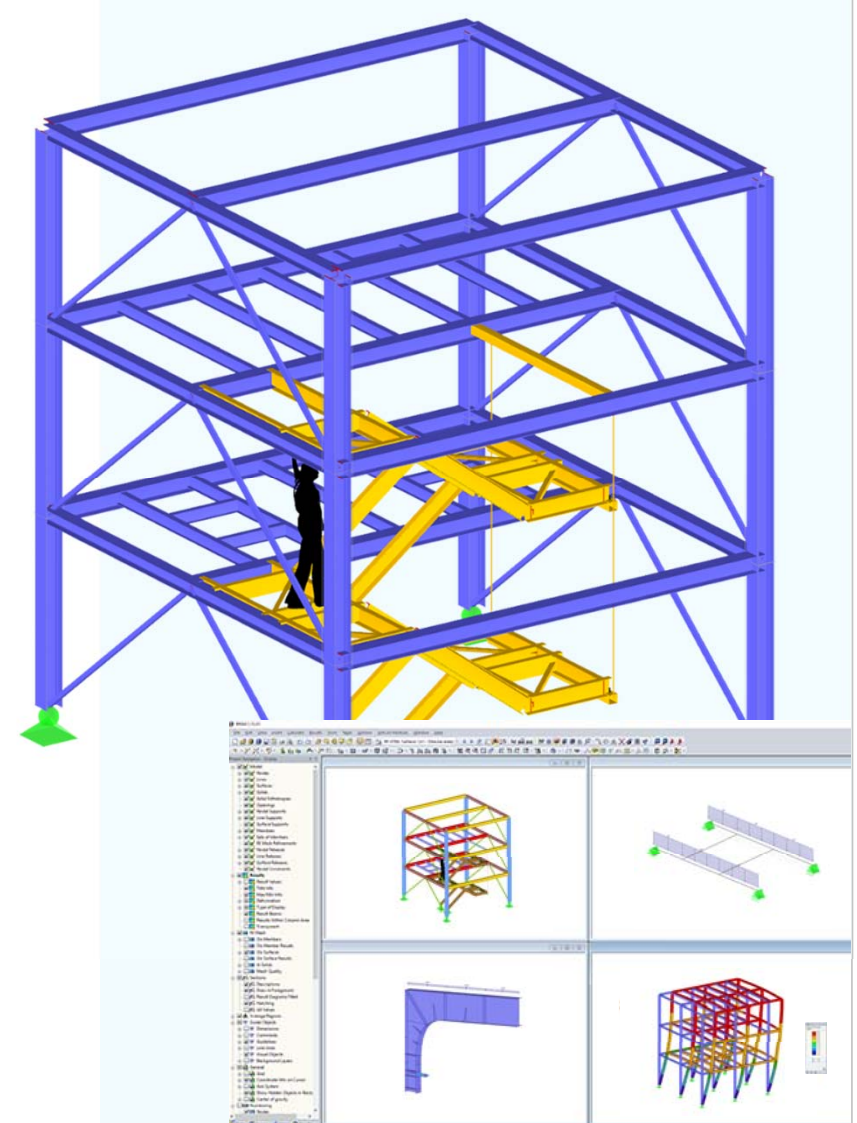
Schulungsreihe

- 01 Einführung in die Stabstatik
- 02 Einführung in die Festigkeitslehre
- 03 Einführung in die FEM
- 04 Stahlbemessung
- 05 Stahlbetonbemessung
- 06 Holzbemessung



INHALT

- 01 Grundprinzip der FEM
- 02 Einführungsbeispiel: Durchlaufplatte
- 03 Plattentheorie
- 04 Nichtlineare Berechnungen
- 05 Singularitäten





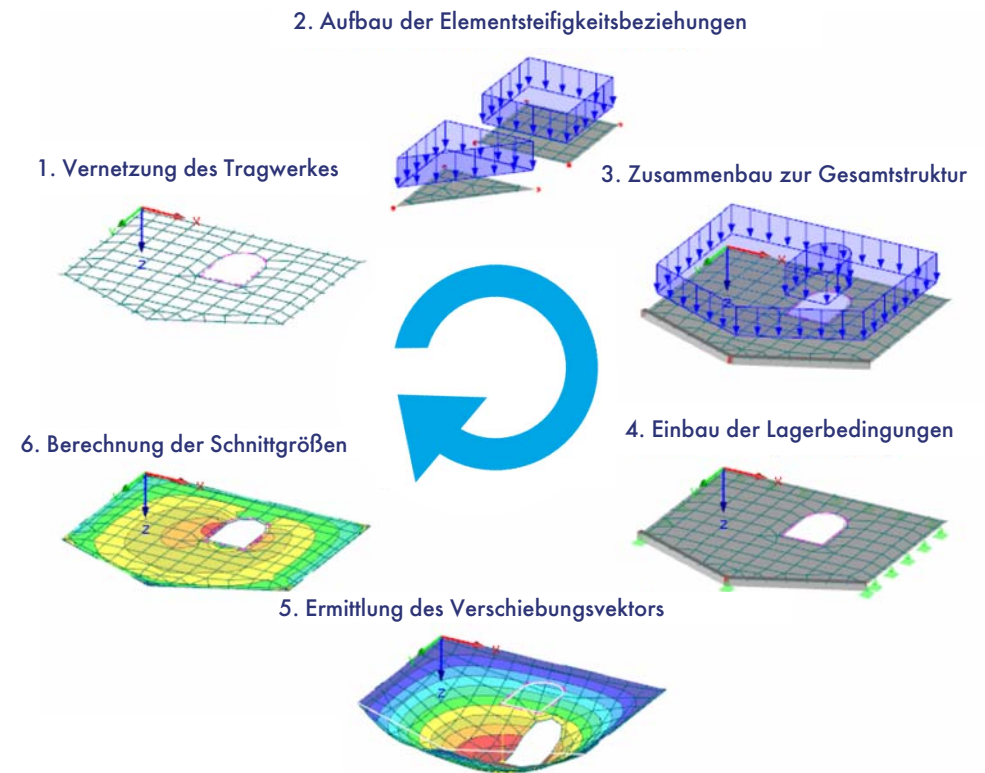
Grundprinzip der FEM

- Computerprogramme beruhen auf der Deformationsmethode
- Analytische Lösung von Tragwerken ist kaum möglich
 - Reale Tragwerk wird in ein Netz von endlichen (finiten) untereinander verbundenen Teilen (Elemente) zerlegt
 - Eigenschaften des Elementkontinuums werden an den Knotenpunkten beschrieben
 - Mechanische Verhalten wird durch Näherungssätze beschrieben
- Diskretisierung: Zerlegung des Tragwerkes in finite Elemente



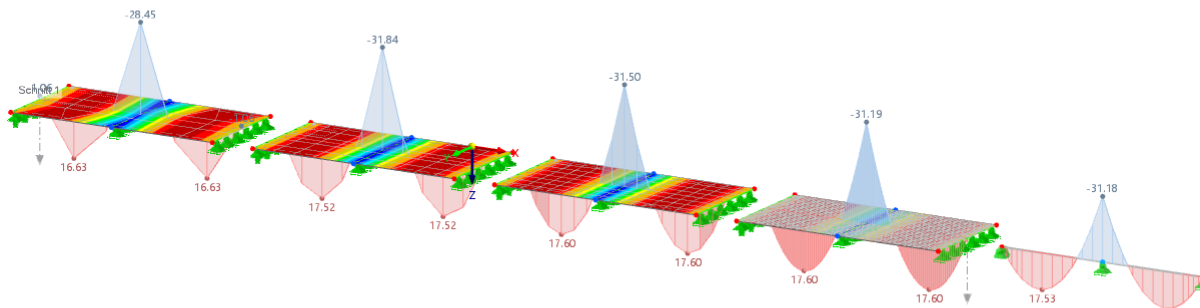
Schematischer Ablauf einer FEM-Berechnung

1. Generierung eines Elementnetzes
2. Beschreibung der Eigenschaften des Elementes
3. Aufbau der Gesamtsteifigkeitsbeziehung
4. Einbau der Lagerbedingungen
5. Lösung des Gleichungssystems
6. Ermittlung der Auflagerkräfte und Schnittgrößen



Durchlaufplatte mit Flächenlast

LF1 - Eigengewicht
 Statische Analyse
 Stäbe | Momente M_y [kNm]
 Flächen | Momente m_x [kNm/m]



Stäbe | max M_y : 17.53 | min M_y : -31.18 kNm
 Flächen | max m_x : 17.60 | min m_x : -35.43 kNm/m

Zu behandelnde Themen

- FE-Netz-Elementierung
- Konvergenzverhalten
- Vergleich Balken- und Flächenelement
- FE-Netz-Größe

Ergebnisinterpretation

- Schnittgrößenverlauf
- Schubsteifigkeiten
- Ergebnisglättung

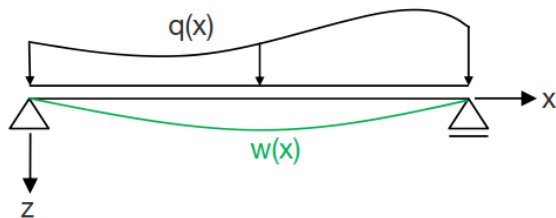


Plattentheorie

Analogie zum Stabelement:

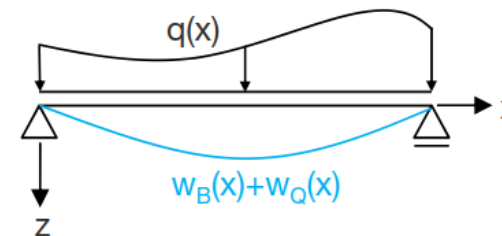
Bernoulli-Balken

- Ebenbleiben der Querschnitte, Querschnitte bleiben senkrecht zur Stabachse
- Keine Berücksichtigung von Schubverformungen, **schubstarr**



Timoshenko-Balken

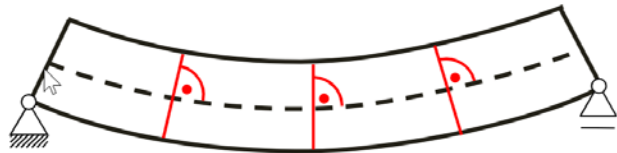
- Ebenbleiben der Querschnitte, Querschnitte bleiben nicht mehr senkrecht zur Stabachse
- Berücksichtigung von Schubverformungen, **schubweich**



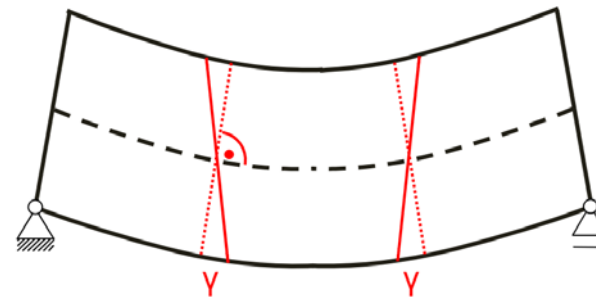
Plattentheorie

Analogie zum Stabelement:

Bernoulli-Balken



Timoshenko-Balken





Plattentheorie

Übertragung auf die Plattenelemente

Kirchhoff-Theorie

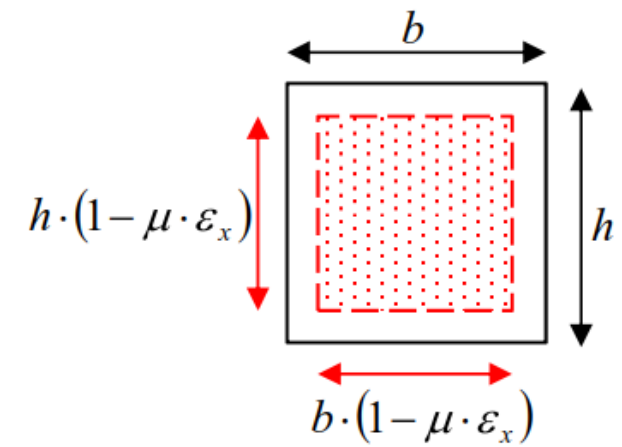
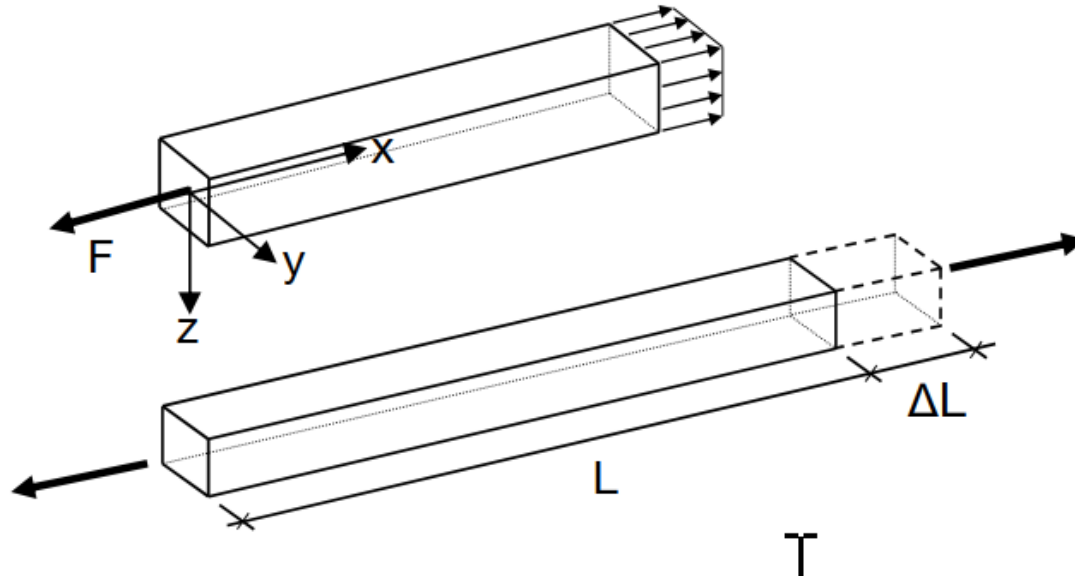
- Geometrisch linear: kleine Verformungen
- Linear elastisches Materialgesetz: Hooke
- Ebenbleiben der Querschnitte, keine Verwölbung
- Konstante Dicke
- **Keine Berücksichtigung von Schubverformungen, schubstarr**

Reissner/Mindlin-Theorie

- Geometrisch linear: kleine Verformungen
- Linear elastisches Materialgesetz: Hooke
- Ebenbleiben der Querschnitte, keine Verwölbung
- Konstante Dicke
- **Berücksichtigung von Schubverformungen, schubweich**
- **Berücksichtigung von Querdehnungseffekten**



Querdehnung





Plattentheorie

Übertragung auf die Plattenelemente:

Kirchhoff-Theorie

- **Keine Berücksichtigung von Schubverformungen, schubstarr**
- Theorie der dünnen Platten
- Reine Biegetragwirkung
- Vereinfachter Ansatz

Reissner/Mindlin-Theorie

- **Berücksichtigung von Schubverformungen, schubweich**
- Theorie der dicken Platten
- Anteil des Querschubeinflusses ist relativ hoch
- Fehler bei einer Vernachlässigung der Querkraft wäre zu hoch
- Höherwertiger Ansatz
- Genauere Querkräfte



Nichtlineare Aufgaben

- Nachteile der nichtlinearen Berechnungen: Superpositionsgesetz ist nicht mehr gültig
- Typische Anwendungsfelder in RFEM 6:
 - Geometrisch nichtlineare Berechnung, z.B. Theorie II. Ordnung
 - Nichtlineares Materialverhalten
 - Nichtlineares Verhalten bei statischen Objekten wie Stäbe, Gelenke, Auflager, ...
- Genauere Analysen, aber erhöhter Rechenaufwand

Dlubal Software

Kaffee- pause





Was sind Singularitäten? Wo treten diese auf?

- Unstetigkeitsstellen in Berechnungsmodell
- Keine aussagekräftigen Ergebnisse
 - Modellproblem, kein reales auftretendes physikalisches Phänomen
 - Unendlich hohe Spannungen und Schnittgrößen
 - Netzverdichtung verbessert das Ergebnis nicht
- Typische Singularitätsbereiche
 - Punkt- und Linienlasten, Punkt- und Linienlager
 - Öffnungen, einspringende Ecken
 - Steifigkeitssprünge durch Material- oder Dickenänderungen

Wir suchen kluge Köpfe...



- **Vertriebsingenieur**
- **Videomarketing**
- **Supportingenieur**
- **Werkstudenten | Vertrieb & Marketing**

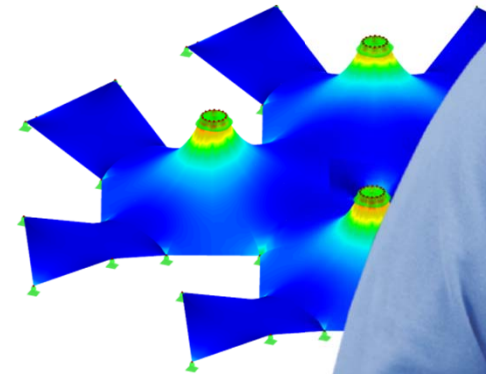
Besucht unsere Webseite
www.dlupal.com



**Umfangreiche
Einarbeitung mit
Coach und
Mentor**



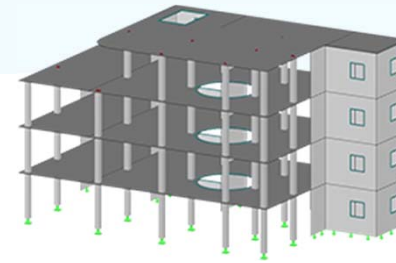
**Jährliche
Firmenevents,
regelmäßige
Team-Events**



Dlupal Software GmbH
Am Zellweg 2, 93464 Tiefenbach
Germany

Telefon: +49 9673 9203-0
E-Mail: jobs@dlupal.com

Kostenlose Online-Dienste



Geo-Zonen-Tool

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

Querschnittswerte

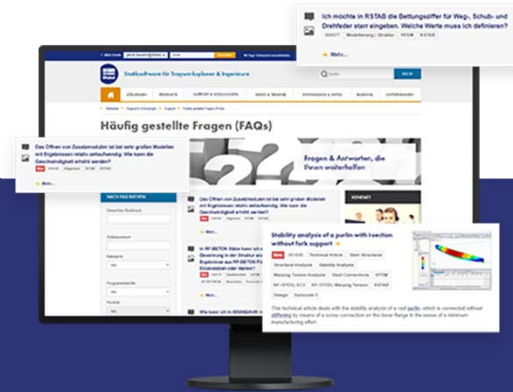
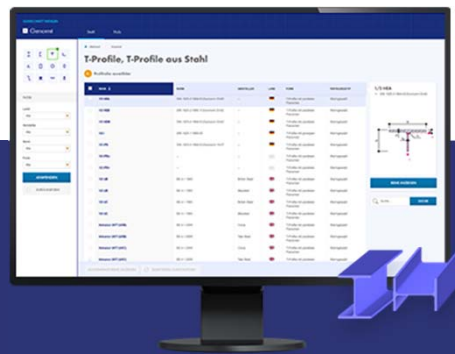
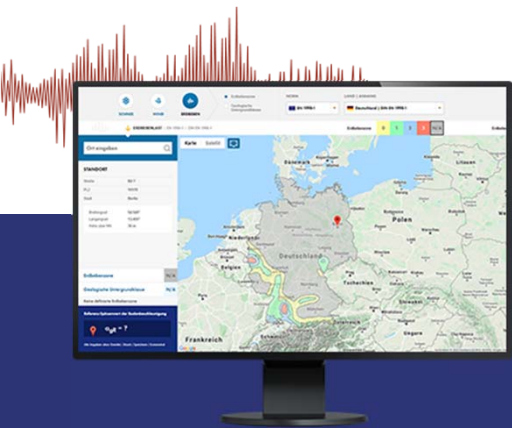
Das kostenfreie Online-Tool ermöglicht, aus einer umfangreichen Profildatenbank Standardprofile auszuwählen oder parametrisierte Querschnitte zu definieren und deren Querschnittswerte zu berechnen.

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

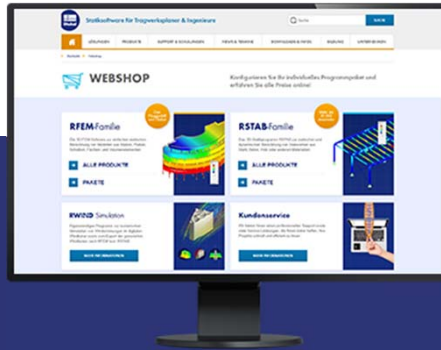
Youtube-Kanal - Webinare, Videos

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



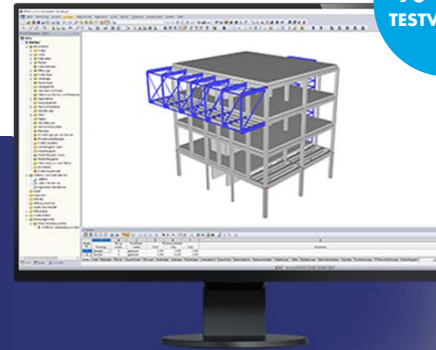
Webshop mit Preisen

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.



90-TAGE-
TESTVERSION

Kostenloser Support per E-Mail und Live-Chat



