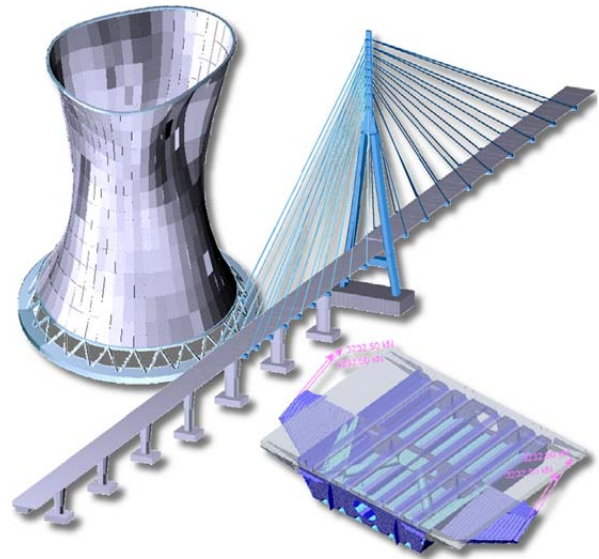


## TRIMAS® - Allgemeine FEM-Lösung für den Hoch-, Brücken- und Grundbau

Erweiterungsmodule Fertigteilträger und Kastenträger für Stahlverbundbrücken

TRIMAS®KOMPAKT*	Produkt-Best.-Nr: 11.10.440
TRIMAS®rahmen	Produkt-Best.-Nr: 11.10.460
TRIMAS®fem	Produkt-Best.-Nr: 11.10.460

- **Bemessung nach DIN 1045-1, EC2 und EN 1992 unter Berücksichtigung der NADs für DE, UK, CZ/SK, AT**
- **übersichtliche und vollständig grafisch-interaktive Arbeitsumgebung für 3D-Konstruktionen**
- **optimales Ingenieurwerkzeug für eine schnelle und sichere Tragwerksbemessung**
- **einfache Bearbeitung und Berechnung komplexer ebener und räumlicher FE-Modelle**
- **vielseitige Anwendbarkeit für werkstoffunabhängige Tragwerksanalysen**
- **leistungsstarke Erweiterungen für spezielle Ingenieuraufgaben**

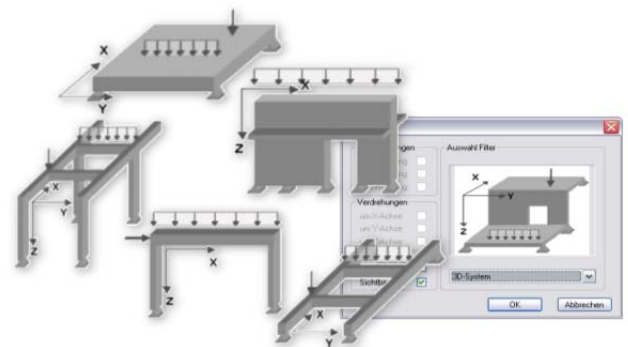


## RIBfem TRIMAS® – Die innovative 3D FEM-Lösung für anspruchsvolle Ingenieuraufgaben

### Vollkommene Modellierungsfreiheit

TRIMAS® ist ein allgemeines, räumliches FE-Programm mit einer bauteilorientierten Eingabe, Auswertung und Bemessung. Die Beschreibung der 3D-Bauteile sowie der Lager und Lasten kann frei ohne Bezug auf das FE-Raster erfolgen. Einfache räumliche Modelle können mit Standardfunktionen effizient erstellt werden. Die Leistungsfähigkeit von TRIMAS® ist vor allem in folgenden Eigenschaften begründet:

- modell- und bauteilorientierte Bearbeitung
- volle CAD-Integration mit 3D-Konstruktionen
- interaktive grafische Eingabe und Auswertung
- hochwertige finite Elementformulierungen
- bewährte und leistungsfähige Nachweismodule
- problemlose Bearbeitung komplexer Systeme
- Integration von Nachweis- und CAD-Tools

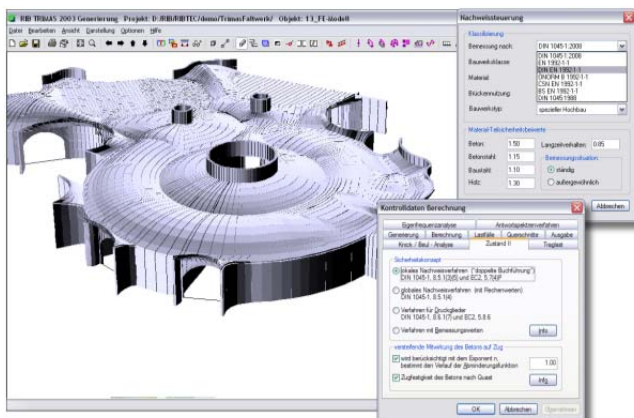


### Einfaches Arbeiten mit Bauteilfiltern

Über unterschiedliche Bauteilfilter lassen sich Standardaufgaben einfach und schnell lösen. Beispielsweise bewirkt der Filter „Platte“ eine Einstellung der Dialoge so, dass Sichtbarkeiten, Arbeitsebene sowie die Eingabe von Lagern und Lasten allen Anforderungen dieser Aufgabenstellung entsprechen. Durch eine Änderung der Filtereinstellung kann dann genauso einfach in eine räumliche Modellierung gewechselt werden.

### Zusätzliche Programmoptionen

Eine Vielzahl von speziellen Funktionen ermöglicht darüber hinaus die Bearbeitung von anspruchsvollen räumlichen Tragwerksmodellen. Besondere Programmmodule stehen für Bauzustände, Vorspannung, Brückenmodelle, Bauwerk/Bodenmodelle, GZG- und GZE-Nachweise sowie Nichtlinearitäten und Stabilitätsuntersuchungen oder die Frequenz- und Erdbebenanalyse bzw. eine 64Bit-Anwendung zur Verfügung.

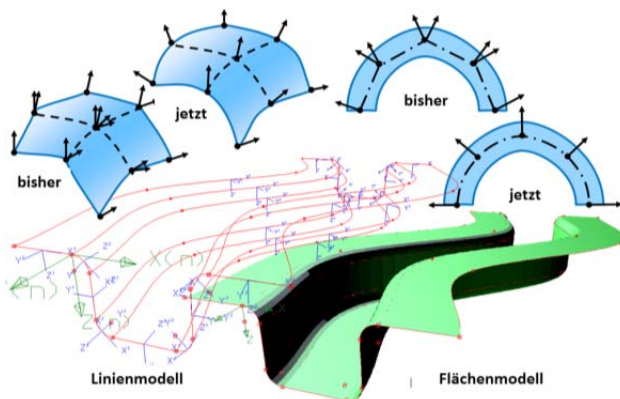


## Intelligenter Datenaustausch

TRIMAS<sup>®</sup> unterstützt den vollständigen Datenaustausch mit dem CAD-Programm ZEICON<sup>®</sup>, d.h. die räumliche Übernahme und Transformation von 2D-Bauteilen mit Wand- und Stützenabmessungen sowie Aussparungen. Die Bemessungsergebnisse können anschließend in den entsprechenden CAD-Plan zurückgegeben werden. Der Datenaustausch für ebene und räumliche Bauteile via DXF ist mit allen gängigen CAD-Systemen möglich. Die Folienzuordnungen aus dem CAD bleiben dabei erhalten. Punkt- und Achsdaten können aus Vermessungsplänen mit den gängigen Austauschformaten z.B. für Brückenbauwerke direkt übernommen werden.

## Übersicht mit Teilsystemtechnik

Bei großen räumlichen Tragwerken bringt die Verwendung von Teilsystemen den notwendigen Überblick. Eine frei wählbare Farbuordnung und Sichtbarkeit vereinfacht die grafische Eingabe und Auswertung entscheidend. Dabei werden CAD-Folien direkt als Teilsysteme übernommen.



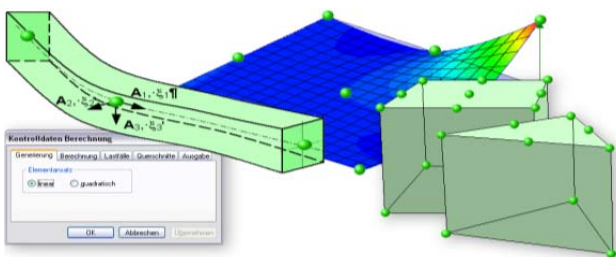
## Konstruktionsumgebung

Alle 3D-Geometrien räumlicher Tragwerke sind schnell und zuverlässig mit CAD-orientierten Konstruktionsfunktionen zu erzeugen. Alle dreidimensionalen Bauteilkonstruktionen oder Bauteildurchdringungen lassen sich damit schnell bearbeiten. Die Funktionen entsprechen dabei dem Standard eines modernen 3D-CAD-Systems.

## Zukunftsweisende FEM-Technologie

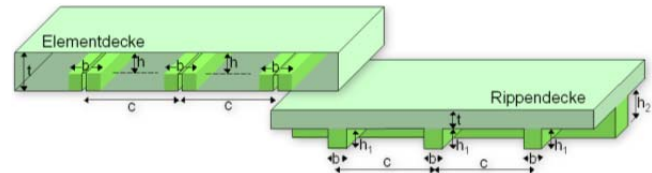
Für die Ermittlung von Verformungen und Schnittgrößen kommen moderne und zuverlässige finite Elementformulierungen zum Einsatz. Die Elementbibliothek wurde unter dem Grundsatz einer hohen Robustheit und Anwendungssicherheit für den flexiblen Einsatz in der Praxis zusammengestellt:

- 3D Fachwerkelemente
- 3D Balkenelemente (2 & 3 Knoten), Timoshenko-Theorie
- 3D Schalenelemente (3/4/6/9 Knoten), Reissner-Mindlin-Theorie mit Shear-GAP und EAS-Formulierung
- 3D Volumenelemente (6/8 Knoten) sowie GAP-Elemente (6/8/9/13 Knoten) für die Bauwerk-Boden-Interaktion



## Flexibler Einsatz

Die vorliegenden Elementformulierungen sorgen für ein äußerst gutmütiges Elementverhalten. Alle Balken- und Schalenelemente können übergangslos für dicke und dünne Bauteile eingesetzt werden und berücksichtigen auch alle auftretenden Schubverformungen. Für große FE-Modelle kann die Berechnung mit einer Einstellung von einer einfachen auf eine hochwertige Elementformulierung umgestellt werden. Zur weiteren Reduktion der Freiheitsgrade lassen sich wahlweise auch kompatible Platten- und Scheibenelemente für die Modellierung einsetzen.

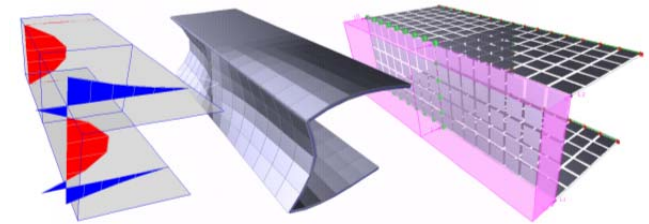


Balken- und Schalenelemente können eine beliebige Krümmung haben und berücksichtigen bei hoch beanspruchten Bauteilen die Interaktion zwischen Biegung und Normalkraft unter Verwendung der Normalenvektoren.

Element- und Rippendecken sind über ein beliebig orthotropes Tragverhalten simulierbar. Für Bodenplatten besteht die Möglichkeit, die Bodenpressungen und Schnittgrößen nach dem Bettungszifferverfahren mit und ohne Bettungsausfall zu ermitteln.

## Vielseitige Querschnittsmodellierung

Für die Abbildung räumlicher Tragwerke werden gevoutete Balken- oder Schalenelemente eingesetzt. Bei Stabtragwerken können beliebige Querschnittsgeometrien oder Plattenbalkenquerschnitte verwendet werden. Stahlprofile aus Standardtabellen für Rahmen und Stützen sind ebenfalls möglich. Beim Plattenbalken ist ein einseitiger, konstanter oder beliebiger Verlauf der mitwirkenden Breite mit einer gevouteten Steghöhe vorgesehen. Gelenke und Fugen können an beliebiger Stelle mit vorgegebenen Steifigkeiten eingebaut werden.



## Bauteileigenschaften einfach ändern

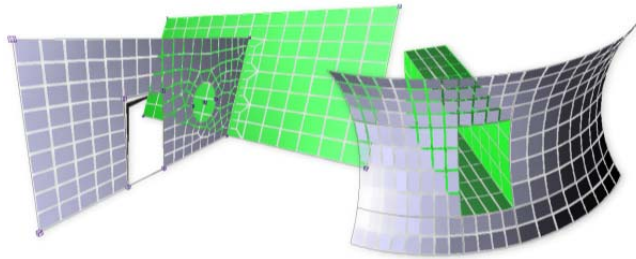
Über Attributflächen können zusätzliche Eigenschaften für Flächenbauteile vergeben werden. Damit sind z.B. Querschnittsänderungen für Fundament- oder Pilzkopfverstärkungen bequem zu definieren. Ebenso werden auf diese Weise die Materialkenngrößen für orthotropes Tragverhalten und Starrkörperbereiche oder die Bettungskennwerte für eine Erhöhung der Randbettung bei Bodenplatten eingegeben.

## Vielfältigkeit bei Fugen und Gelenken

Starre bzw. elastische Linien- und Punktlager werden frei innerhalb der rasternetzten Bauteile oder auf dem Flächenrand definiert. Gleiches gilt auch für Fugen. Die automatische Vernetzung erkennt Lager und Fugen und erzeugt die zugehörigen Knoten und Elemente.

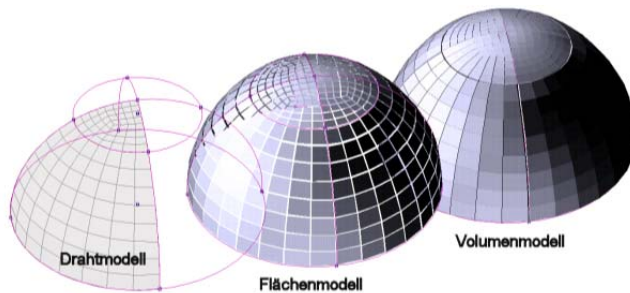
### Offenes Lastkonzept

Punktlasten und veränderliche Streckenlasten werden unabhängig von der Netzeinteilung eingegeben. Dasselbe gilt für Flächen-, Druck-, Überschüttungs- und Temperaturlasten sowie Lasten für Kriechen, Schwinden, Einflußlinien und -flächen. Vorgeschriebene Lagerverschiebungen können an elastischen Punkt- und Linienlagern eingegeben werden. Frei definierbare Lastbereiche und Lastmakros mit Lastenzugenerierung unterstützen den Anwender bei der Bildung komplexer Lastbilder. Die Verkehrslastautomatik übernimmt für Standardfälle die Bildung der Verkehrslastfälle aus benutzerdefinierten Lastbereichen. Darüber hinaus beschreibt das Produktblatt „Vorspannung“ die Lastbehandlung bei vorgespannten Tragwerken.



### Leistungsfähiger Netzgenerator

Die bauteilorientierte Eingabe von Tragwerken wird für beliebige ebene und räumlich gekrümmte Systeme unterstützt. Für die Generierung von Stabtragwerken werden dafür die Interpolationsfunktionen der verschiedenen Linientypen herangezogen. Dieselbe Art der Abbildung wird auch für gekrümmte Flächen verwendet. Dabei können sich die Ansatzfunktionen für Drei- und Vierecksflächen durch beliebige Randkurven zusammensetzen. Zwangsbedingungen für die Vernetzung, wie z.B. Aussparungen, werden bei gekrümmten Flächen nur über die Geometrie der Ränder berücksichtigt.

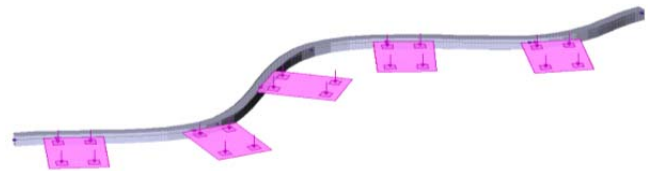


Im Gegensatz zu den gekrümmten Flächen können bei ebenen Flächen verschiedene Zwangsbedingungen wirken. Bei der Vernetzung von ebenen Flächen werden alle Punkt- und Linienlager, Aussparungen, Attributflächen, Balken und Unterzüge sowie Fugen innerhalb der Fläche berücksichtigt.

### Einfache Bauteilkopplung

Die bauteilorientierte Modellierung und Vernetzung von Tragwerken hat den entscheidenden Vorteil, dass Bauteilverbindungen übergeordnet und unabhängig von anderen Objekten wie z.B. Lager oder Lasten vorgenommen werden können. Dieser Vorteil wird vor allem bei System- und Parameteränderungen deutlich. Die Vernetzung wird einfach nachgeführt und auf den aktuellen Stand gebracht.

**Fläche-Fläche:** Bei der Kopplung von verschiedenen Flächen miteinander werden die Konturen sofort aufeinander



abgestimmt. Eventuelle Zwangsbedingungen wie Aussparungen werden direkt berücksichtigt. Prinzipiell wird die Netzeinteilung von gekrümmten an die der ebenen Flächen und eine gröbere Teilung an die feinere angepasst.

**Fläche-Stab:** Liegen stabförmige Bauteile in einer Fläche, werden diese automatisch mit der bestehenden Vernetzung verschmolzen. Bei Änderungen der Vernetzung passt sich die Stabteilung an.

**Stab-Stab:** Die bauteilorientierte Eingabe von Stabwerken eröffnet neue Möglichkeiten. Beispielsweise lassen sich damit gekrümmte Träger einfacher beschreiben und bearbeiten. Oder es kann eine praxisorientierte Bauteildefinition wie z.B. als Gurt, Pfosten oder Diagonale eingeführt werden. Der Vorteil einer solchen Arbeitsweise wird vor allem in der Auswertung und Bemessung durch eine übergeordnete Dokumentation der Ergebnisse belohnt.

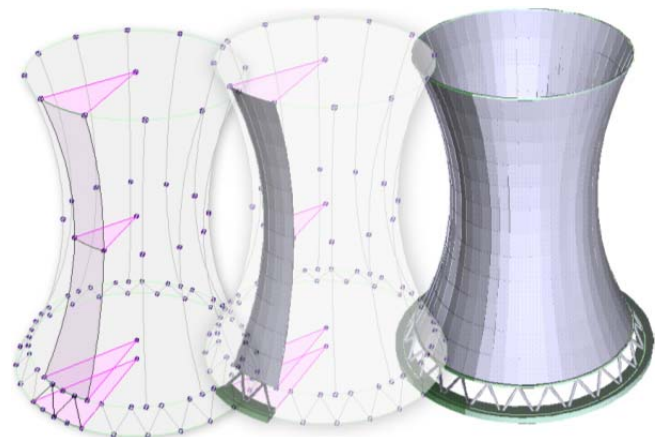
### Beliebige Anpassung der Vernetzung

Bei ebenen Plattensystemen oder Plattenbrücken kommt es häufig vor, dass die zu vernetzende Geometrie nicht mit einer orthogonalen, sondern einer beliebig gekrümmten Berandung zur Ausführung kommt. Für diese Anforderungen können eben vernetzte Flächen an der Randgeometrie ausgerichtet werden. In manchen Fällen wird eine Verfeinerung der Vernetzung gewünscht. Dies kommt vor allem im Bereich von Stützen vor oder dann, wenn Detailbetrachtungen angestellt werden müssen.

Für die Beschreibung von Bauteileigenschaften und die Orientierung von Querschnitten, Material- und Bewehrungsrichtungen können die Lokalsysteme bauteilweise ausgerichtet werden.

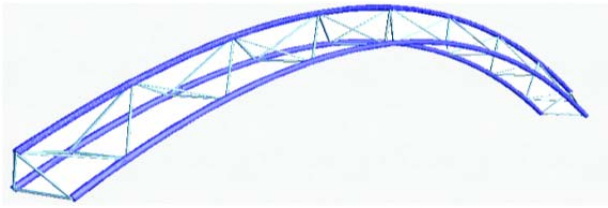
### Effiziente Modellgenerierung

Bei der Erstellung von großen Tragwerksmodellen haben effiziente Generierungsmöglichkeiten und Kopierfunktionen eine entscheidende Bedeutung. Auch die Vernetzung von kompliziert verschnittenen Bauteilen mit Schnittlinienkonstruktion kann einfach erfolgen. Die Netzkontrolle wird dabei durch unterschiedliche Darstellungsoptionen optimal unterstützt. Eine Visualisierung des Modells kann ohne Mehraufwand direkt vorgenommen werden.



## Praxisorientierte Querschnittsbeschreibung

Sowohl bei Stab- als auch bei Flächentragwerken können Vouten und exzentrische Anschlüsse in die Tragwerksmodellierung eingebracht werden. Bei Stabtragwerken kommen solche Konstruktionen beispielsweise im Bereich des Stahlbaus und bei Verbunddecken vor.



## Hochwertige Überlagerungstechnik

Die Einwirkungen von Tragwerken werden zu mehreren, verschiedenartigen Lastfällen zusammengefasst, welche zusammen wirken oder sich teilweise ausschließen können. In der Regel sind mehrere Einwirkungskombinationen zu untersuchen, um die extremalen Bemessungszustände durch Superposition zu erhalten. In besonderen Fällen, wie z.B. bei Bettungsausfall, lassen sich auch Ergebnisgrößen aus verschiedenen nichtlinearen Berechnungen gegenseitig ausschließend überlagern.

## Übersichtliche Überlagerungsvorschriften

Aus dieser Zuordnung von Lastfallattributen und logischen Operatoren ergeben sich Überlagerungsvorschriften, die entweder benutzerdefiniert, automatisch oder nach einer Vorlage gebildet werden. Dabei wird der Einfluss der Normen wie z.B. die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte und der Einfluss der unterschiedlichen Anwendungsbereiche Hochbau oder Brückenbau berücksichtigt.



Als Operatoren sind die unbedingte, die gegenseitig ausschließende, die ausschließende auch Null und die bedingte Überlagerung möglich. Die Überlagerung wird für tensorielle Größen nach dem Rosettenverfahren und für skalare Größen nach der Kombinationsmethode durchgeführt.

## Verfügbare Überlagerungstypen

Bei den Überlagerungstypen werden Ergebnisgrößen für Knoten und Elemente unterschieden. Die Überlagerungstypen für die Elemente richten sich dabei an der Tragwerksmodellierung und der Beanspruchung der Bauteile als Scheibe, Platte, Schale oder Balken aus. Folgende Typen sind verfügbar:

- Knotenverformungen und Lagerreaktionen
- Membranschnittgrößen
- Hauptmomente und Hauptquerkräfte
- Haupt- und Richtungsspannungen (As-Werte)
- Balkenschnittgrößen und Randspannungen

## Bewährtes Bemessungskonzept

Die Bemessungsverfahren werden durch die Beanspruchung des Tragwerks bestimmt. Es kann eine vollständige Bemessung für Faltwerke, Platten, Scheiben und Balken im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN 1045-1, EC2 und EN 1992 unter Berücksichtigung der NADs für DE, UK, CZ/SK, AT durchgeführt werden. Folgende Bemessungsverfahren stehen zur Verfügung:

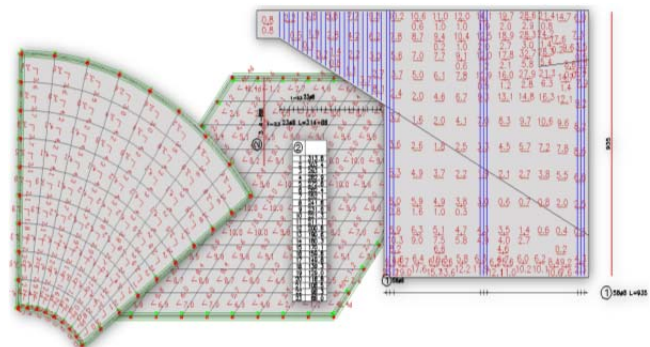
- Faltwerksbemessung nach dem erweiterten "Baumann-Verfahren"
- Plattenbemessung unabhängig an der Ober-/Unterseite als Zweibahnbewehrung
- Scheibenbemessung mit Fachwerkmodell in der Mittelfläche mit einachsig gegen Zug wirkende Bew.bahnen
- Schubbemessung und Durchstanznachweis
- Biegebemessung mit Normalkraft für Unter- und Überzug, inkl. Plattenbalkenbemessung unter Berücksichtigung der mitwirkenden Plattenschnittgrößen
- Balken-/Stahlbetonbemessung für alle typisierten Rechteck-, Vollkreis-, Kreisring-, Plattenbalken- und Doppel-T-Querschnitte
- Querkraft- und Torsionsbemessung für Balken
- Stahlbemessung für alle typisierten Querschnitte mit Spannungsnachweisen nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch der DIN 18800

## Vielseitige Ausgabemöglichkeiten

Alle Ergebnisse lassen sich grafisch interaktiv auswerten. Für die Auswertung von Verformungen, Lager- und Elementschnittgrößen sowie Bemessungsgrößen stehen unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung. Dabei kann zwischen

- Zahlenwerten im Element
- Zustandslinien für Balken und Unterzüge sowie für Linien- und Ebenenschnitte mit beliebiger Beschriftung
- Diagrammen für Balken und Unterzüge sowie für Linien- und Ebenenschnitte mit führenden und zugehörigen Größen
- Integration an Linienschnitten mit Angabe des Min-/Max-Wertes, des Mittelwertes oder der resultierenden Größe
- Darstellung des Kraftflusses mit Trajektorienbildern
- Isolinien für Min- und Max-Zustände

gewählt werden. Darüber hinaus sind umfangreiche Listenausgaben möglich. Bei einer Spannungsüberlagerung sind zusätzlich die Spannungsponenten darstellbar. Durch gezielte Abfragen werden die wirksamen Lastfälle protokolliert, die zu dem Extremum der führenden Größe einen Beitrag geliefert haben.



**RIBTEC**<sup>®</sup>

Für die tägliche Routinearbeit und die Lösung anspruchsvoller Ingenieuraufgaben. CAD, konstruktiver Hoch- & Ingenieurbau, Grundbau, Berechnungen mit finiten Elementen sowie Tunnel- & Brückenbau. [www.rib-software.com/tragwerksplanung](http://www.rib-software.com/tragwerksplanung)

**RIB Gruppe**

+49 711 7873 157  
[tragwerksplanung@rib-software.com](mailto:tragwerksplanung@rib-software.com)  
[www.rib-software.com](http://www.rib-software.com)