

# EuroSta.stahl – Stabtragwerke für die Tragwerksplanung im Bauwesen

## Statische Analyse und Bemessung von ebenen und räumlichen Stabwerken aus Stahl

EuroSta.stahl ist ein positionsorientiertes Stabwerksprogramm, das speziell für die Anforderungen der Tragwerksplanung im Bauwesen konzipiert ist. Es dient der Analyse und Bemessung von ebenen und räumlichen Stabwerken aus Stahl. Die grafische Bearbeitung der Tragstruktur sowie der Positionsbezug ermöglichen eine schnelle und effektive Eingabe verschiedenster Tragsysteme. EuroSta.stahl ist in das Komplettsystem Ing<sup>+</sup> integrierbar und bietet so von der Verwaltung mit dem ProjektManager, der Anschluss- und Detailbemessung bis zur Dokumentenbearbeitung in der BauStatik zusätzliche Möglichkeiten, die Bearbeitungszeiten zu reduzieren.

### Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

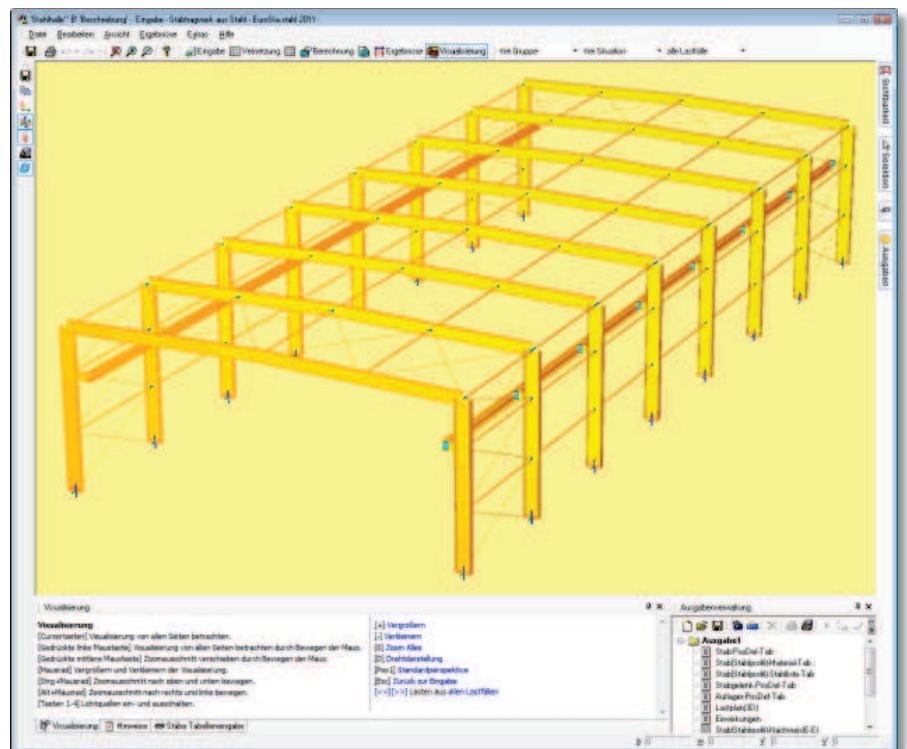
- **Elastisch-Elastisch (E-E)**  
Biegenormalspannungen, Schubspannungen, Vergleichsspannungen
- **Elastisch-Plastisch (E-P)**  
Vergleich der Bemessungsschnittgrößen mit Grenzschnittgrößen unter Interaktion
- Untersuchung der **Querschnitte** für volles Mittragen unter Druckspannung, Vergleich mit  $\text{grenz}(b/t)$
- Ersatzstabverfahren für **Biegeknicken**  
Knicklängen werden vorgegeben oder automatisch über Systemknickuntersuchung ermittelt
- **Biegedrillknicken**  
Verformungsbehinderungen infolge Drehbettung oder seitliche starre Stützung
- Berücksichtigung von **Imperfektionen**  
erfolgt entweder durch Ersatzlasten oder als geometrische Vorverdrehungen und Vorkrümmungen
- Nachweise für vorgegebenes Profil oder **automatische Profilwahl**
- Verwendung beliebiger, komplex zusammengesetzter Querschnitte, die mit dem mb-ProfilMaker oder dem mb-BauStatik-Modul S190 erzeugt wurden
- Nachweise für mehrteilige Rahmenstäbe nach DIN 18800-2 [2], Kapitel 4.

### Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

- **Verformungsnachweis** relativ zu einem festen oder mitverformten Bezugssystem
- Bestimmung der **Eigenfrequenzen** und **Eigenschwingformen** des Tragwerkes



Hallentragwerk (Zweigelenrahmen) aus Stahl.



Visualisierung des 3D-Modells zugehörig zur Abbildung oben. Die Darstellung der Belastung wurde deaktiviert.

# EuroSta.stahl – Stabtragwerke für die Tragwerksplanung im Bauwesen

## Positionsorientierte Eingabe

Die positionsorientierte Eingabe der Stäbe ermöglicht eine praxisbezogene und ingenieurmäßige Tragwerksplanung, wobei sich das zu berechnende Modell aus Positionen wie z.B. Untergurt, Obergurt und Streben zusammensetzt. EuroSta.stahl setzt diese Eingaben automatisch in ein abstraktes, mathematisches FE-Modell aus FE-Elementen, FE-Knoten usw. um. Dadurch ist sichergestellt, dass die FE-Knoten überall dort erzeugt werden, wo sie für die Berechnung benötigt werden.

## Grafisch interaktive Eingabe

EuroSta.stahl zeichnet sich durch die intuitive Benutzeroberfläche aus, die vielfältige Funktionen zur effektiven Bearbeitung der Aufgabenstellungen bietet. Durch die klare Strukturierung bietet sie einen leichten Einstieg und deshalb eine kurze Einarbeitungszeit. Dies erleichtert auch die gelegentliche Anwendung sowie die Bedienung selten genutzter Leistungsmerkmale.

## Leistungsstarker Rechenkern

Der extrem schnelle Rechenkern in EuroSta.stahl überzeugt auch bei komplexen, iterativen, nicht linearen Berechnungen von 2D- und 3D-Modellen durch kurze Rechenzeiten. Sofern vorhanden, werden die Möglichkeiten moderner Mehrkernprozessoren und aktueller 64-Bit-Windows-Betriebssysteme ausgenutzt.

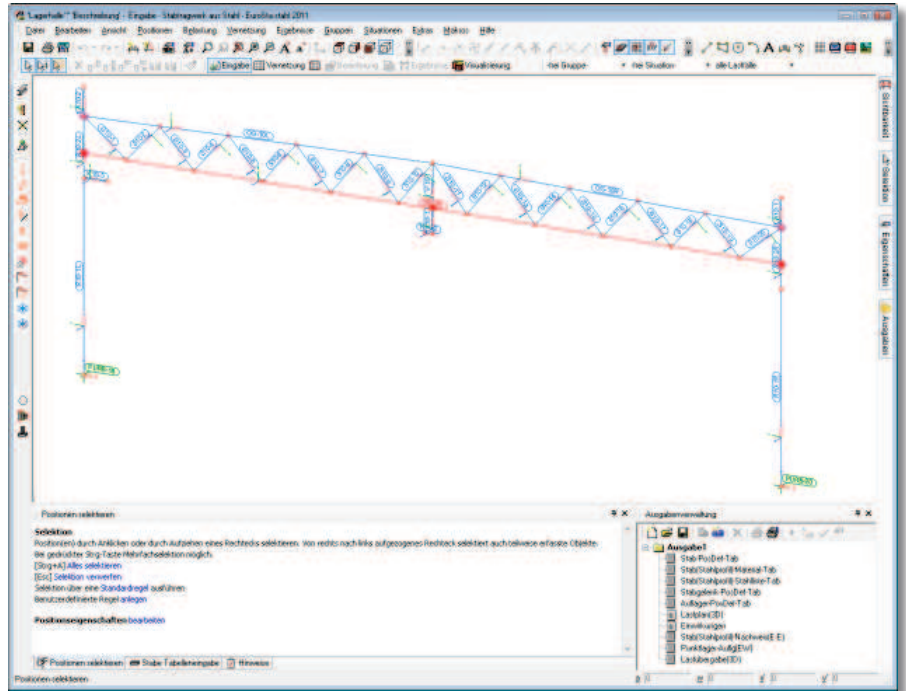
- automatische MIN/MAX-Überlagerung der Schnitt- und Auflagergrößen
- Gelenke und Stabkreuzungen
- konstruktive Nichtlinearität: Ausschluss von Zug-/Druckfedern und druckschlaffen Stäben, einseitig wirkende Gelenke, auch mit Arbeitslinien
- lokale und globale Definition von Lasten, Randbedingungen oder Gelenken
- modale Spektralanalyse, Erdbeben
- Berücksichtigung konstruktiver Nichtlinearitäten auch bei Berechnungen nach Theorie I., II. und III. Ordnung und bei Eigenwertuntersuchungen

## Eingabehilfen

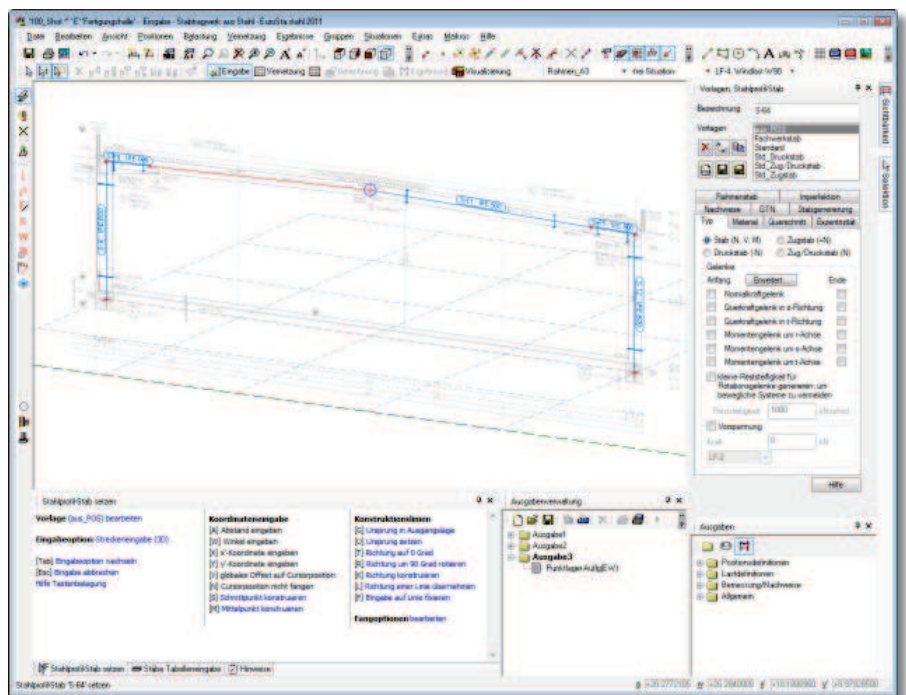
Liegen Informationen zum aktuellen Modell in grafischer Form vor, können diese komfortabel hinterlegt werden.

Die folgenden Formate werden unterstützt:

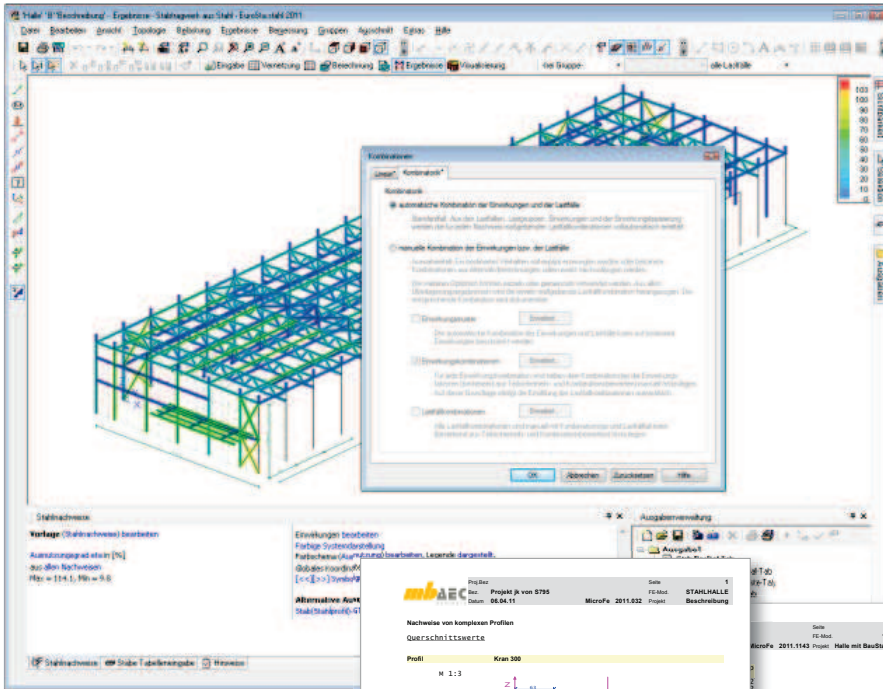
- DXF- oder DWG-Folien
- kartesische oder polare Raster
- PDF-Dateien oder -Pläne (Zusatzmodul M140)
- Pixel- oder Vektorgrafiken (bmp, jpg, emf) (Zusatzmodul M140)



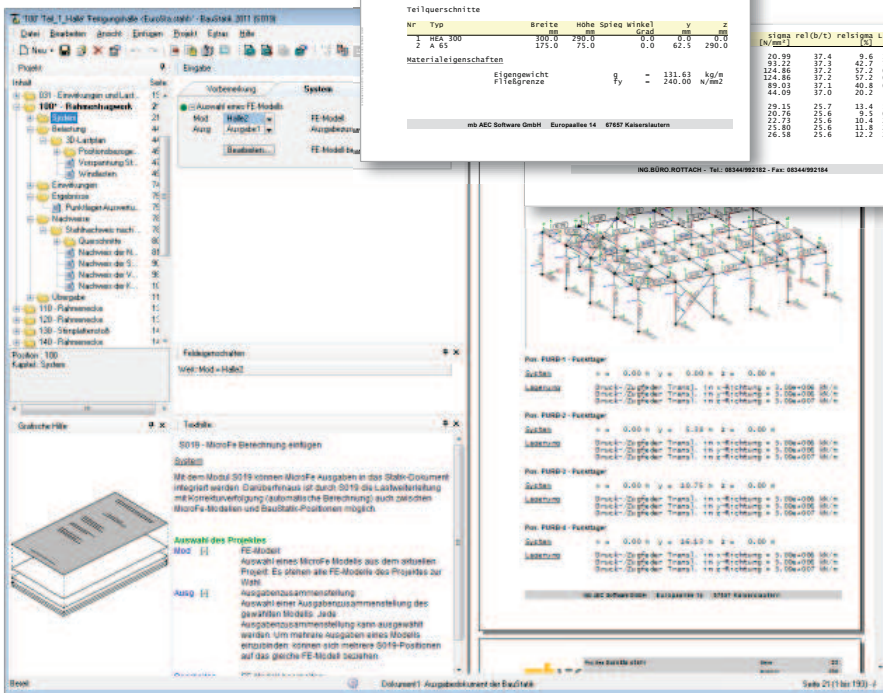
Darstellung des Rahmens in Achse 10 des 3D-Tragwerks (Gruppe „Binder“ ist sichtbar). Markiert ist der Untergurt „UG-10“, der dank der positionsorientierten Eingabe entsprechend der geplanten Ausführung als durchgehender Stab definiert wurde.



Die Abbildung zeigt die grafisch interaktive Eingabe einer Stabposition im 3D-Tragwerk. Auf der rechten Seite erscheint bei der Positionseingabe die Auswahl der Vorlage sowie deren Eigenschaften, die die neue Position erhält. Als Eingabehilfe ist im Grundriss ein kartesisches Raster definiert. Darüber hinaus ist in der Achse 3 ein PDF hinterlegt.



In der Abbildung wird die Steuerung der automatischen Kombinatorik zur Bestimmung der maßgebenden Bemessungsschnittgrößen inkl. Dokumentation dargestellt.



Dargestellt wird hier die Einbindung der EuroStahl-Berechnung in das Statik-Dokument und somit in die Arbeitsweise der Dokument-orientierten Statik.

## Einwirkungskombinationen

EuroStahl bietet für lineare Berechnungen eine komfortable Ermittlung der Lastkombinationen nach den Regeln der DIN 1055-100 (03/01) oder ÖNORM B 1990-1:2004-05.

Hierzu werden Lasten in EuroStahl-Modellen i.d.R. auf charakteristischem Lastniveau eingetragen und einem Lastfall zugeordnet. Im selben Arbeitsschritt wird auch die entsprechende Einwirkung, z.B. „Gk“ für ständige Belastungen, gewählt. Jetzt sind für die Lasten Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte bekannt. EuroStahl bildet automatisch die Bemessungsschnittgrößen zur Nachweisführung im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.

## Lastweiterleitung

Lückenloser und sicherer Lastabtrag bis in die Gründung ist die zentrale und wichtige Aufgabe eines Bauwerks. Die Lastweiterleitung von Auflagerreaktionen auf charakteristischem Lastniveau zwischen verschiedenen EuroStahl-Modellen ist deshalb ein besonders wichtiges und hilfreiches Merkmal. Lastübernahmen sind genauso zwischen BauStatik-Positionen und EuroStahl-Modellen möglich.

## Dokument-orientierte Statik

Mit dem BauStatik-Modul „S019 MicroFe einfügen“ werden die Ergebnisse der Stabwerksberechnung mit EuroStahl nahtlos in das Statik-Dokument eingefügt. So entsteht auf einfachem und bequemem Weg das komplette Statik-Dokument am Rechner.

Übernahmen zwischen EuroStahl-Modellen oder EuroStahl-Modellen und BauStatik-Positionen werden durch die automatische Korrekturverfolgung im aktuellen Stand berücksichtigt. Besonders bei Änderungen stellt dies eine enorme Erleichterung und Zeitersparnis dar.

## Aktuelle Normung

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit werden in EuroStahl je nach Lizenzierung wahlweise nach DIN 18800 (11/2008) oder ÖNORM B 1993-1-1:2001-12 geführt.

## Bearbeitungsmodus

Die Projektbearbeitung in EuroSta.stahl ist in einzelne Bearbeitungsschritte gegliedert. Das schafft klare Verhältnisse und ordnet die Oberfläche. Die Abbildung zeigt die Oberfläche im Eingabemodus.

## Modus „Eingabe“

Hier wird das Modell durch Eingabe einzelner Positionen erzeugt. Dazu wird zunächst die gewünschte Bauteil- oder Last-Position ausgewählt. EuroSta.stahl zeigt dann in der „Eingabehilfe“ alle Möglichkeiten für die gewünschte Eingabe und in den „Einstellungen“ alle Parameter der neuen Position an.

## Bauteil-Positionen und Lasten

Als positionsorientiertes Stabwerkssystem werden alle Bauteile, Lagerbedingungen und auch die Lasten als Positionen definiert. Als Lasttypen stehen **Punkt-, Linien-, Flächenlasten, Temperatur und Vorspannung** zur Verfügung. Zusätzlich können ganze Lastbilder definiert werden und als Standardlasten und Wanderlasten platziert werden. Für **Schnee- und Windlasten** stehen jeweils eigene komfortable Lastpositionstypen bereit.

Über das jeweilige Symbol wird die Eingabe neuer Positionen gestartet.

## Nachweis von Anschluss- und Detailpunkten

EuroSta.stahl verfügt über eine leistungsfähige Anbindung an die BauStatik. Somit werden Anschluss- und Detailpunkte sicher und bequem nachgewiesen. Zur Nachweisführung wird im EuroSta.stahl-Modell einfach am entsprechenden Punkt eine Nachweisstelle platziert – fertig. In der zugehörigen BauStatik-Position stehen alle erforderlichen Angaben zu Material, Querschnitt und Belastung bereit und werden mit nur einem Klick berücksichtigt.

## Eingabehilfe

In der Eingabe und Ergebnisdarstellung werden hier alle Optionen und Befehle angezeigt, die während der aktuellen Bearbeitung sinnvoll sind, z.B. ob ein Stab über eine Strecke oder über ein Polygon eingegeben werden soll. Befehle in blauer Schrift können direkt angeklickt werden, geklammerte Buchstaben erläutern Tastaturbefehle.

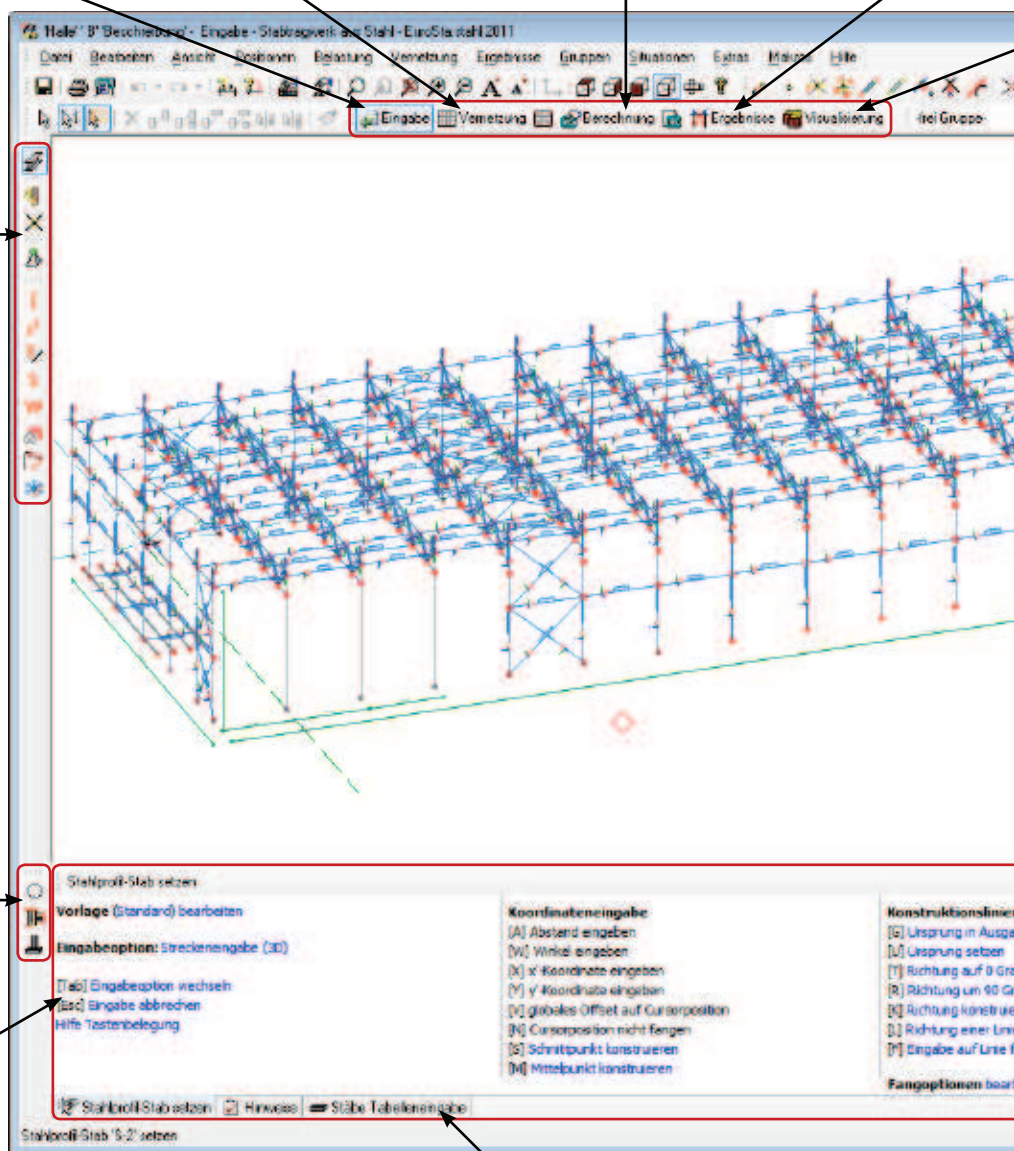
## Modus „Vernetzung“

Zwischen der Positionseingabe und der Berechnung wird ein FE-Netz benötigt. Für dessen Generierung war früher der Ingenieur durch eine knotenbezogene Eingabe selbst verantwortlich. Dank des leistungsstarken automatischen Vernetzers ist es in EuroSta.stahl möglich, die Bestandteile des Tragwerks positionsbezogen einzugeben. In der Vernetzung werden die FE-Knoten automatisch dort erzeugt, wo sie für die Berechnung notwendig sind. Im Modus „Vernetzung“ kann das Netz betrachtet und auf die Netzgenerierung optional Einfluss genommen werden.

## Modus „Berechnung“

EuroSta.stahl bietet viele Optionen, u.a.:

- **statische Berechnung**  
nach Theorie I., II. und III. Ordnung
- **dynamische Berechnung**  
Eigenwerte und Eigenformen
- **Systemknickstabilität**, Knickeigenwerte und -formen je Lastkombination
- **Knickwertetabelle**: Knicklängen, -längenbeiwerte, -last, Stabkennzahlen
- **Dischinger-Test**: Testet, ob Berechnung nach Theorie II. Ordnung erforderlich ist
- **Numerik-Test**  
zur Kontrolle der Lösungsgenauigkeit
- **Kinematik-Test**: zeigt z.B. kinematische Beweglichkeit durch zu viele Gelenke



Die Konstruktionslinien im Arbeitsfenster dienen der Konstruktion neuer geometrischer Punkte. Der Ursprung der Konstruktionslinien wandert mit, sodass jede weitere Eingabe in Bezug zum zuletzt gesetzten Punkt erfolgt. In der Eingabehilfe stehen alle Befehle zur Eingabe über Konstruktionslinien, die Koordinaten werden im Koordinatenfeld unten rechts eingegeben.

## Stabtable

Alle selektierten Stäbe werden mit ausgewählten Eigenschaften aufgelistet. Die Liste lässt sich beliebig sortieren, um die Eigenschaften optimal zu kontrollieren und zu überarbeiten. Ebenso ist hier eine tabellarische Eingabe neuer Stäbe möglich. Über die Tabelleneingabe können auch Geometriedaten mit einer Tabellenkalkulation ausgetauscht werden.

## Modus „Ergebnisse“

Nach erfolgreicher Berechnung wird automatisch in den Modus „Ergebnisse“ gewechselt. Hier stehen alle Berechnungs- und Bemessungsergebnisse zur Diskussion und Ausgabe bereit. Aus jeder grafisch-interaktiven Bildschirmarstellung kann ein Ausdruck oder eine Plotter-Ausgabe erzeugt werden. Gemeinsam mit den tabellarischen Ausgaben können beliebige Ausgabenzusammenstellungen in der Ausgabenverwaltung definiert werden.

## Modus „Visualisierung“

Die Visualisierung kann in jedem Bearbeitungsschritt geöffnet werden und hilft besonders bei komplexen Systemen den Überblick zu behalten.

Das Tragwerk kann mit und ohne Lasten oder Lagerungsbedingungen dargestellt werden. Die direkte Auswahl der **Gruppen, Situationen und Lastfälle** dient ebenfalls zur Steigerung der Übersichtlichkeit. Visualisierungen können auch in der Ausgabenverwaltung integriert werden.

## Hinterlegungsgrafiken

Liegen Informationen zum aktuellen Modell bereits in grafischer Form vor, können diese komfortabel während der Eingabe hinterlegt werden. Eine Hinterlegungsgrafik kann auch zur Erläuterung während der Ausgabe dienen. Die folgenden Formate werden unterstützt:

- DXF- oder DWG-Folien
- Pixel- und Vektorgrafiken wie z. B. bmp, jpg, emf (*Zusatzmodul M140*)
- PDF-Dateien oder -Pläne (*Zusatzmodul M140*)
- kartesische oder polare Raster
- Hilfslinien

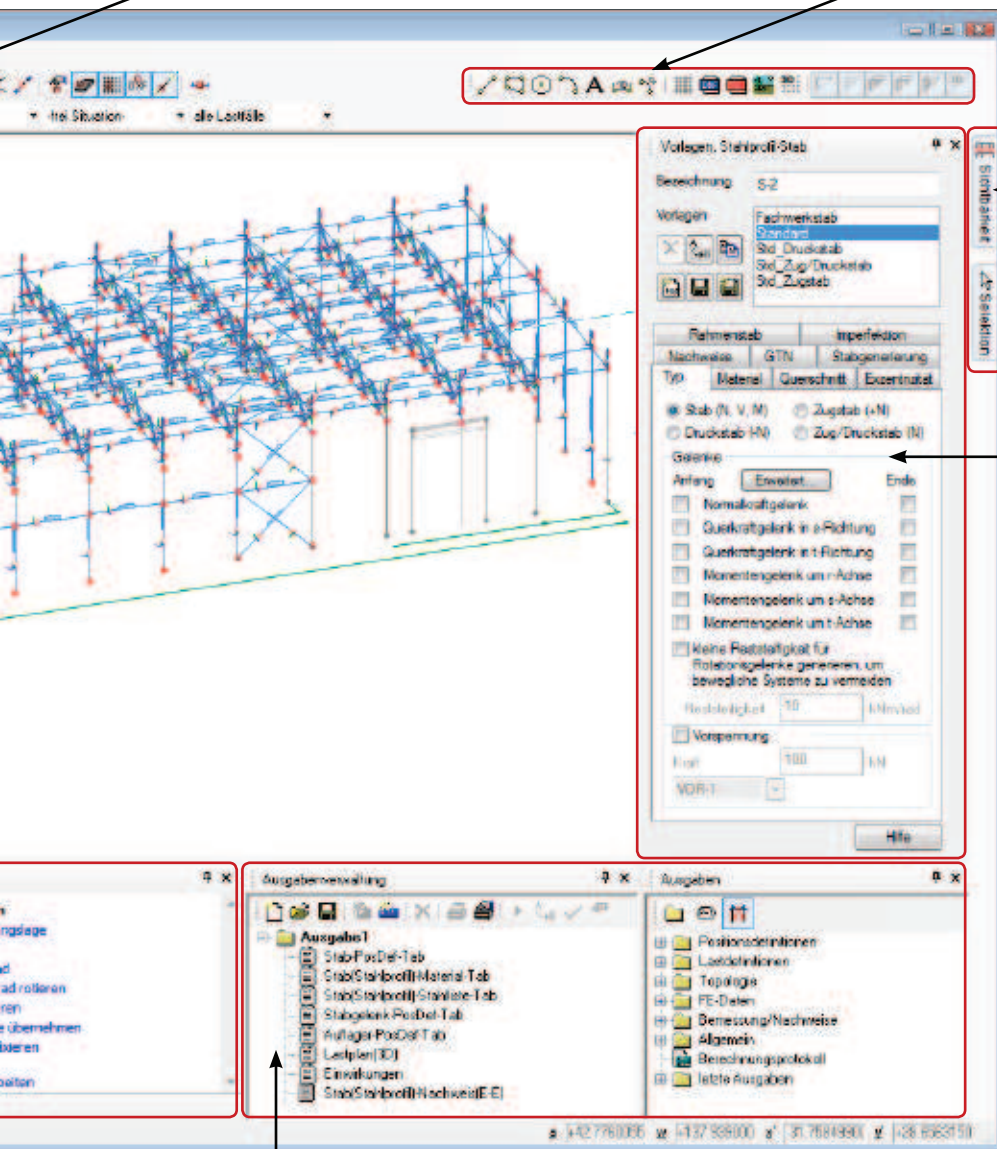
## Flyout-Fenster

Alle Fenster in EuroSt.stahl lassen sich beliebig anordnen und ggf. als Flyout-Fenster am Bildschirmrand zusammenklappen. Trotzdem steht das Fenster immer zur Verfügung. Es genügt, mit dem Mauszeiger ein solches Flyout-Registerblatt zu berühren.

## Vorlagentechnik und Positionseigenschaften

Die Eingabe neuer Positionen basiert auf der Vorlagentechnik. Sobald eine Eingabe gestartet wird, werden alle Eigenschaften der Vorlage direkt zur Kontrolle angezeigt. Zwischen den einzelnen Vorlagen kann auch während der Eingabe beliebig ausgewählt und die Einstellungen der Vorlagen können jederzeit situativ angepasst werden.

Für bereits gesetzte Positionen werden die Eigenschaften der selektierten Positionen angezeigt. Diese lassen sich dann, auch bei einer Mehrfachselektion, einfach kontrollieren und überarbeiten.



## Ausgabenverwaltung

Alle Ausgabenvarianten zur Dokumentation der Eingabe, Berechnung, Nachweise und Bemessung sind über das Fenster „Ausgaben“ erreichbar. Per Mausklick kann über die Liste „letzte Ausgaben“ schnell zwischen den zuletzt erzeugten Ausgaben hin- und hergesprungen werden. Die Darstellung erfolgt mit jeweiligem Ausschnitt, Zoom und Perspektive.

Alle Ausgaben können in die Ausgabenverwaltung aufgenommen werden. Dann ist diese Ausgabe mit allen Einstellungen wie Stifte, Text- und Symbolgrößen, Maßstab, Plotformat, Ausschnitt, Perspektive usw. beschrieben und kann nach einer Änderung und Neuberechnung des Modells sofort reproduziert werden.

Klassischerweise wird die Ausgabenverwaltung eingesetzt um eine prüffähige Statik „per Knopfdruck“ zu erhalten. Die Ausgabenverwaltung eignet sich auch dazu, Ergebnisse an wichtigen Detailpunkten intern zu dokumentieren, um sie nach Anpassungen am Tragsystem erneut vollständig zu kontrollieren.