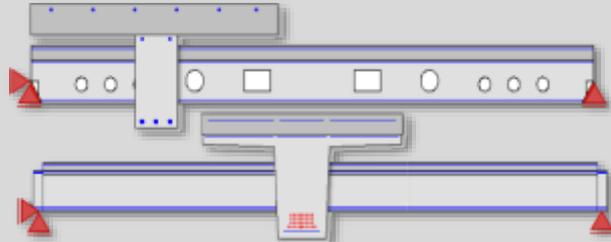


## FERMO

FERMO – Fertigteilträger Hochbau (Grundmodul)  
 Modul Kippstabilität Kippsicherheits-NW im Zustand II  
 Modul Vorspannung Nachträgliche Vorspannung  
 Modul Ermüdung Ermüdungsnachweise  
 Modul Brückenbau Nachweise im Brückenbau

### Fertigteilträger im Hoch- und Brückenbau

- **Schnelle und ganzheitliche Bearbeitung von biegebeanspruchten Fertigteilträgern**
- **Bemessung für GZT, GZG und GZE für alle Bauzustände entlang der globalen Zeitachse**
- **1- und 2-stufige Vorspannung mit sofortigem und nachträglichem Verbund**
- **Kippsicherheitsnachweis im Zustand II mit Traglastberechnung am vorverformten System**
- **Verformungsnachweis mit nichtlinearer Berechnung unter Berücksichtigung des Kriechens**
- **Materialsparende und wirtschaftliche Bemessungsergebnisse für alle Trägertypen**

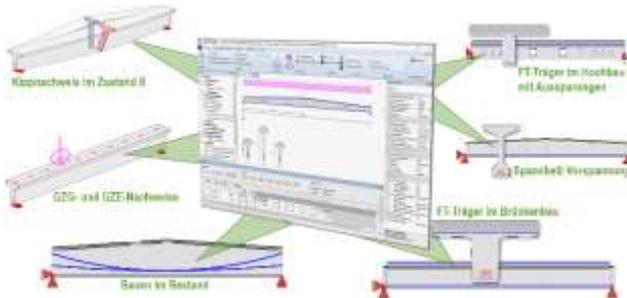


Mit FERMO berechnen und bemessen Sie vorgespannte und nicht vorgespannte Fertigteil- und Verbundfertigteilträger mit nachträglich aufbetonierter Ort betonplatte für den Hoch- und Brückenbau. Die Berechnung erfolgt für den gesamten Lebenszyklus wobei die gesamte System-, Querschnitts-, Belastungs- und Spannungsgeschichte berücksichtigt wird. Für die Ein- und Ausgabe steht eine moderne Arbeitsumgebung mit vielfachen Anpassungsmöglichkeiten sowie eine Ausgabeliste mit Konfigurations- und Filtermöglichkeiten zur Verfügung.



Tel: +49 2203 29069 41  
 E-Mail: sales@ribtec.de  
 www.ribtec-systeme.de

RIBTEC Systeme GmbH  
 Geschäftsführer: Mike Richter  
 Sitz der Gesellschaft: Köln, Amtsgericht Köln HRB 120061



### Vielseitige Anwendung

Fertigteile gehören zu den Bauteilen, die schnell und effizient hergestellt und eingebaut werden können. FERMO unterstützt diesen hohen Anspruch, indem der Planungs- und Produktionsprozess kurz und damit wirtschaftlich gehalten wird. Das Programm geht speziell auf die hohen Anforderungen der Tragwerksplaner ein, um vorgespannte Fertigteilträger mit oder ohne einer nachträglich aufbetonierten Ort betonplatte optimal zu berechnen. In der Berechnung und Bemessung wird die gesamte Systemgeschichte erfasst. Dazu gehören alle Lager-, Transport- und Bauzustände mit Hilfsstützen sowie der Endzustand. Die Bemessung kann wahlweise nach DIN, DIN FB und EN mit NAS für DE, AT, SK/CZ und UK erfolgen. Die Eingabe erfolgt in einer modernen Programmumgebung mit Menüband, Objektbaum, Eigenschaftentabelle und grafisch-interaktivem Bearbeitungsfenster. Die Systemgrafik wird bei jeder Eingabe sofort angepasst, so dass immer eine direkte visuelle

Kontrolle besteht. Sowohl die Eingabe als auch die Ausgabe ist konfigurierbar und auf die wesentlichen Informationen abgestimmt.

### Freie Konfiguration der Programmumgebung

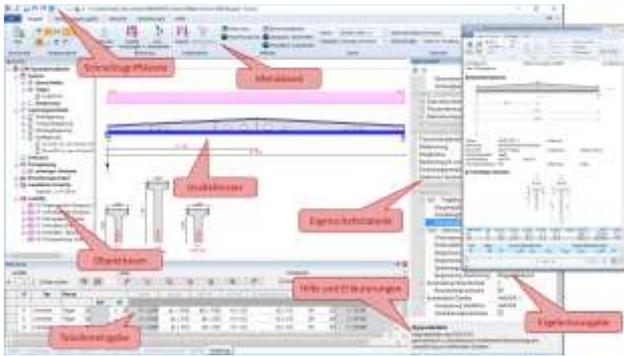
Mit nur wenigen Mausklicks lässt sich das Programm FERMO funktionell an die gegebene Ingenieuraufgabe im Fertigteilbau anpassen. Folgende Eingabeoptionen sind wählbar:

- Standard- oder Verbundquerschnitt
- Spannbett- bzw. nachträgliche Vorspannung
- Detailnachweise für Aussparungen und Ausklinkungen
- Zusätzliche, benutzerdefinierte Nachweisschnitte
- Kippsicherheitsnachweis und Ermüdungsnachweise

Weitere Einstellungsmöglichkeiten ergeben sich für die Wahl der Norm und der Bemessungssituation sowie für die Bauwerksklasse „Hochbau“ oder „Brückenbau“ mit allen zugehörigen Bauwerkstypen. Mit jeder Einstellung passt sich die gesamte Programmumgebung sofort an den gewählten Funktionsumfang an.



# Produktinformation



## Durchgängige grafische Oberfläche

FERMO ist eine vollkommen neu entwickelte Programm-anwendung zur Berechnung und Bemessung von vorge-spannten Fertigteilträgern im Hoch- und Brückenbau. Mit der neuen Programmfassung lassen sich Systemveränderungen durch Bauzustände wie z.B. einer nachträglich aufbetonierten Ort betonplatte genauso berücksichtigen wie Einflüsse aus Kriechen, Schwinden und Relaxation. Verschiedene Trägertypen wie parallelgurtige Träger, Sattel- und Pultdachbinder mit Kragarmen, Ausklinkungen und Aussparungen sowie

- abschnittsweise linear veränderlichem Querschnitt,
  - Spannbettvorspannung sowie Vorspannung mit nachträglichem Verbund,
  - Vorspannungswirkung im Lager-, End- oder Verbundzustand
- lassen sich schnell und effizient bearbeiten.

Alle erforderlichen Funktionen werden in einer durchgängigen Oberfläche angeboten. Die Programm-anwendung kombiniert gleichzeitig eine nichtlineare FEM-Technologie zur Systemberechnung, die Bearbeitung und Ermittlung der zeitabhängigen Spannungsumlagerung und die grafisch interaktive Bearbeitung der Spanngliedführung mit direkter visueller Kontrolle. Bei Bedarf lässt sich z. B. für die Bearbeitung von Lasten, für eine Lastübernahme oder für die Konfiguration der Ergebnisse die Programm-anwendung auf einen zweiten Bildschirm erweitern.



## Das Beste aus zwei Welten

Die Produktlinien RIBTEC und abacus haben die Euro-codes aus dem ersten Normenpaket für Fertigteilträger praxisgerecht umgesetzt. Als konsequent nächster Schritt wurden die Programme RTfermo und FETT für die Bemessung von Fertigteilträgern unter Verwendung einer modernen Oberflächentechnologie zusammengeführt.

Die Zusammenführung der Fertigteilträgerprogramme RTfermo und FETT durch das Nachfolgeprogramm FERMO löste zum Ende des Jahres 2019 auch FETT ab.

Das Modul-konzept für FERMO ermöglicht die Bemessung komplexer, weitgespannter Bauteile, wobei der Einsatz von Hochleistungs-beton, der Brandschutz-nachweis und die Detail-nachweise in das Basismodul Fertigteilträger Hochbau integriert sind.

Module	Spannbett Hochbau	Kipp-NW	GZE-NW	Nachtr. Vorsp.	Brückenbau
Basis-Stahlbeton FT	X				
Bem. Hochbau	X				
GZE-NW	X				
Spannbettvorsp.	X				
Detail-NW	X				
Bauen im Bestand	X				
Kipp-NW		X			
GZE-NW			X		
Nachtr. Vorsp.				X	
Bem. Brückenbau					X

Durch die erweiterten Möglichkeiten der Vorspannung, der Ermüdungs- und Brückenbaunachweise sowie integrierter Stabilitätsberechnungen für mehrere Lastfallkombinationen und Bauzustände ergeben sich gegenüber FETT zusätzliche Anwendungsperspektiven.

Neue Funktionen für RTfermo und FETT	RTfermo	FETT
Konfigurierbare Programmumgebung	Neu	Neu
Ausgabefläche mit Masken und Filtern (Kurz-, Lang- & Detailliste)	Neu	Neu
Lastweiterleitung und -übernahme	Neu	Neu
Bewehrungsvorgabe wie in FETT	Neu	Neu
Kompaktträger für Spannbettvorspannung wie in FETT	Neu	Neu
1-Stufige Vorspannung mit sofortigem oder nachträglichem Verbund		Neu
2-Stufige Vorspannung mit sofortigem und nachträglichem Verbund		Neu
Nachweise für Bauen im Bestand mit vorgegebener Bewehrung/Vorspannung	Neu	Neu
Zeitachse mit bis zu 8 Nachweiszeitpunkten und Lagerungszuständen	Neu	Neu
Berücksichtigung von großen / kleinen Aussparungen und Pfostenbemessung	Neu	Neu
Nachweise für den Brückenbau		Neu
Integrierter nichtlinearer Kippsicherheitsnachweis mit Erweiterungen		Neu
Typisierte Querschnittverläufe		Neu
Erweiterung für die Bearbeitung der Zug- und Schubkraftdeckungslinie		Neu

## Schnell am Start

Obwohl die neue Programmumgebung von FERMO die Lösung vielseitiger und komplexer Ingenieuraufgaben im Fertigteilträgerbau ermöglicht, lässt sich die Anwendung gleichzeitig mit wenigen Mausklicks auf die wesentlichen Themen reduzieren. Eine Schnelleingabe erlaubt mit wenigen Parametern die Definition eines vollständigen FT-Trägers:

- Systemabmessungen und Querschnitt ggf. mit Verbund
- Norm- und Materialeinstellungen
- Art der Vorspannung
- Grundbelastung für G und Q





Die Vorlagentechnik hilft insbesondere im Fertigteilbau stets wiederkehrende Projektaufgaben mit geringstem Aufwand schnell und zuverlässig zu lösen. Alle funktionellen und technischen Einstellungen sowie die Vorgaben für eine spezielle Ausgabe werden dabei übernommen.

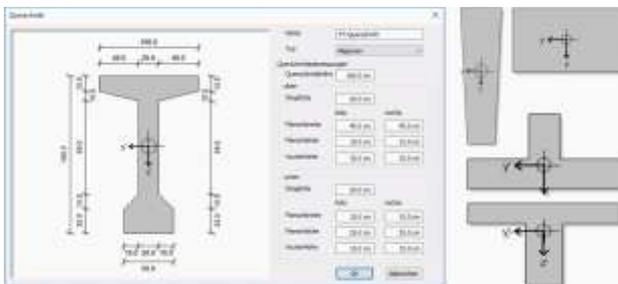
### Hochwertiges Leistungsspektrum

Im Einzelnen können mit FERMO folgende Aufgaben gelöst werden:

- zeitabhängiger Querschnittsaufbau mit variabler Querschnittszusammensetzung (Querschnittsgeschichte)
- Bauzustände mit Schnittkraftermittlung infolge beliebiger Lagerung und Belastung (System- und Lastgeschichte)
- Berücksichtigung der Systemgeschichte mit Schnittkraftermittlung infolge ein- oder zweistufiger Vorspannung (Spannungsgeschichte)
- Spannbetonbemessung unter Berücksichtigung von Kriechen, Schwinden und Relaxation für beliebige Betrachtungszeitpunkte

### Praxisorientierte Querschnittsformen

Die Beschreibung des Querschnittsaufbaus erfolgt über Teilquerschnitte und deren Lage zur Bezugsachse des Gesamtquerschnitts. Grundsätzlich kann sich ein Verbundquerschnitt aus zwei Teilquerschnitten zusammensetzen, die zu verschiedenen Zeitpunkten wirksam werden und unterschiedliche Materialien aufweisen können. Im einfachsten Fall lassen sich die Verbundquerschnitte aus typisierten Teilquerschnitten wie Rechteck, Plattenbalken oder Doppel-T-Querschnitten zusammensetzen, die in einer Datenbank vorgehalten werden.



### Statische Systeme und Trägerformen

Das System wird grundsätzlich als Einfeldträger mit oder ohne Kragarme angenommen. Als Trägerformen sind beliebige Querschnittsverläufe zulässig:

- parallelgurtige Träger
- symmetrische und asymmetrische Träger mit Sattel bzw. Kehle oder
- Pultdachträger einschließlich Auflagerverstärkungen

Gesonderte Systeme werden nur für den Lager-, Transportfall und bei Hilfsunterstützungen mit max. zwei Hilfsstützen angesetzt.

### Globale Zeitachse

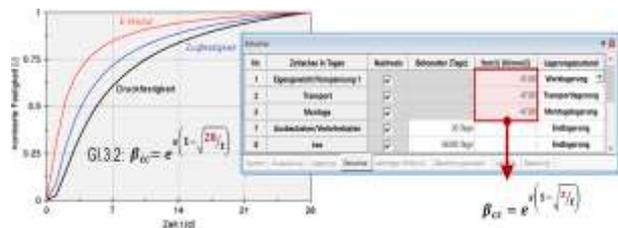
Die Zeitvorgabe auf der globalen Zeitachse ergibt sich automatisch aus der Querschnitts-, der Belastungs- und der Systemgeschichte. Jede Änderung auf der Zeitachse stellt den Beginn eines neuen Kriechintervalls dar. Die Anzahl der Kriechintervalle ist auf 8 begrenzt.

### Kriechen, Schwinden und Relaxation

Um den Alterungseffekt wirklichkeitsnah zu berücksichtigen, wird ein zeitabhängiges Stoffgesetz als  $\sigma$ - $\varepsilon(t)$ -Beziehung verwendet. Sämtliche Spannungsänderungen im Verbundquerschnitt infolge Kriechen, Schwinden und Relaxation werden für Beton nach den Ansätzen der DIN und der EN mit einem leistungsfähigen Modul zur Spannungsumlagerung im Querschnitt ermittelt.

### Auslegung für hochfeste Materialien

Die Werkstoffeigenschaften von Beton, Betonstahl und Spannstahl können aus einer Materialdatenbank nach DIN und EN mit NA übernommen werden. Dazu gehören auch die hochfesten Betone. Darüber hinaus können besondere Materialeigenschaften durch den Anwender vorgegeben werden.



### Ansatz werkseitig ermittelter Materialfestigkeiten

Die Festigkeitsentwicklung des Betons ist in der Norm vorgegeben und basiert auf einem Referenz-Betonalter von 28 Tagen. In der Regel liegt bei Fertigteilen werkseitig durch eine Wärmebehandlung eine beschleunigte Festigkeitsentwicklung vor. Für eine wirtschaftliche Bemessung erlaubt FERMO den Ansatz von alternativen und ggf. höheren Materialkennwerten  $f_{cm(t)}$ , wenn entsprechende Materialprüfungen vorliegen.

### Belastung

Die äußeren Kurzzeit- und Dauerlasten sind beliebig und können sich im Einzelnen aus Einzellasten und beliebigen Trapezlasten zusammensetzen. Eigengewichtslastfälle können auf Wunsch aktiviert werden. Die Umlagerungslasten infolge Lösen der Hilfsstützen werden automatisch erzeugt. Die Anzahl der Lastfälle ist unbeschränkt. Die Belastungsgeschichte ergibt sich aus der Festlegung der Wirksamkeitszeitpunkte aller kriecherzeugenden Lasten, die als dauernd wirkend gekennzeichnet sind. Die entsprechenden Überlagerungen erfolgen anhand der Lastfallattribute automatisch. So werden für die Nachweise im GZT, GZG und GZE automatisch die maßgebenden Lastkombinationen für alle gewählten Bauzustände gebildet, berechnet und bemessen.

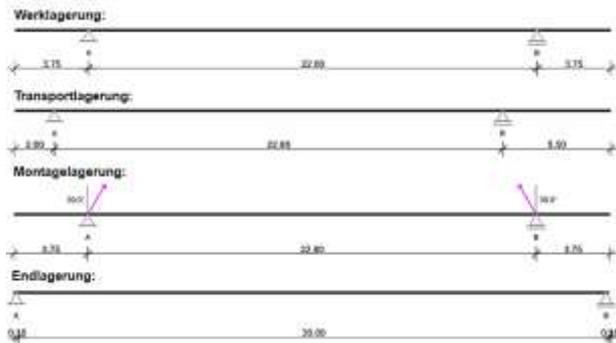
### Lagerung

Bei der Transport- und Endlagerung wird am Ort des Auflagers von einer Gabellagerung ausgegangen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Nachgiebigkeit des Gabellagers durch eine Drehfeder zu berücksichtigen. Im Montagezustand lassen sich die Lager vertikal exzentrisch in den Aufhängepunkt verschieben. Schräge Seilaufhängungen lassen sich ebenfalls berücksichtigen, wobei aus dem exzentrischen

# Produktinformation

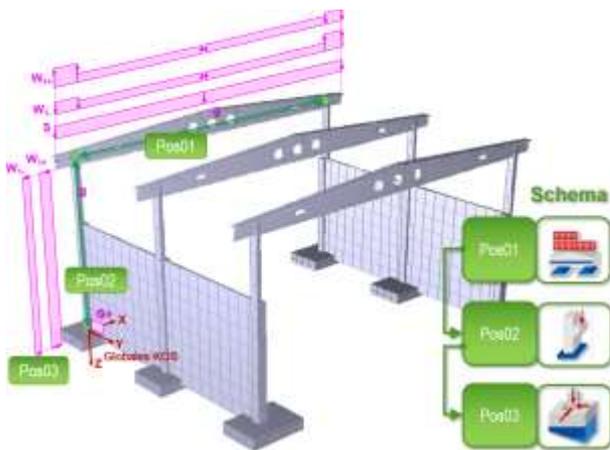
rischen Lastangriff dann zusätzliche Druck- und Biegebeanspruchungen entstehen. Folgende Lagerungen werden unterschieden:

- Werklagerung
- Transportlagerung
- Montagerlagerung
- Hilfslagerung
- Endlagerung



## Lastweiterleitung und Lastübernahme

Anders als in den Vorgängerprogrammen RTfermo und FETT unterstützt FERMO nun eine Weiterleitung bzw. Übernahme von Auflagerkräften von Bauteil zu Bauteil. Alle neuen Bauteilprogramme nehmen die Lastweiterleitung automatisch vor, so dass lediglich die Übernahme von Lasten in ein Zielsystem durch einen bauteilspezifischen Dialog unterstützt wird. In der Regel ist das Schema der Lastweiterleitung einfach, sodass bei einer gleichen Ausrichtung der Koordinatensysteme der Bauteile im globalen Koordinatensystem keine Transformation der Auflagerkräfte erfolgen muss. Bei nicht gleich ausgerichteten Bauteilen lässt sich die Transformation über die Vorgabe eines Winkels einfach einstellen.



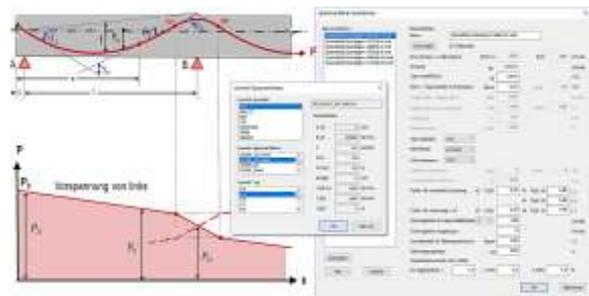
Die Bezüge der Lastweiterleitung bleiben in einem gegebenen Schema erhalten. Bei einer Änderung der Lastwerte in einer vorausgegangenen Position werden Änderungen der Auflagerkräfte der Lastquelle stets angezeigt und können direkt übernommen werden. Damit ist ggf. eine Übertragung der Lasten vom Dach bis zur Gründung (Träger-Stütze-Fundament) durchgängig möglich. Es kann auch eine Lastübertragung von verschiedenen Fertigteilträgern auf einen Konsolträger einfach abgebildet werden. Die Lastübernahme kann dabei aus verschiedenen Positionen kommen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, gleiche Trägerlagen mit Abstand zu übernehmen oder bei der Übernahme z.B. auf ein Linienlager umzurechnen.



## Spanngliedführung

Neben der mehrsträngigen Spannbettvorspannung ist auch eine Vorspannung mit nachträglichem Verbund möglich. Mittels Abisolierungen kann die Spannbettvorspannung dem Verlauf der Trägerbeanspruchung angepasst werden. Die Eingabe der Spanngliedgeometrie als Gerade oder beliebige Parabel erfolgt punktweise im Dialog.

Es sind vier Spannbedingungen bei der nachträglichen Vorspannung möglich. Die Spannungsgeschichte ergibt sich aus der Festlegung der Wirksamkeitszeitpunkte der einzelnen Spannglieder. Der Verbundzeitpunkt kann je Spannglied unterschiedlich definiert sein.



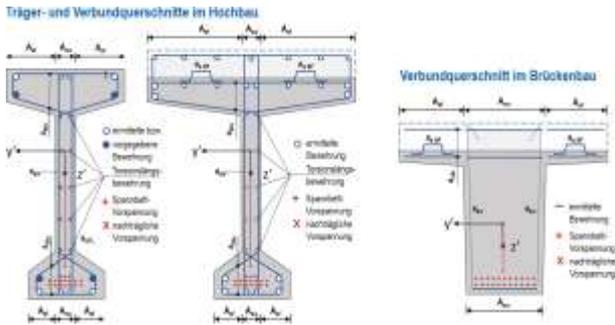
Die Materialeigenschaften für das Spannverfahren können vom Anwender vorgegeben oder aus einer Datenbank mit allen handelsüblichen Vorspannungssystemen übernommen werden. Die Geometrie der Spannstränge wird grafisch interaktiv eingegeben und ist leicht änderbar. In einem übersichtlichen Dialog lassen sich die Spannbedingungen vorgeben, anschließend können die Spannkraftverluste in einem Diagramm dargestellt und überprüft werden.

## Nachweisführung

Um die Längsbewehrung und Vorspannung im Träger zu optimieren, sollte die Lage und Größe der Längsbewehrung und die Vorspannung vorgegeben werden. Anhand der Zugkraftdeckungsline lässt sich dann leicht eine entsprechende Trägeroptimierung vornehmen. In den Nachweisen sind alle typisierten Querschnitte zulässig, wobei diese bis auf den Kippsicherheitsnachweis einachsig geführt werden. Dabei werden alle notwendigen Stahlbeton- und Spannbetonnachweise in den

- Grenzzuständen der Tragfähigkeit
- Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit
- Grenzzuständen der Ermüdung
- Diskontinuitätsbereichen Aussparung, Ausklinkung, Spaltzug infolge Spannbettvorspannung
- Verankerungsnachweis Spannbettvorspannung
- Tabellarischer Brandschutz
- Kippstabilität

unter Berücksichtigung der globalen Zeitachse und den Umlagerungen aus Kriechen, Schwinden und Relaxation geführt.



### Praxisgerechte Bewehrungsanordnung

Die Bewehrungsanordnung und Bewehrungsverteilung im Querschnitt hängt wesentlich von den Bezugskanten der Querschnittskontur und den Achsabständen in z-Richtung ab. Damit bleibt die Bewehrungsanordnung in Längsrichtung weitgehend unabhängig von allen Querschnittsänderungen. Die Definition der Bewehrungslagen bleibt für denselben Verlegebereich gleich. Bei Fertigteilträgern gibt es in der Regel nur einen Verlegebereich und entspricht dann der Trägerlänge. Lediglich bei Querschnittsprüngen kann es mehrere Verlegebereiche geben.

Grundsätzlich wird bei der Eingabe zwischen Einzelbewehrungen (Hochbauquerschnitte) und Streckenbewehrungen (Brückenbauquerschnitte) unterschieden.

### Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Folgende Standardnachweise werden für den Verbundquerschnitt im Grenzzustand der Tragfähigkeit unter Berücksichtigung der Mindest- bzw. Robustheitsbewehrung geführt:

- Biegung mit Normalkraft
- Querkrafttragfähigkeit für den Steg, die Steganschlüsse sowie die Schubfuge
- Torsionstragfähigkeit
- Nachweis der Betondruck- und der Zugstrebe

### Kippsicherheitsnachweis (Zusatzmodul Kippstabilität)

Da Fertigteilträger im Hochbau sehr schlank sein können, ist der Nachweis gegen seitliches Ausweichen bzw. Kippen für die Dimensionierung oft entscheidend. Genau dieses empfindliche Stabilitätsverhalten bildet FERMO sehr gut ab! Der Kippnachweis ist dann zu führen, wenn die Anforderung an die Kippsicherheit während des Anhebens, des Transports, der Montage und im Endzustand zu erfüllen sind. Da vereinfachte Nachweise i.d.R. sehr unwirtschaftlich sind, verwendet FERMO eine vollständig nichtlineare Traglastberechnung zur wirklichkeitsnahen Abbildung des Trägerkippens.

Die nichtlineare FE-Berechnung erfolgt am sinusförmig vorverformten System (EN 1992-1-1, 5.8.6) auf der Basis einer geometrisch und physikalisch nichtlinearen Schnittgrößenermittlung. Dabei wird das ausgeprägt nichtlineare Materialverhalten des Stahlbetons im gerissenen Zustand mit den effektiven Biege-, Dehn- und Torsionssteifigkeiten erfasst. Zusätzlich werden auch Aussparungen und die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen („Tension Stiffening“) berücksichtigt.

Die Kippstabilität kann für insgesamt 4 Nachweiszeitpunkte

mit unterschiedlichen Lagerungs- und Einwirkungszuständen untersucht werden:

- Transportlagerung
- Montagelagerung
- Endlagerung bei Inbetriebnahme und für  $t_{\infty}$

Für Lasten und Aufhängungen wird ein exzentrischer Angriffspunkt verwendet. Bei einer Gabellagerung lässt sich ggf. auch die Nachgiebigkeit des Lagers ansetzen. Da der Kippnachweis über eine nichtlineare Berechnung geführt wird, wird die Vorspannung ggf. ungünstig oder günstig wirkend berücksichtigt.

Die geometrische Imperfektion wird programmintern automatisch durch eine horizontale Auslenkung in Feldmitte und optional mit einer Vorverdrehung angesetzt. Folgende alternativen Ansätze können gewählt werden:

- EN 1992-1-1, 5.9 (2)
- KÖNIG / PAULI
- QUAST

Der Effekt des Kriechens und Schwindens wird im Kippsicherheitsnachweis berücksichtigt. Ebenso ist die reduzierte Torsionssteifigkeit des Querschnitts im Zustand II über verschiedene Modellansätze in die nichtlineare Berechnung integriert.

### Nichtlineare Kombinationsbildung

Die Einwirkungskombinationen für die nichtlineare Berechnung des Trägerkippens werden in FERMO aus den gegebenen Lastfällen und Lastfallattributen automatisch gebildet und durch eine entsprechende Benutzerführung unterstützt. Sämtliche Grundkombinationen und außergewöhnlichen Kombinationen werden zu jedem gewählten Nachweiszeitpunkt zur Auswahl angeboten. Manuelle Anpassungen der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte sind jederzeit möglich. Der Anwender wählt die für die nichtlineare Berechnung erforderlichen Lastfallkombinationen aus.



### Bemessung von Aussparungen (Grundmodul)

Aussparungen werden im Dialog als rechteckige oder runde Aussparung eingegeben. Öffnungen im Stegbereich unterbrechen die Streben für die Querkraftübertragung.

Die Stabmodellierung und Bemessung der Aussparung erfolgt im Programm wahlweise nach

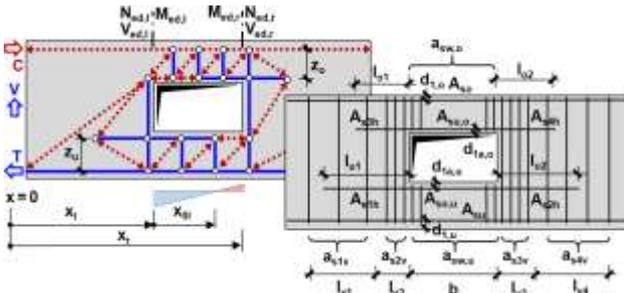
- Heft 399 DAFStb [Eligehausen, Gerster] bzw. Heft 599 DAFStb [Hegger, Empelmann et al.]
- Heft 459 DAFStb [Schlaich, Schäfer]

Nähere Angaben zu den Verfahren finden sich in den jeweiligen DAFStb-Heften 399/599 bzw. im DAFStb-Heft 459 sowie im Betonkalender 2001 Band 2.

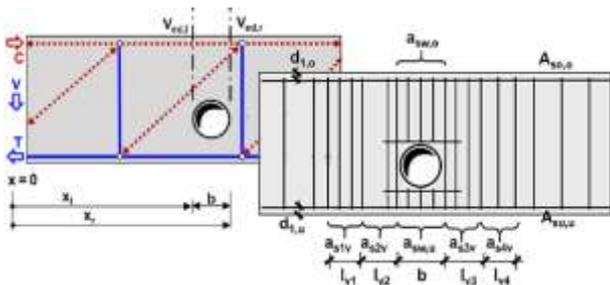
# Produktinformation

Die Nachweise für die Zusatzbeanspruchung werden auf der Grundlage von Stabwerkmodellen geführt. Dabei sind die geometrische Größe und Lage der Aussparung im Verhältnis zur Bauteilhöhe, sowie der Abstand der Aussparungen untereinander entscheidend. Sind mehrere Stegaussparungen vorhanden, wird zusätzlich deren Abstand überprüft. Für eng neben einander liegende Öffnungen steht eine Pfostenbemessung zur Verfügung. Neben den Bemessungsergebnissen werden auch die Bewehrungsdetails ausgegeben.

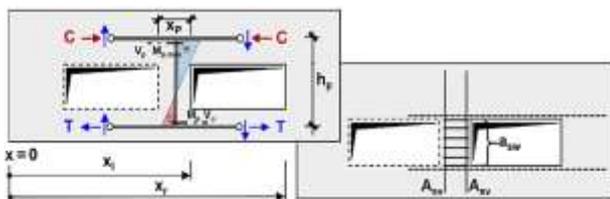
Modell für „große“ rechteckige Aussparungen



Fachwerkmodell für „kleine“ Aussparungen

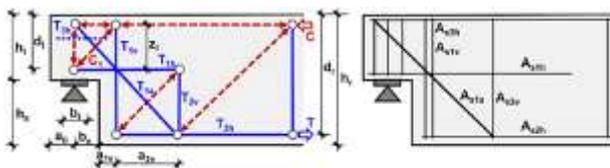


Pfostenbemessung



## Bemessung von Ausklinkungen (Grundmodul)

Ausklinkungen werden über die Höhe und Breite bei der Definition der Auflagerpunkte vorgegeben. Die höchste Tragfähigkeit eines ausgeklinkten Trägerendes ergibt sich durch eine Kombination aus senkrechter und schräger Bewehrungsanordnung. Die durch die Einleitung der Lagerkraft entstehenden Spaltzugkräfte werden berücksichtigt.



Neben den Bemessungsergebnissen werden auch die Bewehrungsdetails ausgegeben.

## Nachweise im Gebrauchszustand (Grundmodul)

In der kombinierten Bemessung von Bauteilen nehmen die Nachweise der Gebrauchsspannungen, Rissbreitenbegrenzung und Verformungsbegrenzung eine große Bedeutung ein.

Bei allen Nachweisen wird davon ausgegangen, dass Beton keine Zugspannungen aufnehmen kann. Folgende Standardnachweise werden geführt:

- Dekompression
  - Begrenzung der Betondruckspannungen
  - Begrenzung der Betonstahl- u. Spannstahlspannungen
  - Oberflächen- und Robustheitsbewehrung
  - Mindestbewehrung zur Vermeidung breiter Einzelrisse
  - Abgeschlossene Rissbildung
  - Begrenzung der Durchbiegung im Zustand I und II unter Berücksichtigung von Kriechen, Schwinden & Relaxation
- Die Gebrauchstauglichkeitsnachweise werden für alle Bauzustände auf der Zeitachse unter der Berücksichtigung der Vorspannung, der zeitabhängigen Materialfestigkeiten, der Art der Zuschlagstoffe und des Zementtyps geführt.

## Nachweise gegen Ermüdung (Zusatzmodul Ermüdung)

Wenn tragende Bauteile einer ständigen Spannungsänderung unterworfen sind, muss ein Ermüdungsnachweis getrennt für Beton und Bewehrungsstahl geführt werden. Dabei sind die maßgebenden Bemessungskombinationen für Bauteile des Hoch- und des Brückenbaus unterschiedlich zusammengesetzt. Folgende Ermüdungsnachweise werden geführt:

- Spannstahl, Betonstahl und Beton
- Betondruckstrebe unter Querkraftbeanspruchung
- Bügelbewehrung unter Querkraftbeanspruchung
- Verbundbewehrung in der Schubfuge

## Tabellarischer Brandschutz (Grundmodul)

Die brandschutztechnische Bemessung erfolgt nach den vereinfachten, tabellarischen Verfahren nach DIN und EN für statisch bestimmte Biegeglieder. Bei diesen Verfahren wird intern die Verringerung der Tragfähigkeit durch die temperaturabhängige Verkleinerung der Querschnittsabmessungen und die temperaturbedingte Reduzierung der Materialfestigkeiten berücksichtigt. Als Bemessungseinwirkung wird die außergewöhnliche Kombination angesetzt.

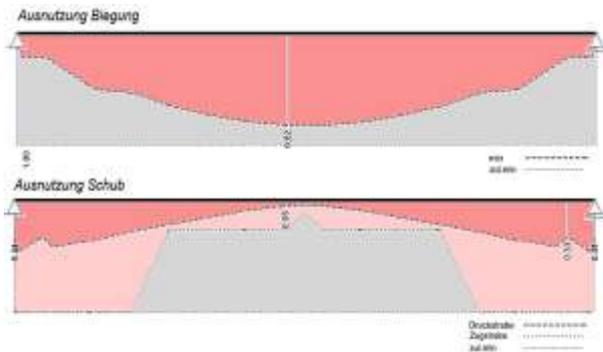
## Bauen im Bestand (Grundmodul)

Gegenüber der Standardbemessung ist die wichtigste Besonderheit einer Nachrechnung die Schädigungsmodellierung als Querschnittsaufgabe, welche alle Modellebenen (System, Einwirkungen, Bemessungsansätze) beeinflusst. Sinnvollerweise sollte eine Nachrechnung auch die Alterung des Materials und die Schädigung der Bauteile berücksichtigen.

Durchlaufträgerstatik mit linear elastischer Schnittgrößenermittlung			
Bemessung nach DIN 1045-1:2008		üblicher Hochbau	
GzT	Nachweis	GzG	Nachweis
Ankündigungsverhalten	ja	Dekompression	ohne Nw
Biegetragfähigkeit	erfüllt	Begrenzung der Rissbreite	ohne Nw
Schubtragfähigkeit	erfüllt	Begrenzung Spannungen	ohne Nw
Schubfugentragfähigkeit	erfüllt	Begrenzung Verformungen	erfüllt

Im Zusammenhang mit der Nachrechnung von Fertigteilträgern werden nur Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit geführt. Die vorhandene Längs-, Bügel- und Spannbewehrung wird vorgegeben. Es erfolgt keine Bemessung,

sondern ein Nachweis der Tragfähigkeit über Ausnutzungsgrade, auch wenn diese > 1.0 sind und in diesem Fall die rechnerische Tragfähigkeit überschritten ist.

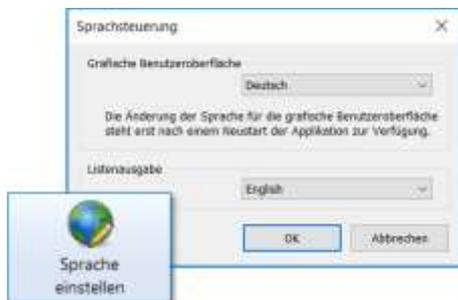


### Voreinstellung der Bemessung /Ergebnisausgabe

Vor der Bemessung und Ergebnisausgabe kann diese in ihrem Umfang und in der Darstellung eingestellt werden. Beispielsweise kann im Dialog für die Berechnungsoptionen festgelegt werden, welche Grafiken für die Ausgabe erzeugt werden sollen. Für individuelle Vorgaben stehen dafür eine Übersicht zur Vorbemessung und eine Liste als Kurz-, Lang- und Detailausgabe zur Verfügung. An dieser Stelle kann auch eine aussagekräftige Nachweisübersicht aktiviert werden.



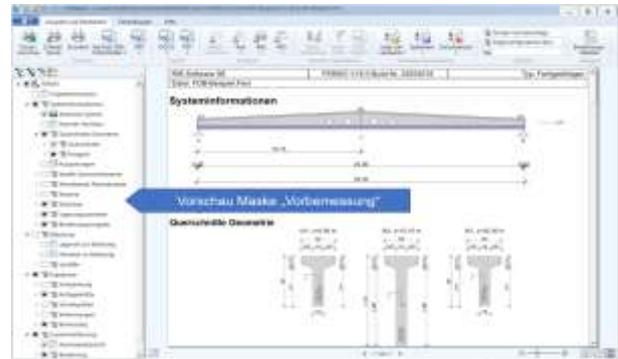
Zusätzlich kann die Ein- und Ausgabe getrennt in verschiedenen Sprachen (DE, UK, CZ/SK) erfolgen.



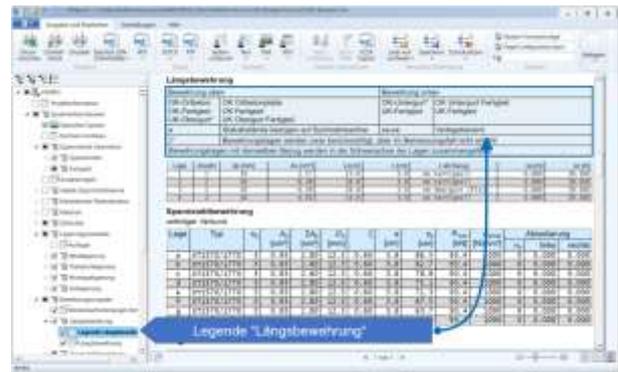
### Konfigurierbare Ergebnisausgabe

Die Ergebnisliste inkl. Grafiken kann projekt-, benutzer- und bürospezifisch konfiguriert und ausgegeben werden. So wird immer genau das ausgegeben, was wichtig und gewünscht ist. Dabei erfolgt die Ausgabesteuerung zweistufig. Global lässt sich die Ausgabe von Eingabewerten, Schnittgrößen, Verformungen etc. steuern. In einer weiteren Stufe lässt sich der Ausgabeumfang über verschiedene Masken z.B. für die „Vorbemessung“ festlegen. Da stets alle Ergebnisse zur Verfügung stehen, kann diese Auswahl

in der Ergebnisvorschau immer erweitert bzw. reduziert werden.



Mit einer Vorschaufunktion kann das Gesamtdokument durchgesehen werden. Über entsprechende Markierungen im Inhaltsverzeichnis lässt sich die Listenausgabe mit den enthaltenen Grafiken endgültig konfigurieren. Für Tabellen können Filter eingesetzt werden, um den Inhalt auf das Wesentliche zu reduzieren. Diese Konfiguration bleibt auch nach dem Abspeichern der Daten erhalten und kann auf Wunsch als Vorlage verwendet werden.



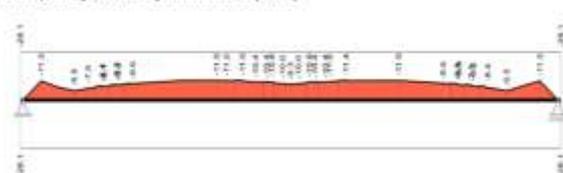
Alle tabellarischen Ergebnisausgaben werden wahlweise durch eine Legende ergänzt, welche die ausgegebenen Ergebnisse erläutert und die entsprechenden Dimensionen angibt. Für bemessungsentscheidende Ergebnisgrößen werden stets auch repräsentative Grafiken ausgegeben, jeweils mit der Angabe von vorhandenen und zulässigen Werten.

### Begrenzung der Spannungen

Betdruckspannung sehbare Kombination, I, [N/mm<sup>2</sup>]



Betdruckspannung quasi-ständige Kombination, I, [N/mm<sup>2</sup>]



# Produktinformation

Bei der Optimierung eines schlanken Fertigteilträgers ist oft der Kippsicherheitsnachweis bemessungsentscheidend. Anders als in den Vorgängerprogrammen kann dieser Nachweis in FERMO für verschiedene Lastkombinationen geführt werden. In der Ergebnisliste und der Nachweisübersicht wird stets die maßgebende Lastkombination angegeben.

**Kippstabilität im Grenzzustand der Tragfähigkeit**

Kippstabilität gemessen auf physikalisch nichtlinear nach S.6.6 unter Ansatz der Vorverformung nach S.9.3 (nichtführfähig) als Kombination Beanspruchung aus zweifacher Biegung, Querkraft und Torsion

Geometrische Imperfektion	Lu <sub>0,200</sub> = 10,0 cm	Stabilitätszustand II	07	angespannt, elastisch
Schneelast	0,80 %	Stabilitätszustand II	07	angespannt, elastisch
vorh. Chlorsulfatbelastung	f <sub>ct,cr</sub> = 89,0 cm	rel. Torsionsauftrag (S <sub>T</sub> )	70%	Mikroverformung
Zugspannung im Beton	f <sub>ct,cr</sub> = 8,5 N/mm <sup>2</sup>	rel. Torsionsauftrag (S <sub>T</sub> )	20%	M <sub>2</sub> überschrieben
Schwingwert Transport	γ <sub>tr</sub> = 1,30	Kriechen + Schwinden		berücksichtigt
Sicherheitsbeiwert Vorspannung	γ <sub>pr</sub> = 0,85			

**Lastkombinationen**

LFK	Traglastfaktor	rel. Zahl (S)	Kombinationen
1	1,50	10	LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> , LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> , LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> (Transport)
2	1,50	11	LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> , LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> , LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> (Montage)
3	1,35	1	LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup>
4	1,35	30000	LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> , LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup> , LF2 <sup>1</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>2</sup>

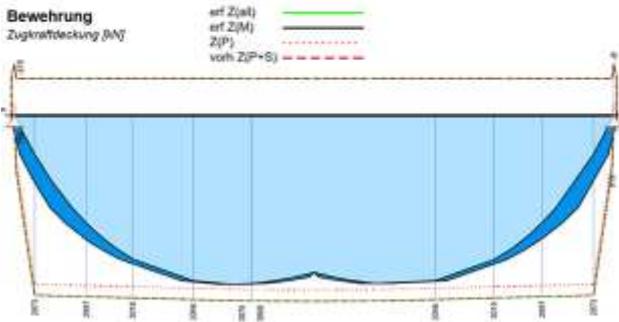
**maßgebende LFK**

Anhand der Nachweisübersicht und der Zugkraftdeckungsline lässt sich für eine vorgegebene Stahlbeton- und Vorspannbewehrung schnell und effizient eine Trägeroptimierung vornehmen.

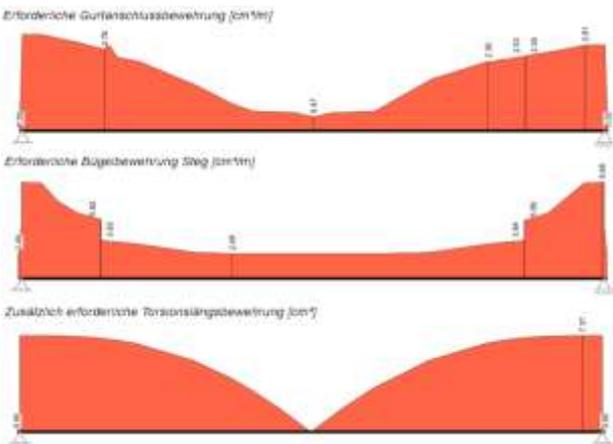
**Nachweisübersicht**

Durchlaufträger mit linear elastischer Schnittgrößenverteilung  
Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 zülicher Hochbau

QuT	Nachweis	QuT	Nachweis	QuT	Nachweis
Ankündigungsvorhalten	ist	Datendruck	ohne Nr	Erhöhung Biegemoment	ohne Nr
Biegetragfähigkeit	erfüllt	Begrenzung der Rissbreite	erfüllt	Erhöhung Querkraft	ohne Nr
Schubtragfähigkeit	erfüllt	Begrenzung Spannungen	erfüllt		
Schubtragfähigkeit	ohne Nr	Begrenzung Verformungen	erfüllt		
Vorspanntoleranz	erfüllt				
Kippstabilität	erfüllt				
Aussparungen	erfüllt				



Die Angabe der erforderlichen Bewehrung unterstützt mit übersichtlichen Grafiken die konstruktive Ausbildung eines Fertigteilträgers.



Mit der Angabe des Materialverbrauchs erhält der Konstrukteur zusätzliche Ausschreibungshinweise.

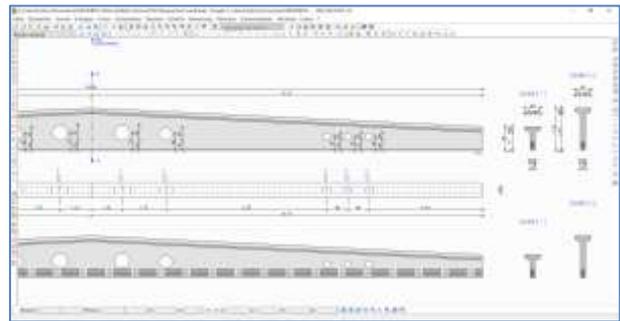
Material		Volumen [m <sup>3</sup> ]	Gewicht [kg]
Beton Fertigteilträger	C50/60	10,331	25828
Beton Ortbetonplatte			
Betonstahl	B500E	0,090	706
Spannstahl Spannbett	ST1570/1770	0,062	489
Spannstahl Nachtraglich			

Das Listenlayout kann im Format und zur Gestaltung der Kopf- und Fußzeilen vielfältig angepasst und als Firmen- und Benutzervorlage abgespeichert werden. Über Feldfunktionen lassen sich auch Projektinformationen, Zulassungen, Bemessungshinweise oder Anmerkungen für den Konstrukteur oder den Prüfenieur einbinden. Mit dem Export zu MS Word/Excel, PDF, XPS und VCMaster können die Dokumente auch digital weiterbearbeitet werden.



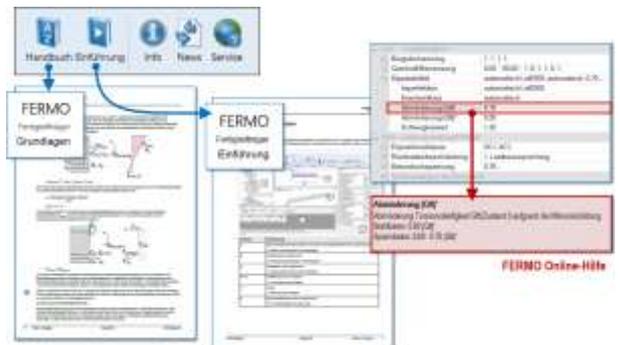
## Schalplan und Spannbewehrung

Optional kann in FERMO aus den eingegebenen Daten ein Schalplan generiert werden. Neben der Geometrie des Trägers, ggf. mit einem gevouteten Querschnittsverlauf, werden auch die Aussparungen dargestellt. Zusätzlich wird auch die Lage der Spannbettvorspannung und sofern vorhanden der Verlauf einer variablen Vorspannung im Plan angezeigt. Der Export des Plans erfolgt mit Hilfe der ZAC-Sprache (ZEICON ASCII Commands) in das CAD-Programm ZEICON, sofern dieses installiert ist. Aus dieser CAD-Anwendung kann anschließend ein Export über das DXF- oder DWG-Format in andere CAD-Systeme erfolgen.



## Handbuch, Online-Hilfe und Änderungsmitteilungen

Für jede Programmversion von FERMO stehen auch die aktuellen Handbücher für die theoretischen Grundlagen und für ein Einführungsbeispiel zur Verfügung. Zusätzlich wird in der Eigenschaftentabelle für alle Parameter und Eingabefelder eine Online-Hilfe angeboten, welche durch entsprechende Hinweise die Programmanwendung unterstützt.



In den Änderungsmitteilungen (Release Notes) werden alle Erweiterungen und Korrekturen von FERMO angezeigt. So kann sich der Anwender jederzeit über den aktuell eingesetzten Versionstand informieren.