

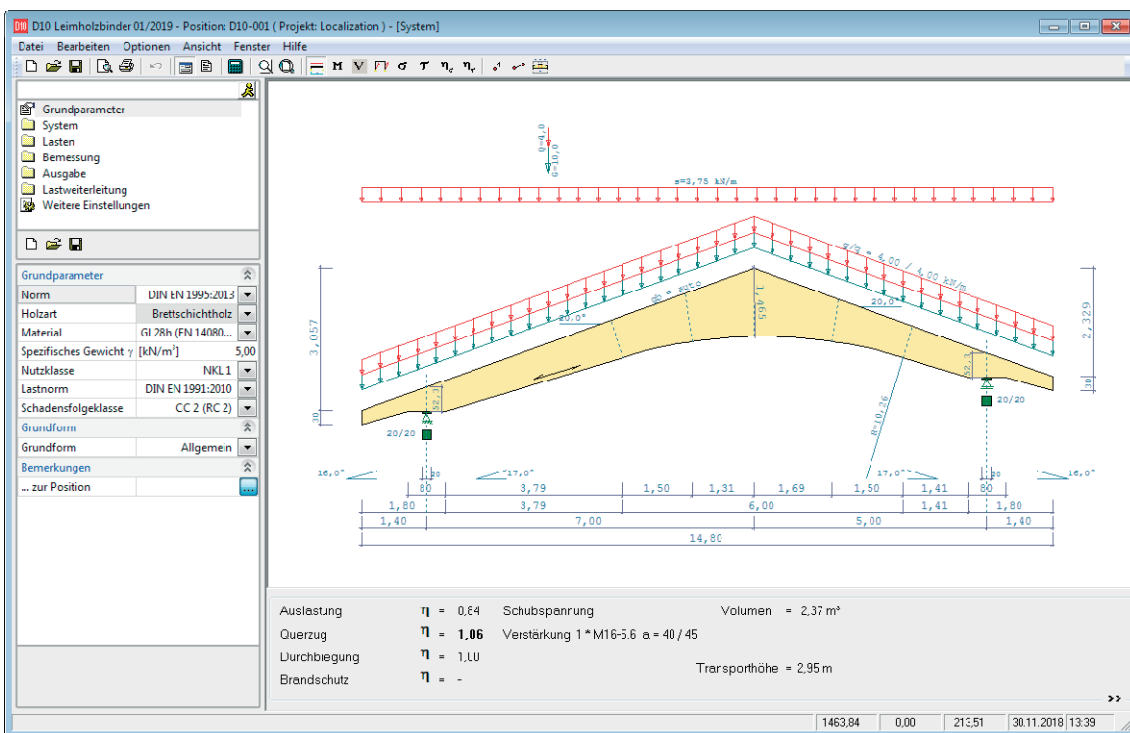
Leimholzbinder D10

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

Stand: 30.11.2018



Leimholzbinder D10

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Berechnungsgrundlagen	4
Eingabe	5
Grundparameter	5
System	6
Systemlängen	6
Bindergeometrie	7
Lager	8
Lasten	9
Standardlasten	9
Schnee- und Windlasten	9
Zusatzlasten	11
Bemessung	12
Bemessungsoptionen	12
Auflagertorsion	12
Durchbiegungsbegrenzung	13
Querzugverstärkungen und Firstnachweis	13
Planansicht / Verlegen von Verstärkungen	15
Brandschutz	17
Bemessung und Berechnung	18
Bemessungsschnittgrößen	18
Spannungsnachweise	18
Stabilität (Kippen)	22
Empfehlungen zum Querzug	23
Ausgabe	24
Programmspezifische Symbole	24
Beispiele	25

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu (▶ Service ▶ Fachinformationen ▶ Bedienungsgrundlagen).

Anwendungsmöglichkeiten

Das Programm D10 eignet sich zur Bemessung von

- Bindern mit gerader Ober- und Unterkante,
- Satteldachbindern mit gerader und gekrümmter Unterkante
- Allgemeinen Bindern:
 - ohne Sattel
 - verschieblicher Sattel
 - fester Sattel
 - hochgelegte Trockenfuge
 - Bogenträger

Wenn die Geometrie dies zulässt, ist auch eine Lamellenführung parallel zur Binderoberkante möglich.

Die berechenbaren statischen Systeme umfassen Einfeldträger mit einem oder zwei Kragarmen.

Die weiteren Möglichkeiten reichen von der Berechnung und der vollautomatischen Verlegung von Querkzugverstärkungen mit Vollgewindestangen und eingeleimten Gewindestangen bis zum Nachweis der Feuerwiderstandsdauer.

Neben den typischen Standardlasten Eigenlast, Schnee und Verkehr über die gesamte Trägerlänge kann mit weiteren Lasttypen (Einzel- und Trapezlasten) mit ständigem und veränderlichem Lastanteil unter Berücksichtigung der jeweiligen Einwirkungsart gerechnet werden. Zusätzlich kann die Schneelast auch als alternative Schneelast durch Eingabe eines beliebigen Faktors berücksichtigt werden.

Normen

- EN 1995-1-1:2008 / 2014
- DIN EN 1995-1-1:2010 / 2013
- ÖNORM EN 1995-1-1:2009 / 2010 /2015
- BS EN 1995:2012
- NTC EN 1995:2008/2018

- DIN 1052:1996 (Berechnungsverfahren Abs. 8.2.3)
- DIN 1052:2004 (Berechnungsverfahren Abs. 10.4.)
- DIN 1052:2008 (Berechnungsverfahren Abs. 10.4.)

Grundparameter	
Norm	DIN EN 1995:2013
Holzart	DIN 1052-A1
Material	DIN 1052:2004
Spezifisches Gewicht γ	DIN 1052:2008
Nutzklasse	ÖNORM EN 1995:2009
Lastnorm	ÖNORM EN 1995:2010
Schadensfolgeklasse	ÖNORM EN 1995:2015
Grundform	BS EN 1995:2012
Grundform	EN 1995:2008
Bemerkungen	EN 1995:2014
...	DIN EN 1995:2010
...	DIN EN 1995:2013
...	NTC EN 1995:2008
...	NTC EN 1995:2018

Berechnungsgrundlagen

Alle Schnittkräfte, Überlagerungen und Nachweise werden unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen der gewählten Bemessungsnorm bzw. des nationalen Anhangs berechnet.

Durchgeführt werden die Nachweise für Biegebeanspruchung mit Berücksichtigung des Faseranschnitts, Schubbeanspruchung, Stabilität (Kippen, ggf. mit unterschiedlichen freien Kipplängen für Kalt- und Heißbemessung) und Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung).

Im Firstbereich bzw. im Bereich von Ausrundungen werden zusätzlich die Nachweise für erhöhte Längsrandspannung, Querzug, Interaktion von Querzug und Querkraft geführt.

Die Bemessung von Querzugverstärkungen wird nach den Regeln der gewählten Norm durchgeführt. Wenn diese Norm keine Regeln zu Querzugverstärkungen enthält, wird nach dem deutschen nationalen Anhang als anerkannte Regel der Technik gerechnet.

Die Nachweise im Bereich der Kragarme sind auf den Nachweis der Biege- und Schubspannung beschränkt. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass auf Grund der komplexen Geometrie im Auflagerbereich u. U. ähnliche Spannungszustände wie im Firstbereich auftreten können. Diese Nachweise sind dann durch das Programm nicht abgedeckt.

Der Träger wird entsprechend der Geometrieunstetigkeiten in Unterabschnitte unterteilt. Schnittgrößen und Verformungen werden durch eine Stabwerksberechnung bestimmt.

Einschränkungen

Normalkräfte werden bei der Berechnung und den Nachweisen nicht berücksichtigt.

Die Bemessungsverfahren der Normen sind in ihrer Anwendung bezüglich Obergurtneigungen und Faseranschnittswinkel eingeschränkt. Im Allgemeinen sind die hier verwendeten Berechnungsverfahren für annähernd symmetrische Verhältnisse, Dachneigungen $\delta \leq 20^\circ$ und Faseranschnittswinkel $\alpha \leq 10^\circ$ zulässig. Es werden jedoch auch Geometrien außerhalb der Normen berechnet, um dem Tragwerksplaner auch für diese Fälle ein Hilfsmittel zur Beurteilung seiner Konstruktion zur Verfügung zu stellen.

Bei Bindern außerhalb der genormten Geometrien müssen unter Umständen genauere Nachweise, ggf. auch mit Berücksichtigung von Normalkräften, geführt werden.

Der Nachweis der Lagesicherheit wird nicht geführt.


Ausklinkungen und Querzugverstärkungen im Auflagerbereich werden nicht nachgewiesen.

Eingabe

Allgemeiner Hinweis zu den Eingabefeldern

Mit diesem Programm kann nach verschiedenen Normen bzw. nationalen Anhängen gerechnet werden. Diese Normen unterscheiden sich teilweise erheblich bzgl. Lastansätzen, Kombinationsregeln, Ermittlung der maßgebenden Schnittkräfte und Nachweisführung.

Deshalb können die nachfolgend beschriebenen Eingabefelder und Auswahlmöglichkeiten je nach gewählter Norm voneinander abweichen.

Unter dem Menüpunkt „Weitere Einstellungen“ finden Sie die Option „immer rechnen“. Sie löst nach jeder Änderung eines Eingabewertes eine Neuberechnung des Systems aus. Sie können die Neuberechnung auch gezielt durch den Button „Rechnen“  auslösen.

Die Tabelle unter dem Grafikfenster zeigt die Auslastungen des Binders bei den verschiedenen Nachweisen an.

Tip: Mit dem Button [\gg] wechseln Sie die Ergebnisansicht unter dem Grafikfenster. Hier erhalten Sie auch Informationen zur **Transporthöhe** ohne / mit montiertem First.

Auslastung	η = 0,96	Schubspannung	Volumen = 2,37 m ³
Querzug	η = 1,35	Verstärkung: 1 * M16-5.6 a = 35 / 39	
Durchbiegung	η = 1,30		
Brandschutz	η = 0,58		Transporthöhe = 2,95 m \gg

Grundparameter

Auswahl der Norm und des Materials (Güteklasse). Weiterhin geben Sie hier auch Nutzklasse, Schadensfolgeklasse und das spezifische Gewicht ein.

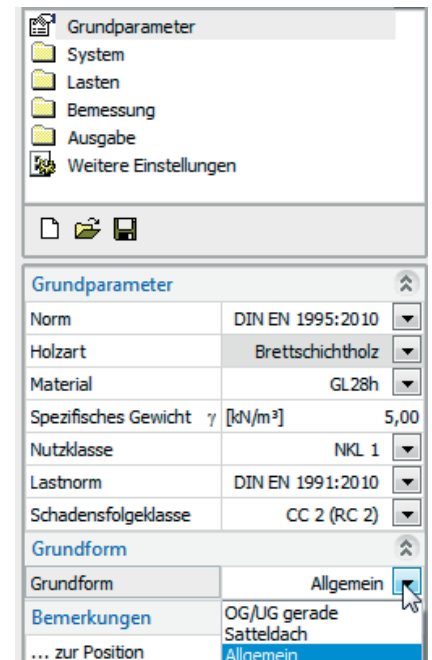
Hinweis: Brettschichtholz nach EN 14080:2013: Die "alten" Brettschichthölzer werden mit einem * gekennzeichnet (z.B. GL24c*).

Tip: Legen Sie die beim Programmstart eingestellte Norm im Menüpunkt „Weitere Einstellungen“ fest.

Grundform

Auswahl der Bindergrundform.

OG/UG Gerade	Parallelgurtbinder oder Pultdachbinder
Satteldach	Satteldachbinder mit gerader Unterkante
Allgemein	Binder mit gekrümmter Unterkante mit und ohne festem Sattel und Bogenträger



System

Systemlängen

Hier geben Sie zunächst die horizontalen Maße Ihres Binders ein. Die Systemlängen L1 u. L2 beziehen sich auf den Firstpunkt.

Der Binderabstand wird als Lasteinflussbreite angenommen.

Der Abstand der Querabstützungen s_B gibt die freie Kipplänge des Binders für den Stabilitätsnachweis an. Wenn Sie als Abstand 0,00 eingeben wird kein Stabilitätsnachweis geführt.

Sie können die Lagerabmessungen jetzt unabhängig von den horizontalen Längen a1, a2, b1, b2 eingeben. Der Nachweis der Auflagerpressung hängt jetzt nur von den Lagerabmessungen ab.

Tipp: Die Option „Symmetrisch“ vereinfacht die Eingabe von symmetrischen Systemen.

Tipp: Setzen Sie die horizontalen Abschnitte an den Auflagern auf „0,00“, um Keilauflager mit durchlaufenden Fasern im Auflagerbereich zu erreichen.

System		
Symmetrisch		<input type="checkbox"/>
Spannweite	L1 [m]	9,000
	L2 [m]	7,000
Kragarm links	Lk1 [m]	0,150
Kragarm rechts	Lk2 [m]	1,150
Horiz. Länge	a1 [m]	0,150
	a2 [m]	0,150
	b1 [m]	0,150
	b2 [m]	0,150
Lagerhöhe	H1 [m]	0,000
	H2 [m]	0,532
Horizontale Halterung	Lager	links <input type="button" value="v"/>
Binderabstand	e [m]	5,00
Querabstützung Feld	a [m]	5,00
Querabstützung Kragarm links	a [m]	0,45
Querabstützung Kragarm rechts	[m]	3,45

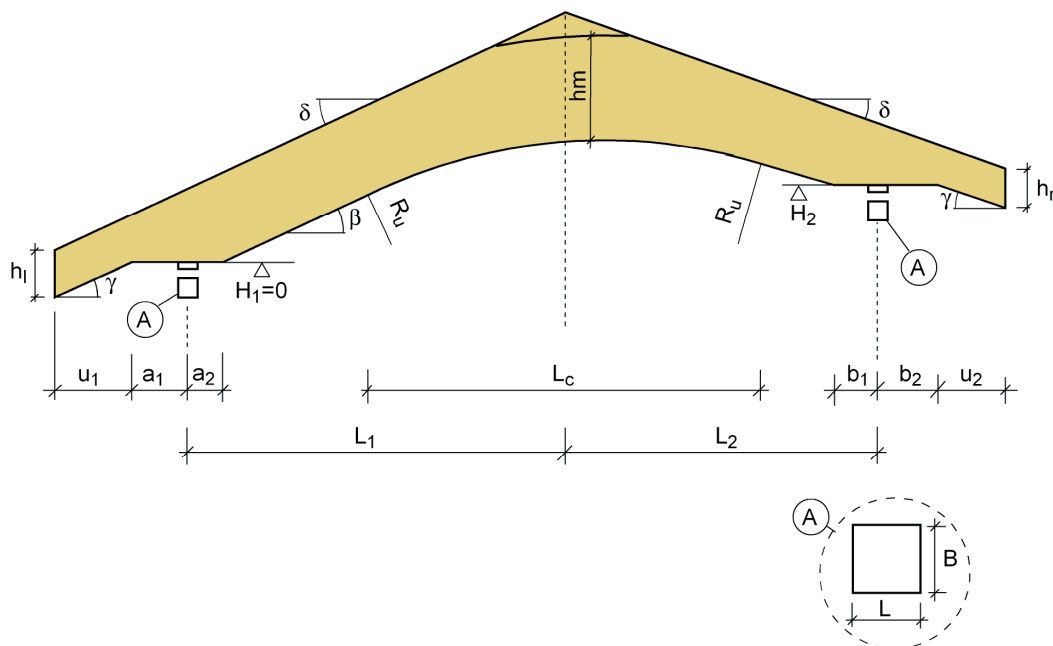
Bindergeometrie

Geben Sie hier die Querschnitte, die Trägerneigungen, die Art des Sattels, ggf. die Ausrundung und die Dicke der Lamellen und Lamellenführung ein.

Die Änderung eines Wertes löst eine Prüfung und Neuberechnung der Geometrie aus. Die Darstellung der Systemgrafik wird Ihren Eingaben entsprechend laufend aktualisiert.

Der von der Krümmung abhängige Lamellenaufbau (zulässige Lamellendicke) im Binder wird vom Programm nicht überprüft.

Zur Orientierung sind die entsprechenden Maße und die verwendeten Bezeichnungen in der folgenden Skizze dargestellt.



Ausrundung

Die Ausrundung kann alternativ über die Länge L_c oder den Krümmungsradius R_u vorgegeben werden. Beide Werte sind auf die untergurtseitige Geometrie bezogen. Beim Satteldachbinder gibt L_c die Länge des verschieblichen Sattels an.

Das Maß hm gibt beim Satteldachbinder die vertikale Firsthöhe an. Beim allgemeinen Binder wird die Querschnittshöhe in Richtung des Ausrundungsradius angegeben. Ohne Sattel oder mit verschieblichem Sattel ist dies die tragende Querschnittshöhe.

Sattel

Über eine Auswahlliste können Sie zwischen
 - Sattel (unverschieblich),
 - Sattel verschieblich und
 - ohne Sattel wählen.

Bei verschieblichem Sattel wird die statische Wirkung des Querschnitts im Bereich der Ausrundung (L_c) oberhalb des äußeren Krümmungskreises nicht berücksichtigt, jedoch dessen Eigengewicht bei den Belastungsannahmen. Die obere Randgeometrie wird bei den Optionen "ohne Sattel" oder "Sattel verschieblich" durch einen

Bindergeometrie		
Symmetrisch		<input type="checkbox"/>
Binderbreite	b [m]	0,200
Binderhöhe bei	Kragarmende	<input type="checkbox"/>
Binderhöhe links	hl [m]	0,700
Binderhöhe rechts	hr [m]	0,800
Neigung Obergurt	$\delta 1$ [°]	20,00
	$\delta 2$ [°]	20,00
Neigung Untergurt	$\beta 1$ [°]	15,00
	$\beta 2$ [°]	15,00
Neigung Kragarm unten	$\gamma 1$ [°]	15,00
	$\gamma 2$ [°]	15,00
Sattel	Typ	Fester Sattel <input checked="" type="checkbox"/>
Länge Ausrundung	L_c [m]	10,00
Krümmungsradius	R [m]	19,32
Binderhöhe First	hm [m]	1,8049
Lamellen	t [cm]	3,30
Lamellen faserparallel OK		<input type="checkbox"/>
Auflager eingeschnitten		<input type="checkbox"/>

Kreisbogen parallel zur unteren Ausrundungsgeometrie beschrieben. Als Radius wird der Größtwert zur linken oder rechten Obergurtverschneidung gewählt.

Lamellenführung

Die Lamellen des Binders werden per Voreinstellung immer parallel zum Untergurt angenommen. Nur wenn die eingegebene Geometrie KEINEN Knick an der Binderoberkante ergibt (Bogenträger), können die Lamellen parallel zur Oberkante verlegt werden - nur dann ist diese Option wählbar.

Im Bereich der Kragarme und Auflager wird die Lamellenneigung wie im Feld neben dem jeweiligen Auflager angenommen.

Auflager eingeschnitten

Diese Option steht Ihnen bei Bindern mit gerader Ober- und Unterkante zur Verfügung. Die Einschnittsbreite wird entsprechend der Angaben a1, a2, b1 u. b2 angenommen. Die reduzierte Querschnitt wird bei der Berechnung und den Nachweisen entsprechend berücksichtigt.

Tipps: Bei **symmetrischen Systemen** nutzen Sie bitte die Option „Symmetrisch“. Sie stellt eine nützliche Eingabehilfe dar und hat keine Auswirkung auf die Berechnung.

Um einen **Bogenträger** einzugeben, wählen Sie „Allgemeiner Träger“ und die Option „ohne Sattel“ und geben „hm = 0,00“ ein. Die Querschnittshöhe wird dann auf das kleinstmögliche Maß eingestellt!

Lager

Hier geben Sie die Lagerlängen und -breiten ein. Die Lagerabmessungen sind durch die Länge der horizontalen Bereiche a1,a2, b1,b2 und die Binderbreite begrenzt.

Mit den Buttons [...] lassen sich die Werte kc,90 über den bekannten Frilo-kc,90-Dialog für jedes Lager innerhalb der Grenzen der Norm vorgeben.

Mit der Option „Horizontale Halterung“ bestimmen Sie das feste Lager. Alternativ bietet sich noch die Simulation von 2 sehr weichen Lagern (Feder 1 kN/m) an, um z.B. einen Träger auf 2 Kragstützen zu simulieren.

links		
Länge	L1 [m]	0,20
Breite	B1 [m]	0,20
Querdrukbeiwert kc,90	kc,90	1,75
rechts		
Länge	L2 [m]	0,20
Breite	B2 [m]	0,20
Querdrukbeiwert kc,90	kc,90	1,75
Lager		
Horizontale Halterung	Lager	links
		links rechts beide weich

Lasten

Standardlasten

Das Eigengewicht des Binders wird automatisch durch die voutenförmige Stabelementierung erfasst. In der Ausgabe wird das Eigengewicht als Mittelwert angezeigt. Diese Automatik lässt sich über die Option „Ohne Eigengewicht“ ausschalten.


Die eingegebenen Flächenlasten g_a (ständige Lasten), q (Verkehrslasten) und s_0 (Schneelasten) [kN/m^2] werden mit dem Binderabstand multipliziert. Bitte beachten Sie die Bezugsfläche der Lasten: Grundfläche (Grundrissprojektion) und Dachfläche.

Die Schneelast und die Verkehrslast werden als konstante Lasten über den ganzen Träger betrachtet.

Soll die Verkehrslast feldweise angesetzt werden, aktivieren Sie bitte die Option „Verkehrslast feldweise“.

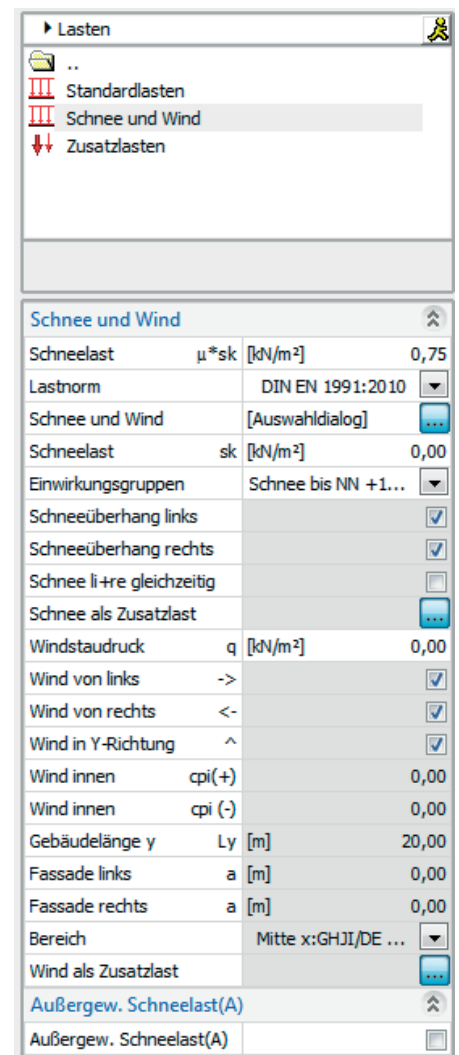
Schnee- und Windlasten

Sie haben die Möglichkeit die Schneelast wie bisher über das Feld „Schneelast $\mu * sk$ “ direkt einzugeben. Der Wert wird jedoch auf 0 gesetzt, wenn Sie im Feld „Schneelast sk “ einen Wert eingeben! Diese Option wird nur zur Kompatibilität mit älteren Versionen angeboten und sollte nicht mehr verwendet werden.

Empfehlung: Benutzen Sie den Button „Schnee und Wind“ . Damit können Sie, wie von anderen Frilo-Programmen gewohnt, Schnee und Windlast mit Zonen usw. komfortabel bestimmen und in die Felder „Schneelast sk “ und „Windstaudruck“ übernehmen. Mit den zugehörigen Optionsfeldern bestimmen Sie, ob es z.B. Schneeüberhänge gibt und welche Windrichtungen untersucht werden. Pro Windrichtung werden meist 2 Lastbilder erzeugt, da in manchen Dachbereichen alternativ Sog und Druck entstehen kann. Mit der Auswahl „Bereich“ bestimmen Sie, ob der Binder im Randbereich oder in Hallenmitte liegt. Informativ sind die Dach und Wandbereiche angegeben, die für die jeweiligen Windrichtungen verwendet werden. Die „Gebäudelänge L_y “ (in Richtung der Zeichenebene, senkrecht zur Binderachse) bestimmt die Längen der Dachbereiche ebenso wie L_x (in Richtung Binderachse). Die Länge L_x wird automatisch aus Feldlänge, Kragarmlängen und den Fassadenabständen links und rechts bestimmt. Liegt die Fassade außerhalb der Kragarme, entspricht dies einer Halle, die in x-Richtung länger als der Binder ist! Durch diese Information werden Unterwindbereiche am Kragarm und Rand- und Eckbereiche angepasst. Außerdem wird der Unterwind am Kragarm passend zur Lage der Fassade angesetzt. Es wird immer mit cp_{10} gerechnet, da die Lasteinflussflächen üblicher Hallenbinder 10m^2 deutlich überschreiten.

Wind-Innendruck kann durch Vorgabe eines positiven und eines negativen cp_i - Wertes angesetzt werden.

Um die automatisch erzeugten Schnee- und Windlasten manuell zu bearbeiten, können diese mit den Optionen „Wind als Zusatzlast“ von der Automatik abgekoppelt und in die Tabelle [Zusatzlasten](#) eingefügt werden.



Außergewöhnliche Schneelast

Bei der Berechnung nach verschiedenen Normen haben Sie die Möglichkeit, die Schneelast zusätzlich als außergewöhnlichen Alternativlastfall zu berücksichtigen. Aktivieren Sie dafür die Option „Schnee als außergewöhnliche Last(A)“ und geben Sie einen Faktor in das Feld „Faktor“ ein. Diese außergewöhnliche Schneelast wird gemäß den Kombinationsregeln mit allen übrigen Lasten, außer der normalen Schneelast, kombiniert. Soll diese außergewöhnliche Schneelast nur mit ständigen Lasten überlagert werden, aktivieren Sie bitte die gleichnamige Option.

Außergew. Schneelast(A)		
Außergew. Schneelast(A)		<input checked="" type="checkbox"/>
Faktor	f	2,30
Nur mit ständigen L. überlagern		<input checked="" type="checkbox"/>
Zusatzlasten einbeziehen		<input type="checkbox"/>

Vorschlag zur Anwendung in der norddeutschen Tiefebene

Hier muss Schnee zusätzlich als außergewöhnlicher Alternativlastfall berücksichtigt werden. Im Normalfall geben Sie den Faktor 2,30 ein.

Im Einzelfall kann die zuständige Baurechtsbehörde auch abweichende Werte festlegen.

Sie können auch die Option „Außergewöhnliche Schneelast nur mit ständigen Lasten überlagern“ auswählen.

Auslegung des Normenausschuss Bauwesen (NABau) zu DIN 1055-5, Lfd.Nr.30:
„Als außergewöhnliche Last nach DIN 1055-100 ist Schnee nur mit Eigengewicht zu kombinieren.“

Option „Zusatzlasten einbeziehen“.

Dadurch werden alle Zusatzlasten, die der gleichen Schnee-Einwirkungsgruppe wie die Schneelast im Menü Belastung angehören und deren Alternativgruppe = 0 ist, in die außergewöhnliche Schneelastkombination aufgenommen.

Hinweis: Die Option „Zusatzlasten einbeziehen“ ist zur internen Verarbeitung mit den neuen automatisch erzeugten Schneelasten zwingend erforderlich.

Zusatzlasten

Über den Menüpunkt „Zusatzlasten“ können Sie weitere Lasten eingeben. Möglich sind Gleich-, Einzel- und Trapezlasten. Diese Lasten werden nicht feldweise aufgeteilt.

- Lastart** Auswahl der Lastart (Einzel-, Gleich- oder Trapezlast) über die ausklappbare Liste oder per Eingabe der Lastartnummer.
Je nach Lastart wird der Cursor in die relevanten Eingabespalten gesteuert.
- Abst. VK** Abstand von der Trägervorderkante in [m]
- Gli/Qli** Lastordinate links für ständige Lasten / veränderliche Lasten
- Gre/Qre** Lastordinate rechts für ständige Lasten / veränderliche Lasten
- Abstand** Abstand zu dem zuvor definierten von links zu messenden Punkt VK ab Vorderkante Binder (bei Einzellast bzw. Trapezlast) in [m]
- Lastlänge** Projektionslänge einer Trapezlast in [m]
- Faktor** Multiplikationsfaktor für die Lastordinaten.
- Einwirkungsgruppen**

Einwirkungsgruppe. Damit können Sie festlegen, zu welcher Einwirkungsgruppe der veränderliche Lastanteil gehört. Für jede Last wird ein eigener Lastfall angelegt, der mit den übrigen Lastfällen kombiniert wird.

Zusammengehörigkeitsgruppe

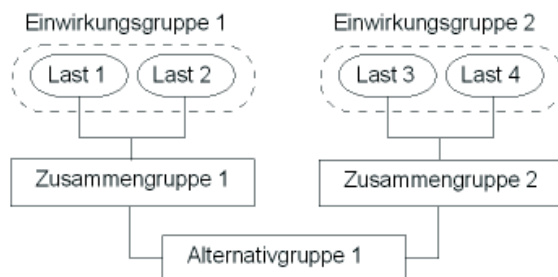
Lasten mit gleicher Zusammengehörigkeitsgruppe wirken immer gleichzeitig (Wert > 0).
Bsp.: Angehängte Last, die an 2 Stellen befestigt ist.

Alternativgruppe

Lasten in einer Alternativgruppe schließen sich gegenseitig aus und wirken nicht in der gleichen Kombination.

Bsp.: Windlasten aus unterschiedlicher Richtung.

Lasten mit gleicher **Zusammengehörigkeitsgruppe** und gleicher **Alternativgruppe** wirken gleichzeitig UND alternativ zu Lasten mit gleicher Alternativgruppe und anderer Zusammengehörigkeitsgruppe.



Besonderheiten bei Einzellasten

Auflagernahe Einzellasten werden gemäß der gewählten Norm beim Schubnachweis abgemindert. Sie können diese Abminderung durch Aktivierung der Option „Einzellasten ohne Abminderung“ im Menü „[Bemessungsoptionen](#)“ unterdrücken. Bitte beachten Sie bei dieser Option die Erläuterungen und nationalen Anhänge Ihrer gewählten Norm und die Hinweise im Kapitel [Bemessung](#)!

Rechnerisch werden alle Lasten in der Stabachse angesetzt. Beanspruchungen durch Lasteinleitung sind in den Nachweisen (z.B. Querzug) nicht enthalten.

Zusatzlasten 1/1		
Zusatzlasten		
Lastart		Einzellast
Abstand	VK [m]	1,15
Ständig	G li [kN,kN/m]	10,00
Veränderlich	Q li [kN,kN/m]	5,00
Abstand	a li [m]	3,00
Faktor	f	1,00
Einwirkungsgruppen		Wohnräume
Zusammengehörigkeits...		0
Alternativgruppe		0
aus POS	Text	

Bemessung

Bemessungsoptionen

→ Bitte beachten Sie auch die Hinweise im Kapitel [Bemessung und Berechnung](#)!

Schubbemessung

Bei Trägern mit Auflager am unteren Rand und Lastangriff am oberen Rand darf je nach Norm die maßgebende Querkraft für die Schubbemessung im Abstand a vom Auflager bestimmt werden, wobei h die Höhe über der Auflagermitte ist.

Hinweis: Die Schubbemessung im Abstand a führt dazu, dass eine Einzellast, deren Abstand vom Auflager kleiner als a ist, bei der Schubbemessung nicht berücksichtigt wird.

Sollte eine Bedingungen für die günstig wirkende Abminderung nicht gegeben sein, können Sie die Abminderung durch Auswahl der Option „Schubbemessung in Auflagerachse“ unterdrücken. Aus numerischen Gründen erfolgt die Ermittlung der Querkraft direkt neben der Auflagerachse.

Schub ohne Querschnittsabzug

Beim Schubnachweis wird der Querschnittsverlust durch die Bohrung der Verstärkungen nicht berücksichtigt. Diese Option ist z.B. sinnvoll, wenn der Querbereich rechnerisch bis an das Auflager geht, tatsächlich aber keine Verstärkung im Auflagerbereich eingebaut werden soll.

Firstschub ohne Querschnittsabzug

Beim Schubanteil des Querbereichs am First (Interaktion Querbereich und Schub) wird der Querschnittsverlust durch die Bohrung der Verstärkungen nicht berücksichtigt. Beide Optionen sollten nur in Sonderfällen und mit Vorsicht verwendet werden.

Abminderung von auflagnahen Einzellasten

→ Siehe [Zusatzlasten](#).

Binderseitenlast mit k_{min} , N_{max}

Die Option „Max. Binderseitenlast mit k_{min} , N_{max} “ aktiviert ein verbessertes Verfahren, das die Binderseitenlast auf 2 Arten bestimmt: kleinster Kippbeiwert und größte Druckkraft).

Auflagertorsion

Die ungewollte Torsion im Auflagerbereich („ $M_d/80$ “-Torsion) kann optional berücksichtigt werden. Dabei lässt sich der Stich der horizontalen Trägerverformung für die Torsionsberechnung vorgeben.

e/h ist die Höhenlage des Verbandes bezüglich der Trägerachse:

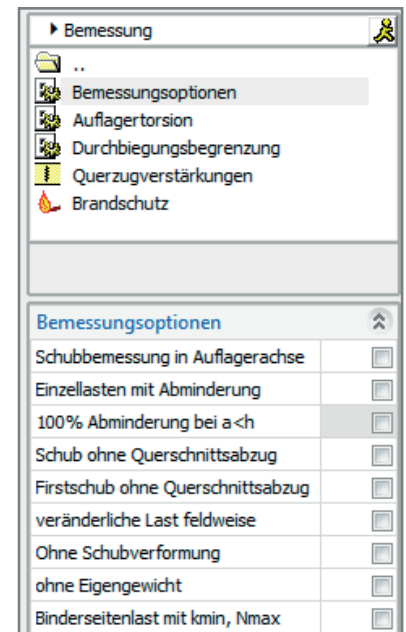
$e/h = \pm 0,0$: Verband liegt in der Trägerachse und hat keine Wirkung

$e/h = + 0,5$: Verband liegt oben auf Höhe der Binderoberkante

$e/h = - 0,5$: Verband liegt unten auf Höhe der Binderunterkante (wenig sinnvoll, da die Seitenlast mit positivem Feldmoment zur Obergurtstabilisierung errechnet wird)

Die Einstellungen gelten auch für Kragarme.

Die errechnete Torsionsbeanspruchung wird beim Schubnachweis am Auflager berücksichtigt.



Durchbiegungsbegrenzung

Die **Durchbiegungsbegrenzungen** sind frei wählbar. Wir empfehlen jedoch, von den Werten der Norm nur in begründeten Ausnahmefällen abzuweichen. Die Durchbiegungen werden per Vorgabe mit Schubverformung errechnet. Um **ohne Schubverformung** zu rechnen, aktivieren Sie die entsprechende Option. Die Eingabefelder variieren je nach gewählter Norm.

Zeitabhängige Verformungen

Die Kriechanteile der Verformungen werden unter Berücksichtigung des Kombinationsbeiwerts ψ_2 und des Verformungsbeiwerts k_{def} automatisch ermittelt.

Querzugverstärkungen und Firstnachweis

Sollten Querzugverstärkungen im Bereich von First und Ausrundungen nach der gewählten Norm erforderlich sein, kann die Verstärkung mit eingeklebten Gewindestangen mit Vollgewindeschrauben bemessen werden

Die Querzugkraft (bzw. Verstärkungsgrad) „nach Norm“ kann durch die Optionen „Mindestens konstruktiv“ und „immer Vollverstärkung“ erhöht werden.

Hinweis: Auch wenn der Querzugnachweis nach EN5 ausreichend ist, „empfiehlt“ der deutsche NA unter bestimmten Bedingungen die Anordnung von Querzugverstärkungen. Wenn Sie der Empfehlung folgen möchten müssen Sie die Option „Mindestens konstruktiv“ aktivieren.

Sie haben die Möglichkeit, die Anzahl der Reihen nebeneinander, die Gewindestange mit Festigkeitsklasse und einen Längsversatz bei mehreren Reihen vorzugeben. Die dadurch verursachte Schwächung des Querschnitts im Querzug- bzw. Firstbereich wird automatisch bei den Spannungsnachweisen berücksichtigt. Als Ergebnis erhalten Sie die konstruktiv zulässigen minimalen und maximalen Längsabstände und den rechnerisch erforderlichen Abstand. Wenn die Mindestabstände in Querrichtung nicht eingehalten werden, erhalten Sie einen Hinweis im Ausdruck.

DIN 1052:A1:

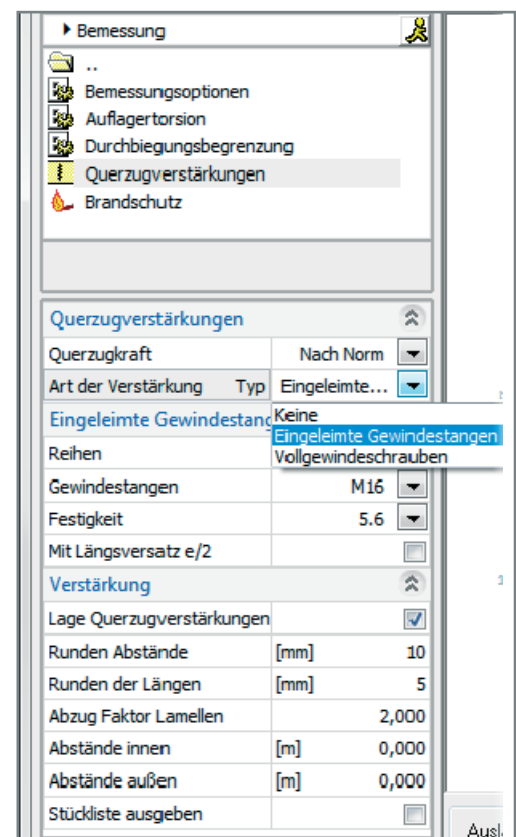
In DIN 1052:A1 (mit 1,0-fachen Schnittgrößen) gibt es für diese Nachweise kein Verfahren. Deshalb wird der Nachweis nach dem genormten Verfahren der DIN 1052:2004 (mit γ -fachen Schnittgrößen) geführt. Um die Eingangswerte für diesen Nachweis auf γ -faches Niveau zu bringen, geben Sie im Eingabefeld „Sicherheitsbeiwert Gamma-F“ den gewünschten Wert (Vorschlag: 1,5) ein.

Der frühere Nachweis, der auf Fachveröffentlichungen basierte, ist nicht mehr enthalten.

Besonderheiten bei Querzugverstärkungen

Hierbei werden die Verfahren nach der gewählten Norm verwendet. Falls eine Norm/NA kein Verfahren beschreibt, wird der deutsche NA verwendet.

Die entsprechenden Eingaben zur Querzugverstärkung nehmen Sie bitte im Menü Querzugverstärkungen/Vollgewindeschrauben vor.



Besonderheiten bei Vollgewindeschrauben

Nach Eingabe des Gewindeaußendurchmessers d wird der Innendurchmesser d_1 (Schaftdurchmesser bzw. Kerndurchmesser für die Ermittlung des Spannungsquerschnitts) automatisch nach DIN 7998 eingestellt. Die Fehlbreite d_f entspricht der angesetzten Reduzierung des Querschnitts bei der Biegebemessung im Firstbereich.

Der Erhöhungsfaktor F (für ungleichmäßige Krafteinleitung am Gewinde) soll sinngemäß wie bei eingeleimten Gewindestangen (DIN 1052:2008(2004) Gl.186 + NA-D Gl.NA.89 → $F = 2,00$ = Standardwert) angesetzt werden. Nur in begründeten Ausnahmefällen (CE, BaZ, EN5-NA, NABAU, ...) darf der Wert reduziert werden. Empfehlung: $F = 2$.

Besonderheiten DIN 1052:2008

Der Standardwert $f_{yk}=300 \text{ N/mm}^2$ für die Stahltragfähigkeit entspricht der Konstante „300“ in Gl. 236 und darf zusammen mit der Tragfähigkeitsklasse 2 (Gewindetragfähigkeit) ohne weiteren Nachweis bei Schrauben mit Gewinde nach DIN 7998 angesetzt werden. Abweichende Werte nach einer Zulassung können Sie ebenfalls eingeben.

Besonderheiten EN 1995-1-1

Stahltragfähigkeit: Der Defaultwert $f_{yk}=300 \text{ N/mm}^2$ wird hier ebenfalls vorgeschlagen. Andere Werte sind möglich. Sie haben auch die Möglichkeit $F_{tens,k}$ einzugeben. Beide Werte werden vom Programm synchronisiert.

Gewindetragfähigkeit: Den Ausziehparameter $f_{ax,k}$ und die zugehörige char. Rohdichte ρ_a (des Prüfkörpers mit dem $f_{ax,k}$ ermittelt wurde) nach EN 14592 können Sie direkt eingeben. Wenn Sie $f_{ax,k} = 0$ setzen, wird der Wert nach EN 1995-1-1:2008 Gl. 8.39 bestimmt. Mit $\rho_a = 0$ wird in der Berechnung $\rho_a = \rho_k$ (Binder) gesetzt, der Faktor in Gl.8.40a (ρ_k / ρ_a) wird dadurch 1.

Bei der Berechnung der Vollgewindestangen (Holzschrauben) nach nationalen Anhängen haben Sie die Möglichkeit das Verfahren, mit dem der Gewindeauszugswiderstand bestimmt wird, zu wählen. Dies hat für die reine Stahltragfähigkeit keinen Einfluss, sondern bezieht sich nur auf das Gewinde im Holz.

EN1995 Standard(faxk): Entspricht der Methode im Eurocode.

NA-D: NCI NA.6.8.5(fk1k): Entspricht der Methode nach deutschem NA. Der Eingabewert faxk wird ignoriert. Diese Methode darf und wird vom Programm nur bei Schrauben mit Gewinde nach DIN 7998 angewandt. Das Programm erkennt diese Schrauben am Verhältnis Gewindedurchmesser/Kerndurchmesser.

Anmerkung: Die Tragfähigkeit des Gewindes im Holz nach Eurocode (faxk-Methode) entspricht ungefähr der Tragfähigkeitsklasse 1 (TFK 1) nach DIN 1052:2008. Ein Schraubengewinde nach DIN 7998 darf nach DIN 1052:2008 in TFK 2 eingestuft werden. Die fk1k-Methode nach deutschem ergibt höhere Tragfähigkeiten, die ungefähr DIN1052:2008(TFK 2) entsprechen. Daraus ergibt sich jedoch die Beschränkung auf Gewinde nach DIN 7998, für die eine CE-Zulassung im deutschen NA nicht explizit gefordert wird.

Geeignete Gewindestangen nach DIN 7998 sind z.B. Spax-ABC-Gewindestangen und SFS-Intec-WB.

Da diese Produkte nicht nur in Deutschland verwendet werden, stellt D10 die „fk1k-Methode“ auch in weiteren europäischen NA's zur Verfügung.

Im europäischen Ausland sollte vor Anwendung des Verfahrens Rücksprache mit dem Prüfenieur oder der Baurechtsbehörde gehalten werden.

Planansicht / Verlegen von Verstärkungen

Falls Querszugverstärkungen erforderlich sind, eine Querszugverstärkung gewählt wurde und eine zulässige Verstärkungsmaßnahme errechnet wurde ($cal a > \min a$), ermöglicht diese Funktion das automatische Verlegen von Verstärkungen (eingeleimte metrische Gewindestangen und eingeschraubte Gewindestangen mit Holzgewinde). Die Konstruktionszeichnung enthält alle Angaben, die für die Herstellung erforderlich sind.

Tipp zum Einstieg: Aktivieren Sie zuerst in der Symbolleiste oben (unter der Menüleiste) den Button „Konstruktionszeichnung“ und im Eingabefenster (FDC - Frilo-Data-Control) unter ▶ Bemessung ▶ Querszugverstärkungen die Option ▶ Lage Querszugverstärkungen“. Klicken Sie dann auf das Symbol „Rechnen“ und Sie erhalten sofort eine vermaßte Zeichnung. Danach können Sie durch verschiedene Optionen die Verlegung nach Ihren Wünschen beeinflussen.



Arbeitsweise

Aus der Geometrie mit First, Nebenfirsten (bei hochgelegter Trockenfuge) und Ausrundungsbereichen werden die inneren und äußeren Viertel des Querszugbereiches ermittelt. Aus den statisch erforderlichen Abständen werden unter Berücksichtigung der konstruktiven Mindest- und Höchstabstände, Anzahl der Reihen und Längsversatz die Lage der Querszugverstärkungen ermittelt.

Danach wird die Lage der Bohrlöcher bestimmt und entlang der Trägerober- und unterkante vermaßt. Dadurch wird ein einfaches Einmessen der Bohrlöcher beim Hersteller ermöglicht.

Baupraktische Maße an der Binderunterkante erhalten Sie über die Option „Runden Abstände“. Sie können auch die automatisch ermittelten Abstände an der Binderunterkante über „Abstände innen“ und „Abstände außen“ überschreiben. Die Eingabe „0,00“ (Voreinstellung) aktiviert die Automatik.

Die Rundungsfunktionen für Abstände funktionieren für die Regelbereiche gut, am Übergang von geraden Kanten zu Bögen und bei exotischen Bindergeometrien ist eine optimale Rundung nicht möglich.

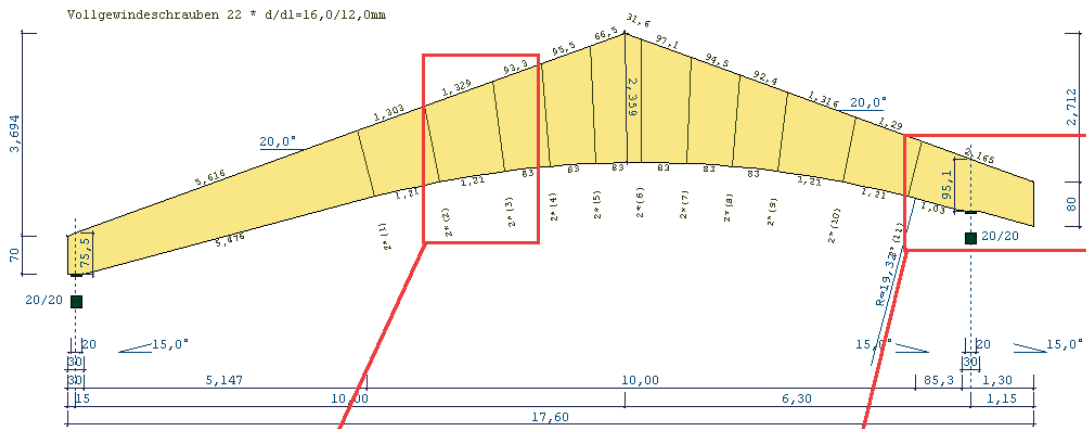
Da Gewindestangen üblicherweise aus Brandschutzgründen oben und unten je eine Lamellendicke kürzer als das Bohrloch ausgeführt werden, wird die Länge der Gewindestangen gemäß der eingestellten Option (Abzug Faktor Lamellen $\cdot t_{\text{Lamelle}}$) gekürzt. Das „Runden der Längen“ lässt sich über die gleichnamige Option einstellen.

Danach werden die Gewindestangen zu Positionen gleicher Länge zusammengefasst. Stückzahlen, Positionsnummern und Maße erscheinen in der Zeichnung.

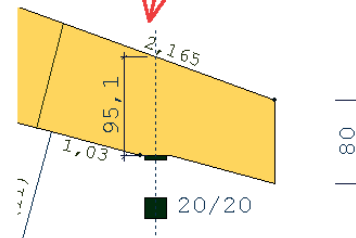
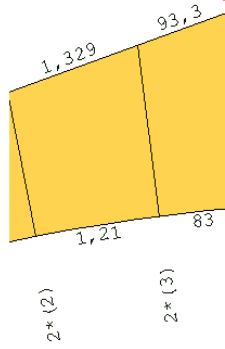
Zuletzt wird eine Verbindungsmittelliste erzeugt und verpositioniert.

Die Option „Stückliste ausgeben“ fügt die Stückliste (ähnlich der Stahlliste eines Bewehrungsplans) dem Ausdruck hinzu.

Tipp: *Um aus der Konstruktionszeichnung einen Plan zu erstellen, aktivieren Sie die „Konstruktionszeichnung“ in der Symbolleiste und wählen den Menüpunkt Datei >>Export >>DXF. Beim Einlesen in Ihr CAD berücksichtigen Sie bitte, dass die Einheiten in Ihrer DXF-Datei „cm“ sind und stellen den passenden Skalierungsfaktor ein.*



Binderbreite $b = 0,200$ m Kreis $M(x/z) = 10,297$ m / $-17,281$ m $r = 19,318$ m Firstpunkt(x/z) = $10,000$ m / $4,394$ m
Die Lamellen sind parallel zum Untergurt verlegt.
Lager links (x/z) = $0,00$ m / $0,000$ m Lager rechts (x/z) = $16,30$ m / $1,151$ m
 $h_v(-0,15) = 0,700$ m $h_v(0,15) = 0,809$ m $h_v(16,15) = 1,005$ m $h_v(16,45) = 0,896$ m



Brandschutz

Hinweis: In der alten Norm DIN 1052/A1 wird der Brandschutz nicht unterstützt.

Im Menü „Bemessung ▶ Brandschutz“ geben Sie die erforderliche Feuerwiderstandsdauer (t_F) in Minuten und die beanspruchten Seiten Ihres Binders an.

Aus diesen Angaben wählt das Programm die zu Material und Norm gehörenden Abbrandraten.

Schubnachweis immer führen

Der Schubnachweis im Brandfall muss nicht bei allen Normen geführt werden. In der EN1995 ist z.B. kein Nachweis definiert. Bei Leimholzbindern, die in Bereichen mit größter Schubbeanspruchung häufig die kleinsten Querschnitte aufweisen, sollte immer der Nachweis geführt werden.

Die Option „Schubnachweis immer führen“ erzwingt die erforderlichen Schubnachweise auch dann, wenn die eingestellte Norm bzw. NA dies nicht ausdrücklich verlangt. Dabei wird der Nachweis nach DIN 4102-4:1994 und DIN 4102-22:2004 geführt. Die Schubauslastung im Brandfall wird danach aus der Schubauslastung bei Normaltemperatur abgeleitet. Sie ergibt sich nach der Formel:

$$\eta_{fi} = 0,5 \cdot \frac{\eta_{NT} \cdot b_{NT} \cdot h_{NT} \cdot k_{mod,NT}}{b_{fi} \cdot h_{fi} \cdot k_{fi}}$$

Literaturhinweis: Holz-Brandschutz-Handbuch, Verlag Ernst & Sohn.

Immer vereinfacht

Die meisten Normen erlauben grundsätzlich ein genaues und ein vereinfachtes Verfahren. Bei einigen Nachweisen ist jedoch ein bestimmtes Verfahren vorgeschrieben.

Das Programm schaltet deshalb, je nach gewählter Norm, NA und Art der Beanspruchung, selbständig zwischen den Verfahren um und berücksichtigt automatisch bei jedem Nachweis die zugehörigen Zusatzabbrände.

Die Option „Immer vereinfacht“ verwendet in allen Nachweisen das vereinfachte Verfahren, auch wenn dies nicht zulässig ist. Meist liegt das vereinfachte Verfahren auf der sicheren Seite.

Die angesetzten Verfahren und Restquerschnitte werden im Ausdruck ausgewiesen.

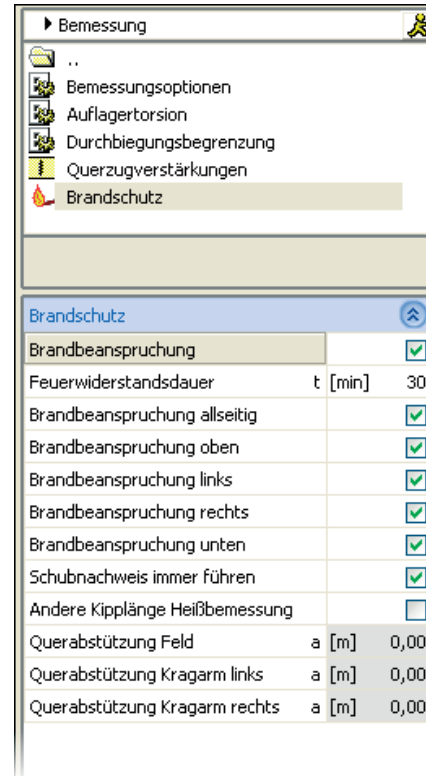
Kippen

Es werden bei der Heißbemessung automatisch die gleichen Kipplängen wie bei der Bemessung unter Normaltemperatur angesetzt.

Andere Kipplänge Heißbemessung

Unter Umständen können aussteifende Bauteile (z.B. Dachverband, Scheibe, ...) eine geringere Feuerwiderstandsdauer als der Binder aufweisen. In diesem Fall ermöglicht diese Option die Eingabe von anderen Kipplängen für die Heißbemessung.

Siehe auch → [Brandschutznachweis Holz.pdf](#)



Bemessung und Berechnung


Aus Ihren Eingaben der Geometrie wird ein Stabwerksystem mit veränderlichen Querschnitten modelliert.

Bemessungsschnittgrößen

Die für die Bemessung maßgebenden (maximalen) Schnittgrößen werden unter Berücksichtigung der von Ihnen gewählten [Norm](#), den Überlagerungs- und [Bemessungsoptionen](#) und mit Berücksichtigung von k_{mod} und γ_M ermittelt.

Hinweis: Die Bemessungsschnittgrößen sind die Schnittgrößen mit der größten Auslastung. Sie können auch kleiner als die maximalen Schnittgrößen sein!

Tipps: Nach einem Klick auf den Button „Rechnen“ werden die einzelnen Auslastungen unten im Fenster angezeigt.

Über den Button  erhalten Sie die vollständige [Textausgabe](#) zur Kontrolle auf dem Bildschirm.

Spannungsnachweise

Alle Spannungsnachweise werden mit den zuvor ermittelten Bemessungsschnittgrößen, gemäß der gewählten Norm geführt. Die Querschnittshöhe des tragenden Querschnitts wird senkrecht zur Stabachse ermittelt. Nachweisstellen sind generell die Stellen der größten Schnittkräfte und der maximalen Auslastung.

Auflagerpressung

Die Nachweise für das linke und das rechte Auflager werden getrennt geführt. Der Einhängeeffekt in Faserrichtung bzw. Lastverteilung sind berücksichtigt.

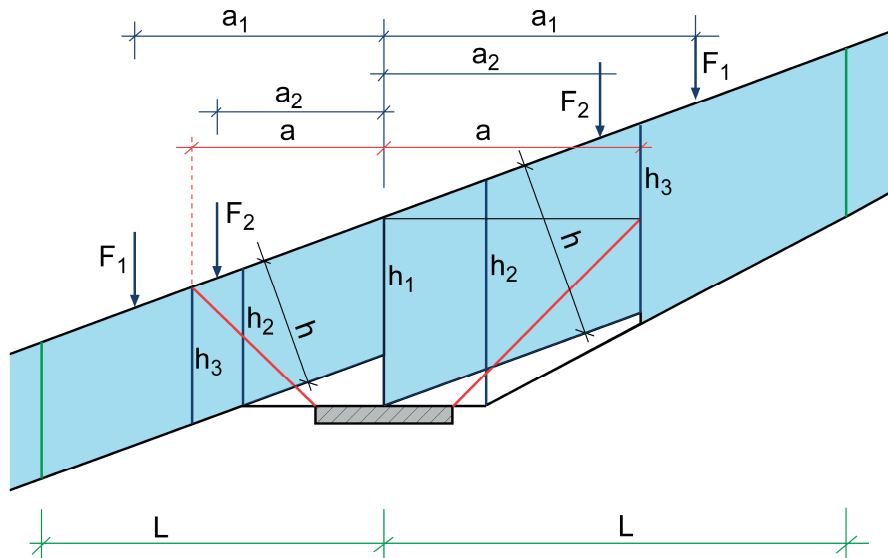
Biegezugspannungen

Die Spannungen werden unter Berücksichtigung von angeschnittenen Fasern und ggf. nichtlinearer Verteilung ermittelt. Dies gilt auch für die Bereiche der Auflager. Bei größeren Kragarmbeanspruchungen und Kraftumlenkung am Ende der horizontalen Auflagerbereiche sowie an eingeschnittenen Auflagern sollte die Auslastung deutlich kleiner als 1 sein. Im Einzelfall können weitere Nachweise erforderlich werden.

Schubspannungen

Die Schubspannungen werden am Querschnitt senkrecht zur Stabachse ermittelt.

Falls die Option „Schubbemessung in Auflagerachse“ **nicht** gewählt wurde, wird die auflagernahe Schubbemessung wie folgt durchgeführt: → siehe folgende Seite



Zuerst wird der maßgebende Abstand a für die Schubbemessung nach der gewählten Norm ermittelt. Dabei wird a nicht größer als die Entfernung des Schnittpunkts einer gedachten 45°-Linie vom Auflagerrand mit der Trägeroberkante angesetzt (rote Linie). Bei Trägern mit eingeschnittenen Auflagern (Kerven) wird $a = 0$ und die Bemessung erfolgt am Einschnitt.

Die Einzellast F_1 außerhalb des Auflagerbereichs wird gemäß Ihrer Eingabe ohne bzw. mit Abminderung unter Berücksichtigung des zulässigen Faktors der gewählten Norm berücksichtigt. Nach DIN 1052:2004 und :2008 sind Abminderungen von Einzellasten bei Trägerneigungen δ bzw. Faseranschnittswinkeln α über 10° nicht erlaubt.

Die Ermittlung der maßgebenden Querkraft im Abstand a führt dazu, dass eine Einzellast (F_2), deren Abstand vom Auflagerrand kleiner als a ist, bei der Schubbemessung **nicht** berücksichtigt wird!

Die Bemessung im Abstand a bei Gleichlasten resultiert aus der Tatsache, dass im Auflagerbereich bei oben angreifenden Lasten der Querdruck die Schubfestigkeit erhöht. Diese Überlegung liegt auch der Abminderung von auflagernahen Einzellasten zugrunde.

DIN 1052:2004 und :2008 beschränken die Bemessung im Abstand a nicht auf die Anwendung bei Gleichlasten. Danach können Einzellasten mit einem kleineren Abstand als a vom Auflager unberücksichtigt bleiben, so wie es auch EN 1995-1-1 (Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004+A1:2008) vorschlägt. Es gibt jedoch auch Autoren, die andere Meinungen vertreten.

Zuletzt wird der kleinste Wert der Querschnittshöhen h_1 , h_2 und h_3 als maßgebende Schubquerschnittshöhe h im nachzuweisenden Auflagerbereich angesetzt. Damit wird die Länge des Abminderungsbereichs $L = x \cdot h$ bestimmt, mit dem die Lasten gemäß der jeweiligen Norm abgemindert werden: $F_{red} = F / (x \cdot h)$.

Die Querschnittsreduzierung durch Querzugverstärkungen im Auflagerbereich (z.B. Bogenträger) wird auch bei der Schubbemessung berücksichtigt. Beim Torsionsnachweis bzw. Schub und Torsion am Auflager (s. u.), bleibt die Querschnittsreduzierung beim Torsionsanteil unberücksichtigt.

Torsion im Auflagerbereich

Die Torsion im Auflagerbereich, hervorgerufen durch Binderimperfektion (Vorkrümmung) und die Verformung des Verbandes unter Last, wird laut Fachliteratur am Einfeldträger unter Gleichlast hergeleitet.

$$M_{tor,d} = (p \cdot L / 2) \cdot (2 / 3 \cdot f_F)$$

Die Wirkung des Verbandes wird bei der Bemessung der Gabellagerungen nicht berücksichtigt. Bei der Schubbemessung am Auflager darf die Verbandswirkung berücksichtigt werden:

$$M_{tor,d} = (p \cdot L / 2) \cdot (2 / 3 \cdot f_F) - q_d \cdot L / 2 \cdot e$$

Wobei:

P = Gleichlast

L = Stützweite

f_F = Stich der Horizontalverformung

$$= (L / 400 \text{ (Vorverformung)} + L / 500 \text{ (Verbandsdurchbiegung)})$$

$$= 9 / 2000 \cdot L = 1 / 222 \cdot L$$

q_d = Binderseitenlast (Stabilisierungslast) auf den Verband, errechnet mit $M_{y,d}$ und dem Kippbeiwert ($k_{m,y}, K_{crit}$) des unausgesteiften Trägers (ohne Verband).

$2 / 3$ steht für die Fülligkeit der Verformungsfigur und entspricht einer Parabel.

Daraus ergibt sich durch Einsetzen die Formel $M_T = M_{y,d} / 83,33$, die in der bekannten Form **$M_T = M_{y,d} / 80$** in verschiedenen Normen veröffentlicht wurde. Näherungsweise können diese Formeln auch bei nicht gleichmäßig verteilten Lasten angewendet werden.

Bei großen und konzentrierten Lasten in Feldmitte (oder auch an der Kragarmspitze), führt der Ansatz der Parabelfülligkeit jedoch zu einer Unterschätzung der Torsionsbeanspruchung. In diesem Fall sollte die Ausmitte f_F angemessen vergrößert werden.

Die Programme D10 und HO4 benutzen diese Grundlagen, um Torsion auch bei Bindern mit Kragarmen zu berechnen. Der Faktor (83,33 / 80) kann durch die Auswahl „Parabelform“ gesetzt werden.

Feld: $M_{tor,d} = (p \cdot L/2) \cdot (2/3 \cdot f_F) \cdot (83,33 / 80) - q_d \cdot L/2 \cdot e$

Kragarm: $M_{tor,d} = (p \cdot L_k) \cdot (1/3 \cdot f_k) \cdot (83,33 / 80) + q_d \cdot L_k \cdot e$

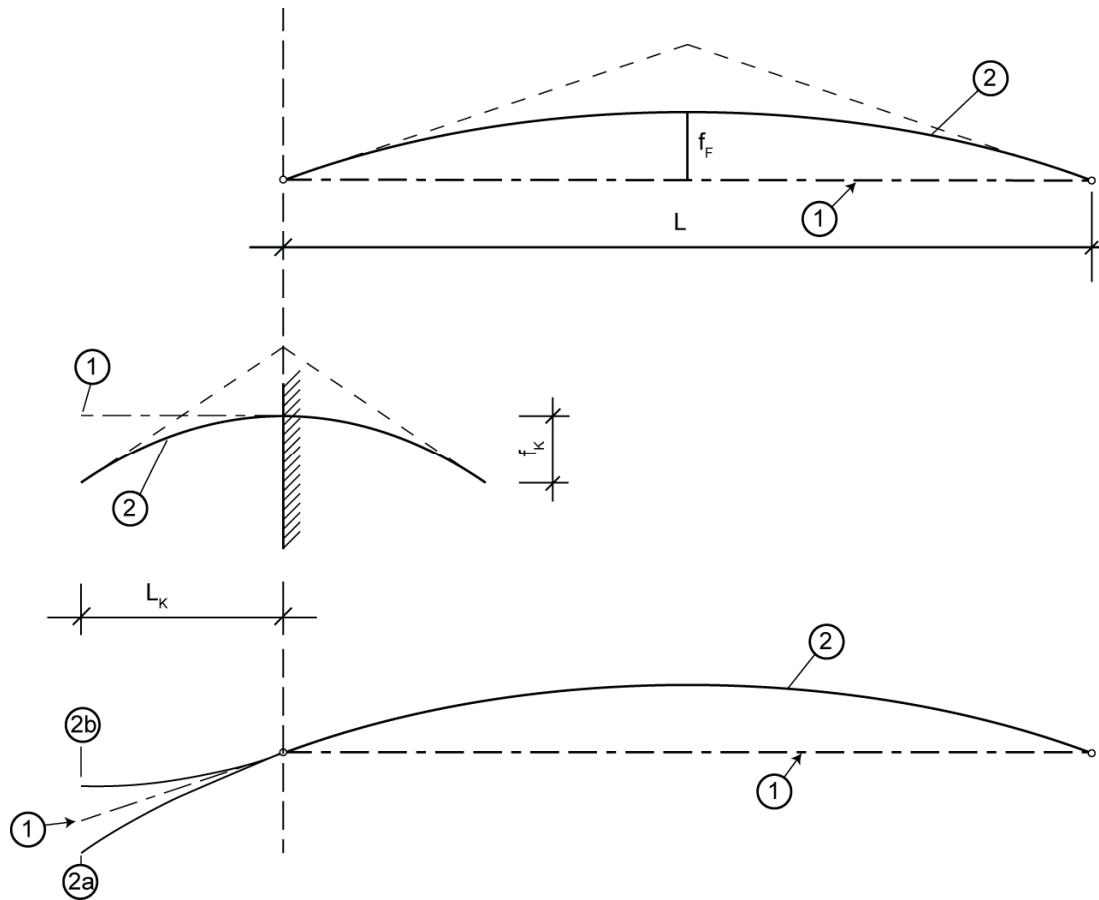
Wobei $f_k = 2 \cdot L_k / 222$

Die folgende Skizze verdeutlicht den Frilo-Ansatz.

Linie 1 : ideal gerade Stabachsen

Linie 2, 2a : horizontale Verformung für Torsion im Querschnitt

Linie 2a, 2b : Verformungsvariation für die max. Gabellagerungsmomente



Hinweis: Laut DIN 1052:2008 8.4.3(2) soll Torsion bei der Gabellagerung und beim Schubnachweis berücksichtigt werden. In EN 1995-1-1:2008 und auch im NA-Österreich ist keine Regelung enthalten, jedoch im deutschen NA:2010.

Spannungsnachweise im First- und Ausrundungsbereich

Die Nachweise der erhöhten Längszugspannungen, Querspannungen und kombinierten Schub- und Querspannung werden zusätzlich zu den übrigen Nachweisen im Firstpunkt und ggf. an weiteren Stellen geführt. Dabei wird immer die Trägerhöhe und das maßgebende Bemessungsmoment an der nachzuweisenden Stelle angesetzt.

Querzugverstärkungen

Der Eingangswert für den Nachweis der Querzugverstärkungen ist die größte festgestellte Querzugbeanspruchung.

Binderseitenlast (Stabilisierungslast)

Die Seitenlast für eine Verbandsberechnung wird wie folgt ermittelt:

Zur Berechnung der Binderseitenlast muss der Kippbeiwert (k_{my} , k_{crit}) am unausgesteiften Träger ohne Verband ermittelt werden. Für Stäbe bzw. Kippfelder mit linear veränderlicher Querschnittshöhe gilt: Es dürfen die Querschnittswerte im Abstand der 0,65-fachen Stablänge vom Stabende mit dem kleineren Stabquerschnitt und der Größtwert des Biegemoments im Stab dem Nachweis zugrunde gelegt werden. Das Programm sucht zuerst den Querschnitt mit der größten Querschnittshöhe im mittleren Drittel der Stützweite für die Bestimmung des Kippbeiwertes. Die repräsentative Gurtkraft wird mit $\max M_d$, ggf. unter Berücksichtigung eines kleineren Querschnitts bei $\max M_d$, ermittelt.

Da $\max M_d$ bei symmetrischen Satteldachbindern meistens bei der größten Querschnittshöhe auftritt, kann dies bei schlanken Satteldachträgern zu einer Unterschätzung der repräsentativen Gurtdruckkraft und der Seitenlast führen.

Deshalb steht ein weiteres Verfahren zur Auswahl:

Binderseitenlast mit k_{min} , N_{max}

Die Binderseitenlast wird auf 2 Arten ($\min k_{my}(k_{crit})$ und $\max N_d$), jeweils mit $\max M_d$ errechnet. Dabei wird der repräsentative Bereich von 0,35L bis 0,65L ausgewertet und bei Satteldachbindern zusätzlich die Stelle bei $\max M_d$ einbezogen:

1. Ungünstigster Kippbeiwert (k_{my} , k_{crit}) mit der größten Querschnittshöhe
 $h = \max (h \text{ bei } 0,35L ; h \text{ bei } 0,65L ; h \text{ bei First} ; h \text{ bei } \max M_d)$
2. Größte Druckkraft N_d . Zwischen 0,35L und 0,65L wird die Querschnittshöhe für die repräsentative Druckkraft wie folgt bestimmt:
 $h = \min((h_{0,35} + h_{0,65}) / 2 ; h \text{ bei First} ; h \text{ bei } \max M_d)$

Stabilität (Kippen)

Mit dem vorgegebenen maximalen Abstand s_B der Obergurtabstützungen wird die Kippstabilität des Binders mit dem maßgebenden Bemessungsmoment im jeweils untersuchten Schnitt nachgewiesen. Dabei wird in jedem Schnitt der eingegebene Abstand der Querabstützungen als freie Kipplänge angenommen.

Empfehlungen zum Querzug

Ursache vieler Schadensfälle bei Leimholzbindern ist die ungenügende Querzugsfestigkeit. Stand der Technik ist es daher, Binder in querzuggefährdeten Bereichen konstruktiv mit Gewindestangen zu verstärken. Querzug tritt auf, wenn sich der Spannungsfluss verändert: bei Knicken, Sprüngen oder Krümmungen, ebenso bei klimatischen Beanspruchungen (wechselnder Durchfeuchtung).

Der Nachweis des Querzuges im Firstbereich erfolgt nach den Verfahren der Normen.

Diese Verfahren gelten nur für folgende Bindertypen bei vorwiegend symmetrischen Verhältnissen:

- Binder gekrümmt mit konstanter Höhe,
- Satteldach-Binder gekrümmt,
- Satteldach-Binder gerader Untergurt.

Weitere Randbedingungen sind:

- Ober- und Unterkanten $\delta \leq 20^\circ$ geneigt
- Winkel unter denen die Fasern angeschnitten sind $\alpha \leq 10^\circ$

Die genauen Begrenzungen der einzelnen Parameter finden Sie im jeweiligen Normtext bzw. im nationalen Anhang.

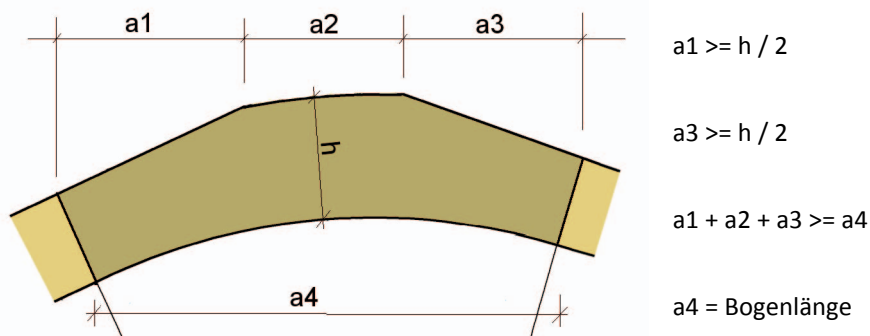
Bei Bindern, die von den Standardgeometrien der Norm abweichen, werden die Querzugnachweise wie folgt geführt:

Ergeben sich bei einem Satteldachbinder ohne festen Sattel statt einem First 2 Nebenfirste, deren Abstand weniger als 1 x Trägerhöhe beträgt, was zu überlappenden Querzugbereichen führt, so wird der Nachweis im idealisierten Firstpunkt zwischen den Nebenfirsten geführt. Als Winkel werden die Winkel der Binderoberkanten außerhalb des Firstbereichs angesetzt.

Ergeben sich bei einem Satteldachbinder ohne festen Sattel statt einem First 2 Nebenfirste, deren Abstand mehr als 1 x Trägerhöhe beträgt, was gerade nicht mehr zu überlappenden Querzugbereichen führt, so werden die Nachweise an den Nebenfirsten geführt. Als Winkel werden die tatsächlichen Differenzwinkel an der Oberkante angesetzt.

Bei Trägern, die von den oben genannten Bedingungen abweichen, insbesondere bei asymmetrischen Firstgeometrien, sollte bei der Bemessung der Querzugsverstärkungen auf die Querzugkraftabminderung in den äußeren Vierteln des Querzugbereichs mit dem Wert $2/3$ verzichtet werden.

Wir empfehlen den Querzugbereich bei asymmetrischen Firstgeometrien wie dargestellt anzunehmen. Es gilt:



Ausgabe

Ausgabe von Systemdaten, Ergebnissen und Grafik auf Bildschirm oder Drucker. Über den Menüpunkt Ausgabe in der Hauptauswahl erhalten Sie folgende Möglichkeiten:

Ausgabe über die Buttons in der Leiste

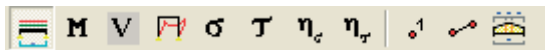
Den Umfang der Ausgabe bestimmen Sie über die Optionen unter den Punkten Textausgabe bzw. Grafikausgabe.

Word	Das Textverarbeitungsprogramm MS-Word wird aufgerufen und die Ausgabe eingefügt, sofern dieses Programm auf Ihrem Rechner installiert ist. In Word können Sie dann die Ausgabe bei Bedarf nach Ihren Wünschen bearbeiten.
Bildschirm	Anzeige der Werte in einem Textfenster
Seitenansicht	Vorschau der gedruckten Seite
Drucken	Starten der Ausgabe auf den Drucker

Umfang der Ausgabe

Die Ausgabe beginnt immer mit dem System und den Lasten. Es folgen die Ergebnisse, die Sie über die Ausgabeoptionen unter der Buttonleiste ausgewählt haben.

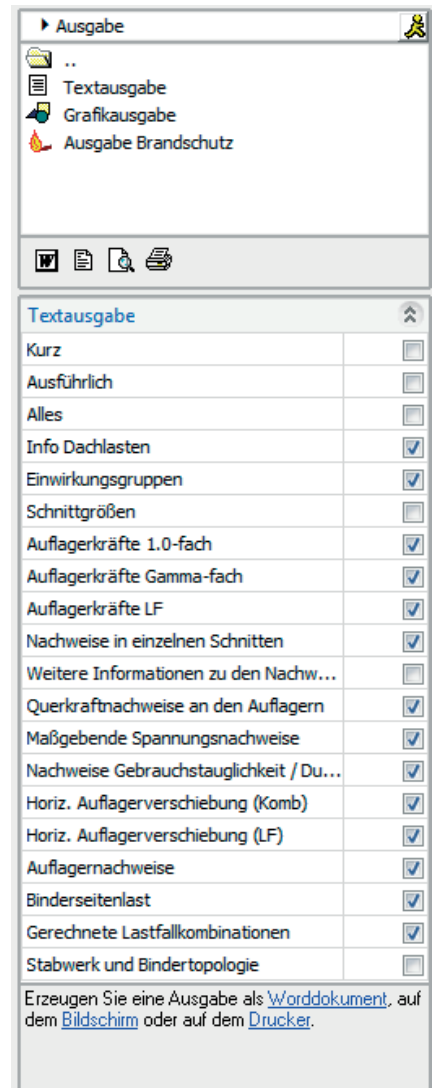
Programmspezifische Symbole



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1. Systemgrafik
2. Momentengrenzlinie M bzw. M_d (Maximalwerte)
3. Querkraftgrenzlinie Q bzw. V_d (Maximalwerte)
4. Grenzlinie der elastischen Verformungen
5. Für die Bemessung maßgebende Längsspannungen σ bzw. σ_d
(Die bei der Bemessung maßgebenden Werte bei maximaler Auslastung!)
6. Für die Bemessung maßgebende Schubspannungen τ bzw. τ_d
(Die bei der Bemessung maßgebenden Werte bei maximaler Auslastung!)
7. Maximale Auslastung bzgl. Längsspannungen
8. Maximale Auslastung bzgl. Schubspannungen
9. Blendet die verwendeten Stützpunkte für die Berechnung der Bindergeometrie ein
10. Blendet den Verlauf der Stabachsen und Knoten des generierten Stabwerks ein
11. Anzeige als Konstruktionszeichnung

Wichtiger Hinweis: Ergeben sich bei den Grafiken 6 bis 8 scheinbar unsinnige Sprünge in den Linien, die weder auf die Bindergeometrie noch auf das Lastbild zurückzuführen sind, ergibt sich dies i. A. durch Wechsel von k_{mod} und / oder γ_M bei der Bemessung. Im Firstbereich können diese Sprünge auch dadurch verursacht werden, dass die erhöhten Längsrandspannungen im Firstbereich größer als die Biegezugspannungen sind. Es folgen einige Beispiele.



Beispiele

Satteldachbinder mit gekrümmter Unterkante und 2 unabhängigen Nebenfirsten

Bei diesem Binder wurden automatisch folgende Querzuguntersuchungen durchgeführt:

Pkt.10: Bogenträger

An den Nebenfirsten oben Pkt.9 u. 11: Satteldachbinder mit gekrümmtem UG

Pkt. 20 u. 22: Untersuchung am Ende der Krümmung unten. Diese Punkte befinden sich im Querzugbereich der Nebenfirste, deshalb wurden die Nachweise wie 9 u. 11 geführt.

Wären 20 u. 22 nicht im Querzugbereich der Nebenfirste gelegen oder die Analyse der Geometrie hätte einen Bogenträger ergeben, wäre der Firstnachweis wie bei einem Bogenträger geführt worden.

Bei diesen Untersuchungen wird immer geprüft, ob die Verhältnisse links oder rechts von jeder Nachweisstelle bzgl. angeschnittener Fasern ungünstiger sind.

Die Längsspannungen im zweiten und die Spannungsauslastung im dritten Bild enthalten je 3 kleine Spitzen: Dies sind die Stellen der Firstnachweise. In diesem Beispiel ergaben sich hier Spitzen, weil die erhöhten First-Längsrandspannungen größer bzw. maßgebend waren. In der Schnittausgabe lässt sich dieser Zusammenhang leicht nachvollziehen.

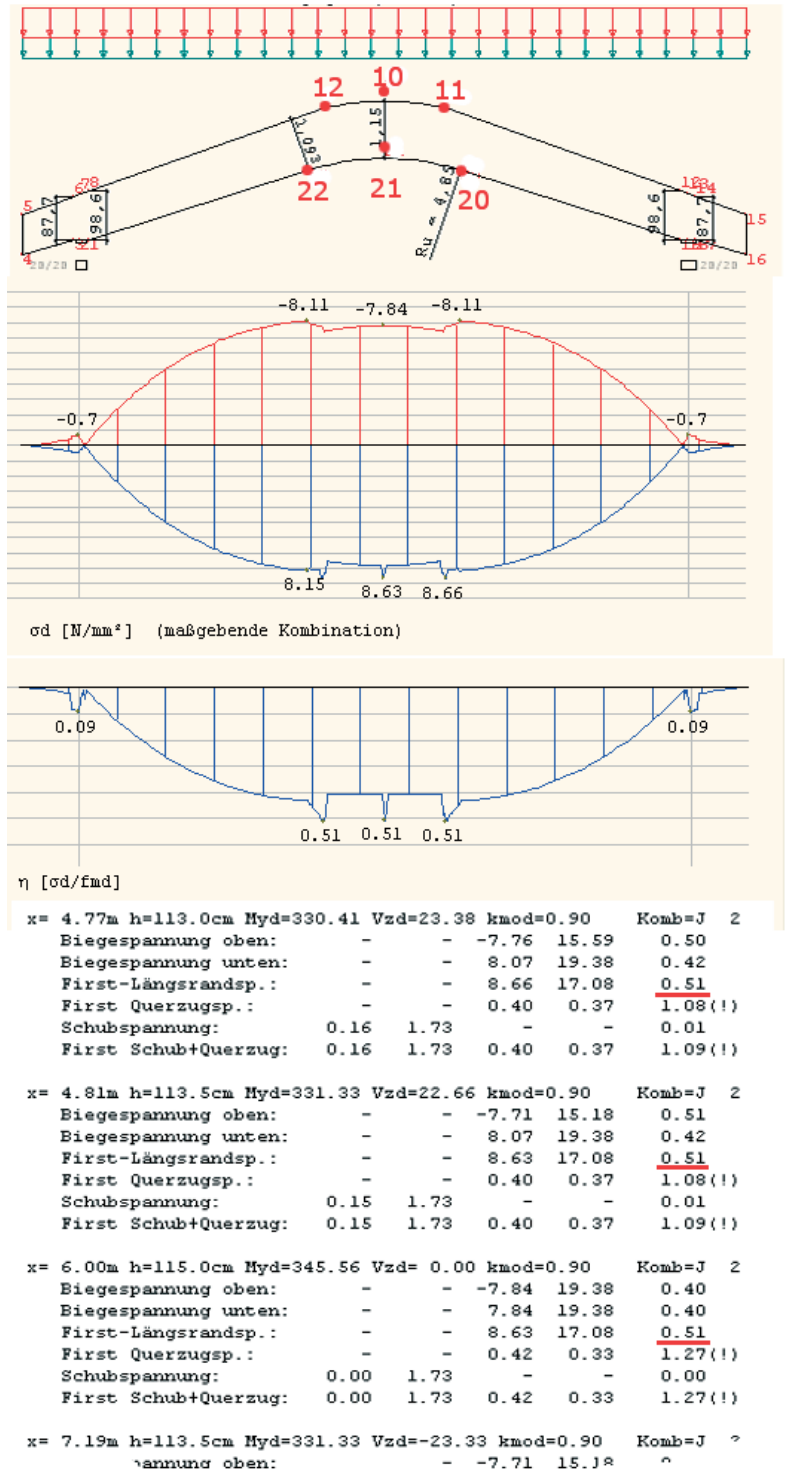
Spalte 4 – fd

Die Festigkeitswerte werden einschließlich aller Faktoren und Beiwerte berücksichtigt. Diese sind:

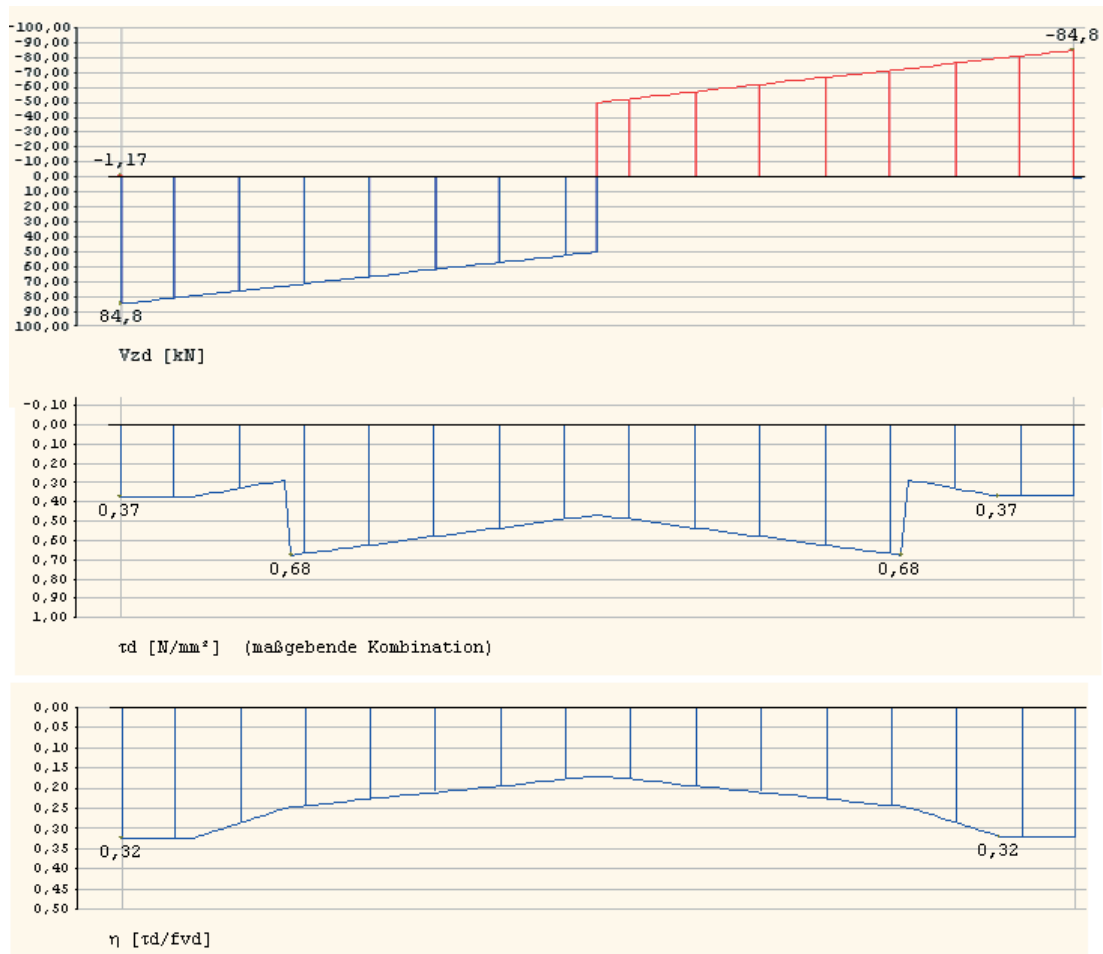
$$> k_{mod}, \gamma_M, k_{at}, k_{ac}, k_{my}$$

Beim Querzug entspricht der Festigkeitswert:

$$> fd = k_{dis} \cdot (h_0/h_{ap})^{0.3} \cdot f_{t,90,d}$$



Gerader Binder mit einer ständigen konstanten Gleichlast und einer maßgebenden, außergewöhnlichen Einzellast in Feldmitte



Der Querkraftverlauf oben entspricht dem erwarteten Verlauf.

Der Schubspannungsverlauf erhält etwa in den Viertelpunkten einen Sprung, da die Schubspannungen der maßgebenden Kombination gezeichnet wurden. An dieser Stelle wechseln im Beispiel k_{mod} und γ_M

Die Auslastungslinie für Schub enthält erwartungsgemäß keinen Sprung.

Symbole in Grafiken

Um die Zuordnung von Schnittgrößen zur Bindergeometrie zu verbessern, enthalten die Grafiken verschiedene Symbole:

- \wedge = Lage des Firstpunkts mit festem Sattel
- = Lage des Firstpunkts ohne oder mit verschieblichem Sattel
- |< - >| = Breite des Sattlbereichs ohne oder mit verschieblichem Sattel
- |<R R>| = Breite des Ausrundungsbereichs