



**4H-** STATIKPROGRAMME  
AUS HANNOVER

**DTE** Desktop<sup>®</sup>  
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet [www.pcae.de](http://www.pcae.de)

Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)



**4H-HOST**  
Holzeinzelstütze

April 2019



# 4H-HOST

## Holzeinzelstütze

Copyright 2019

1. Auflage, April 2019

**pcae** GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

**pcae** versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter [www.pcae.de](http://www.pcae.de)**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE<sup>®</sup>-System.



# Produktbeschreibung

Das Programm *HOST*, Holzeinzelstütze, weist eine Geschossstütze gemäß EC 5 nach.

Folgende Leistungsmerkmale werden bereitgestellt.

## Allgemeines

- Berechnung und Nachweis von eingeschossigen Holzstützen unter räumlicher Belastung n. Eurocode 5
- Krag-, Pendel- und allgemeine Systeme
- Stabilitätsnachweis nach Theorie I. oder II. Ordnung möglich
- automatische Berücksichtigung von Imperfektionen bei Berechnung n. Th. II. Ord.
- Brandschutz n. den Methoden mit reduzierten Eigenschaften oder reduziertem Querschnitt
- Berücksichtigung von Einspannungen im Brandfall

## System

- ein Geschoss mit beliebiger fester oder nachgiebiger Lagerung an Kopf und Fuß der Stütze (Torsion wird nicht betrachtet)
- wahlweise räumliche oder ebene Betrachtung

## Querschnitt

- Rechteck- oder Kreisquerschnitt
- Nadel-, Laub- oder Brettschichtholz

## Belastung

- Eigenlast kann automatisch ermittelt oder als Linienlast vorgegeben werden
- Einzellast mit Normal- und Horizontalkraftkomponente (in y- und z-Richtung) und Biegemoment (um y- und z-Achse)
- Linienlasten können konstant, trapezförmig oder linear veränderlich sein
- alle Lastbilder können in beliebiger Höhe der Stütze angreifen

## Kombination der Einwirkungen

- automatische Bildung von Lastkombinationen nach Eurocode 0
- alternierende und sich gegenseitig ausschließende Lastfälle
- Berücksichtigung von Erdbeben und Sonderlasten

## Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

- Tragfähigkeit nach Th. I. Ordnung
  - Nachweis der Stabilität durch Ersatzstabverfahren
- Tragfähigkeit nach Th. II. Ordnung
  - Nachweis der Gesamtstabilität durch nichtlinear ermittelte Schnittgrößen
  - automatischer Ansatz von Imperfektionen
- Brandschutz
  - wahlweise nach der Methode mit reduzierten Eigenschaften oder der Methode mit reduziertem Querschnitt
  - für die Brandbeanspruchung kann ein einseitiger Schutz berücksichtigt werden
  - Berücksichtigung von möglichen Einspannungen im Brandfall
  - Feuerwiderstandsdauer bis zu 240 min

## Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

- Nachweis der zulässigen Verformung

## Ausgabe

- alle relevanten Annahmen und Parameter werden im Ausdruck protokolliert
- Stütze und Querschnitt werden in einer maßstäblichen Darstellung gezeigt
- für jeden Nachweis eine Tabelle aller berechneten Lastkombinationen unter Angabe der zugehörigen Lastfallfaktoren
- extremale Werte der relevanten Ergebnisse eines Nachweises als Liniengrafiken und Tabellen

- bei jedem Nachweis wird ausgewiesen, an welcher Stelle und für welche Lastkombination das maßgebende Bemessungsergebnis ermittelt wurde
- Zusammenfassung mit der prozentualen Angabe der Ausnutzung aller geführten Nachweise (bei erfolgreicher Nachweisführung bzw. eine Liste der Ursachen für die nicht erfolgreiche Nachweisführung) schließen die Ausgabe ab
- zur Kontrolle kann über einen Detailnachweispunkt ein ausführliches Protokoll der Berechnungsergebnisse aller Lastkollektive einschließlich aller zugehörigen Schnittgrößen an einem Punkt ausgewiesen werden
- die Darstellungshöhen der Grafiken in Eingabe- und Ergebnisprotokoll können individuell eingestellt werden
- Ausgabeumfang reduzierbar durch Deaktivierung von tabellarischen oder grafischen Teilen von Eingabe- und Ergebnisprotokoll

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und *##-HOST* von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Nach der Installationsanweisung wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der Eingabeoberfläche gegeben.



Im Sinne eines Leitfadens gedacht, kann das Manual nicht alle Fragen beantworten. Im aktuellen Falle wird dann der Hilfebutton im jeweiligen Eigenschaftsblatt Antwort geben.

Zur *##-HOST*-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual

*DTE®-DeskTopEngineering.*

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *##-HOST*.

Hannover, im April 2019

## Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende Abkürzungen benutzt:

LF	Lastfall (Teileinwirkung)
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit



signalisiert Anmerkungen

### Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe** symbolisiert.



**Rot** markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

### Index

Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren *Bezeichnung kursiv gedruckt*.

### Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

### blank

Leerzeichen

### Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

### icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*, Theoretischer Teil.

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.

# Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation .....	5
2	Bauteil erzeugen .....	7
3	Eingabeoberfläche .....	8
3.1	Register System .....	11
3.2	Register Querschnitt .....	12
3.3	Register Belastung .....	13
3.3.1	Lastfalldialog .....	14
3.3.2	Einzellastdialog .....	15
3.3.3	Streckenlastdialog .....	15
3.4	Nachweiseinstellungen .....	16
3.5	Nationale Anhänge zu den Eurocodes .....	18
3.6	Druckdokument .....	19
4	Literaturverzeichnis .....	26
5	Index .....	26





## Programminstallation

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##-HOST* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##-Programme* sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, lesen Sie bitte Abs. 2, Bauteil erzeugen, auf S. 7 weiter.

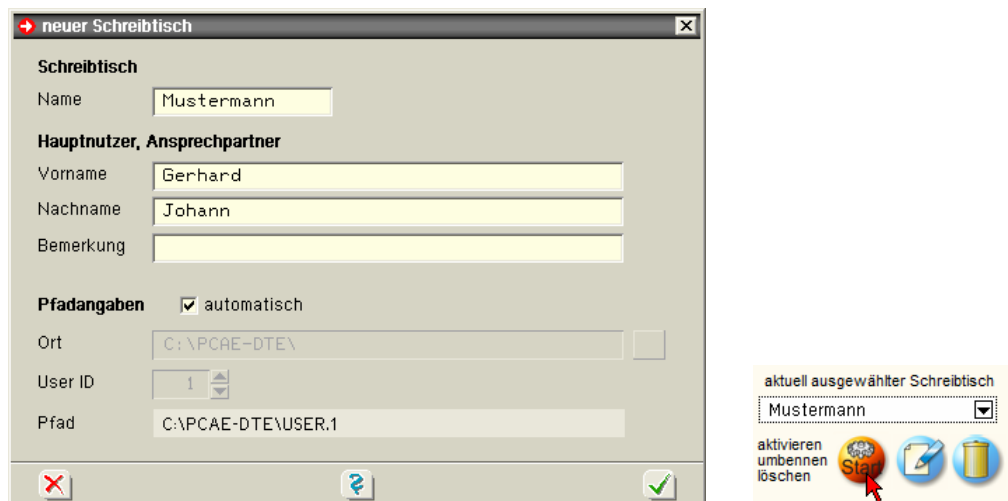


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



**Schreibtischname** Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.

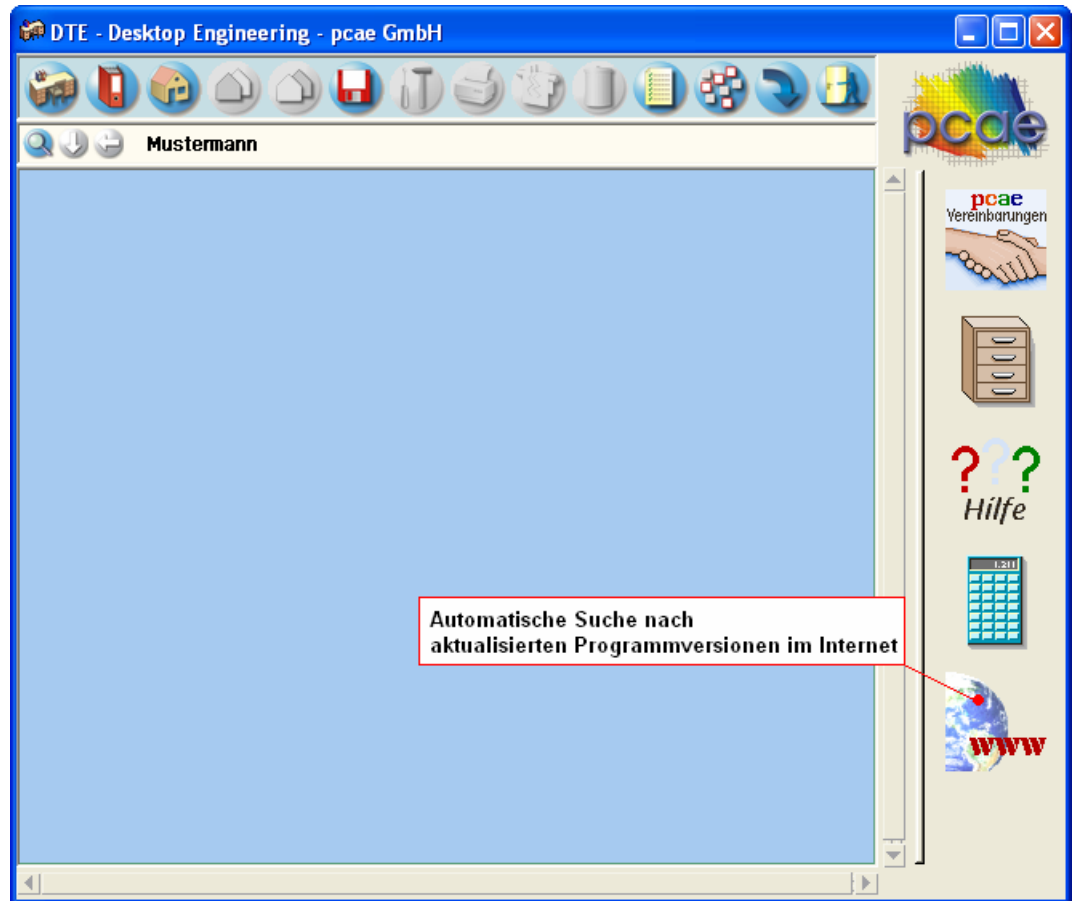


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für **pcae**-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit **pcae**-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.



## Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtisches sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

- |  |   |
|--|---|
|  | Die Buttons bewirken im Einzelnen   |
|  | öffnet die Schreibtischauswahl  |
|  | legt einen neuen Projektordner an   |
|  | erzeugt ein neues Bauteil   |
|  | kopiert das aktivierte Bauteil  |
|  | fügt die Bauteilkopie ein   |
|  | lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der <b>e-Mail-Dienst</b> . |
|  | menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils                       |
|  | druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils                       |
|  | ruft das Planerstellungsmodul des aktivierten Bauteils                    |
|  | löscht das aktivierte Bauteil/Ordner                                      |
|  | öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste                                  |
|  | öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen   |
|  | eröffnet Verwaltungsfunktionen  |
|  | schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung                   |

## Bauteil erzeugen



Durch Erzeugen eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem DTE®-Desktop und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



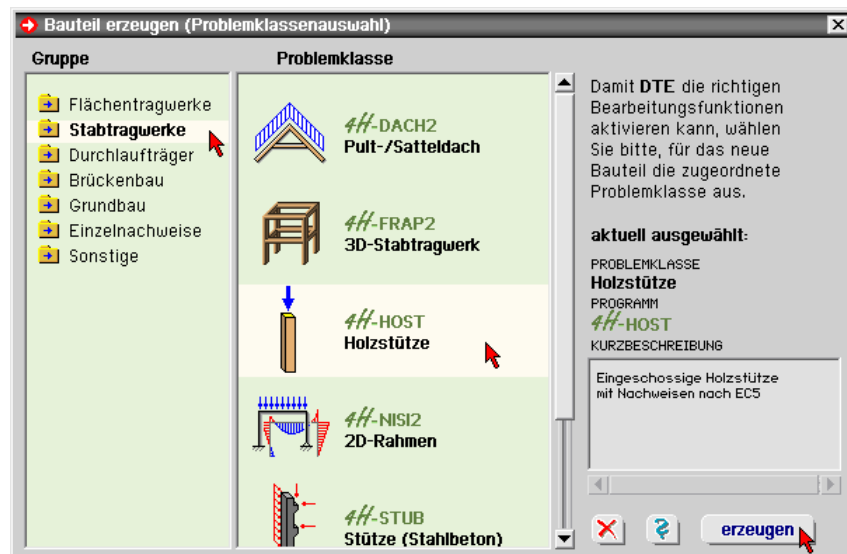
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



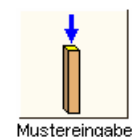
Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtischs angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Stabtragwerke**, dann auf die Problemklasse **Holzstütze** und abschließend auf den **erzeugen-Button**.



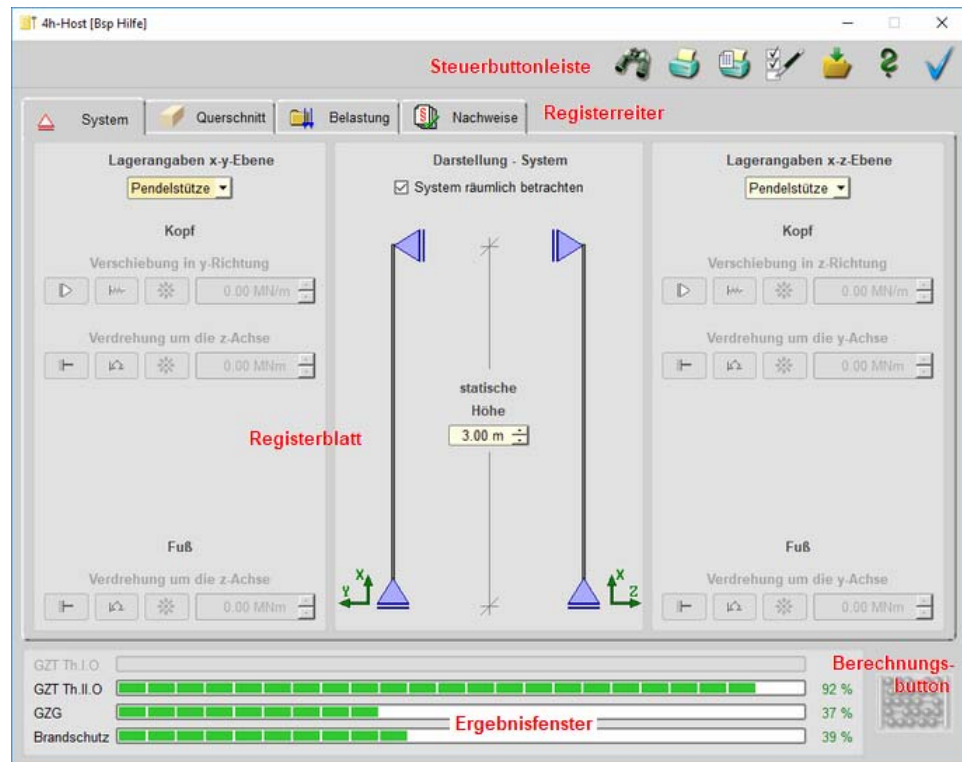
Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint. Nach dessen Bestätigung erscheint das Icon zu 4H-HOST auf dem DTE®-Schreibtisch.



## Eingabeoberfläche



Nach Doppelklicken des Bauteilicons erscheint das in die dargestellten Bereiche unterteilte Haupteingabefenster von 4H-HOST.



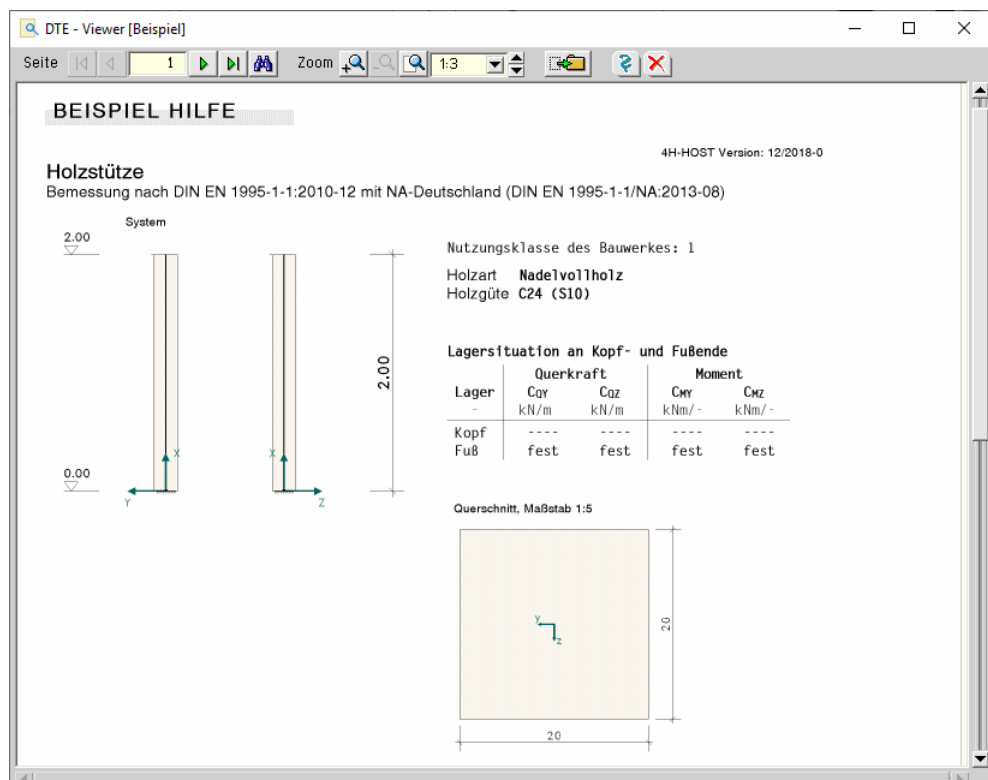
Standardmäßig befindet sich am oberen Bildschirmrand die Steuerbuttonleiste mit den Hauptfunktionen des Programms. Über die Einstellungen der **Bildschirmdarstellung** kann die Steuerbuttonleiste auch seitlich angeordnet werden.

### Steuerbuttons

Nachfolgend werden die Funktionen der Steuerbuttons beschrieben.

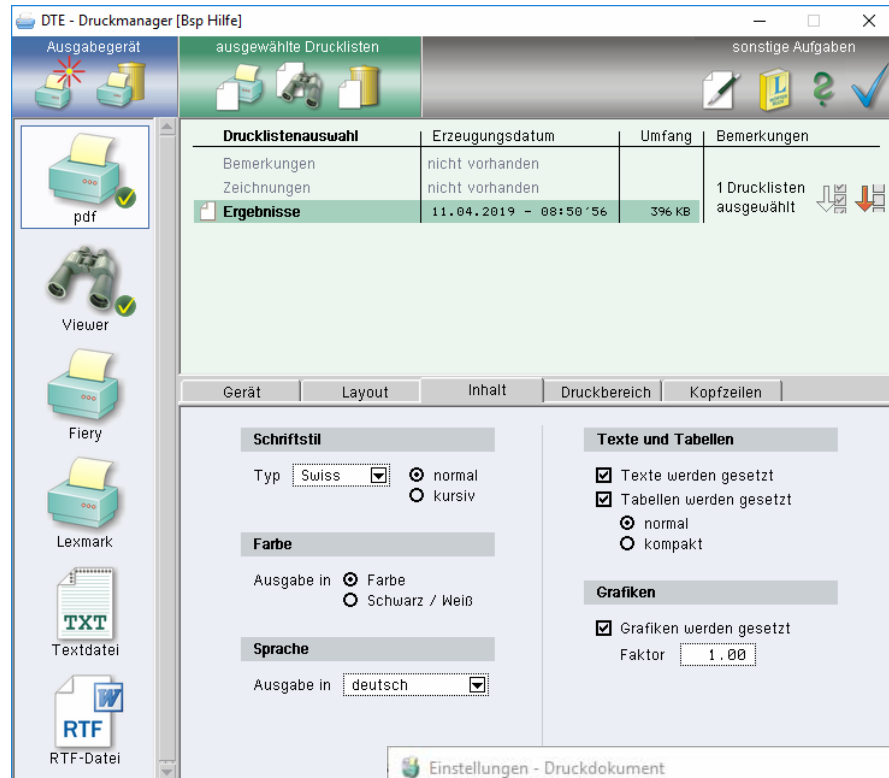


öffnet das Fenster zur **Drucklistenvorschau** (DTE®-Viewer)

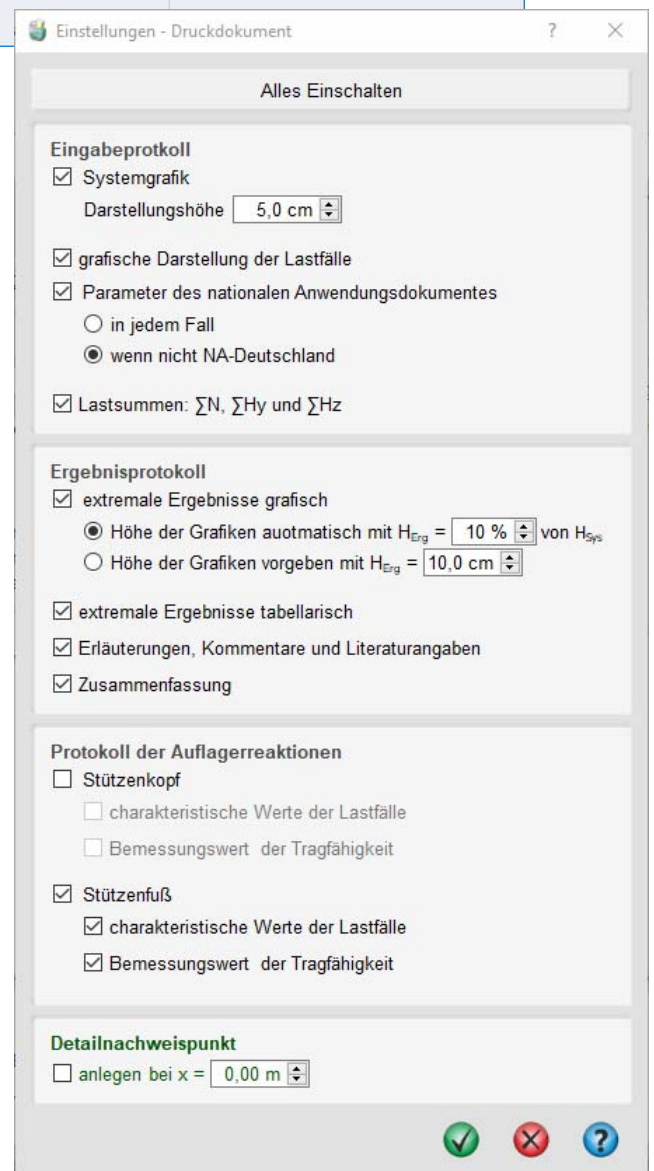




öffnet den Druckdialog zur Bestimmung des Ausgabegeräts (DTE®-**Druckmanager**) und den damit zusammenhängenden Einstellungen



öffnet den Dialog zur **Gestaltung** des Druckdokuments. Hier können Elemente aus Eingabe- und Ergebnisprotokoll für die Druckliste deaktiviert und die Höhen der grafischen Elemente angepasst werden.





Wird die Option für den **Detailnachweispunkt** aktiviert, erweitert sich das Druckdokument um den Abschnitt Detailnachweispunkt. Für die mit der Koordinate x definierte Stelle werden dort für alle geführten Nachweise die Ergebnisse aller Lastkombinationen aufgeführt. Der Detailnachweispunkt dient damit der Nachvollziehbarkeit von punktuellen Nachweisergebnissen. Das reguläre Ergebnisprotokoll (s. Abs. 3.6, S. 19) enthält demgegenüber nur extremale Ergebnisse.



ruft den Dialog für die Einstellung des Fonts der Bildschirmdarstellung auf



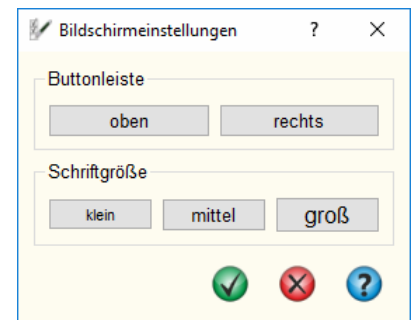
Sicherung der aktuellen Einstellungen



ruft die Online-Hilfe auf



Verlassen des Programms



## Registerreiter

Über die Registerreiter erreicht man die vier Registerblätter *System* (s. Abs. 3.1, S. 11), *Querschnitt* (s. Abs. 3.2, S. 12), *Belastung* (s. Abs. 3.3, S. 13) und *Nachweise* (s. Abs. 3.4, S. 16).

In den Registern können alle rechenrelevanten Parameter angepasst werden. Die Darstellung des Registerblattinhalts nimmt den größten Teil des Fensters ein.

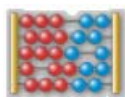
## Ergebnisfenster

Im Ergebnisfenster im unteren Bereich der Oberfläche wird die Ausnutzung der aktivierten Nachweise angezeigt. Ein grüner Balken ( $\leq 100\%$ ) bedeutet, der Nachweis wurde erfüllt; ein roter Balken ( $>100\%$ ), dass der Nachweis nicht erfüllt wurde.

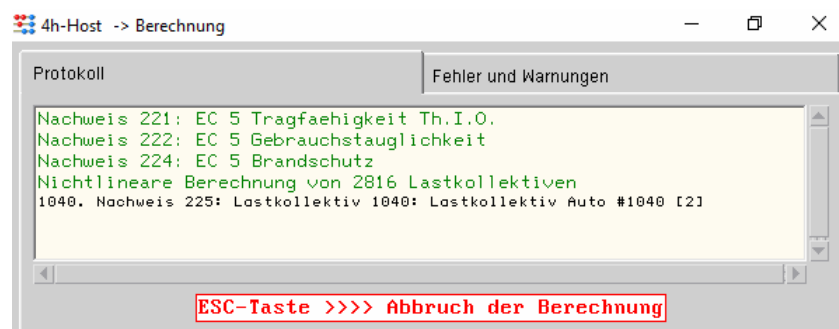
Wenn sich an den rechenrelevanten Daten etwas geändert hat, werden die Balken grau dargestellt, zeigen aber weiterhin das Ergebnis des letzten Rechengangs an. Dafür ist dann der Berechnungsbutton wieder farbig und aktiv.



## Berechnungsbutton



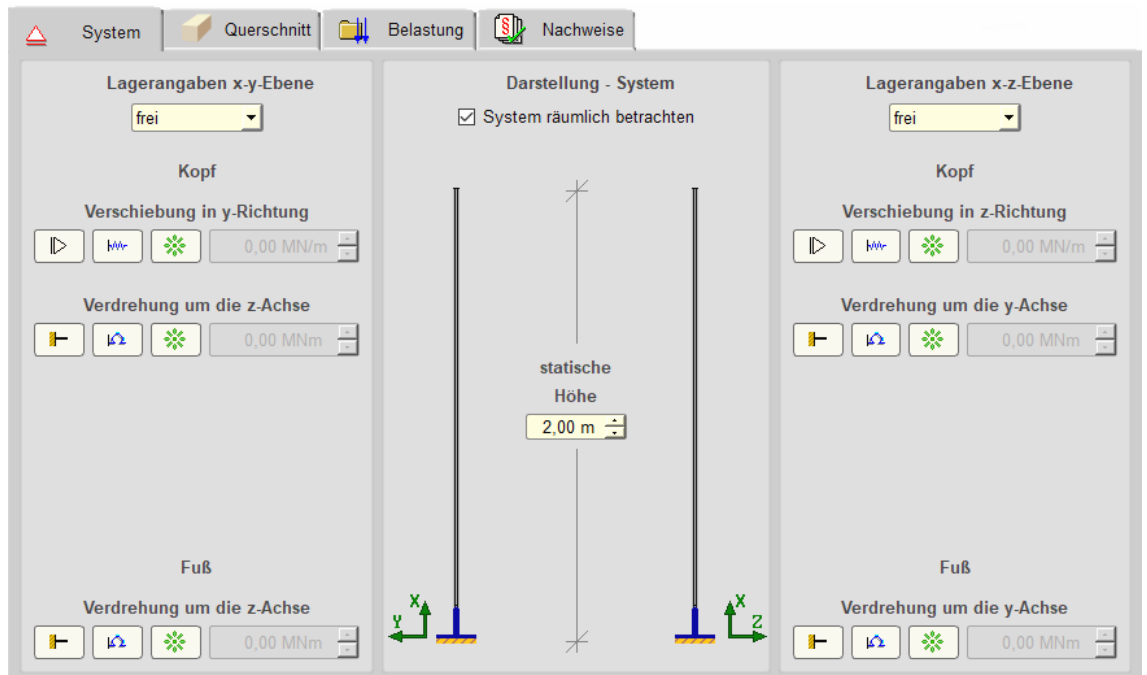
Mit dem **Berechnungsbutton** wird die Berechnung gestartet. Während der Berechnung wird ein zusätzliches Fenster geöffnet, in dem der Rechenfortschritt und eventuelle Fehler oder Warnungen darstellt werden.



## 3.1

### Register System

Im ersten Registerblatt wird das statische System definiert.



Die Angaben zum System beschränken sich auf die Höhe und die **Lagerangaben** an Kopf und Fuß der Stütze.

Über eine Auswahlbox können die Lagerbedingungen direkt für eine Pendel- oder eine Kragstütze festgelegt werden; die Buttongruppen für die Lagerbedingungen im Kopf- und Fußbereich sind inaktiv. Ist die Option **frei** ausgewählt, sind die Buttongruppen aktiv und individuelle Lagerbedingungen können eingestellt werden.

Am Kopf kann je Achsrichtung eine Verschiebungs- und Verdrehungsbehinderung definiert werden. Am Fußpunkt kann nur die Verdrehungsbehinderung manipuliert werden.

Hierzu werden jeweils drei Schalter (Buttongruppe) angeboten, mit denen die zugeordnete Verformung gänzlich unterbunden (starres Lager, linker Schalter), von einer Feder gedämpft (mittlerer Schalter) oder als uneingeschränkt verformbar (rechter Schalter) festgelegt werden kann.

Im Falle einer elastischen Lagerung muss die der Feder zugeordnete Federkonstante im Eingabefeld rechts neben der Schaltergruppe mit einem Wert  $> 0$  angegeben werden.

Ist die Option **System räumlich betrachten** deaktiviert, werden die Eingabemöglichkeiten zur X-Y-Ebene deaktiviert. Die Lasteingabe (s. Abs. 3.3, S. 13) wird dann gleichfalls reduziert.

## 3.2

### Register Querschnitt

Im zweiten Registerblatt sind Abmessungen und Material des Stützenquerschnitts festzulegen.

#### Material

Die Materialeigenschaften für Berechnung und Nachweise können über Auswahlboxen für Holzart und -güte festgelegt werden. Zur Auswahl stehen die gängigen Güten entspr. Eurocode 5. Bei Laubholz ist eine zusätzlich Option aktiv, mit der bestätigt wird, ob es sich um Buche handelt.

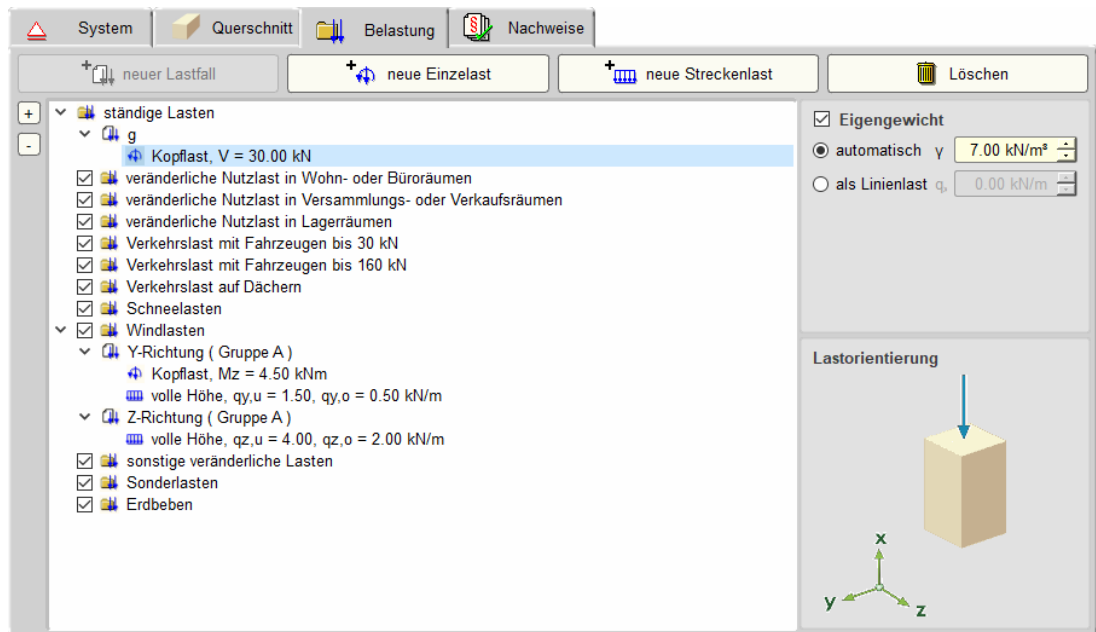
#### Form und Abmessungen

Als Querschnittsform kann zwischen **Rechteck** und **Kreis** gewählt werden. Die zugehörigen Abmessungen in den entsprechenden Achsrichtungen bestimmen sich aus den Angaben zu  $b_y$  und  $b_z$ .



## Register Belastung

Im dritten Registerblatt sind die Belastungen festzulegen, für die die Stütze bemessen werden soll.



### Allgemeines

**Einwirkungen** und zugehörige Lastfälle werden in einer Baumstruktur angeordnet. Anders als in anderen **pcae**-Programmen müssen die Einwirkungen nicht vom Anwender angelegt werden.

Für alle vom Eurocode vorgesehenen Einwirkungsarten ist bereits je ein Eintrag vorhanden, der nicht gelöscht werden kann. Optional können die Einwirkungen - mit Ausnahme der ständigen Einwirkung - über das **Häkchen** in der zweiten Spalte deaktiviert werden.

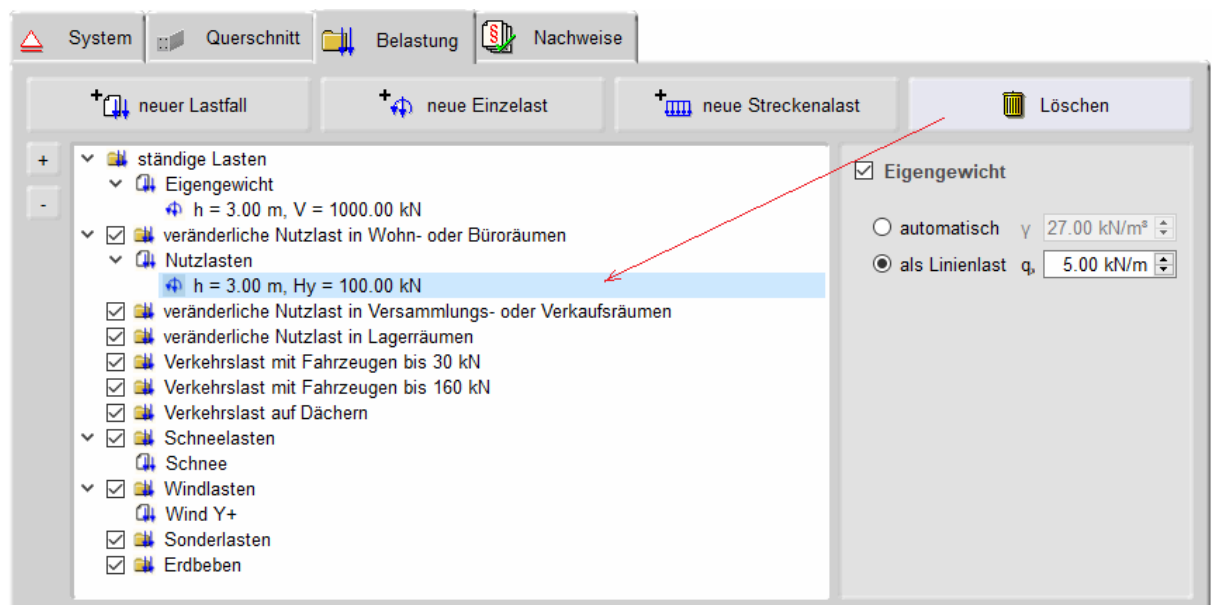
Die Einwirkungen bestimmen die Eigenschaften der ihnen zugeordneten Lastfälle. Diese Eigenschaften haben Einfluss auf die Bildung der Extremalbildungsvorschriften und Lastkollektive der zu berechnenden Nachweise.

Die Symbole in der Baumstruktur haben folgende Bedeutungen

Einwirkung    Lastfall    Einzellast    Streckenlast

Die Buttons **neuer Lastfall**, **neue Einzellast** und **neue Streckenlast** sind selbsterläuternd.

Ein ganzer Lastfall oder einzelne Lastbilder können über den **löschen**-Button entfernt werden. Gelöscht wird dabei immer die farbig unterlegte Zeile im Baum. Bei Löschen von Lastfällen werden alle untergeordneten Lastbilder ebenfalls entfernt.



Durch einfachen Klick auf eine Zeile wird der Eintrag durch eine blaue Unterlegung markiert. Durch Doppelklicken einer Zeile erscheint ein Dialog zur Bearbeitung von Lastfall (s. Abs. 3.3.1, S. 14), Einzellast (s. Abs. 3.3.2, S. 15) oder Streckenlast (s. Abs. 3.3.3, S. 15).

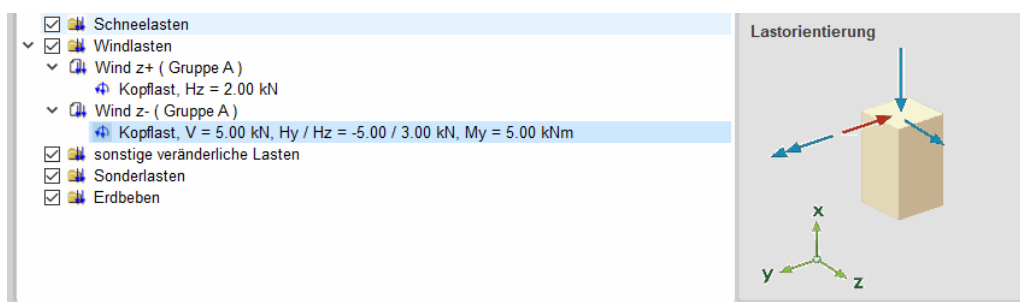
### Eigengewicht

Das Eigengewicht kann **automatisch** aus den Abmessungen des Querschnitts und dem Wert  $\gamma$  für das Raumgewicht ermittelt oder direkt **als Linienlast** vorgegeben werden.

### Lastorientierung

Wenn der markierte Eintrag im Baum ein Lastbild (Einzel- oder Linienlast) ist, wird im Bereich unten rechts die Orientierung der Lastbildkomponenten dargestellt.

Die Pfeile zeigen dabei nur die Richtung an, die Größe der Symbole ist unabhängig von den Lastbildordinaten. Sind die Pfeile rot, bedeutet dies, dass die Ordinate negativ definiert ist.



## 3.3.1

### Lastfalldialog

Mit diesem Dialog werden die **Eigenschaften** eines Lastfalls festgelegt.

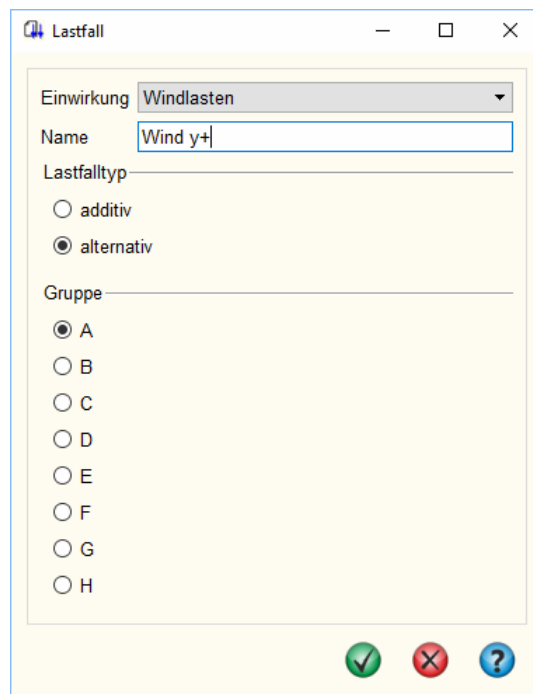
Wird dieser Dialog über die Funktion **neuer Lastfall** aufgerufen, kann hier im oberen Bereich die Zuordnung zu einer gegebenen Einwirkung ausgewählt werden. Bei einem späteren Aufruf über Doppelklick auf den Eintrag des Lastfalls in der Baumstruktur kann die zugeordnete Einwirkung nicht mehr verändert werden.

Der Lastfalltyp unterscheidet zwischen **additiven** und **alternativen** Lastfällen.

Ein additiver Lastfall wirkt (günstig oder ungünstig) immer unabhängig von anderen Lastfällen. Als Beispiel für additive Verkehrslasten können Lastfälle genannt werden, die feldweise Nutzlasten enthalten, die jeder für sich aber auch alle gemeinsam (jedes Feld belastet) vorkommen können.

Alternative Lastfälle werden zu Gruppen zusammengefasst. Hierbei gilt die Regel, dass immer nur der Lastfall einer Gruppe mit der ungünstigsten Auswirkung auf den betrachteten Nachweispunkt zur Anwendung kommt.

Die Lastfälle einer und derselben alternativen Gruppe schließen einander aus. Als Beispiel für alternative Verkehrslasten sind Windlastfälle zu nennen, die unterschiedliche Windrichtungen untersuchen.



### 3.3.2

#### Einzellastdialog

In diesem Dialog werden die **Eigenschaften** einer Einzellast festgelegt.

Im Kopfbereich erfolgt über zwei Auswahlboxen die Zuordnung zu Einwirkung und Lastfall.

Als Ort der Lasteinleitung kann der Stützenkopf oder eine freie Höhe gewählt werden.

Das Lastbild selbst setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen

- senkrechte Kraft (positive Wirkungsrichtung nach unten)
- horizontale Kraft in y- und z-Richtung
- Momentenbelastung um y- und z-Achse (positiv rechtsdrehend um die jeweilige Achse)

### 3.3.3

#### Streckenlastdialog

In diesem Dialog werden die Eigenschaften einer **Streckenlast** festgelegt.

Im Kopfbereich erfolgt über zwei Auswahlboxen die Zuordnung zu Einwirkung und Lastfall.

Als Lastformen stehen konstante, linear veränderliche und Teilstrecken- oder Streckenlasten über die gesamte Höhe zur Auswahl.

Je nach Lastform sind die Ordinaten für obere und untere Einleitungshöhe sowie die Lastgröße anzugeben.

Streckenlasten wirken immer horizontal in y- oder z-Richtung.

## Nachweiseinstellungen

Im vierten Registerblatt können die zu führenden Nachweise ausgewählt werden.

### Nationaler Anhang

Ein Klick auf das **Flaggensymbol** führt zu einem separaten Eigenschaftsblatt zur Änderung der Parameter des Nationalen Anhangs (s. Abs. 3.5, S. 18).

### Nutzungs-kategorie und Standorthöhe

Die Nutzungs-kategorie ist vom Anwender gemäß EC5, Abs. 2.3.1.3, zu ermitteln und im Programm festzulegen. Die Nutzungs-kategorie hat Auswirkung auf die Modifikationsbeiwerte  $k_{mod}$  und damit die Bildung der Lastkombinationen für die Tragfähigkeitsnachweise sowie den Verformungsbeiwert  $k_{def}$  zur Ermittlung der Verformungen im Gebrauchstauglichkeitsnachweis.

Bei der **Standorthöhe** ist nur zwischen Geländehöhen unter bzw. über 1.000 m zu unterscheiden.

### Biegedrillknicken

Durch Aktivierung der Option **Biegedrillknicken berücksichtigen** wird bei allen Tragfähigkeitsnachweisen (inkl. Brandschutz) Biegedrillknicken entspr. dem Ersatzstabverfahren EC5, Abs. 6.3.3, berücksichtigt.

Um den zugehörigen Beiwert  $k_{crit}$  ermitteln zu können, ist die Angabe der wirksamen Länge  $l_{ef}$  erforderlich, die als Vielfaches der Stützhöhe anzugeben ist. Dabei sind die Art des statischen Systems, das Maß der Belastungsverteilung sowie die Kraftrichtung zu berücksichtigen (s. Tab. 6.1 von EC5, Abs. 6.3.3).



Für übliche Stützen im Holzbau ist ein Nachweis gegen Biegedrillknicken nicht erforderlich. Die Option ist standardmäßig deaktiviert, da der Nachweis nur bei ungewöhnlichen Abmessungen (starke Differenz zwischen schwacher und starker Achse oder sehr hohen schlanken Stützen) maßgebend werden kann.

### Tragfähigkeitsnachweise

Für den Nachweis der Tragfähigkeit im Kaltzustand kann die Berechnung entweder nach Th. I. Ord. oder Th. II. Ord. erfolgen.

- Nachweis Th. I. Ord.

Beim Nachweis n. Th. I. Ord. erfolgt die Schnittgrößenermittlung linear am unverformten System. Der Nachweis der Stabilität erfolgt nach dem Ersatzstabverfahren entspr. Abs. 6.3. Die effektive Länge (bzw. Knicklänge) zur Ermittlung der Knicksicherheitsbeiwerte wird dabei vom Programm automatisch ermittelt. Als Ersatz für Imperfektion und Zusatzverformungen, wie bei der nichtlinearen Betrachtung, werden die Festigkeiten durch die ermittelten Beiwerte abgemindert.

- Nachweis Th. II. Ord.

Beim Nachweis n. Th. II. Ord. erfolgt die Schnittgrößenermittlung nichtlinear unter Berücksichtigung der Systemverformung. Zusätzlich werden die Imperfektionen (bzw. Vorverformungen) n. EC5, Abs. 5.4.4, automatisch berücksichtigt.

Knicksicherheitsbeiwerte werden hier nicht ermittelt, da die Sicherheit gegen Biegeknicken durch das nichtlineare Berechnungsverfahren gewährleistet wird. Falls der Nachweis gg. Biegedrillknicken berücksichtigt werden soll, wird hierfür analog zur Berechnung n. Th. I. Ord. ein Beiwert für den Spannungsnachweis angesetzt.

- automatische Imperfektion bei Th. II. Ord.

Ist das System am Kopf horizontal gehalten, hat die Imperfektion die Form einer Durchbiegung, andernfalls einer Schiefstellung. Für jede Achsrichtung wird eine Imperfektionsfigur ermittelt.

Zur Berücksichtigung der ungünstigsten Wirkungsrichtung werden diese Imperfektionsfiguren anteilig kombiniert. Zur Ermittlung der maßgebenden Richtung der Imperfektion wird für jede Achsrichtung unabhängig die Knicklast  $N_{ki} = (\pi/s_k)^2 \cdot EI$  ermittelt.

Ist die Knicklast einer Richtung dreimal größer als für die andere (z.B.  $N_{ki,z} \geq 3 \cdot N_{ki,y}$ ), wird die Imperfektion ausschließlich in der schwachen Richtung angesetzt.

Sind die Knicklasten beider Richtungen gleich groß ( $N_{ki,z} = N_{ki,y}$ ) wird die Imperfektion immer in Richtung der größten Verformung aus Last angesetzt. In allen anderen Fällen wird interpoliert.



Der Vorteil des Nachweises n. Th. I. Ord. liegt in der besseren Nachvollziehbarkeit. Bei einfachen statischen Systemen ist dies leicht durch eine Handrechnung möglich. Der Nachweis n. Th. II. Ord. ist dagegen in den meisten Fällen der wirtschaftlichere.

### Gebrauchstauglichkeitsnachweise

Mit dem Gebrauchstauglichkeitsnachweis wird die zulässige Endverformung n. EC5, Abs. 7.2, nachgewiesen, die in Abhängigkeit des statischen Systems entspr. Tab. 7.2 ermittelt wird. Die maßgebende vorhandene Verformung wird linear berechnet.

Die Belastung wird ermittelt aus der quasi-ständigen Kombination der Einwirkungen n. EC0, Abs. 6.5.3.(2)c), unter Berücksichtigung von EC5, Abs. 2.2.3.

### Brandschutz

Die **Feuerwiderstandsdauer** ist in Minuten anzugeben (maximal 240 min). Bei der **Brandbeanspruchung** kann durch die Auswahlbox entweder eine allseitige Beflammung oder ein einseitiger Schutz für eine der vier Seiten gewählt werden.

Aus der Dauer der Brandbeanspruchung und der gewählten Holzgüte wird n. EC5, Teil 1-2, Abs. 3.4, der Bemessungswert der Abbrandtiefe ermittelt. Der weitere Nachweis erfolgt n. EC5, Teil 1-2, Abs. 4.2. Hierzu stehen zwei Berechnungsmethoden zur Auswahl.

Bei der **Methode mit reduziertem Querschnitt** (Abs. 4.2.2), wird der um die Abbrandtiefe reduzierte Restquerschnitt nochmals auf einen ideellen Querschnitt verkleinert.

Bei der **Methode mit reduzierten Eigenschaften** (Abs. 4.2.3) werden Reduktionsfaktoren für die Festigkeiten ermittelt.

Mit den reduzierten Querschnittswerten bzw. Festigkeiten wird das System dann analog zum gewählten Tragfähigkeitsnachweis berechnet und nachgewiesen (s.o.); bei Th. I. Ord. dementsprechend mit dem Ersatzstabverfahren und bei Th. II. Ord. unter Berücksichtigung von Imperfektionen.

Nach EC5, Teil 1-2, Abs. 4.3.3(2), dürfen im Brandabschnitt günstigere Lagerungsbedingungen als unter Normaltemperatur angenommen werden. In Zwischengeschoßen können an beiden Enden Volleinspannungen angenommen werden; im obersten Stockwerk gilt dies nur für das

untere Ende (s. auch EC5, Teil 1-2, Bild 4.4).

Über das untere Stockwerk trifft die Norm leider keine Aussage, aber im Programm wird diese Regel dahingehend erweitert, dass auch für das untere Geschoss eine Volleinspannung, hier nun am oberen Ende, angenommen werden kann.

Wenn dieser Effekt berücksichtigt werden soll, ist die Option **Einspannungen im Brandfall berücksichtigen** zu aktivieren. Die **Lage der Stütze** kann durch die zugehörige Auswahlbox angegeben werden.

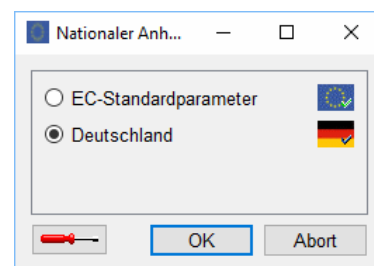
## 3.5

### Nationale Anhänge zu den Eurocodes

Die Eurocode-Normen gelten nur in Verbindung mit ihren nationalen Anhängen in dem jeweiligen Land, in dem das Bauwerk erstellt werden soll.

Für ausgewählte Parameter können abweichend von den Eurocode-Empfehlungen (im Eurocode-Dokument mit 'ANMERKUNG' gekennzeichnet) landeseigene Werte bzw. Vorgehensweisen angegeben werden.

In **pcae**-Programmen können die veränderbaren Parameter in einem separaten Eigenschaftsblatt eingesehen und ggf. modifiziert werden.



Dieses Eigenschaftsblatt dient dazu, dem nach Eurocode zu bemessenden Bauteil ein nationales Anwendungsdokument (NA) zuzuordnen.

NAe enthalten die Parameter der nationalen Anhänge der verschiedenen Eurocodes (EC 0, EC 1, EC 2 ...) und ermöglichen den **pcae**-Programmen das Führen normengerechter Nachweise, obwohl sie von Land zu Land unterschiedlich gehandhabt werden.

Die EC-Standardparameter (Empfehlungen ohne nationalen Bezug) wie auch die Parameter des deutschen nationalen Anhangs (NA-DE) sind grundsätzlich Teil der **pcae**-Software.

Darüber hinaus stellt **pcae** ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem weitere NAe aus Kopien der bestehenden NAe erstellt werden können. Dieses Werkzeug, das über ein eigenes Hilfedokument verfügt, wird normalerweise aus der Schublade des DTE<sup>®</sup>-Schreibtischs heraus aufgerufen. Einen direkten Zugang zu diesem Werkzeug liefert die kleine Schaltfläche hinter dem **Schraubenziehersymbol**.

## 3.6

## Druckdokument

Bei jeder Berechnung erstellt das Programm ein Druckdokument, das über den DTE<sup>®</sup>-Viewer am Bildschirm eingesehen oder über den DTE<sup>®</sup>-Druckmanager an ein Ausgabegerät gesendet werden kann.

Im Druckdokument werden alle rechenrelevanten Parameter protokolliert. Die extremalen Ergebnisse der geführten Nachweise werden sowohl grafisch als auch tabellarisch dargestellt. Zusätzlich wird jeweils die maßgebende Stelle im System mit Angabe der z-Koordinate und zugehörigen Schnittgrößen ausgegeben.

Nacheinander werden die Nachweise für Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Brandschutz aufgelistet. Am Ende des Druckdokuments steht der Abschnitt *Zusammenfassung*.

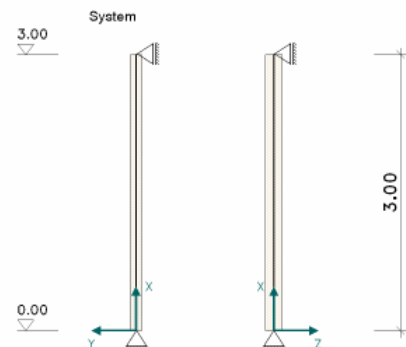
Nachfolgend werden die Komponenten des vollständigen Druckdokuments mit allen Nachweisen gezeigt.

Die Ausgabe beginnt mit dem Systemprotokoll, das Angaben zu statischem System, Querschnitt und Materialgütern enthält.

### Holzstütze

Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit NA-Deutschland (DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08)

4H-HOST Version: 12/2018-0



Nutzungsklasse des Bauwerkes: 1

Holzart **Nadelvollholz**

Holzgüte **C24 (S10)**

Lagersituation an Kopf- und Fußende

Lager	Querkraft		Moment	
	$C_{QY}$ kN/m	$C_{QZ}$ kN/m	$C_{MY}$ kNm/-	$C_{MZ}$ kNm/-
Kopf	fest	fest	----	----
Fuß	fest	fest	----	----

Querschnitt, Maßstab 1:5



Darauf folgt das Protokoll der Belastung mit der Struktur von Einwirkungen und Lastfalleigenschaften sowie einer tabellarischen und grafischen Darstellung der Lastbilder.

## 1. Belastung

### 1.1. Einwirkungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Einwirkungen und Lastfälle in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind deren überlagerungsspezifische Eigenschaften angegeben.

verwendete Symbole:  Einwirkung  Lastfall


#### 1: ständige Lasten

 1: g

#### ständige Lasten


additiv

#### 9: Wind

 2: Y-Richtung

#### veränderliche Windlasten

alternativ in Gruppe A

 3: Z-Richtung

alternativ in Gruppe A

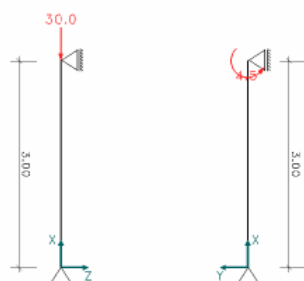
### 1.2. Tabelle der Lastbilder

Lastf.	Lastbild	Einleitung	Richtung	Wert	Einheit
1	Punktlast	Kopf	N	30.00	kN
2	Punktlast	Kopf	M <sub>z</sub>	4.50	kNm
3	Streckenlast	volle Höhe	q <sub>y,oben</sub>	0.50	kN/m
			q <sub>y,unten</sub>	1.50	kN/m
			q <sub>z,oben</sub>	2.00	kN/m
			q <sub>z,unten</sub>	4.00	kN/m

#### 1.2.1. Grafiken der Punktlasten

Lastfall 1 (Bild 1)

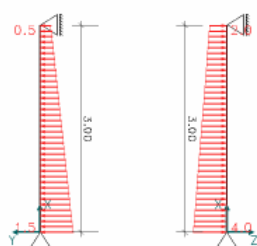
Lastfall 2 (Bild 2)



#### 1.2.2. Grafiken der Streckenlasten

Lastfall 2 (Bild 1)

Lastfall 3 (Bild 2)



Das Eigengewicht, das entweder als Raum- oder Liniengewicht definiert werden kann (s. Belastung S. 13), ist immer dem ständigen Lastfall zugeordnet.

### 1.3. Eigengewicht der Stütze

Das Gewicht der Stütze wird mit 7.00 kN/m³ im Lastfall 1 berücksichtigt.

Zum Abschluss werden die vertikalen und horizontalen Lastsummen protokolliert (wenn diese als Option bei den Druckeinstellungen, s. S. 9, ausgewählt wurde).

### 1.4. Lastsummen

$\Sigma N = 30.45 \text{ kN}$   $\Sigma H_y = 3.00 \text{ kN}$   $\Sigma H_z = 9.00 \text{ kN}$

Die Ergebnisausgabe beginnt mit dem Tragfähigkeitsnachweis, hier der in der Variante nach Th. II. Ord.. Alternativ stünde auch ein Nachweis mit Berücksichtigung der Stabilität über das Ersatzstabverfahren zur Verfügung (s. Nachweiseinstellungen, S. 16).

## 2. Tragfähigkeit nach Th.II.O



Hier wird vor Ausgabe der eigentlichen Ergebnisse der vom Programm automatisch gewählte Ansatz der baulichen Imperfektionen protokolliert. Dies ist zum einen die gewählte Form und Größe der Imperfektionsfigur je Achsrichtung und zum anderen wie die maßgebende Richtung je Lastkollektiv ermittelt wird.

## 2.1. Berücksichtigung von baulichen Imperfektionen

### 2.1.1. Imperfektionsfiguren

Je Achsrichtung wird eine Imperfektionsfigur entsprechend [1], Abschnitt 5.4.4 ermittelt.

Ersatzlänge  $\beta = l_0/l$

Schiefstellung  $\Phi = 0.005$  bzw.  $\Phi = 0.005 (5/h)^{0.5}$  bei  $h > 5$  m

max. Vorverformung  $e = \Phi \cdot 0.5 \cdot l_0$

Knicklast  $N_{K1} = (\pi/l_0)^2 EI$

Richtung	Form	$\beta$ -	$l_0$ m	$\Phi$ -	$e$ cm	$EI$ MNm <sup>2</sup>	$N_{K1}$ MN
Y	Krümmung	1.00	3.00	0.0050	0.750	70.05	76.82
Z	Krümmung	1.00	3.00	0.0050	0.750	70.05	76.82

$l_0$  - Knicklänge  $EI$  - Biegesteifigkeit

### 2.1.2. Richtung der Imperfektion

$N_{K1,z}/N_{K1,y} = 1.00 \Rightarrow$  immer in Richtung der Verformung aus planmäßiger Last.

Dann folgt eine Liste der berechneten Lastkollektive mit den Faktoren der Lastfälle, aus denen sie gebildet werden. Dort sind unter den Nachweisen n. Th. II. Ord. auch die Anteile der Imperfektionsfiguren enthalten, die sich aus der gewählten Richtung ergeben (bezeichnet mit  $I_y$  bzw.  $I_z$ ).

Da hier im Beispiel alle Lastkollektive eine resultierende Belastung in Achsrichtung aufweisen, sind die Faktoren immer 1.0. Bei einer schiefen Belastung könnte das auch  $0.89 \cdot I_y$  und  $0.45 \cdot I_z$  lauten. Die resultierende Vektorlänge der beiden Anteile beträgt aber immer 1 ( $(0.892 + 0.452) \cdot 0.5 = 1.0$ ).

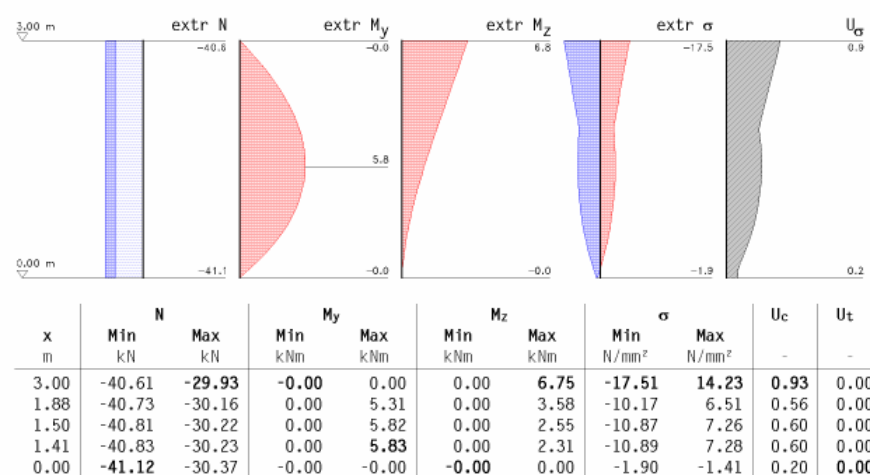
## 2.2. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	ständig	$LF1+I_z$
2	ständig	$1.35 \cdot LF1+I_z$
3	ständig	$LF1+1.5 \cdot LF2-I_y$
4	ständig	$1.35 \cdot LF1+1.5 \cdot LF2-I_y$
5	ständig	$LF1+1.5 \cdot LF3+I_z$
6	ständig	$1.35 \cdot LF1+1.5 \cdot LF3+I_z$

Die eigentlichen Ergebnisse folgen in Form von grafischen und tabellarischen Darstellungen der extremalen Schnittgrößen und des Bemessungsergebnisses über die Stützhöhe.

## 2.3. Extremale Ergebnisse

Die Schnittgrößen sind bezogen auf die verformte Systemachse



Abschließend wird protokolliert, an welcher Stelle und für welche Lastkombination das maßgebende Bemessungsergebnis ermittelt wurde.

### Maßgebende Ausnutzung Biegung und Druck:

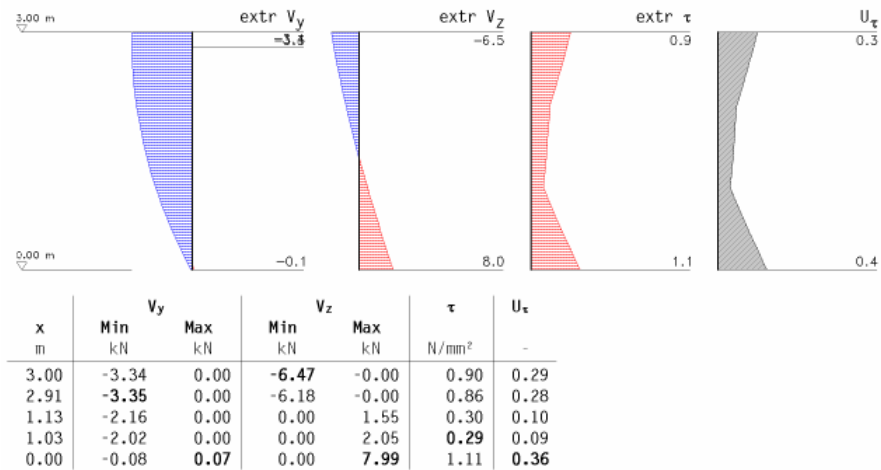
Aus Lastkollektiv 4 an der Stelle  $x = 3.00$  m, mit den Schnittgrößen:

$N/M_y/M_z = -40.61$  kN /  $-0.00$  kNm /  $6.75$  kNm

$\max U_{\sigma,c} = -17.51/-18.91 = 0.93 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Ausnutzung wird eingehalten

Der Nachweis der Querkraft erfolgt mit den gleichen Lastkombinationen.

Die extremalen Ergebnisse über die Stützenhöhe und die Informationen zur maßgebenden Querkraftausnutzung werden an diesen Abschnitt angehängt.



#### Maßgebende Ausnutzung Querkraft:

Aus Lastkollektiv 6 an der Stelle x = 0.00 m, mit den Schnittgrößen:  
 $N/M_y/M_z = -41.02 \text{ kN} / -0.00 \text{ kNm} / 0.00 \text{ kNm}$

$\max U_\tau = 1.11/3.08 = 0.36 < 1.0 \Rightarrow \text{Zulässige Ausnutzung wird eingehalten}$

Darauf folgt der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.

### 3. Gebrauchstauglichkeit

Nachweis der zulässigen Endverformung nach [1], Abschnitt 7.2

#### 3.1. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

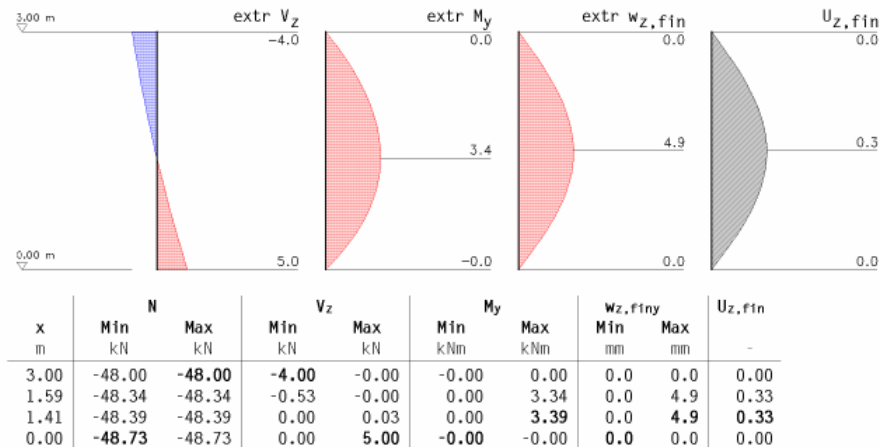
LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	ständig	Lf1
2	ständig	Lf1+Lf2
3	ständig	Lf1+Lf3

Schnittgrößen und Verformungen werden linear nach Th. I. Ordnung ermittelt. Der Nachweis wird für jede Achsrichtung separat geführt.

#### 3.2. Extremale Ergebnisse

##### 3.2.1. Nachweis der Endverformung in Z-Richtung

Zulässige Endverformung für eine Pendelstütze:  $zul w_{fin} = 3000/200 = 15.0 \text{ mm}$



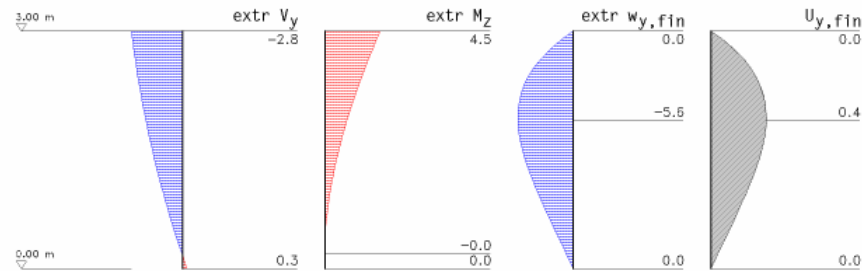
#### Maßgebende Ausnutzung Endverformung in Z-Richtung:

Aus Lastkollektiv 3 an der Stelle x = 1.50 m, mit den Schnittgrößen:  
 $N/V_z/M_y = -48.36 \text{ kN} / -0.25 \text{ kNm} / 3.38 \text{ kNm}$

$\max U_{z,fin} = 4.9/15.0 = 0.33 < 1.0 \Rightarrow \text{Zulässige Ausnutzung wird eingehalten}$

### 3.2.2. Nachweis der Endverformung in Y-Richtung

Zulässige Endverformung für eine Pendelstütze:  $z_{ul} w_{fin} = 3000/200 = 15.0 \text{ mm}$



x m	N		V_z		M_y		w_z,fin		U_z,fin
	Min kN	Max kN	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	Min mm	Max mm	-
3.00	-48.00	-48.00	-2.75	0.00	0.00	4.50	0.0	0.0	0.00
2.91	-48.02	-48.02	-2.70	0.00	0.00	4.24	-1.1	0.0	0.07
2.06	-48.23	-48.23	-2.13	0.00	0.00	2.19	-5.5	0.0	0.37
1.97	-48.25	-48.25	-2.06	0.00	0.00	1.99	-5.6	0.0	0.37
0.19	-48.68	-48.68	-0.03	0.00	-0.02	0.00	-0.7	0.0	0.05
0.00	-48.73	-48.73	0.00	0.25	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00

Maßgebende Ausnutzung Endverformung in Y-Richtung:

Aus Lastkollektiv 2 an der Stelle  $x = 1.88 \text{ m}$ , mit den Schnittgrößen:

$N/V_y/M_z = -48.27 \text{ kN} / -1.98 \text{ kNm} / 1.80 \text{ kNm}$

$\max U_{y,fin} = -5.6/15.0 = 0.38 < 1.0 \Rightarrow \text{Zulässige Ausnutzung wird eingehalten}$

Als letzter Nachweis folgt der Brandschutz, hier ebenfalls in der Variante nach Theorie II. Ordnung (richtet sich nach der Variante des Tragfähigkeitsnachweises, s. oben).

## 4. Brandschutz

Nachweis nach der Methode mit reduzierten Eigenschaften entsprechend [2], Abschn. 4.2.3.

Berechnung nach Theorie II. Ordnung

Brandbeanspruchung

geforderte Feuerwiderstandsdauer:  $t = 30 \text{ min}$ , alleseitig beflammt

Hier wird protokolliert, welche Änderung der Lagerung gemäß EC5, Teil 1-2, Abs. 4.3.3(2), für die Berechnung im Brandfall angenommen wurde. Bei Zwischengeschossen, wie hier im Beispiel, ist dies eine zusätzliche Einspannung oben und unten.

### 4.1. Statisches System

Für die Berechnung im Brandfall wird ein wie folgt verändertes statisches System angenommen:

- oben eine zusätzliche Momenteneinspannung um die Y- und Z-Achse
- unten eine zusätzliche Momenteneinspannung um die Y- und Z-Achse

Entsprechend der Nachweismethode und der Branddauer ergeben sich geringere Querschnittsabmessungen. Bei Berechnung n. Th. II. Ord. werden die Knickbeiwerte immer zu 1.0 angenommen. Sollte die Berechnung (anders als im Beispiel) mit dem Ersatzstabverfahren geführt werden, sind diese Werte i.d.R. kleiner.

Der Kippnachweis dagegen wird auch bei der nichtlinearen Berechnung über den Beiwert geführt (ist aber hier im Beispiel 1.0 und damit nicht relevant).

### 4.2. Rechenwerte

Abbrandtiefe

Bemessungswert der ideellen Abbrandtiefe:  $d_{char,n} = 24 \text{ mm}$

Rechnerische Abmessungen im Brandfall

Restquerschnitt:  $b_{y,rest}/b_{z,rest} = 7.2/13.2 \text{ cm}$

Knickbeiwerte  $k_{c,y} = k_{c,z} = 1.0$

Kippbeiwert

eff. Länge  $l_{ef} = 3.00 \text{ m} \Rightarrow \sigma_{m,crit} = 66.67 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,m} = 0.594 \Rightarrow k_{crit} = 1.000$

Materialsicherheit  $\gamma_{M,fi} = 1.00$

Auf Grund der Berechnung n. Theorie II. Ordnung werden auch hier Imperfektionen angesetzt. Die Vorgehensweise ist analog zum Nachweis der Tragfähigkeit (s. oben).

### 4.3. Berücksichtigung von baulichen Imperfektionen

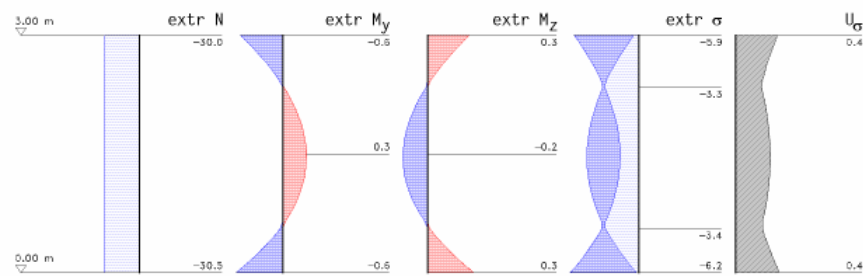
Siehe Abschnitt 2.1. (Tragfähigkeit nach Th.II.0)

### 4.4. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	ständig	$Lf1+I_z$
2	ständig	$Lf1+0.2 \cdot Lf2+I_y$
3	ständig	$Lf1+0.2 \cdot Lf3+I_z$

An den Ergebnissen ist zu erkennen, dass im Vergleich zum Tragfähigkeitsnachweis die Lagerbedingungen geändert wurden.

#### 4.5. Extremale Ergebnisse



x m	N		My		Mz		σ		U <sub>c</sub>	U <sub>t</sub>
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	Min kNm	Max kNm	Min N/mm <sup>2</sup>	Max N/mm <sup>2</sup>		
3.00	-30.00	-30.00	-0.57	-0.00	0.00	0.28	-5.87	-0.45	0.37	0.00
2.34	-30.10	-30.10	0.00	0.01	-0.01	0.00	-3.25	-3.08	0.23	0.00
1.69	-30.20	-30.20	0.00	0.29	-0.16	0.00	-4.59	-1.77	0.31	0.00
1.59	-30.21	-30.21	0.00	0.31	-0.16	0.00	-4.65	-1.70	0.31	0.00
1.50	-30.23	-30.23	0.00	0.31	-0.17	0.00	-4.69	-1.67	0.31	0.00
0.66	-30.35	-30.35	0.00	0.04	-0.02	0.00	-3.39	-3.00	0.24	0.00
0.56	-30.37	-30.37	-0.03	-0.00	0.00	0.01	-3.36	-3.03	0.24	0.00
0.00	-30.45	-30.45	-0.63	-0.00	0.00	0.31	-6.21	-0.20	0.39	0.00

#### Maßgebende Ausnutzung Biegung und Druck:

Aus Lastkollektiv 3 an der Stelle x = 0.00 m, mit den Schnittgrößen:

N/My/Mz = -30.45 kN / -0.63 kNm / 0.00 kNm

max U<sub>σ,c</sub> = -6.21/-15.85 = 0.39 < 1.0 ⇒ Zulässige Ausnutzung wird eingehalten

#### Maßgebende Ausnutzung Biegung und Zug:

Es ist keine entsprechende Belastung vorhanden.

Wenn in den Druckeinstellungen (s. S. 9) angewählt, werden nach den Nachweisen noch die Auflagerkräfte für Stützenkopf und/oder Stützenfuß protokolliert, die für den eigentlichen Nachweis der Stütze nicht relevant sind. Es erleichtert aber die Kontrolle der Berechnung und kann zur Bemessung von Anschlüssen genutzt werden.

Zuerst werden die charakteristischen Lagerreaktionen der Lastfälle protokolliert.

### 5. Auflagerreaktionen

#### 5.1. Charakteristische Lagerreaktionen der Lastfälle am Stützenkopf

Lf	N <sub>k</sub> kN	H <sub>k,y</sub> kN	H <sub>k,z</sub> kN	M <sub>k,y</sub> kNm	M <sub>k,z</sub> kNm
1	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
2	0.00	2.75	-0.00	-0.00	0.00
3	0.00	-0.00	4.00	-0.00	-0.00
Σ	-0.00	2.75	4.00	-0.00	0.00

#### 5.2. Charakteristische Lagerreaktionen der Lastfälle am Stützenfuß

Lf	N <sub>k</sub> kN	H <sub>k,y</sub> kN	H <sub>k,z</sub> kN	M <sub>k,y</sub> kNm	M <sub>k,z</sub> kNm
1	30.45	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
2	0.00	0.25	-0.00	-0.00	0.00
3	0.00	-0.00	5.00	-0.00	-0.00
Σ	30.45	0.25	5.00	-0.00	0.00

Danach werden die Bemessungswerte aus dem Nachweis der Tragfähigkeit ausgegeben.

#### 5.3. Bemessungswerte der Lagerreaktionen (Tragfähigkeit Th.II.O.) am Stützenkopf

LK	N <sub>Ed</sub> kN	H <sub>Ed,y</sub> kN	H <sub>Ed,z</sub> kN	M <sub>Ed,y</sub> kNm	M <sub>Ed,z</sub> kNm
1	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
2	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
3	0.00	4.12	0.00	0.00	-0.00
4	0.00	4.12	0.00	0.00	-0.00
5	0.00	-0.00	6.00	-0.00	-0.00
6	0.00	-0.00	6.00	0.00	-0.00

#### 5.4. Bemessungswerte der Lagerreaktionen (Tragfähigkeit Th.II.O.) am Stützenfuß

LK	N <sub>Ed</sub> kN	H <sub>Ed,y</sub> kN	H <sub>Ed,z</sub> kN	M <sub>Ed,y</sub> kNm	M <sub>Ed,z</sub> kNm
1	30.45	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
2	41.11	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
3	30.45	0.38	0.00	-0.00	-0.00
4	41.11	0.38	0.00	-0.00	-0.00
5	30.45	-0.00	7.50	-0.00	-0.00
6	41.11	-0.00	7.50	-0.00	-0.00

Zum Abschluss der Druckliste wird eine Zusammenfassung mit einem Überblick der maximalen Ausnutzungsgrade aller geführten Nachweise ausgegeben.

#### 6. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

##### Maximale Ausnutzungen der geführten Nachweise:

Tragfähigkeit Th.II.0 (Biegung und Druck)	93 %
Tragfähigkeit Th.II.0 (Biegung und Zug)	0 %
Tragfähigkeit Th.II.0 (Querkraft)	36 %
Gebrauchstauglichkeit (Endverformung in Z-Richtung)	33 %
Gebrauchstauglichkeit (Endverformung in Y-Richtung)	38 %
Brandschutz (Biegung und Druck)	39 %
Brandschutz (Biegung und Zug)	0 %
Brandschutz (Querkraft)	8 %

## 4 Literaturverzeichnis

### Normen

- /1/ DIN EN 1990, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
- /2/ DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Ausgabe Dezember 2010
- /3/ DIN EN 1990/NA/A1, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Änderung A1, Ausgabe August 2012
- /4/ DIN EN 1995-1-1, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Ausgabe Dez. 2012
- /5/ DIN EN 1995-1-1/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Ausgabe August 2013
- /6/ DIN EN 1995-1-2, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe Dezember 2010
- /7/ DIN EN 1995-1-2/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe Dezember 2010

## 5 Index

Abkürzungen.....	2	Kontextsensitivität.....	6
Bauteil erzeugen.....	7	Lagerangaben.....	11
Belastung.....	13	Lastbild.....	2
Berechnungsbutton.....	10	Lastfall.....	2
blank.....	2	Lastfalleigenschaften.....	14
Buttons.....	2	Lastkollektiv.....	2
Cursor.....	2	Lastorientierung.....	14
Druckdokument.....	19	Materialeigenschaften.....	12
Druckdokument Gestaltung.....	9	Nachweiseinstellungen.....	16
Drucklistenvorschau.....	8	Nationaler Anhang.....	16, 18
Druckmanager.....	9	Ordner.....	7
Eigengewicht.....	14	Querschnitt.....	12
Einwirkung.....	2	Schreibtisch.....	6
Einwirkungen.....	13	Schreibtischauswahl.....	5
Einzellasteigenschaften.....	15	Startsymbol.....	5
e-Mail.....	6	Steuerbutton.....	6
Ergebnisfenster.....	10	Streckenlasteigenschaften.....	15
Extremalbildungsvorschrift.....	2	System.....	11
Gebrauchstauglichkeitsnachweis.....	17	Tragfähigkeitsnachweis.....	16
Installation.....	5		