



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop®
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-TrePo

Treppe mit Podest

Dezember 2020

4H-TrePo

Treppe mit Podest

Copyright 2011-2020

2. erweiterte Auflage, Dezember 2020

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**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden.

S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE®-System.

Produktbeschreibung

Das Programm *##-TrePo* bemisst einen Treppenzug aus Stahlbeton mit den jeweils anschließenden Podestplatten.

Es können maximal neun gegenläufige Treppenläufe mit jeweils maximal 99 Stufen definiert werden.

Über rechteckige Podestplatten werden die Auflagerkräfte aus den Treppenläufen in die Unterstützung geleitet. Die Anschlüsse können gelenkig, biegesteif oder mittels Konsolen ausgeführt werden.

Neben den Eigengewichtslasten aus Platten und Stufen können zusätzliche ständige Lasten und veränderliche (Verkehrs)lasten berücksichtigt werden.

Die Treppenläufe werden als einachsig gespanntes Durchlaufsystem (je nach Anschlussart als Einfeld- oder Mehrfeldträger), die Podestplatten als zweiachsig gespannte Platten (Finite-Elemente-Methode) berechnet.

Die Podestplatten können zwei- oder dreiseitig gelagert sein; am freien Rand werden die Auflagerlasten der Treppenläufe als Randlasten aufgebracht.

Für die ermittelten Schnittgrößen werden die folgenden Stahlbeton-Nachweise n. DIN 1045-1 oder DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2) durchgeführt

- Biegebemessung und Schubbemessung
- Rissnachweis (Mindestbewehrung aus Zwang, Rissbewehrung aus Last)
- Spannungsnachweis (Stahlzugspannungen, Betondruckspannungen)

Wenn der Treppenlauf über Konsolen an die Podestplatte angeschlossen ist (Fertigteiltreppe), werden anschließend die Last- und die Auflagerkonsole bemessen.

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 *##-TrePo* von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.



Das vorliegende Handbuch beschreibt die Handhabung des Programms. Informationen zu dem jeweiligen Eigenschaftsblatt finden Sie zusätzlich über den lokalen Hilfebutton.

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

DTE[®]-DeskTopEngineering.

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

pcae GmbH

Hannover, im Dezember 2020

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende Abkürzungen benutzt

Maustasten	RMT	rechte Maustaste drücken
	LMT	linke Maustaste drücken
	LF	Lastfall (Teileinwirkung)
	Nwtyp	Nachweistyp
	El.	Element



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

Fangerechteck

Ein Fangerechteck wird durch Drücken der LMT und Ziehen der Maus mit gedrückter LMT aufgespannt. Alle Elemente, die vollständig innerhalb des Rechteckes liegen, werden ausgewählt. Waren Elemente bereits vor dem Aufspannen des Rechteckes ausgewählt und befinden sie sich vollständig in seinem Innenraum, werden sie wieder deaktiviert.

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.



lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



ruft das Online-Hilfesystem.



bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Datenzustand
überprüfen

Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	5
2	Bauteil erzeugen.....	7
3	Eingabeoberfläche.....	9
3.1	Konstruktionsregeln für Treppen.....	11
3.2	Beschreibung der Baustoffparameter	12
3.3	Podest-, Anschluss-, Treppenlauf- und Bemessungsdaten.....	13
3.3.1	Berechnungsparameter der Podestplatten	13
3.3.2	Anschluss des Treppenlaufs an die Podestplatte	14
3.3.3	Bemessung von Konsolen	15
3.3.3.1	Auflagerkonsole	15
3.3.3.2	Lastkonsole	19
3.3.4	Bemessungsparameter für den Treppenlauf	23
3.3.5	Stahlbetonnachweise	23
3.3.5.1	Bemessungsoptionen DIN 1045-1	24
3.3.5.2	Bemessungsoptionen Eurocode 2	27
3.4	Berechnung und Bemessung	30
3.4.1	Berechnung eines einachsig gespannten Treppensystems	31
3.4.2	Berechnung eines Treppenlaufs	31
3.4.3	Berechnung der Podestplatten.....	32
3.4.4	Nachweise.....	33
3.4.5	Berechnungsprotokoll	34
3.5	Ausdrucksteuerung	35
3.5.1	Eingabedaten	35
3.5.2	Ergebnisse	35
3.6	Ausdruck des Nachweises	37
3.7	Hilfestellungen	37
3.8	Beenden der Bearbeitung	37
4	Literaturverzeichnis	38
5	Index	39

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##-TrePo* 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. 6 weiter.

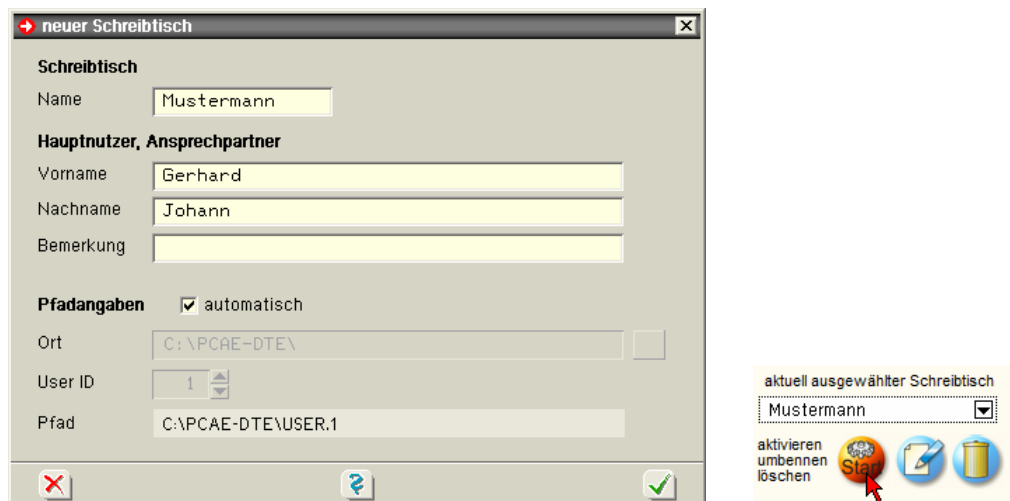


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelclick aus.

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.

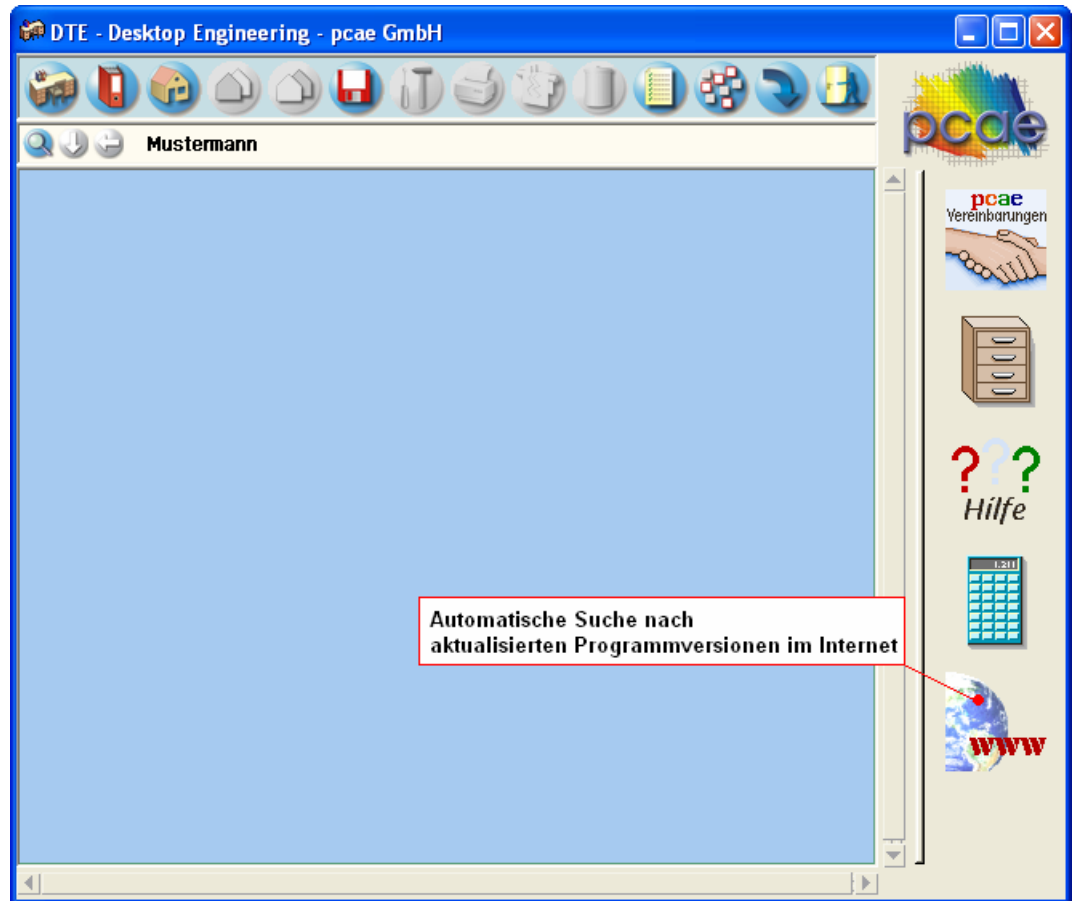


Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

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 e-Mail-Dienst . |
| | 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 Erzeugung 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.



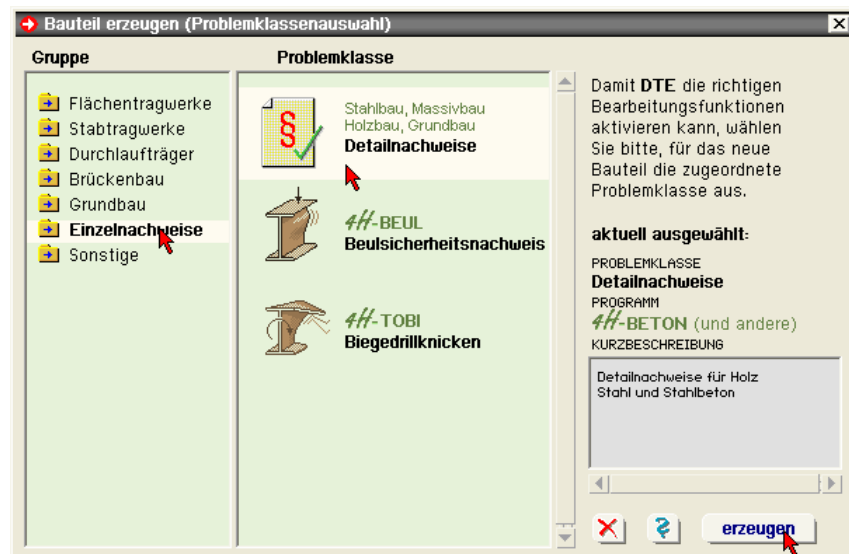
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



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



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtisches angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Einzelnachweise**, dann auf die Problemklasse **Detailnachweise** 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 Doppelklick auf dem neuen Bauteilicon erscheint die Übersicht der installierten Detailnachweisprogramme.

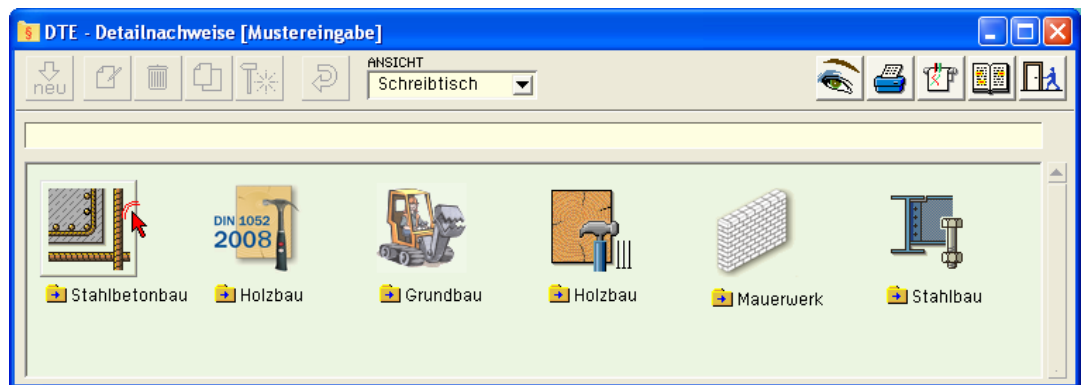


Mustereingabe

Übersicht

Detailnachweise

Überschreiben Sie den Begriff "Detailnachweise" zur Identifikation durch einen sinnvollen Text. Nach **Bestätigen** ist das Bauteil mit dem neuen Namen eingerichtet. Durch Doppelklick auf das neue Symbol wird die Verwaltung der DTE®-Detailnachweise geöffnet.



Stahlbetonbau



Treppe mit Podest

Klicken Sie im folgenden Übersichtblatt den Nachweistyp mit der LMT doppelt an.

Im nächsten Eigenschaftsblatt können der Position eine beliebige Nummer und ein kennzeichnender Text zugewiesen werden.

neue Position



1 Treppe mit Podest

Im rechten Bereich des Auswahlblattes erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche von ##-TrePo.

Eingabeoberfläche

Das Haupteigenschaftsblatt enthält neben einer großen Prinzipskizze im Kopfbereich eine Steuerbuttonleiste.

4H-BETON [Position 1:Bk'80 S.959 B.1]

Stahlbetontreppe mit n = 2 x 8 Stufen

Breite eines Treppenlaufs: 125.0 cm
 Breite des Treppenhauses: 275.0 cm
 Dicke Zwischenpodest: 18.0 cm
 Ausgleich Zwischenpodest: 3.23 cm

Eigengewicht: ($\gamma = 0$: kein Eigengewicht)
 Wichte Stahlbetonplatten $\gamma_p = 25.0 \text{ kN/m}^3$
 Wichte Treppenstufen $\gamma_s = 23.0 \text{ kN/m}^3$

Die Treppengeometrie muss stimmig sein. Dazu werden Differenzabmessungen definiert, die die Längen, Höhen und Dicken des Treppenlaufs in Korrelation bringen.

Längenmaße in cm

Gesamthöhe: 301.2
 Höhe eines Stockwerks: 140.0
 ANTRITT: 18.0
 Podest: 133.0
 Treppenlauf: 224.0
 ABTRITT: 18.0
 Podest: 133.0

Geometrie:
 $a = 28.00$
 $s = 17.50$
 $\alpha = \arctan(s/a) = 32.01^\circ$
 Gesamtlänge: 490.0

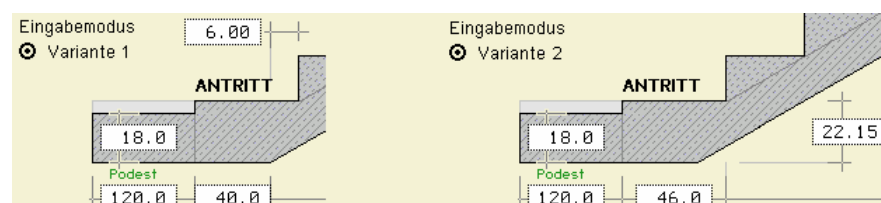
Eingabemodus:
☒ Variante 1
☐ Variante 2

Betongüte: B25
 Bewehrung: BSt 420
 Expositionsklasse: ---

Im Haupteigenschaftsblatt werden die wesentlichen Daten in den Aktivboxen festgelegt. Inaktive Boxen enthalten abhängige Parameter und dienen lediglich zur Information.

Eingabedaten sind

- die geometrischen **Abmessungen** des Treppensystems
 - die Anzahl an Treppenläufen, die berechnet werden soll. Die Treppenläufe sind jeweils im Wechsel gegenläufig angeordnet und geben ihre Belastung an Podestplatten ab.
 - die Anzahl an Treppenstufen je Treppenlauf. Alle Treppenläufe haben die gleiche Stufenanzahl.
 - die Breite eines Treppenlaufs, der sich auf eine Podestplatte auflagt
 - bei Anordnung von mehr als einem Treppenlauf die Podestplattendicke der Zwischenpodeste. Zur Information wird die Dicke der Ausgleichsschicht der Zwischenpodeste angegeben; sämtliche Zwischenpodeste werden gleich ausgeführt.
 - die zu überbrückende Treppenhausthöhe (Gesamthöhe) und -breite (Podestplattenbreite)
 - die zur Verfügung stehende Treppenhauslänge (Gesamtlänge), die sich zusammensetzt aus der Länge der Podeste links/rechts, der Treppenplatten links/rechts sowie des auf den Grundriss projizierten Treppenlaufs.
 - die Treppenlaufdicke, Stufenbreite und -höhe. Zur Information wird der Neigungswinkel des Treppenlaufs angegeben. Stufenhöhe und Gesamthöhe sowie Stufenbreite und Treppenlaufbreite stehen in Beziehung zueinander. Eine Ausgleichsstufe sorgt dafür, dass das Treppensystem rechnerisch zusammenpasst. Die Abmessungen der Ausgleichsstufe sind zur Info angegeben.
 - die Dicken von Treppenlauf und Podestplatten. Damit das Treppensystem geometrisch schlüssig ist, ist eine Ausgleichsschicht auf den Podestplatten vorgesehen. Zur Information wird die Dicke der Ausgleichsschicht angegeben.



Alternativ (2. Eingabevariante) können die Länge der Anschlussplatte bis zur ersten Stufe sowie die Dicke der Anschlussplatte angegeben werden, aus denen die Berechnungsparameter ermittelt werden.

- die **Wichten** der Treppenstufen und der Stahlbetonplatten
 - ist eine Angabe = 0, wird das Eigengewicht ignoriert
- die **Baustoffe** (Beton- und Stahlgüte) sowie die Expositionsklasse des Bauteils

Die Angabe der Expositionsklasse hat keinen Einfluss auf die Bemessung, da die daraus resultierende Betondeckung nur indirekt über die Stahlrandabstände (Abstände der Schwerlaste der Bewehrung vom nächstgelegenen Betonrand) eingeht. Ebenso wird die Mindestbetonfestigkeit nicht überprüft.

Sowohl die Mindestbetondeckung als auch die Mindestbetonfestigkeit werden zur Information in der Druckliste ausgegeben.

Die informativen Parameter können optional in der Druckliste protokolliert werden (s. Abs. 3.5, S. 35).

Um die sinnvolle und geometrisch korrekte Eingabe eines Treppensystems zu erleichtern, sind diverse **Kontrollmechanismen** (s. Konstruktionsregeln für Treppen, s. Abs. 3.1, S. 11) in das Programm aufgenommen worden. Die kontrollierten Größen sind in grüner Schrift im Hauptfenster dargestellt.

Das Treppensystem gliedert sich in drei wesentliche Berechnungsabschnitte

- der Treppenlauf wird als einachsig gespannte Platte betrachtet, die durch Eigengewicht aus der Treppenplatte und den Stufen, ggf. einer zusätzlichen ständigen Last sowie einer Verkehrslast belastet werden kann.


Die geometrische Eingabe des Treppenlaufs erfolgt im Haupteigenschaftsblatt (s.o.), wohingegen die ständigen und veränderlichen Lasten sowie bemessungsrelevante Parameter nach Betätigen des **Treppen-Buttons** (Abs. 3.3.5, S. 23) im Register *Treppenlauf* behandelt werden.
- die Podestplatten nehmen die Auflagerlasten aus dem Treppenlauf auf und leiten sie in die Unterstützung weiter. Die Podestplatten werden entweder mittels FEM als zweiachsig gespannte Platte oder mit dem Treppenlauf zusammen als geknickter Einfeldträger berechnet.

Die Wahl der Unterstützung, die Eingabe der ständigen und veränderlichen Lasten sowie der Nachweisparameter können nach Betätigen des **Treppen-Buttons** (Abs. 3.3.5, S. 23) im Register *Podestplatten* erfolgen.
- die Verbindungen zwischen dem Treppenlauf und den Podestplatten steuern das Tragverhalten des Treppensystems. Im Registerblatt *Anschlüsse des Treppen-Eigenschaftsblatts* (Abs. 3.3.5, S. 23) können die hierzu notwendigen Angaben gemacht werden.

Die angesprochenen Eingabefenster können entweder über den **Treppen-Button** oder durch Anklicken des entsprechenden Bauteilelements aktiviert werden.

Ein Bauteilelement kann dann direkt angewählt werden, wenn der Mauscursor sich von einem Pfeil zu einer Hand verändert und damit die Bereitschaft zum direkten Aufruf signalisiert. Bereiche, in denen der Direktaufruf wirkt, sind in der o.a. Skizze oliv gekennzeichnet.

Die Baustoffe können entweder über ihren Namen (genormt) vorgegeben oder als freies Material im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Baustoffparameter (Abs. 3.2, S. 12) definiert werden.

Bewehrung  Das Eigenschaftsblatt wird ebenfalls über Direktruf bei Auswahl eines freien Baustoffs aktiviert.

Über die **Steuerbuttons** werden folgende Eigenschaftsblätter zur Eingabe von Berechnungsdaten aufgerufen



Konstruktionsregeln für Treppen, s. Abs. 3.1, S. 11



Beschreibung der Baustoffparameter, s. Abs. 3.2, S. 12



Belastung, Lagerung, Anschlüsse, Nachweisparameter, s. Abs. 3.3.5, S. 23



Ausdrucksteuerung, s. Abs. 3.5, S. 35



Berechnung und Bemessung, s. Abs. 3.4, S. 30



Ausdruck des Nachweises, s. Abs. 3.6, S. 37



Hilfestellungen, s. Abs. 3.7, S. 37



Beenden der Bearbeitung, s. Abs. 3.8, S. 37

3.1 Konstruktionsregeln für Treppen



Über den nebenstehenden Button erreicht man ein Eigenschaftsblatt, das die Möglichkeit bietet, Konstruktionsregeln für Treppen vom Programm kontrollieren zu lassen.

☒ **Regeln für Stufenabmessungen**

Eine Änderung der Auftrittsbreite, Stufenhöhe, Anzahl Stufen, Treppenlauflänge bewirkt bei Aktivierung einer der u.a. Bedingungen eine Änderung der abhängigen Parameter. Die abhängigen Größen sind im Hauptfenster **grün** dargestellt.

☒ Auftrittsbreite anpassen 22.0 cm ≤ a ≤ 37.0 cm

☒ Stufenhöhe anpassen 14.0 cm ≤ s ≤ 20.0 cm

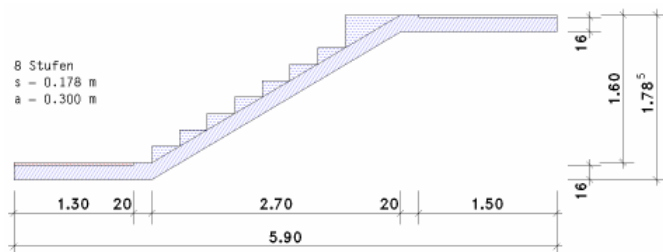
☒ Anzahl Treppenstufen anpassen

Achtung: Auftrittsbreite und Stufenhöhe beeinflussen die Anzahl an Stufen gleichermaßen. Dies kann zu Kollisionen bei der Berechnung der Stufenanzahl führen.

Werden die geometrischen Abhängigkeiten zwischen

- Auftrittsbreite, Anzahl Stufen und Lauflänge des Treppenlaufs $L_l = n_s \cdot a$ bzw.
- Stufenhöhe, Anzahl Stufen und Geschosshöhe $H_G = n_s \cdot s$

nicht beachtet, kann es zu Unstimmigkeit oder sogar Unsinnigkeiten kommen, die in der grafischen Darstellung des Treppenlaufs deutlich werden



Hier ist die Ausgleichsstufe, die notwendig ist, damit die Anzahl an Stufen mit den vorgegebenen Abmessungen kompatibel ist, unsinnig hoch und breit. Abhilfe schafft ein Werkzeug, das die abhängigen Abmessungen kontrolliert.

Z.B. werden bei Aktivierung der Buttons **Auftrittsbreite** und **Stufenhöhe anpassen** die entsprechenden Abmessungen sofort angepasst (im vorliegenden Beispiel auf $s = 160 / 8 = 20 \text{ cm}$, $a = 270 / 8 = 33.8 \text{ cm}$).

Um den sicheren und bequemen Gebrauch einer Treppe zu gewährleisten, sollten Stufenhöhe sowie Stufenbreite innerhalb bestimmter Grenzen liegen (s. Köseoglu, BK '80, Teil 2). Werden die Grenzabmessungen nicht eingehalten, erfolgt eine Meldung am Bildschirm und optional eine Anpassung der entsprechenden Abmessung.



Kontrollieren Sie unbedingt die Treppengeometrie anhand des grafischen Systemprotokolls!

Des Weiteren lassen sich **Verträglichkeitsbedingungen** für Treppen formulieren, die vom Programm informativ ausgewertet werden

☒ **Verträglichkeitsbedingungen**
 Auftrittsbreite und Stufenhöhe sind aus Gründen der sicheren und bequemen Begehrbarkeit Regeln unterworfen, die bei Änderung eines der Parameter am Bildschirm angezeigt werden.

<input checked="" type="checkbox"/> Schrittmäßregel	$2s + a \approx$	65.0	cm
<input checked="" type="checkbox"/> bequeme Begehrbarkeit	$a - s \approx$	12.0	cm
<input checked="" type="checkbox"/> sichere Begehrbarkeit	$a + s \approx$	46.0	cm
Toleranzwert		1.5	cm

Die **Schrittmäßregel** liefert das günstigste Steigungsverhältnis Stufenbreite/-höhe. Eine bequeme Begehrbarkeit ist gewährleistet, wenn die entsprechende Regel eingehalten wird. Die sichere Begehrbarkeit sollte stets eingehalten werden! Der Toleranzwert gibt die mögliche Abweichung vor, eine Über- oder Unterschreitung des Grenzwertes um den Toleranzwert führt zu einer Meldung in der Druckliste.

Die Regeln werden ausgewertet und protokolliert, haben jedoch keine Auswirkung auf die Konstruktion der Treppe.



Es empfiehlt sich, die **Regeln für die Stufenabmessungen** und die **Verträglichkeitsbedingungen** erst im Anschluss an die Eingabe des Treppensystems zu aktivieren.

3.2

Beschreibung der Baustoffparameter



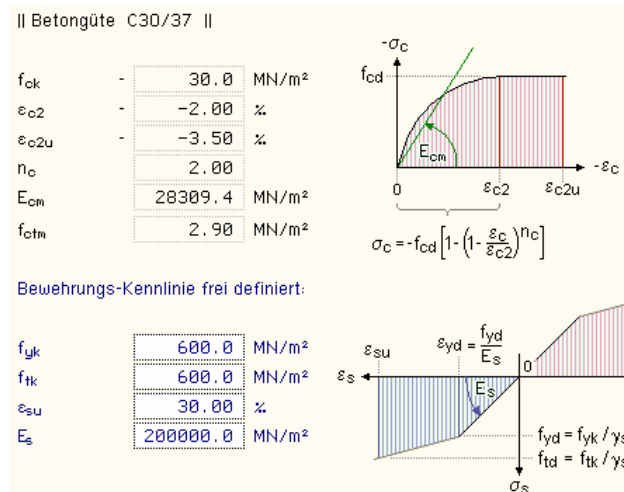
Durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Baustoffparameter aktiviert.

Die Baustoffe werden im Hauptfenster festgelegt (Abs. 3, S. 9).

Betongüte	C30/37
Bewehrung	frei

Aus einer Liste können die gängigen Beton- und Stahlgüten ausgewählt werden.

Ist das gewünschte Material nicht aufgeführt, kann der Zeiger der Listbox auf **frei** gesetzt werden und das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Baustoffparameter öffnet sich direkt.



Die im Programm verwendeten Materialparameter werden protokolliert. Ist ein Baustoff als **frei** bezeichnet, sind die Eingabefelder aktiv und die Werte können verändert werden.

Zur Beschreibung der in den **pcae**-Programmen verwendbaren Baustoffe und deren Kennlinien s. im Internet auf der **pcae**-Website unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

3.3

Podest-, Anschluss-, Treppenlauf- und Bemessungsdaten



Durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Podest-, Anschluss-, Bemessungsparameter aktiviert.

Das Eigenschaftsblatt enthält vier Registerblätter

- Podestplatten: ergänzende Eigenschaften (Belastung, Bemessungsparameter, Lagerungsart), s. Abs. 3.3.1, S. 13
- Anschlüsse: Anschlussart des Treppenlaufs an die Podestplatten, s. Abs. 3.3.2, S. 14
- Treppenlauf: ergänzende Eigenschaften (Belastung, Bemessungsparameter), s. Abs. 3.3.4, S. 23
- Nachweise: Steuerung der Nachweisführung, s. Abs. 3.3.5, S. 23

3.3.1

Berechnungsparameter der Podestplatten



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der *Belastung, Lagerung, Anschlüsse und Nachweisparameter* befindet sich das Registerblatt *Podestplatten*.

Neben den im Hauptfenster definierten Längen, Breiten und Dicken der linken und rechten Podestplatten, sind hier die Eingaben nach der Lage der Podestplatte aufgeschlüsselt.

Podestplatten		Anschlüsse		Treppenlauf		Nachweise			
Podestplatte unten		Podestplatte oben		Zwischenpodeste					
Belastung (zusätzlich zum Eigengewicht)									
ständige Last	g_{p1}	1.50	kN/m ²	g_{p2}	1.50	kN/m ²	g_{pz}	1.50	kN/m ²
Verkehrslast	q_{p1}	3.00	kN/m ²	q_{p2}	3.00	kN/m ²	q_{pz}	3.00	kN/m ²
Achsabstände der Bewehrung									
oben	r_{1o}	3.0	cm	r_{2o}	3.0	cm	r_{zo}	3.0	cm
unten	r_{1u}	3.0	cm	r_{2u}	3.0	cm	r_{zu}	3.0	cm
Grundbewehrung									
oben	a_{s1o}	0.0	cm ² /m	a_{s2o}	0.0	cm ² /m	a_{szo}	0.0	cm ² /m
unten	a_{s1u}	0.0	cm ² /m	a_{s2u}	0.0	cm ² /m	a_{szu}	0.0	cm ² /m
Lagerung									
alle drei Ränder	<input checked="" type="radio"/>	dreiseitig		<input checked="" type="radio"/>	dreiseitig		<input type="radio"/>	dreiseitig	
zwei Seitenränder	<input type="radio"/>	zweiseitig		<input type="radio"/>	zweiseitig		<input checked="" type="radio"/>	zweiseitig	
nur Stirnseite	<input type="radio"/>	einseitig		<input type="radio"/>	einseitig		<input type="radio"/>	einseitig	
über Konsolen (Transolen)		b_{ku}	22.4	cm	b_{ko}	0.0	cm		

Die Podestplatten werden unterschieden nach

- einer unteren (Antritts-) Platte, die sich stets links unten befindet,
- einer oberen (Abtritts-) Platte, die je nach Anzahl der Treppenläufe rechts oder links oben befinden kann,
- einer oder mehrerer Zwischenplatten, die nur bei Anordnung von mehr als einem Treppenlauf notwendig werden. Daher ist die umrahmte Abteilung auch nur dann aktiv, wenn im Hauptfenster mehr als ein Treppenlauf eingegeben wurde.



Alle Zwischenpodeste erhalten die gleichen Parameter!

Folgende Eingabewerte werden erwartet

- Belastung: eine ständige (g_p) und eine veränderliche (q_p) Flächenlast können zusätzlich zum Eigengewicht γ_p werden. Linien- oder Einzellasten auf der Podestplatte können nicht bearbeitet werden.

- Randabstände der Bewehrung: es wird von parallel zu den Plattenrändern hin verlegter Bewehrung ausgegangen, wobei die Schwerachse der Bewehrung näherungsweise im Kontaktpunkt der orthogonalen Bewehrung liegt. Der Abstand der Schwerachse zum nächsten Betonrand wird mit r_o und r_u bezeichnet.
- Grundbewehrung: im Anschluss an die Bemessung wird das Ergebnis mit einer evtl. bereits vorhandenen (Grund-) Bewehrung a_s abgeglichen.
- Lagerung: die Podestplatten können ihre Lasten auf verschiedene Arten abgeben:
 - bei einer dreiseitigen Lagerung (auf den Seitenwänden und an der Rückseite) wird eine zweiachsig gespannte FEM-Platte mit einem freien Lastrand (an dem die Treppenläufe auflagen) berechnet.
 - eine zweiseitige Lagerung auf den Seitenwänden bedeutet, dass die Treppenlast zu den Flanken der in Längsrichtung einachsig gespannten FEM-Platte abgeleitet wird.
 - als Besonderheit wird die Annahme einer einseitig, d.h. nur an der Rückseite, aufgelagerten Platte angesehen. Diese Podestplatte ist einachsig in Richtung der Treppenläufe gespannt und kann daher nicht eigenständig betrachtet werden. Bei dieser Wahl wird im Programm für alle Podeste eine einseitige Lagerung angenommen und das Treppensystem als geknickter Einfeldträger berechnet. Die Podestdicken (s. Abs. 3, S. 9) müssen gleich der Treppenlaufdicke sein und die Verbindung (s. Abs. 3.3.2, S. 14) zwischen Treppenlauf und Podest ist biegefest.

Es wird grundsätzlich eine gelenkige Lagerung vorausgesetzt. An der Vorderseite der Podestplatte wird die Auflagerlast aus den Treppenläufen aufgebracht.

3.3.2

Anschluss des Treppenlaufs an die Podestplatte



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der *Belastung, Lagerung, Anschlüsse und Nachweisparameter* befindet sich das Registerblatt *Anschlüsse*.

Je nach Art der konstruktiven Ausbildung des Treppenlaufs (z.B. Ort beton- oder Fertigteil treppe) kann die Verbindung zu den Podestplatten biege steif, gelenkig oder über Konsolen erfolgen. Der Treppenlauf endet in der Treppenlaufplatte, die die Verbindung zu den Podesten herstellt. Die bezeichneten Anschlüsse werden also zwischen Treppenlauf- und Podestplatte ausgebildet.

Die Verbindung zu den Podestplatten erlaubt auch hier eine Einteilung in

- einen unteren Anschluss, d.h. der Treppenlauf lagert auf der unteren Podestplatte auf,
- einen oberen Anschluss, der den Treppenlauf mit der obersten Podestplatte verbindet,
- und Zwischenanschlüsse, deren Abteilung (oliv umrandet) in Analogie zum Zwischenpodest nur dann aktiv ist, wenn das Treppensystem mehr als einen Treppenlauf enthält.



Alle Zwischenanschlüsse erhalten die gleichen Parameter!

Soll der Anschluss über **Konsolen** ausgeführt werden, ist zunächst im Haupteigenschaftsblatt die Länge der Treppenlaufplatte einzugeben. Die Auflagerkonsole wird am Rand der Treppenlaufplatte ausgebildet, daher bestehen Abhängigkeiten zwischen den Eingabewerten der Konsolen und den Abmessungen der Treppenlaufplatte. Die Lastkonsole befindet sich am Rand der Podestplatte.

Folgende Eingabewerte werden erwartet

- die Höhen von Auflager- d_k und Lastkonsole d_k'
- die Länge der Verbindung l_k
- der Lagerabstand a_k

Eine allgemeine Beschreibung der in den **pcae**-Programmen durchgeführten Konsolbemessung s. Abs. 3.3.3, S. 15.

Im Programm **##-TrePo** erfolgt die Bemessung der Konsolen mit folgenden Einschränkungen

- Verfahren nach Heft 525, DAfStb
- Auflagerkonsole
 - Kombination aus Vertikal- mit Schrägbewehrung
 - Verteilungszahl und Winkel der Schrägbewehrung werden aus der Geometrie berechnet
 - keine Lagerplatten, d.h. kein Nachweis der Lagerpressung
- Lastkonsole
 - direkte Belastung
 - keine Lagerplatten, d.h. kein Nachweis der Lagerpressung

3.3.3 Bemessung von Konsolen

3.3.3.1 Auflagerkonsole

Es können zwei Varianten von abgesetzten Auflagern nach den Vorschlägen von

- Heft 430, DAfStb (DIN 1045 und DIN 1045-1, Eurocode)
- Heft 525, DAfStb (nur DIN 1045-1, Eurocode)
- Reineck (nur DIN 1045-1, Eurocode)
- Leonhardt (nur DIN 1045)
- Heft 399, DAfStb (nur DIN 1045)

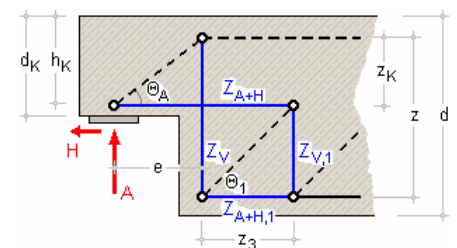
berechnet werden.

Bei abgesetzten Auflagern ist der innere Kraftfluss und damit das Rissbild einerseits vom Verhältnis d_k/d und andererseits von der Bewehrungsführung abhängig. Je kleiner d_k/d ist, umso mehr muss die im Träger ankommende Querkraft $Q = A$ in die ‚Nase‘ hochgehängt werden. Eine Abschrägung der einspringenden Ecke vermindert die Kerbspannungen und erhöht die Risslast. Das Aufhängen kann mit lotrechten Bügeln und der zugehörigen Kraft Z_V (Variante 1) oder mit Schrägeisen - Kraft Z_S (Var. 2) - geschehen.

Die im Programm integrierten Verfahren gelten für $0.5 \leq e/h_k \leq 1.0$.

3.3.3.1.1 Variante 1

Der Kraftfluss entspricht folgendem Fachwerkmodell



Verfahren n. Leonhardt (DIN 1045)

Während die grundsätzliche Bewehrungsführung und die Abmessung der Nase nach Teil 3, 1977, anzuordnen ist, werden die Berechnung des Zuggurtes und der Nachweis der Betondruckstrebe nach Teil 2, 1986, durchgeführt.

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e = \Delta a + e'$$

Annahme

$$z_k = 0.8 \cdot h_k$$

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = A \cdot e / z_k + H \cdot (1 + d'_k / z_k) \Rightarrow A_{s,h}$$

Zugbewehrung vertikal

$$Z_v = A \Rightarrow A_{s,v}$$

Abmessungen der Nase

$$\min h_k = \frac{4 \cdot A}{b \cdot \beta_R / \gamma} \leq h_k$$

Betondruckstrebe

$$\min b \approx \frac{5 \cdot (A + H \cdot d'_k / e)}{h_k \cdot \beta_R} \cdot (1.3 + e / h_k)$$

Spaltzugbewehrung und Verankerung der Längsbewehrung konstruktiv

Lagerpressung

$$\sigma = P / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.80 \cdot \beta_R$$

Verfahren n. Heft 399, DafStb (DIN 1045)

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e = \Delta a + e'$$

Querkraft

$$\tau_0 = \frac{A}{z_Q \cdot b} \leq \tau_{zul} = \tau_{03} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad z_Q = 0.9 \cdot h$$

Annahme

$$z_k = h_k \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau_0 / \tau_{zul}) \leq 2.5 \cdot e$$

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = A \cdot e / z_k + H \cdot \left(\frac{\Delta h + d'_k}{z_k} + 1 \right) \Rightarrow A_{s,h}$$

Zugbewehrung vertikal: Um die geringere Wirksamkeit einer rein lotrechten Aufhängebewehrung zur Begrenzung der Breite des Kehlrisse zu berücksichtigen, wird näherungsweise die Vertikalkraft Z_v um den Faktor fak erhöht.

$$Z_v = fak \cdot A \Rightarrow A_{s,v} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad 0 \leq fak = 4 \cdot d_k / d - 1.0 \leq 1.0 \quad \dots \text{ und } \dots \quad fak = 1.0 + fak \cdot d_k / d$$

Verankerung von $A_{s,h}$

$$Z_{v,1} = Z_{A+H} \cdot \tan \vartheta_1 \Rightarrow A_{s,v1} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad \tan \vartheta_1 = 1 - d_k / d \quad \dots \text{ und } \dots \quad z_3 = (h - h_k) / \tan \vartheta_1$$

Spaltzugbewehrung

$$\frac{a}{h} \leq 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots \quad \tau_0 > \tau_{012} \Rightarrow \text{horizontale Bügel mit } \dots \text{ erf } A_{sbü,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$

$$\frac{a}{h} > 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots \quad \tau_0 > \tau_{011} \Rightarrow \text{vertikale Bügel mit } \dots \text{ erf } A_{sbü,v} = 0.7 \cdot A_{s,h}(P)$$

Verankerung der Längsbewehrung

$$Z_{A+H} = Z_{A+H} \Rightarrow A_{s,h1}$$

Lagerpressung s. Leonhardt

Verfahren n. Heft 430, DafStb (DIN 1045, DIN 1045-1, Eurocode)

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e = \Delta a + e'$$

Zugbewehrung horizontal

$$\text{ Bemessung im Schnitt } e \text{ für } M = A \cdot e + H \cdot d_k/2 \quad \dots \text{ und } \dots \quad N = H \Rightarrow Z_{A+H}, z_k, A_{s,h}$$

Zugbewehrung vertikal

$$Z_v = (A + Z_{A+H}) \cdot (1 - z_k/z) \Rightarrow A_{s,v} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad z = d - d' - (d_k - z_k - d'_k)$$

Verankerung von $A_{s,h}$

$$Z_{v,1} = Z_{A+H} \cdot \frac{z_3}{3 \cdot z} \Rightarrow A_{s,v,1} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad z_3 = 1.5 \cdot \sqrt{z_k \cdot (z - z_k)}$$

Nachweis der Betondruckstrebe

$$\sigma_d = \frac{\gamma \cdot A}{b \cdot \sin \Theta_A \cdot (a_1 \cdot \sin \Theta_A + u \cdot \cos \Theta_A)} \leq \text{zul fak} \cdot \beta_R, \text{ DIN 1045-1 } \beta_R = f_{cd}$$

$$\text{ mit } \dots \quad a_1 = \frac{\gamma \cdot A}{b \cdot 0.8 \cdot \beta_R} \quad \dots \text{ und } \dots \quad u = 2 \cdot d'_k \quad \dots \text{ und } \dots \quad \cot \Theta_A = \frac{\cot \Theta_1}{2} + \frac{a_1}{2 \cdot z_k}$$

$$\tan \Theta_1 = \frac{1 - 0.6 \cdot b \cdot z_k \cdot \beta_{bz}}{A}, \text{ DIN 1045-1 } \beta_{bz} = f_{ctm}$$

$$\text{zul fak} = 0.8 \text{ (DIN 1045)} \text{ bzw. } 0.75 \text{ (DIN 1045-1)}$$

Spaltzugbewehrung

$$\frac{a_l}{z} < 0.5 \quad \dots \text{ horizontale Bügel aus } Z = P \cdot \frac{z_l}{z} \cdot \tan \Theta \Rightarrow \text{erf } A_{sbü,h}$$

$$\frac{a_l}{z} \geq 0.5 \quad \dots \text{ vertikale Bügel aus } \dots \quad Z = P \cdot \left(\frac{a_l}{z} \cdot \tan \Theta \right)^2 \Rightarrow \text{erf } A_{sbü,v}$$

Verankerung der Längsbewehrung s. Verfahren n. Heft 399, DAfStb.

Verfahren n. Heft 525, DafStb (DIN 1045-1, Eurocode)

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ mit } \dots \quad e = \Delta a + e'$$

Querkraft

$$V_{Ed} = F_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b \cdot z_Q \cdot f_{cd} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad v = (0.7 - f_{ck}/200) \geq 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots \quad f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c \quad \dots \text{ und } \dots \quad z_Q = 0.9 \cdot h$$

Zuggurtbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = F_{Ed} \cdot \frac{e}{z_k} + H_{Ed} \cdot \left(\frac{\Delta h + d'_k}{z_k} + 1 \right) \quad \dots \text{ mit } \dots \quad \frac{e}{z_k} \geq 0.4 \quad \dots \text{ und } \dots \quad z_k = h_k \cdot \left(1 - 0.4 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \right)$$

Zugbewehrung vertikal und Verankerung von $A_{s,h}$ s. Verfahren n. Heft 399, DAfStb.

Spaltzugbewehrung

$$\frac{a}{d} \leq 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots \quad V_{Ed} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} \Rightarrow \text{horizontale Bügel mit } \dots \text{ erf } A_{sbü,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$

$$\frac{a}{d} > 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots \quad V_{Ed} \geq V_{Rd,ct} \quad \dots \Rightarrow \text{vertikale Bügel mit } \dots \text{ erf } A_{sbü,v} = A_{s,h} \cdot (0.7 \cdot F_{Ed})$$

mit $\dots V_{Rd,ct}$ aus DIN 1045-1, Abs. 10.3

Verankerung der Längsbewehrung s. Verfahren n. Heft 399, DAfStb.

Lagerpressung

$$\sigma = P/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.85 \cdot f_{cd} \quad \dots \text{ aus Heft 525, Abs. 13.8.4}$$

Verfahren n. Reineck (DIN 1045-1, Eurocode)

$$e = \Delta a + e' + H/P \cdot (d' + \Delta h)$$

Voraussetzung

$$0.5 \leq e/z_k \leq 1.0$$

Annahme

$$z = 0.9 \cdot d \quad \dots \text{ und } \dots z_k = h_k - (h - z) \quad \dots \text{ mit } \dots h_k = d_k - d'_k \quad \dots \text{ und } \dots h = d - d'$$

Zuggurtbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = A \cdot \cot \Theta_A + H \Rightarrow A_{s,h} \quad \dots \text{ mit } \dots \cot \Theta_A = e/z_k$$

Zugbewehrung vertikal und Verankerung von $A_{s,h}$

$$\text{für } \dots \Theta_1 = \Theta_A \quad \dots Z_V = Z_{V1} = A \Rightarrow A_{s,v}, A_{s,v1}$$

Nachweis der Druckstrebe

kurze Konsole ($e/z < 0.5$) kann entfallen, wenn horizontale Bügel angeordnet werden für $\dots T = 0.2 \cdot P \Rightarrow A_{sbü,h}$

lange Konsole ($e/z \geq 0.5$) Nachweis der Querkraft analog Heft 525 (s.o.)

Spaltzugbewehrung bei $e/z > 0.5$

$$\text{vertikale Bügel für } \dots F_1 = 2/3 \cdot (e/z - 0.5) \cdot A \Rightarrow A_{sbü,v}$$

Verankerung der Längsbewehrung s. Verfahren n. Heft 399, DAfStb.

Lagerpressung

$$\sigma = P/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.80 \cdot f_{ct}$$

3.3.3.1.2

Variante 2

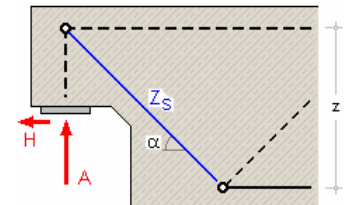
Bei dieser Variante kann ein Anteil nach Variante 1 und der Restanteil über Schrägeisen oder schräge Bügel eingeleitet werden. Diese Schrägstäbe hängen die ankommende Last direkt über dem Auflager in den Druckgurt ein.

Schrägbewehrung

$$Z_S = A_2 / \sin \alpha \quad \dots \text{ mit } \dots A_2 = (1 - \text{Vert}) \cdot A \Rightarrow \text{erf } A_{s,S} \\ \dots \text{ und } \dots \text{Vert} = \text{Verteilungszahl}$$

Bemessung des Anteils für die Vertikalbewehrung nach Variante 1

$$A_{\perp} = \text{Vert} \cdot A$$



Verfahren n. Leonhardt (DIN 1045)

Wichtig ist die obere Verankerung. Theoretisch tritt aus diesem Lastanteil an der Nase keine Zugkraft auf, dennoch ist dort eine Bewehrung für Z_A nötig, um ein Abscheren der Nase entlang der Schrägstäbe zu verhüten und um H aufzunehmen.

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = \left(A_{\perp} + \frac{d}{4 \cdot d_k} \cdot A_2 \right) \cdot e/z_k + H \cdot (1 + d'_k/z_k) \Rightarrow A_{s,h}$$

Abmessungen der Nase

$$\min d_k = \frac{4 \cdot A_2}{b \cdot \beta_R / \gamma \cdot \tan \alpha} \leq d_k$$

Aus der Bemessung erhält man die horizontale Zugbewehrung A_{sh} , die in Form von horizontalen Schlaufen in der Konsole angeordnet wird.

Die vertikale Zugbewehrung A_{sv} und die Bewehrung A_{sv1} zur Verankerung von A_{sh} erscheinen als Bügel über die gesamte Trägerhöhe.

3.3.3.1.3

Verankerungslänge der Zuggurtbewehrung

Die Zuggurtbewehrung $A_{s,h}$ muss ausreichend verankert sein, damit sich die Kraftverläufe entsprechend der o.a. Verfahren ausbilden können. Die Verankerungslänge wird nur bei Anordnung einer Lagerplatte ermittelt.

Nach Fingerloos/Stenzel (Bk'07) ergibt sich für eine direkte Auflagerung (s. DIN 1045-1, 12.6.2)

$$\begin{aligned} \text{erf } l_b &= l_{b,\text{dir}} + \Delta a_c \quad \dots \text{ mit } \dots \\ l_{b,\text{dir}} &= 2/3 \cdot l_{b,\text{net}} \geq 6.7 \cdot d_s \\ l_{b,\text{net}} &= \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,\text{erf}}}{A_{s,\text{vorh}}} \geq l_{b,\text{min}} \\ l_{b,\text{min}} &= 0.3 \cdot \alpha_a \cdot l_b \geq 10 \cdot d_s \quad \dots \text{ für die Verankerung von Zugstäben} \\ l_b &= \frac{d_s \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \quad \dots \text{ Grundwert der Verankerungslänge} \\ f_{yd} \dots f_{bd} \dots \alpha_a &\quad \dots \text{ können DIN 1045-1 entnommen werden} \\ \Delta a_c &= d' \cdot H_{Ed} / F_{Ed} \end{aligned}$$

Der vorhandene Platz zur Verankerung ergibt sich aus geometrischen Bedingungen zu

$$\begin{aligned} \text{vorh } l_b &= l_k - a_l + l_1/2 - c_v \quad \dots \text{ mit } \dots \\ l_k &\quad \text{Länge der Konsole} \\ a_l &\quad \text{Abstand des Lastangriffs vom Stützenrand} \\ l_1 &\quad \text{Länge der Lagerplatte} \\ c_v &\quad \text{Betondeckung der Zuggurtbewehrung zum seitlichen Konsolrand} \end{aligned}$$

3.3.3.2

Lastkonsole

Es können direkt und indirekt belastete Konsolen nach den Vorschlägen von

- Heft 430, DAfStb (DIN 1045 und DIN 1045-1, Eurocode)
- Heft 525, DAfStb (nur DIN 1045-1, Eurocode)
- Reineck (nur DIN 1045-1, Eurocode)
- Leonhardt (nur DIN 1045)
- Grasser (nur DIN 1045)
- Heft 399, DAfStb (nur DIN 1045)

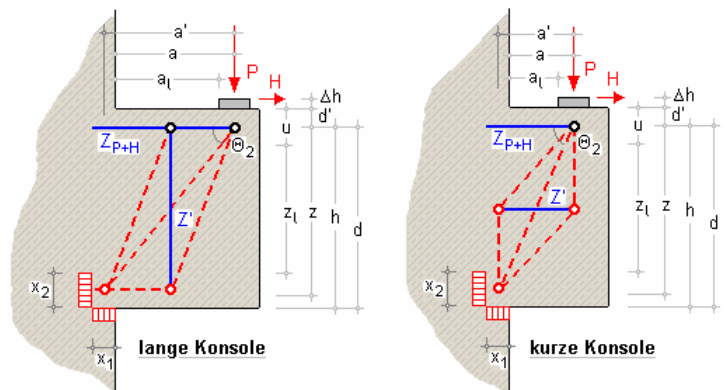
berechnet werden.

Konsolen sind zu verstehen als kurze Kragarme mit $0.3 \leq a/h \leq 1.0$ (Leonhardt, Grasser, Heft 399) bzw. $0.3 \leq a_l/h \leq 2.0$ (Heft 430) bzw. $0.4 \leq a/d \leq 1.0$ (Heft 525) bzw. $a'/z \leq 2.0$ (Reineck).

Konsolen werden mit Hilfe von einfachen **Stabwerksmodellen** aus Zugstab und Druckstrebe bemessen.

3.3.3.2.1

direkte Lasteinleitung



Bei der direkten Lasteinleitung entsteht unter der Lasteinleitung eine horizontale Zugkraft aus der vertikalen Last P, die zusätzlich zu der Horizontalkraft von der Zuggurtbewehrung aufgenommen werden muss. Diese Zugkraft ist auf Stahlversagen zu bemessen. Aus der vertikalen Last P ergibt sich eine Druckstrebe, die gegen Betonbruch zu bemessen ist.

Verfahren n. Leonhardt (DIN 1045)

$a/h < 0.5$ kurze Konsole

$a/h \geq 0.5$ lange Konsole

Annahme

$$h \leq 2 \cdot a \text{ ... und ... } z = 0.8 \cdot h$$

Zuggurtbewehrung

$$Z_p = P \cdot a / z \text{ ... und ... } Z_H = H \cdot (1 + (\Delta h + d') / z) \Rightarrow A_{s,h}$$

Betondruckstrebe

$$\min b \approx \frac{5.0 \cdot (P + H \cdot \frac{\Delta h + d'}{a})}{h \cdot \beta_R} \cdot (1.3 + a/h) \leq b$$

Spaltzugbewehrung konstruktiv

Lagerpressung

$$\sigma = P / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.80 \cdot \beta_R$$

Verfahren nach Grasser (DIN 1045)

$a/h < 0.5$ kurze Konsole

$a/h \geq 0.5$ lange Konsole

Annahme

$$\text{lange Konsole ... } z = 0.85 \cdot h \text{ ... bzw. kurze Konsole ... } z = a / 0.6$$

Weitere Berechnung der Zuggurtbewehrung s. Leonhardt.

Nachweis Querkraft

$$\tau_0 = \frac{P}{b \cdot z} \leq \tau_{zul} = \tau_{03} - \frac{(\tau_{03} - \tau_{02}) \cdot a}{2 \cdot h}$$

Spaltzugbewehrung

$$\text{horizontale Bügel für ... } Z_{b\ddot{u}} = Z_p / 3 \Rightarrow \text{erf } A_{sb\ddot{u},h}$$

Lagerpressung s. Leonhardt

Verfahren nach Heft 399 (DIN 1045)

$a/h < 0.5$ kurze Konsole

$a/h \geq 0.5$ lange Konsole

Querkraft

$$\text{lange Konsole ... } z = 0.9 \cdot h \text{ ... bzw. kurze Konsole ... } z = a / 0.6 \text{ (s. Grasser)}$$

$$\tau_0 = \frac{P}{b \cdot z_Q} \leq \tau_{zul} = \tau_{03}$$

Annahme

$$z = h \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau_0 / \tau_{zul}) \leq 2.5 \cdot a$$

weitere Berechnung der Zuggurtbewehrung s. Leonhardt

Spaltzugbewehrung

$$a/h < 0.5 \text{ ... und ... } \tau_0 > \tau_{012} \Rightarrow \text{horizontale Bügel mit erf } A_{sb\ddot{u},h} = 0.5 \cdot A_{sh}$$

$$a/h \geq 0.5 \text{ ... und ... } \tau_0 > \tau_{011} \Rightarrow \text{vertikale Bügel mit erf } A_{sb\ddot{u},v} = 0.7 \cdot A_{sh}(P)$$

Lagerpressung s. Leonhardt

Verfahren nach Heft 430 (DIN 1045, DIN 1045-1, Eurocode)

$a_l/z < 0.5$ kurze Konsole

$a_l/z \geq 0.5$ lange Konsole

Zuggurtbewehrung

Bemessung im Schnitt $(a + x_1/2)$... mit ... $x_1 = P/(b \cdot \beta_R)$... und ... DIN 1045-1 $\beta_R = f_{cd}$
... für ... $M = -P \cdot (a + x_1/2) - H \cdot (\Delta h + d/2) \Rightarrow Z_{P+H}, z, A_{s,h}$

Annahme

$z = 0.95 \cdot h$... und ... $zul fak = 0.8$ (DIN 1045) ... bzw. ... 0.6 (DIN 1045-1)

Nachweis der Betondruckstrebe

$a_l/z < 0.5$ $\sigma = \frac{\gamma \cdot P \cdot (a + x_1/2)/z}{b \cdot \sin \Theta_2 \cdot (u \cdot \sin \Theta_2 + x_1 \cdot \cos \Theta_2)} \leq zul fak \cdot \beta_R$... mit ...

$a_l = a - x_1/2$... und ... $u = 2 \cdot d'$... und ... $z_l = z - d' - x_1/2$

$\tan \Theta = \tan \varphi \cdot \left(1 - \frac{0.6 \cdot b \cdot z \cdot \beta_{bz} \cdot \tan \varphi}{P}\right)$... und ... $\tan(2\varphi) = 3 \cdot (a + x_1/2)/z$

$z_l < a \cdot \cot \Theta$ $\cot \Theta_2 = z/a \cdot (1 - z_l/(2 \cdot a \cdot \cot \Theta))$

$z_l \geq a \cdot \cot \Theta$ $\cot \Theta_2 = \cot \Theta/2 + u/(2 \cdot a)$

$a_l/z \geq 0.5$ $\sigma = \frac{\gamma \cdot P}{b \cdot \sin \Theta_2 \cdot (x_1 \cdot \sin \Theta_2 + u \cdot \cos \Theta_2)} \leq zul fak \cdot \beta_R$... mit ...

$\cot \Theta_2 = Z_E/P$... und ... $Z_E = P \cdot a/z \cdot (1 - 0.5 \cdot (a_l/z \cdot \cot \Theta)^2)$

$\tan \Theta = 1 - \frac{0.6 \cdot b \cdot z \cdot \beta_{bz}}{P}$ (s.o. mit $\tan \varphi = 1$) ... und ... DIN 1045-1 $\beta_R = f_{ctm}$

Spaltzugbewehrung

$a_l/z < 0.5$ horizontale Bügel aus $Z = P \cdot z_l/z \cdot \tan \Theta \Rightarrow erf A_{sbü,h}$

$a_l/z \geq 0.5$ vertikale Bügel aus ... $Z = P \cdot (a_l/z \cdot \tan \Theta)^2 \Rightarrow erf A_{sbü,v}$

Verfahren nach Heft 525 (DIN 1045-1, Eurocode)

$a/d < 0.5$ kurze Konsole

$a/d \geq 0.5$ lange Konsole

Querkraft

$V_{Ed} = F_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b \cdot z_Q \cdot f_{cd}$... mit ... $v = (0.7 - f_{ck}/200) \geq 0.5$... und ... $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$... und ... $z_Q = 0.9 \cdot h$

Zuggurtbewehrung

$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot a_0/z_0 + H_{Ed} \cdot (\Delta h + d' + z_0)/z_0$... mit ... $a_0/z_0 \geq 0.4$... und ... $z_0 = h \cdot (1 - 0.4 \cdot V_{Ed}/V_{Rd,max})$

Spaltzugbewehrung

$a/d \leq 0.5$... und ... $V_{Ed} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} \Rightarrow$ horizontale Bügel mit $erf A_{sbü,h} = 0.5 \cdot A_{sh}$

$a/d > 0.5$... und ... $V_{Ed} \geq V_{Rd,ct}$ \Rightarrow vertikale Bügel mit ... $erf A_{sbü,v} = A_{sh} \cdot 0.7 \cdot F_{Ed}$
mit $V_{Rd,ct}$ aus DIN 1045-1, Abs. 10.3

Lagerpressung

$\sigma = P/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.85 \cdot f_{cd}$ aus Heft 525, zu Abs. 13.8.4

Verfahren nach Reineck (DIN 1045-1, Eurocode)

$a'/z < 0.5$... kurze Konsole

$a'/z \geq 0.5$... lange Konsole

Zuggurtbewehrung

$$x_1 = P / (b \cdot \sigma_c) \quad \text{mit} \quad \sigma_c = \chi \cdot f_{cd} \quad \text{für} \quad f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \quad \chi = 0.95$$
$$\quad \quad \quad \text{für} \quad f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2 \quad \chi = 1.05 - f_{ck}/500$$

$$a' = a + x_1/2 + \frac{H}{P} \cdot (d' + \Delta h) \quad \text{und} \quad x_2 = h - \sqrt{h^2 - 2 \cdot a' \cdot x_1} \quad \text{mit} \quad x_2/0.8 \leq 0.4 \cdot h$$

$$\cot \Theta_2 = a'/z \quad \text{mit} \quad z = h - x_2/2$$

$$Z_{P+H} = P \cdot \cot \Theta_2 + H \Rightarrow A_{s,h}$$

Nachweis der Druckstrebe

kurze Konsole ... kann entfallen, wenn horizontale Bügel für $T_3 = 0.2 \cdot P \Rightarrow A_{sbü,h}$ angeordnet werden

lange Konsole ... Nachweis der Querkraft analog Heft 525 (s.o.)

Spaltzugbewehrung

$$a'/z > 0.5 \quad \text{vertikale Bügel für} \quad F_1 = 2/3 \cdot (a'/z - 0.5) \cdot P \Rightarrow A_{sbü,v}$$

Lagerpressung

$$\sigma = P / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.80 \cdot f_{cd}$$

3.3.3.2.2 Verankerungslänge der Zuggurtbewehrung

s. Auflagerkonsole

3.3.3.2.3 indirekte Lasteinleitung

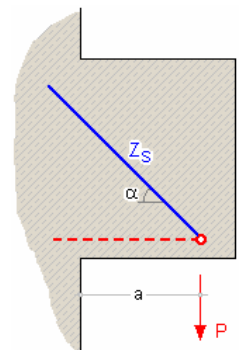
Bei der indirekten Lasteinleitung wird ein Teil der Last über eine Aufhängebewehrung zum oberen Rand geführt und dann wie bei der direkten Lasteinleitung behandelt. Der andere Teil der Last wird durch Schrägen rückwärtig verankert.

Aufhängebewehrung

$$Z = \text{Vert} \cdot P \Rightarrow \text{erf } A_{s,v} \quad \text{mit} \quad \text{Vert} = \text{Verteilungszahl}$$

Schrägbewehrung

$$Z_s = \frac{(1 - \text{Vert}) \cdot P}{\sin \alpha} \quad \text{mit} \quad \sin \alpha = \frac{a}{\sqrt{(a/z)^2 + 1.0}} \Rightarrow \text{erf } A_{s,s}$$



3.3.4

Bemessungsparameter für den Treppenlauf



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der *Belastung, Lagerung, Anschlüsse und Nachweisparameter* befindet sich das Registerblatt *Treppenlauf*.

Da die wesentlichen geometrischen Daten des Treppenlaufs im Haupteigenschaftsblatt aufgenommen werden, sind hier die zusätzliche Belastung sowie die bemessungsrelevanten Parameter anzugeben.

- Belastung: eine ständige (g) und eine veränderliche (q) Linienlast können zusätzlich zum Eigengewicht γ_p definiert werden
- Achsabstände, d.h. der Schwerachse der Bewehrung vom nächsten Betonrand, und
- Grundbewehrung als Basisbewehrung, die ggf. erhöht werden muss, anzugeben.

Da der Treppenlauf als einachsig gespannte Platte betrachtet und demnach nur in Längsrichtung bewehrt wird, beziehen sich die Randabstände und die Grundbewehrung auf diese Richtung.

3.3.5

Stahlbetonnachweise



Im Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der *Belastung, Lagerung, Anschlüsse und Nachweisparameter* (s. Abs. 3.3.5, S. 23) befindet sich das Registerblatt *Nachweise*.

Das Eigenschaftsblatt enthält die Steuerungsdaten zur Stahlbetonbemessung und reagiert kontextsensitiv auf die gewählte Norm.

Es ist daher sinnvoll, zunächst die Vorschrift festzulegen, nach der bemessen werden soll, und anschließend die Nachweisparameter im unteren Teil des Eigenschaftsblatts zu bearbeiten.

Der **Eurocode 2** setzt sich zusammen aus der Grundnorm EN 1992-1-1 zzgl. des nationalen Anwendungsdokuments.

In den **pcae**-Programmen können die erlaubten bemessungsrelevanten EC2-Parameter in einer separaten Eingabemaske frei belegt und zur Verwendung auch in anderen **pcae**-Programmen unter einem Namen nebst Flagge schreibetisch-global abgespeichert werden.

Das **Anwendungsdokument** für Deutschland ist bereits hinterlegt und kann direkt abgerufen werden.

Im unteren Teil des Eigenschaftsblatts sind folgende Nachweise einstellbar

- Biegebemessung mit Schubbemessung
- Rissnachweis (Mindestbewehrung aus Zwang, Rissbewehrung aus Last)
- Spannungsnachweis (Stahlzugspannungen, Betondruckspannungen)

Die Nachweise werden nach Theorie I. Ordnung geführt.

Zur Beschreibung der Nachweise DIN 1045-1 s. Abs. 3.3.5.1, S. 24, und Eurocode 2 s. Abs. 3.3.5.2, S. 27.



Nur für diesen Teil des Eigenschaftsblatts besteht die Möglichkeit, die Eingabedaten (Nachweisparameter) über den nebenstehend dargestellten Button zu speichern und in einem anderen Bauteil derselben Klasse (Treppe mit Podest) wieder zu laden.

3.3.5.1 Bemessungsoptionen DIN 1045-1

Das Registerblatt behandelt die Parameter für Nachweise nach DIN 1045-1.

Im Programm *##-TrePo* werden folgende Nachweise berücksichtigt.

Biegebemessung Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae](#)-Website unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

Biegebemessung		
Mindestbewehrung	<input checked="" type="checkbox"/> für Platten	gemäß DIN 1045-1, 13.1.1

Der Anwender kann auswählen, ob die Mindestbewehrung für Platten ermittelt und bei der Bewehrungsausgabe berücksichtigt werden soll.

Schubbemessung Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae](#)-Website unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

<input checked="" type="checkbox"/> Schubbemessung	
Schubbewehrung	wie Längsbew.
innerer Hebelarm	<input type="radio"/> z aus Biegebemessung <input checked="" type="radio"/> $z = 0.9 d \leq d - 2 c_{v,D}$ <input type="radio"/> z aus Biegebemessung $\leq d - 2 c_{v,D}$
	mit $c_{v,D}$ <input type="text" value="2.0"/> cm
<input type="checkbox"/> OHNE min $V_{Rd,ct}$	gemäß DIN 1045-1, 10.3.3(1)
Druckstrebenwinkel	<input type="checkbox"/> minimiert <input type="text" value="40.00"/> °

Die **Schubbewehrung** kann unabhängig von der Längsbewehrung gewählt werden. Folgende Parameter sind optional

- Verfahren zur Berechnung des inneren Hebelarms - $c_{v,D}$: Betonüberdeckung der Längsbewehrung in der Druckzone
- Bemessung **ohne min $V_{Rd,ct}$** , d.h. bei Aktivierung ist bei der Ermittlung von $V_{Rd,ct}$ dessen Mindestwert nach DIN 1045-1 (8.08), 10.3.3(1), nicht zu beachten
- Druckstrebenwinkel Θ : Neigungswinkel der Druckstrebe
- **minimiert** ($\Theta = 0$): ein minimaler Druckstrebenwinkel führt zu einer minimalen Querkraftbewehrung.

Aber: der Druckstrebenwinkel geht auch in die Berechnung der Verankerungslängen ein. I.A. ist es nicht sinnvoll, diesen Schalter zu aktivieren (z.T. lokal stark variierende Neigungswinkel).

Ergebnisse der Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Aus der Biegebemessung erhält man

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte oben a_{s0} , unten a_{su} in cm^2/m
- den Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die eingegebene Grundbewehrung (s. Register *Treppenlauf*, Abs. 3.3.4, S. 23, bzw. *Podest*, Abs. 3.3.1, S. 13) a_{s0o} , a_{s0u} in cm^2/m
- die Differenzbewehrung zur eingegebenen Grundbewehrung Δa_{s0} , Δa_{su} in cm^2/m

Die Schubbemessung liefert

- die maximale Bügelbewehrung (insgesamt) a_{sb} in cm^2/m^2

sowie als Zusatzergebnisse

- den Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} in kN/m
- den Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten aufnehmbaren Querkraft V_{Rdmax} in kN/m
- das Ausnutzungsverhältnis V_{Ed}/V_{Rdmax}

Rissnachweis

Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae-Website](#) unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

<input checked="" type="checkbox"/> Rissnachweis	
Nachweisverfahren	<input type="radio"/> DIN, 11.2.2 + 3 <input checked="" type="radio"/> DIN, 11.2.2 + 4 <input type="radio"/> P. Schießl <input type="radio"/> P. Noakowski
Grenz- \varnothing der Längsbewehrung:	
oben	<input type="text" value="10"/> mm
unten	<input type="text" value="10"/> mm
Rissbreite w_k	<input type="text" value="0.30"/> mm
Verbund	<input type="text" value="gut"/>
Beiwert k_{zt}	<input type="text" value="0.50"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Begrenzung der Rissbreite (aus Lastbeanspruchung)	
<input checked="" type="checkbox"/> Mindestbewehrung (Erstrissbildung aus unbeabsichtigtem Zwang)	
Erstrissbildung	<input checked="" type="radio"/> unter zentr. Zwang <input type="radio"/> unter Biegezwang
Induzierung	<input checked="" type="radio"/> innerhalb <input type="radio"/> außerhalb
<input type="checkbox"/> langsam erhärtender Beton	
<small>$w_k < 0.30$ mm: häufige oder seltene Ewk $w_k \geq 0.30$ mm: quasi-ständige Ewk zur Berücksichtigung der Verbundeigenschaften der Bewehrung zur Berücksichtigung des Betonalters (=0.5: Beton 3 bis 5 Tage alt)</small>	
<small>Ern. des Beiwerts k zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen (außerhalb induz., z.B. Stützensenkung: $k=1.0$)</small>	
<small>Reduktion der Mindestbewehrung</small>	

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Ermittlung der Mindestbewehrung, um unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchungen zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (vor Verkehrslastaufbringung) abzufangen,
- Begrenzung der Rissbreite aus Lastbeanspruchung nach Abschluss der Rissbildung

Der Nachweis erfolgt auf der Basis zur Einhaltung der Grenzdurchmesser der Längsbewehrung, deshalb ist bei allen Verfahren der Stabdurchmesser d_s der rissverteilenden Bewehrung in mm festzulegen. Ist ein Durchmesser = 0, wird die entsprechende Bewehrungsrichtung nicht nachgewiesen.

Der Rissnachweis kann nach

- Norm (ohne direkte Berechnung der Rissbreite)
- Norm (direkte Berechnung der Rissbreite)
- Schießl
- Noakowski

erfolgen. Wesentliche Eingangsgröße ist die Rissbreite w_k in mm, die außen und innen unterschiedlich sein kann. Weiterhin gehen ein

- das Verbundverhalten zwischen Bewehrung und Beton (nur für die Nachweisverfahren von Schießl und Noakowski)
- Faktor $k_{z,t}$ zur Berücksichtigung des Betonalters zum Betrachtungszeitpunkt
- zur Ermittlung der Mindestbewehrung aus Zwang
 - Art der Zwangsbeanspruchung (zentrischer Zwang, Biegezwang)
 - Grund für die Zwangsbeanspruchung (selbst oder außerhalb induziert)
 - langsam erhärtender Beton reduziert die Mindestbewehrung

Die Beanspruchung aus dem Abfließen der Hydratationswärme (unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchung) ist mit **zentr. Zwang** und $k_{zt} = 0.5$ zu führen. Der Zeitfaktor $k_{z,t}$ beeinflusst die wirksame Betonzugfestigkeit zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (aus Zwang).

Ist jedoch die Bestimmung der **Mindestbewehrung** nicht angewählt, wird die reduzierte Betonzugfestigkeit beim Nachweis der Endrissbildung (aus Last) angesetzt.

Sind beide Teilnachweise aktiviert, geht der $k_{z,t}$ -Wert bei der **Begrenzung der Rissbreite** nicht ein.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Treppenlauf*, Abs. 3.3.4, S. 23, bzw. *Podest*, Abs. 3.3.1, S. 13) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Der Nachweisteil **Begrenzung der Rissbreite** überprüft, ob die erforderlichen Grenzdurchmesser oben und unten für die maßgebende Risslast eingehalten werden.

Ist der Nachweis nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung entsprechend erhöht.

Spannungsnachw. Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae](#)-Website unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

<input checked="" type="checkbox"/> Spannungsnachweis führen			
Vorgabe:	<input checked="" type="radio"/> Faktor	<input type="radio"/> zul σ	
zul σ_c =	<input type="text" value="0,60"/>	* f_{ck} =	<input type="text" value="-21,0"/> N/mm ²
zul σ_s =	<input type="text" value="0,80"/>	* f_{yk} =	<input type="text" value="400,0"/> N/mm ²

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Nachweis für die Bewehrung
- Nachweis für den Beton

Der Nachweis erfordert die Eingabe der beiden Grenzwerte zul σ_c für den Beton und zul σ_s für die Bewehrung, die je nach Einwirkungskombination variieren. Ist einer der beiden Grenzwerte = 0, wird der entsprechende Nachweis ignoriert.

Als Hilfestellung für den Anwender kann der Grenzwert auch als Vielfaches von f_{ck} bzw. f_{yk} , d.h. in Abhängigkeit der definierten Materialgüten, eingegeben werden.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Treppenlauf*, Abs. 3.3.4, S. 23, bzw. *Podest*, Abs. 3.3.1, S. 13) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Ist der *Nachweis für die Bewehrung* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung auf der Zugseite entsprechend erhöht. Ist der *Nachweis für den Beton* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte auf der Druckseite erhöht.

Ergebnisse der Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Man erhält

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte oben a_{so} , unten a_{su} in cm²/m
- den Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung a_{s0o} , a_{s0u} in cm²/m
- die Differenzbewehrung zur Anfangsbewehrung Δa_{so} , Δa_{su} in cm²/m

für den Rissnachweis

- die Mindestbewehrung min a_{so} , min a_{su} in cm²/m
- die aus der Begrenzung der Rissbreite resultierende Bewehrung ste a_{so} , ste a_{su} in cm²/m (ste = statisch erforderlich)

für den Spannungsnachweis

- die max. Zugspannungen in der oberen Bewehrung σ_{so} , unteren Bewehrung σ_{su} in MN/m²
- die minimale Beton(druck)spannung σ_c in MN/m²

3.3.5.2

Bemessungsoptionen Eurocode 2

Das Registerblatt behandelt die Parameter für Nachweise nach DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2. Im Programm *##-TrePo* werden folgende Nachweise berücksichtigt.

Biegebemessung Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae-Website](#) unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

Biegebemessung		
Mindestbewehrung	<input checked="" type="checkbox"/> für Platten	gemäß EC 2, 9.2.1.1

Der Anwender kann auswählen, ob die Mindestbewehrung für Platten ermittelt und bei der Bewehrungsausgabe berücksichtigt werden soll.

Schubbemessung Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae-Website](#) unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

<input checked="" type="checkbox"/> Schubbemessung		
Schubbewehrung	<input type="text" value="wie Längsbew."/>	
innerer Hebelarm	<input type="radio"/> z aus Biegebemessung <input checked="" type="radio"/> z = 0,9 d	
<input type="checkbox"/> OHNE min $V_{Rd,ct}$	gemäß EC 2, 6.2.2(1)	
Druckstrebenwinkel	<input type="checkbox"/> minimiert <input type="text" value="40.00"/> °	

Die Schubbewehrung kann unabhängig von der Längsbewehrung gewählt werden. Folgende Parameter sind optional

- Verfahren zur Berechnung des inneren Hebelarms
- Bemessung *ohne min $V_{Rd,ct}$* , d.h. bei Aktivierung ist bei der Ermittlung von $V_{Rd,ct}$ dessen Mindestwert nach EC 2, 6.2.2(1), nicht zu beachten
- Druckstrebenwinkel Θ : Neigungswinkel der Druckstrebe
- *minimiert* ($\Theta = 0$): ein minimaler Druckstrebenwinkel führt zu einer minimalen Querkraftbewehrung.

Aber: der Druckstrebenwinkel geht auch in die Berechnung der Verankerungslängen ein. I.A. ist es nicht sinnvoll, diesen Schalter zu aktivieren (z.T. lokal stark variierende Neigungswinkel).

Ergebnisse der Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Aus der Biegebemessung erhält man

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte oben a_{so} , unten a_{su} in cm^2/m
- den Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die eingegebene Grundbewehrung (s. Register *Treppenlauf*, Abs. 3.3.4, S. 23, bzw. *Podest*, Abs. 3.3.1, S. 13) a_{s0o} , a_{s0u} in cm^2/m
- die Differenzbewehrung zur eingegebenen Grundbewehrung Δa_{so} , Δa_{su} in cm^2/m

Die Schubbemessung liefert

- die maximale Bügelbewehrung (insgesamt) a_{sb} in cm^2/m^2

sowie als Zusatzergebnisse

- den Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} in kN/m
- den Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten aufnehmbaren Querkraft V_{Rdmax} in kN/m
- das Ausnutzungsverhältnis V_{Ed}/V_{Rdmax}

☑ Rissnachweis	
Nachweisverfahren	<input type="radio"/> EC 2, 7.3.2 + 3 <input checked="" type="radio"/> EC 2, 7.3.2 + 4 <input type="radio"/> P. Schießl <input type="radio"/> P. Noakowski
Grenz- \varnothing der Längsbewehrung:	
oben	<input type="text" value="10"/> mm
unten	<input type="text" value="10"/> mm
Rissbreite w_k	<input type="text" value="0.30"/> mm
Verbund	<input type="text" value="gut"/>
Beiwert k_{zt}	<input type="text" value="0.50"/>
<small> $w_k < 0.30$ mm: häufige oder seltene Ewk $w_k \geq 0.30$ mm: quasi-ständige Ewk zur Berücksichtigung der Verbundeigenschaften der Bewehrung zur Berücksichtigung des Betonalters (=0.5: Beton 3 bis 5 Tage alt) </small>	
☑ Begrenzung der Rissbreite (aus Lastbeanspruchung)	
☑ Mindestbewehrung (Erstrissbildung aus unbeabsichtigtem Zwang)	
Erstrissbildung	<input checked="" type="radio"/> unter zentr. Zwang <input type="radio"/> unter Biegezwang
Induzierung	<input checked="" type="radio"/> innerhalb <input type="radio"/> außerhalb
<small> Erm. des Beiwerts k zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen (außerhalb induz., z.B. Stützensenkung: $k=1.0$) <input type="checkbox"/> langsam erhärtender Beton Reduktion der Mindestbewehrung </small>	

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Ermittlung der Mindestbewehrung, um unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchungen zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (vor Verkehrslastaufbringung) abzufangen
- Begrenzung der Rissbreite nach Endrissbildung

Der Nachweis erfolgt auf der Basis zur Einhaltung der Grenzdurchmesser der Längsbewehrung, deshalb ist bei allen Verfahren der Stabdurchmesser d_s der rissverteilenden Bewehrung in mm festzulegen.

Ist ein Durchmesser = 0, wird die entsprechende Bewehrungsrichtung nicht nachgewiesen.

Der Rissnachweis kann nach

- Norm (ohne direkte Berechnung der Rissbreite)
- Norm (direkte Berechnung der Rissbreite)
- Schießl
- Noakowski

erfolgen. Wesentliche Eingangsgröße ist die Rissbreite w_k in mm.

Weiterhin gehen ein

- das Verbundverhalten (nur für die Nachweisverfahren von Schießl und Noakowski)
- Faktor k_{zt} zur Berücksichtigung des Betonalters zum Betrachtungszeitpunkt
- zur Ermittlung der Mindestbewehrung aus Zwang
 - Art der Zwangsbeanspruchung (zentrischer Zwang, Biegezwang)
 - Grund für die Zwangsbeanspruchung (selbst oder außerhalb induziert)
 - langsam erhärtender Beton reduziert die Mindestbewehrung

Die Beanspruchung aus dem Abfließen der Hydratationswärme (unbeabsichtigte Zwangsbeanspruchung) ist mit **zentr. Zwang** und $k_{zt} = 0.5$ zu führen. Der Zeitfaktor k_{zt} beeinflusst die wirksame Betonzugfestigkeit zum Zeitpunkt der Erstrissbildung (aus Zwang).

Ist jedoch die Bestimmung der **Mindestbewehrung** nicht angewählt, wird die reduzierte Betonzugfestigkeit beim Nachweis der Endrissbildung (aus Last) angesetzt. Sind beide Teilnachweise aktiviert, geht der k_{zt} -Wert bei der **Begrenzung der Rissbreite** nicht ein.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Treppenlauf*, Abs. 3.3.4, S. 23, bzw. *Podest*, Abs. 3.3.1, S. 13) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Der Nachweisteil **Begrenzung der Rissbreite** überprüft, ob die erforderlichen Grenzdurchmesser oben und unten für die maßgebende Risslast eingehalten werden. Ist der Nachweis nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung entsprechend erhöht.

Spannungsnachw. Hintergrundinformationen finden Sie im Internet auf der [pcae](#)-Website unter *Veröffentlichungen Stahlbetontheorie*.

☑ Spannungsnachweis führen			
Vorgabe:	<input checked="" type="radio"/> Faktor	<input type="radio"/> zul σ	
zul σ_c =	<input type="text" value="0,60"/>	* f_{ck} =	<input type="text" value="-21,0"/> N/mm ²
zul σ_s =	<input type="text" value="0,80"/>	* f_{yk} =	<input type="text" value="400,0"/> N/mm ²

Der Nachweis ist in zwei Teile gegliedert

- Nachweis für die Bewehrung
- Nachweis für den Beton

Der Nachweis erfordert die Eingabe der beiden Grenzwerte zul σ_c für den Beton und zul σ_s für die Bewehrung, die je nach Einwirkungskombination variieren. Ist einer der beiden Grenzwerte = 0, wird der entsprechende Nachweis ignoriert.

Als Hilfestellung für den Anwender kann der Grenzwert auch als Vielfaches von f_{ck} bzw. f_{yk} , d.h. in Abhängigkeit der definierten Materialgüten, eingegeben werden.

Die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung setzt sich zusammen aus der im Eigenschaftsblatt vorgegebenen Grundbewehrung (s. Register *Treppenlauf*, Abs. 3.3.4, S. 23, bzw. *Podest*, Abs. 3.3.1, S. 13) und einer aus den vorher geführten Tragfähigkeitsnachweisen ermittelten Biegebewehrung (Biegebemessung). Der Maximalwert wird übernommen.

Ist der *Nachweis für die Bewehrung* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte der Anfangsbewehrung auf der Zugseite entsprechend erhöht. Ist der *Nachweis für den Beton* nicht erfüllt, werden die Bewehrungsquerschnitte auf der Druckseite erhöht.

Ergebnisse der Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Man erhält

- die maximalen Bewehrungsquerschnitte oben a_{so} , unten a_{su} in cm²/m
- den Bewehrungsgrad ρ_s

sowie als Zusatzergebnisse

- die in den Nachweis eingehende Anfangsbewehrung a_{s0o} , a_{s0u} in cm²/m
- die Differenzbewehrung zur Anfangsbewehrung Δa_{so} , Δa_{su} in cm²/m

für den Rissnachweis

- die Mindestbewehrung min a_{so} , min a_{su} in cm²/m
- die aus der Begrenzung der Rissbreite resultierende Bewehrung ste a_{so} , ste a_{su} in cm²/m (ste = statisch erforderlich)

für den Spannungsnachweis

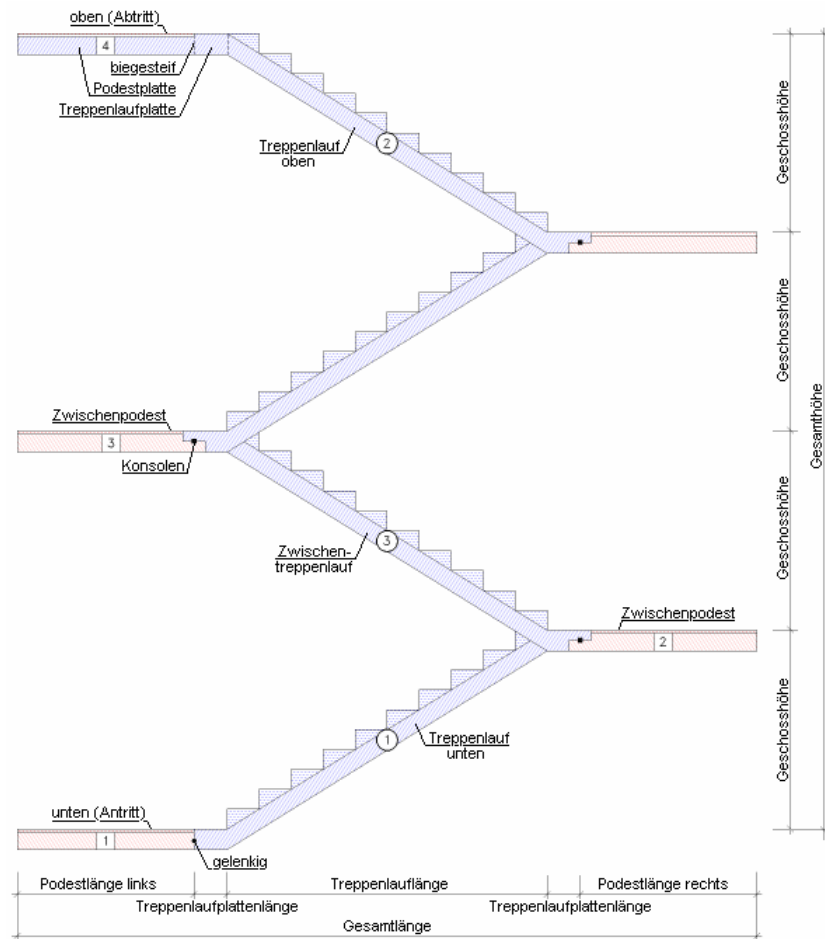
- die max. Zugspannungen in der oberen Bewehrung σ_{so} , unteren Bewehrung σ_{su} in MN/m²
- die minimale Beton(druck)spannung σ_c in MN/m²



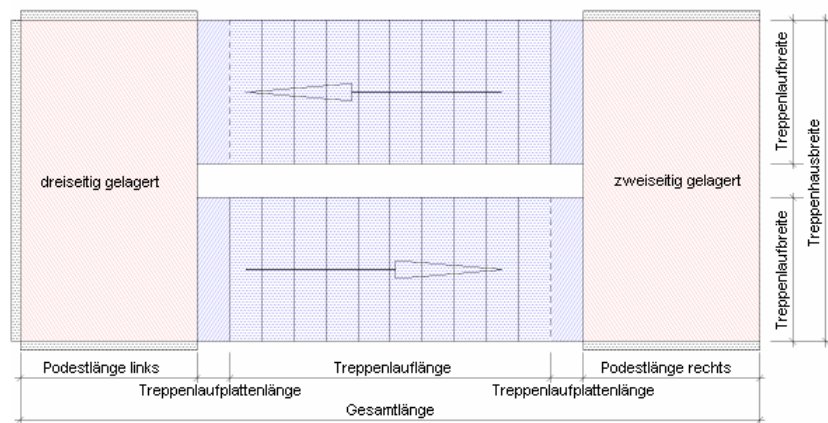
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Berechnung durchgeführt. Direkt im Anschluss daran wird der Statikausdruck am Bildschirm dargestellt.

Mit dem Programm *4/-TrePo* kann ein System aus einachsiger gespannten Treppenläufen in Verbindung mit zweiachsig gespannten rechteckigen Podestplatten berechnet und bemessen werden.

Erläuterungsskizze Ansicht



Draufsicht



Es können maximal neun Treppenläufe mit insgesamt zehn Podestplatten angeordnet werden. Da die Treppenläufe und Zwischenpodeste gleich ausgeführt und belastet werden, müssen aufgrund der Anschlussmöglichkeiten der Treppenläufe an die Podestplatten nur höchstens drei verschiedene Treppenläufe mit insgesamt vier verschiedenen Podestplatten berechnet werden.

Die maßgebenden Bauteile sind in der Erläuterungsskizze (Ansicht) an ihrer Nummerierung zu erkennen.

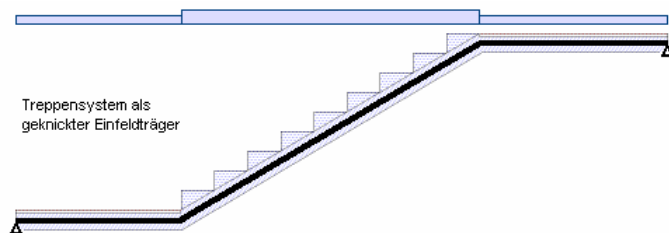
Sämtliche Treppenläufe haben die gleichen Abmessungen und Belastungen, sämtliche Zwischenpodeste haben die gleichen Dicken, Breiten, Anschlüsse und Belastungen.

Die Anschlüsse der Treppenläufe an die Podestplatten können gelenkig oder biegesteif ausgeführt werden.

3.4.1

Berechnung eines einachsig gespannten Treppensystems

Wenn die Podestplatten nur an der Stirnseite gelagert sind, werden Treppenlauf und Podeste zusammengefasst und als geknickter Einfeldträger berechnet. Treppenlaufdicke und Podestdicke müssen dann gleich groß und der Anschluss zwischen Treppenlauf und Podest biegefest sein.



Da die separate Berechnung der Podestplatten (s.u.) entfällt, werden die Lasten, die vom Treppenlauf auf die Podestplatte abgegeben werden, mit einem Erhöhungsfaktor beaufschlagt.

$$\lambda_{\text{fak}} = 1 + 0.5 \cdot \lambda \quad \text{mit} \quad \lambda = \frac{b_P - 2 \cdot b_L}{b_L}$$

b_P Podestbreite

b_L Breite des Treppenlaufs

3.4.2

Berechnung eines Treppenlaufs

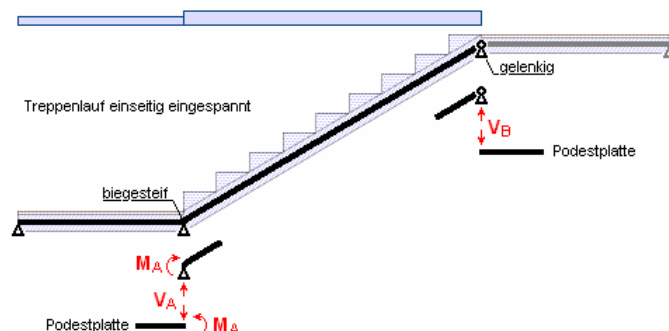
Zunächst und vereinfachend werden die Schnittgrößen des Treppenlaufs als Durchlaufsystem berechnet. Je nach Anschlussart an die Podestplatten handelt es sich dabei um

- einen Einfeldträger (beidseitiger Anschluss gelenkig oder über Konsolen) oder
- einen Mehrfeldträger (mindestens einer der beiden Anschlüsse ist biegesteif).



Eine teilweise Einspannung des Treppenlaufs in die Podestplatte kann nicht berechnet werden.

Die Lagerung der Podestplatten ist dabei ohne Belang, da nur die Anschlussgrößen an die Podestplatten gesucht werden. Je nach Anschlussart werden bei einem Einfeldträger Querkräfte, bei einem Mehrfeldträger Querkräfte und Momente an die Podestplatte übergeben.



Zur Berechnung der Schnittgrößen in einem Mehrfeldsystem s. *Schneider Bautabellen für Ingenieure* oder *Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln*.

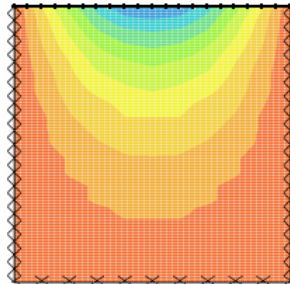
3.4.3

Berechnung der Podestplatten

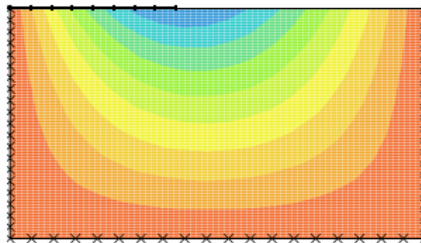
Die Podestplatten werden mit Hilfe der **Finite-Elemente-Methode** berechnet. Es können zwei- oder dreiseitig gelagerte zweiachsig gespannte Platten berechnet werden. Die Anschlussgrößen (s.o.) werden als Randlasten auf die Platten aufgebracht.

In den folgenden Skizzen sind die gelagerten Ränder mit einem X und die belasteten Ränder mit einem Punkt gekennzeichnet.

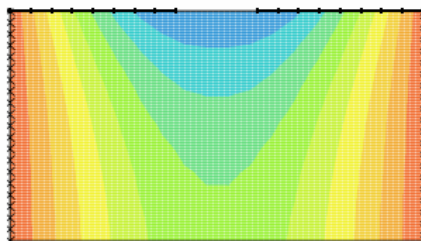
- einzügiger Treppenlauf: die Belastung durch den Treppenlauf nimmt die gesamte Podestbreite in Anspruch



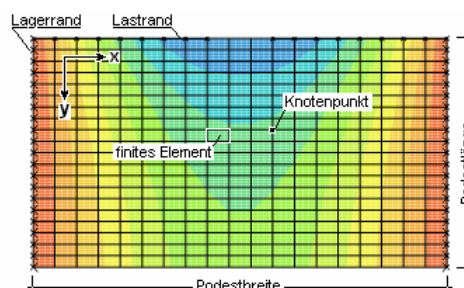
- Podestplatte unten/oben: die Belastung durch den Treppenlauf wirkt nur einseitig auf die Podestplatte



- Zwischenpodeste: die Belastung durch die Treppenläufe nach oben und nach unten wirkt zweiseitig auf die Podestplatte



Die Rechteckplatten werden in Elemente eingeteilt, wobei in Plattenlängsrichtung feinere Elementlängen gewählt werden als in Plattenquerrichtung. Die Podestränder sind bei Bedarf gelenkig gelagert, d.h. sie nehmen nur Vertikalkräfte auf und leiten sie in die unterstützenden Wände weiter. Am Lastrand können Vertikallasten v_y und Biegemomente m_{yy} aus den Treppenläufen eingeleitet werden.



Die höchste Genauigkeit der Ergebnisse erzielt man für die Durchbiegungen in den Knotenpunkten, für die Bewehrung im Elementmittelpunkt. Tabellarisch werden daher die Durchbiegungen u_z und die Schnittgrößen m_{xx} , m_{xy} , m_{yy} , q_x , q_y in den Knotenpunkten, die Nachweiseergebnisse (z.B. die erforderliche Bewehrung as_{1o} , as_{2o} , as_{1u} , as_{2u} , as_q oder die Spannungen) im Elementmittelpunkt ausgewiesen.

Die Bemessung erfolgt entweder

- nach DIN 1045-1 (Stahlbetonbemessung) auf Basis der DIN 1055-100 (Grundlagen der Tragwerksplanung, Einwirkungen auf Tragwerke) oder
- nach DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2 (Stahlbetonbemessung) auf Basis von DIN EN 1990 und 1991 (Grundlagen der Tragwerksplanung, Einwirkungen auf Tragwerke) unter Berücksichtigung der nationalen Parameter.

Treppenlauf und anschließende Treppenlaufplatte sind einachsig gespannt und werden bis zum Anschluss an die Podestplatte entsprechend bewehrt.

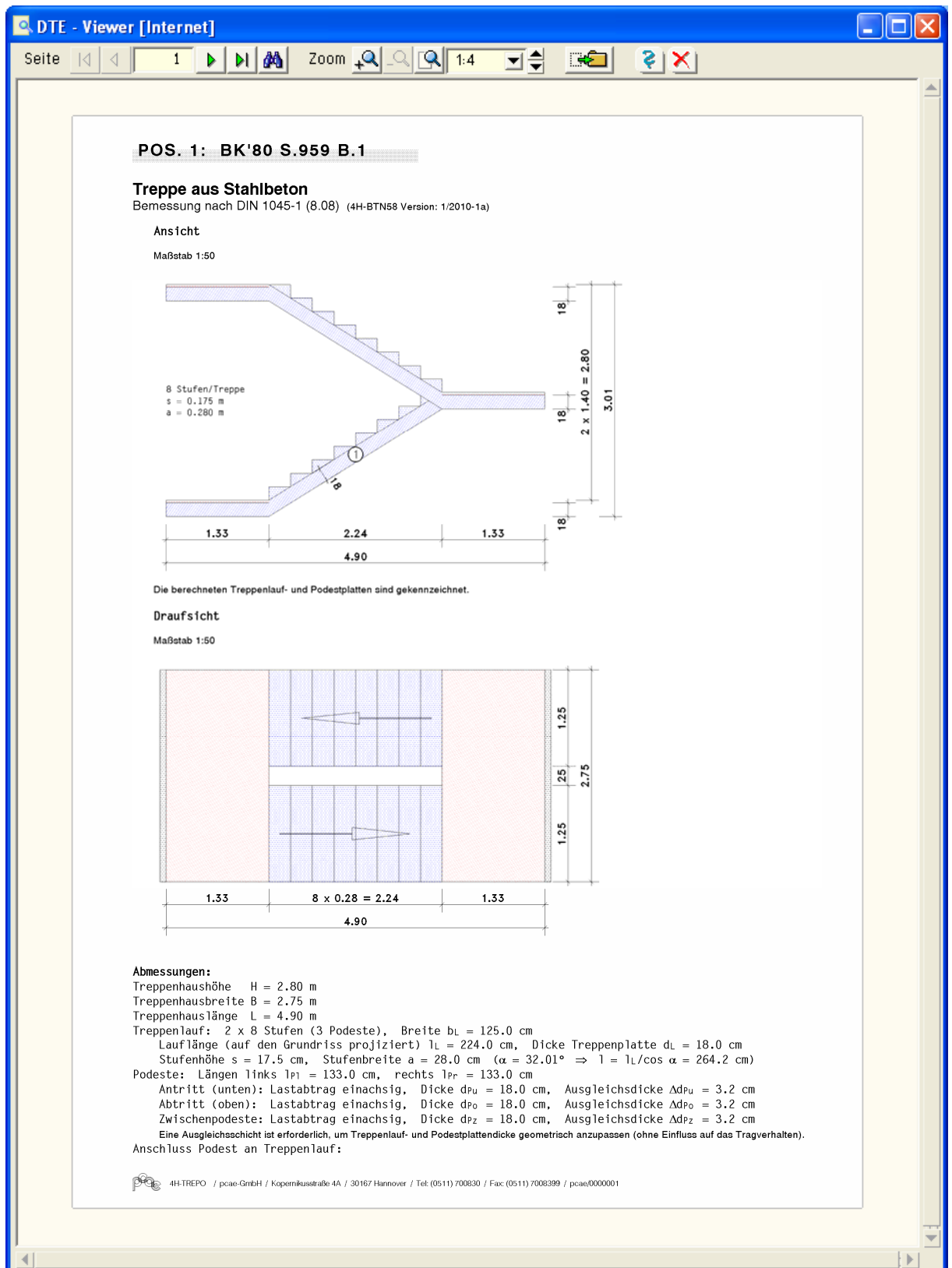
Zur Bemessung von Konsolen s. Abs. 3.3.2, S. 14.

Die Podestplatten werden orthogonal entlang ihrer Ränder bewehrt, so dass Bewehrungsrichtung 1 in x-Richtung und Bewehrungsrichtung 2 in y-Richtung zeigt. Eine ggf. vorhandene Grundbewehrung wird für beide Bewehrungsrichtungen gleich angesetzt (analog einer Q-Matte). Der Stahlrandabstand ist näherungsweise für beide Bewehrungsrichtungen gleich.

Nähere Informationen zur Stahlbetonbemessung s. Abs. 3.3.5, S. 23.

Das Ergebnis der Berechnung wird im DTE®-Viewer auf dem Bildschirm protokolliert. Zu den Interaktionsmechanismen des Viewers s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

Beispielberechnungen mit pdf-Ausdrucken finden Sie im Internet unter www.pcae.de.



3.5 Ausdrucksteuerung



Durch Anklicken nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Steuerung des Ausgabeumfangs der Berechnungs-/Bemessungsergebnisse geöffnet.

Das Eigenschaftsblatt ist in verschiedene Bereiche gegliedert, die den Ausgabeumfang beeinflussen.

3.5.1 Eingabedaten

☒ Systemgrafik ☒ im Maßstab 1: 50
☒ Ansicht
☒ Draufsicht
☒ Abmessungen
☒ Material
☒ Belastung
☒ Nachweisparameter
☒ NDP-Liste (nur Eurocode 2)

Um eine computergestützte statische Berechnung nachvollziehen zu können, müssen sämtliche Eingabedaten protokolliert werden. Optional besteht jedoch die Möglichkeit, Informationsblöcke abzuschalten.

Bei einer Bemessung nach Eurocode 2 wird auf nationale Parameter (NDP) zurückgegriffen, die bei Bedarf ausgedruckt werden können.

Zum besseren Verständnis kann die Treppe auch in einer Grafik als An- und Draufsicht entweder in einem vorgegebenen Maßstab oder bezogen auf die Breite eines DIN A4-Blatts hinzugefügt werden.

3.5.2 Ergebnisse

Zunächst wird festgelegt, welches der Bauteile dokumentiert werden soll

☒ Treppenlauf
☒ Konsolen
☒ Podeste

Die Konsolenbemessung wird komplett ausgeworfen, wohingegen die Ergebnisflut der Treppen und Podestplatten eingeschränkt werden kann. Einstellungen an dieser Stelle wirken sich nicht nur auf die Ergebnisausgabe, sondern auch auf deren Erzeugung aus. Soll z.B. das Berechnungsergebnis der Podestplatten nicht protokolliert werden, wird bei Deaktivierung des entsprechenden Buttons auch auf die Berechnung verzichtet.

Aus der Schnittgrößenermittlung (Berechnung) von Treppenlauf und Podesten sind folgende Ergebnisse verfügbar

☒ Lastzusammenstellung
☐ als Grafik
☒ als Tabelle
☒ Bemessungsgrößen
☒ als Grafik (Treppenlauf)
☒ als Kontur (Podeste)
☒ als Tabelle
☒ Auflagerkräfte
☒ Anschlussgrößen
☒ Schnittgrößen

Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Ergebnistypen farbig hinterlegt; die grafischen Ergebnisse betreffend in hellblau, die tabellarischen Ergebnisse betreffend in hellgrün, die Art der Ergebnisse betreffend in hellgelb.

Eine grafische Darstellung (Liniengrafik der Treppenläufe, Konturenplots der Podestplatten) ist nicht für jeden Ergebnistyp verfügbar!

Die Lastzusammenstellung gibt die charakteristischen Ergebnisse des betrachteten Treppenlaufs wieder, die da sind: die Auflagerkräfte, die Anschlussgrößen an die Podestplatten und/oder die Schnittgrößen je Lastfall. Als Liniengrafik werden die charakteristischen Schnittgrößen je Lastfall ausgegeben.

Bemessungsgrößen sind mit Sicherheitsbeiwerten beaufschlagte Auflagerkräfte und extreme (Design-) Schnittgrößen des Treppenlaufs sowie Anschlussgrößen und extreme (Design-) Schnittgrößen der Podestplatten. Als Liniengrafik des Treppenlaufs werden die extremalen Bemessungsgrößen, als Konturenplot der Podestplatten wird die maximale Durchbiegung ausgegeben.

Die Nachweise setzen sich zusammen aus Teilnachweisen, die für die Druckliste selektiv aus- bzw. angeschaltet werden können.

- ☒ Nachweisergebnisse
 - ☒ als Grafik (Treppenlauf)
 - ☒ als Kontur (Podeste)
 - ☒ als Tabelle
- ☒ Biegebemessung
 - ☒ Schubbemessung
- ☒ Rissnachweis
 - ☒ Mindestbewehrung (Zwang)
 - ☒ Begrenzung der Rissbreite (Last)
- ☒ Spannungsnachweis
 - ☒ für die Bewehrung
 - ☒ für den Beton

Sämtliche Ergebnisse liegen in tabellarischer Form vor, die grafischen Darstellungsmöglichkeiten werden im Folgenden erläutert. Sämtliche Nachweise zeigen in Liniengrafik und Konturenplot die erforderliche Bewehrung. Die Zulagebewehrung zur eingegebenen Grundbewehrung wird nur in der Liniengrafik dargestellt.

Die Zusatzergebnisse betreffen die Teilnachweise

- | | |
|-------------------|---|
| Schubbemessung | Liniengrafik und Konturenplot zeigen die erf. Schubbewehrung und die Schubausnutzung |
| Rissnachweis | nur in der Liniengrafik werden die Mindestbewehrung und die Rissbewehrung dargestellt |
| Spannungsnachweis | Liniengrafik und Konturenplot zeigen die max. Stahlzug- und min. Betondruckspannung |

In der Zusammenfassung der Nachweise wird die resultierende Bewehrung aus allen gerechneten Nachweisen als Liniengrafik und Konturenplot dargestellt. Die maximale Bewehrung kann zudem in rein textlicher Form ausgegeben werden. Zusätzliche Informationen dienen dem besseren Verständnis des Statikausdrucks.

- ☒ Zusammenfassung der Nachweise
- ☒ maximale Bewehrung
- ☒ zusätzliche Informationen

Die Ergebnisauswahl ist nun abgeschlossen. An dieser Stelle lassen sich allgemeine Einstellungen für die ausgewählten Ergebnisse vornehmen.

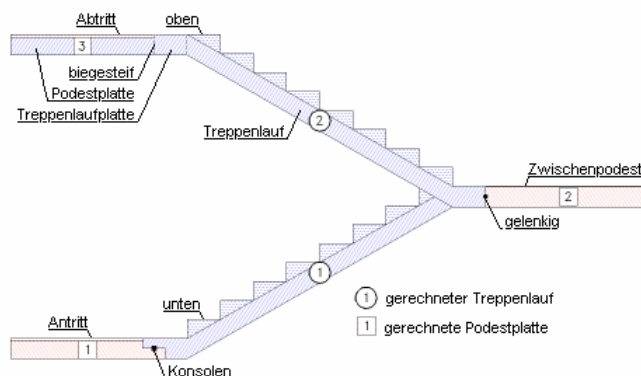
Es wird vereinbart, dass alle darzustellenden Treppenlauf- und Podestergebnisse als Grafiken/Konturen und/oder als Tabellen in Minimal- oder Maximaldarstellung ausgegeben werden.

- Alle Treppenlaufergebnisse
 - ☒ als Grafiken
 - ☒ als Tabellen
- Alle Podestergebnisse
 - ☒ als Konturen
 - ☒ als Tabellen
- Alle Tabellen
 - ☒ minimal
 - ☒ maximal

Da bei Treppenhäusern mit mehreren Treppenläufen häufig die Abmessungen und Auflagerbedingungen aller Treppenläufe und Podestplatten übereinstimmen, kann das zu protokollierende Bauteil ausgewählt werden.

- Nur Ausgabe von Ergebnissen des Treppenlaufs
 - ☒ unten
 - ☒ oben
 - ☒ zwischen
- Nur Ausgabe von Ergebnissen der Podestplatte
 - ☒ Antritt
 - ☒ Abtritt
 - ☒ zwischen

Erläuterungsskizze



3.6 Ausdruck des Nachweises



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird der Ausdruck des Nachweises der aktuellen Position eingeleitet.

Hinweis: Der hier aktivierte Ausdruck versteht sich als Schnellabzug der aktuellen Position.

Der Ausdruck sämtlicher Nachweise aller zum DTE[®]-Bauteil gehörenden Positionen kann aus dem DTE[®]-System heraus per Menü aktiviert werden. Hierbei werden automatische Seitennummerierungen sowie benutzerseitige Einstellungen (Schrifttypen, Seitenkopfeinstellungen etc.) berücksichtigt. S. hierzu Handbuch *DTE[®]-DeskTopEngineering*.

3.7 Hilfestellungen



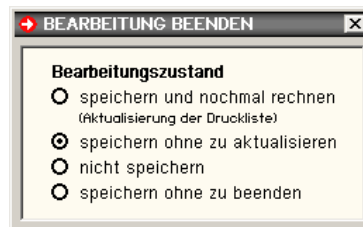
Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird der Hilfemanager aktiviert. Der Hilfemanager gibt wertvolle Informationen über den aktuell bearbeiteten Nachweistyp.

3.8 Beenden der Bearbeitung



Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Bearbeitung der aktuellen Position beendet.

In dem nachfolgend auf dem Sichtgerät erscheinenden Eigenschaftsblatt können Sie sich entscheiden, ob die aktuell bearbeiteten Daten der Position gespeichert oder ignoriert werden sollen.



Bei Speicherung der Daten kann entweder nochmal gerechnet werden, um die Druckliste für den externen Ausdruck zu aktualisieren, auf die Neuberechnung verzichtet werden oder nach einer Zwischenspeicherung die Bearbeitung der aktuellen Position fortgesetzt werden.

Normen

- /1/ DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe März 2001
- /2/ DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgaben Juli 2001 und August 2008
- /3/ Erläuterungen zu DIN 1045-1, Heft 525, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 2003
- /4/ Berichtigung 1 zum DAfStb-Heft 525, Mai 2005
- /5/ Erläuterungen zu DIN 1045-1, Heft 525, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2. überarbeitete Auflage, Mai 2010
- /6/ DIN EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /7/ DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- /8/ DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Januar 2011
- /9/ DIN EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010

Schnittgrößentransformation bei Flächenträgern

- /10/ T. Baumann: Zur Frage der Netzbewehrung von Flächenträgern. Der Bauingenieur 47 (1972), Heft 10, Springer Verlag, 1972
- /11/ K. Holschemacher: Stahlbetonplatten – Neue Aspekte zur Bemessung, Konstruktion und Bauausführung, Bauwerk-Verlag GmbH, 2005

Biegebemessung

- /12/ F. Fingerloos: DIN 1045 Ausgabe 2008 Tragwerke aus Beton und Stahlbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Kommentierte Kurzfassung, 3. Auflage, Fraunhofer IRB und Beuth Verlag, 2008
- /13/ O. Wommelsdorff: Stahlbetonbau – Bemessung und Konstruktion, Teil 1, Werner Verlag, 2005
- /14/ O. Wommelsdorff: Stahlbetonbau – Bemessung und Konstruktion, Teil 2, Werner Verlag, 2009

Schubbemessung

- /15/ E. Grasser: Bemessung für Biegung mit Längskraft, Schub und Torsion, Betonkalender Teil I, Verlag Ernst und Sohn, 1985
- /16/ H. Friemann: Schub und Torsion in geraden Stäben, Werner-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1983

Rissnachweis

Verfahren nach Norm

- /17/ G. König & N. Viet Tue: Grundlagen und Bemessungshilfen für die Rissbreitenbeschränkung im Stahlbeton und Spannbeton, Heft 466, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1996

Verfahren nach Schießl

- /18/ P. Schießl: Grundlagen der Neuregelung zur Beschränkung der Rissbreite, Heft 400, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1989
- /19/ J. Bergfelder, J. Dittfach: Beschränkung der Rissbreite bei Ortbetonpfählen, Beton- und Stahlbetonbau 87, 1992

Verfahren nach Noakowski

- /20/ P. Noakowski: Verbundorientierte, kontinuierliche Theorie zur Ermittlung der Rissbreite, Beton- und Stahlbetonbau 80, 1985
- /21/ K. Frank, M. Litzenburger, G. Peters: Rissnachweis nach Noakowski, aufbereitet für den Taschenrechner, Heft 5, Bautechnik 65, 1988

Verschiedenes

- /22/ S. Köseoglu: Treppen. Betonkalender Teil II, Verlag Ernst und Sohn, 1980

5 Index

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Abkürzungen 2 | Kontextsensitivität 6 |
| Abmessungen 9 | Kontrollmechanismen 10 |
| Anwendungsdokument 23 | Lastbild 2 |
| Ausgabeumfang 35 | Lasteinleitung, indirekte 22 |
| Baustoffe 10 | Lastfall 2 |
| Baustoffparameter 12 | Lastkollektiv 2 |
| Bauteil erzeugen 7 | NAD 23 |
| Bemessungsparameter 23 | Ordner 7 |
| Berechnung 30 | Podestplatte 13, 32 |
| blank 2 | Schreibtisch 6 |
| Buttons 2 | Schreibtischauswahl 5 |
| Cursor 2 | Schrittmaßregel 12 |
| DIN 1045-1 24 | Schubbewehrung 24 |
| Einwirkung 2 | Stabwerksmodell 19 |
| e-Mail 6 | Stahlbetonbemessung 23 |
| Eurocode 23, 27 | Startsymbol 5 |
| Extremalbildungsvorschrift 2 | Steuerbutton 6 |
| Fangrechteck 2 | Steuerbuttons 10 |
| Finite-Elemente-Methode 32 | Treppenlauf 14, 31 |
| Installation 5 | Verträglichkeitsbedingungen 11 |
| Konsole 15 | Wichte 10 |
| Konstruktionsregeln 11 | |