Learning @ Home



Der schnelle Einstieg
Stabstatik

AxisVM

Inhalt

Einleitung und Themenbereich.....3
Grundlagen.....4
Modellierung.....6
Berechnung und Auswertung.....9
Weitere Informationen und Hinweise.....11

Die vorliegenden Unterlagen einschliesslich aller Teile und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der Grenzen des Urheberrechtsschutzgesetzes ist ohne Zustimmung der IngWare GmbH unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen und die Einspeicherung in elektronischen Systemen.

© 2012, IngWare GmbH

Version 1.0, Oktober 2012

Autor Daniel Gass

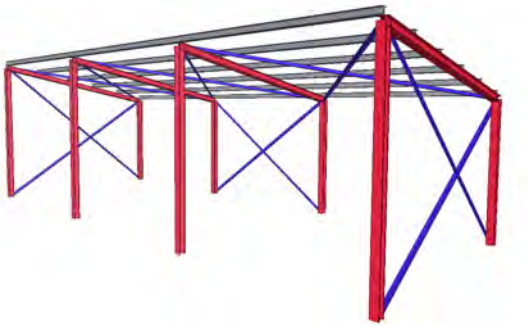
Koreferat Peter Walker

Verlag IngWare GmbH
Seestrasse 78
CH-8703 Erlenbach
+41 (0)44 910 34 34
www.ingware.ch

Einleitung und Themenbereich

Einleitung

AxisVM ist ein modernes Finite Elemente Programm für den Bauingenieur. Die Software ermöglicht statische und dynamische Analysen von ebenen und räumlichen Konstruktionen mit linearen und nichtlinearen Berechnungsmethoden. Das und vieles mehr machen AxisVM zum effizienten System, welches weltweit von Bauingenieuren eingesetzt wird.



Im vorliegenden Heft sollen die Grundlagen bei der Bedienung von AxisVM für die Modellierung, Berechnung und Auswertung anhand eines einfachen Beispiels zur Stabstatik erläutert werden.

Themenbereich

Die folgenden Themen werden im vorliegenden Heft behandelt.

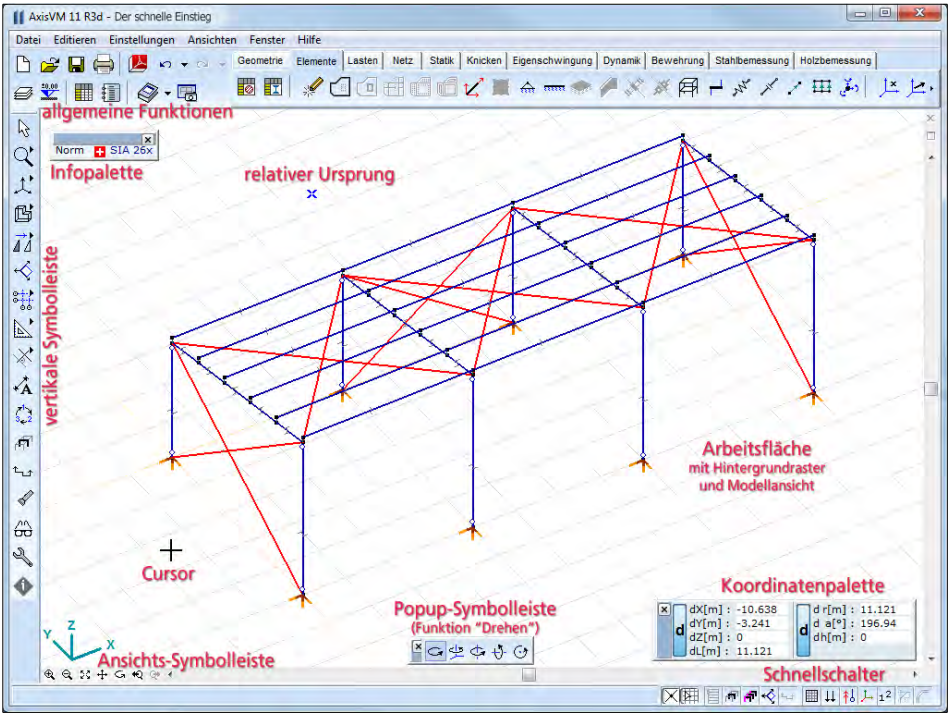
- Definition von Stütze und Riegeln, inkl. Gelenken
- Eingabe eines Trägerrasters, inkl. Definition von Knoten/Knoten-Verbindungen
- Windverbände ohne statische Verbindung im Schnittpunkt
- Definition von Knotenauflagern
- Auswahl, Änderung und Löschen bestehender Objekte
- Definition von Lastsystemen für die Grenzwertbildung
- Eingabe von Flächen- und Linienlasten auf Stabsysteme
- Lineare statische Berechnung
- Beschriftung und Bemassung
- Erstellen und Drucken von Ausgaben

Video

Das Video zum vorliegenden Heft finden Sie unter youtube.com

Grundlagen

Arbeitsbereich



Popup-Symbolleisten sind nur nach Aktivierung bestimmter Funktionen verfügbar.

Öffnen von Koordinaten- und Infopalette mit Menü "Fenster"

Koordinatensysteme



Relative Koordinaten. Bezeichnung mit Kleinbuchstaben (x, y, z). Verschieben des relativen Ursprungs mit Taste [Insert] oder [Alt]+[Shift]

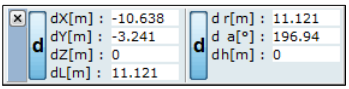


Absolute Koordinaten. Bezeichnung mit Grossbuchstaben (X, Y, Z)



Koordinatenpalette

Koordinatenpalette zeigt relative Koordinaten bei gedrücktem Schalter "d"



Eingabe von Koordinaten über die Tastatur mit Tasten [X], [Y], [Z], [L] und anschliessender Eingabe des Werts, Abschluss der Eingabe mit [Enter]

Copyright by IngWare GmbH

Ansicht

Modell zoomen und Drehen

Ansichts-Symbolleiste. Zoomen, Verschieben und Drehen der Modellansicht.



- Mausrad drehen = zoomen
- Rad drücken + ziehen = verschieben
- Doppelklick auf Mausrad = Zoom alles

Objekte ein-/ausblenden

Ausblenden von Objekten mit Schnellschalter

- Details. Bauteilgruppen (manuelle Definition in vertikaler Symbolleiste oder "logische Details")
- Netz
- Lasten
- Grafische Symbole. z.B. "Flächenmittelpunkt", "Gelenke", "Objektkonturen"
- Lokale Systeme (siehe "Koordinatensysteme", S. 4)
- Nummerierung. Autom. Beschriftung von Elementen und Ergebnissen

Eingabelogik

AxisVM unterstützt zwei Eingabemethoden.

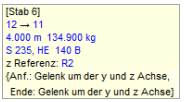
Action/Selection
1. Aktivieren der Funktion
2. Auswahl der Objekte

Selektion/Action
1. Auswahl der Objekte
2. Aktivieren der Funktion

Im Folgenden wird ausschliesslich die Methode 'Action/Selection' verwendet.

Zeigen/Klicken

Zeigen mit der Maus auf ein Objekt = Cursor-Icon zeigt Objekttyp, Tooltip zeigt Objekteigenschaften abhängig vom aktiven Register



Klicken auf ein Objekt öffnet den Definitionsdialog zur Änderung der Eigenschaften (z.B. "Material", "Dicke", "Lastintensität")

Auswahl von Objekten



Markierung von Objekten mit "Auswahl"-Funktion oder nach Aktivierung von Bearbeitungs-Funktionen.

Rahmen von links nach rechts = Markierung aller Objekte im Rahmen



Rahmen von rechts nach links = Markierung aller geschnittenen Objekte



- Hinzufügen, resp. Entfernen von Objekten im Rahmen aus der Auswahl
- Auswahl umkehren für Objekte im Rahmen
- Alles Auswählen. Keine Auswahl ausgeblendeter Objekte
- Objekt- und Eigenschaftsfilter

Abschluss der Auswahl mit "OK" oder Taste [Enter]

Modellierung

Grundsätze der Modellierung

- gemeinsame Knoten, resp. Linien = Übertragung von Kräften
- Aneinander stossende Elemente ohne explizite Gelenkdefinition sind biegesteif verbunden
- Nicht benötigte Objekte vermeiden
- Modellierung von Bauteilachsen
- Vernachlässigung statisch nicht relavanter Aspekte

Modellbildung so einfach wie möglich, so genau wie nötig

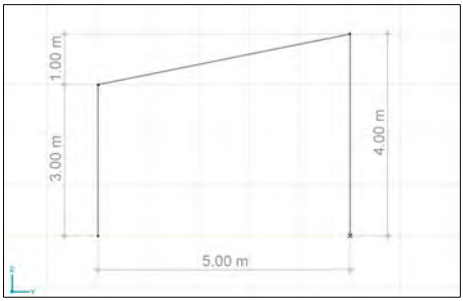
Binder

Register "Geometrie"

Darstellung in der YZ-Ebene (Icon oder Taste [Ctrl]+[3])

"Polygon" zeichnen (Abschluss mit Doppelklick oder Taste [Esc])

- Beliebiger Anfangspunkt
- Eingabe über die Tastatur
  - [Z], [3], [Enter]
  - [Y], [5], [Z], [1], [Enter]
  - [Z], [-] [4], [Enter]



Register "Elemente"

"Linienelemente" definieren. Auswahl der beiden Stützen

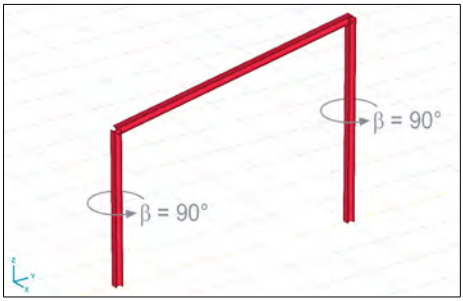
- Elementtyp "Stab" (Voreinstellung)
- Materialdatenbank öffnen und Auswahl von "S 235"
- Querschnittsdatenbank öffnen und Auswahl von "I-Querschnitte" : "HE Europäische breitflanschige I-Träger" : "HE 140 B" (HEB 140)
- Gelenk Einstellungen öffnen
  - Stabanfang
    Gelenk um die y- und z-Achse
  - Stabende
    Gelenk um die y- und z-Achse

Darstellung in der Perspektive [Ctrl] +[4]

Darstellung mit "Verdeckten Flächen"

Vertauschen starke/schwache Achse

- Anklicken einer Stütze (Definitionsdialog wird erneut geöffnet)
- Festlegen der "lokalen z-Referenz" mit Referenzwinkel β = 90°
- Wiederholen für die zweite Stütze
- Definition des Riegels
  - "S 235", "HE 140 B"
  - keine Gelenkdefinition



Copyright by IngWare GmbH

Darstellung als "Gitternetz"

Definition der Knotenauflager. Auswahl der Stützenfusspunkte

- $R_X = R_Y = R_Z$ = 1e10 kN/m
- $R_{XX} = R_{YY} = R_{ZZ}$ = 1e10 kNm/m/rad

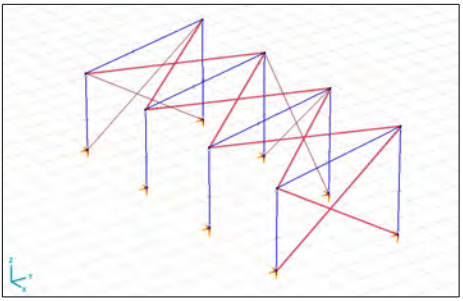
Die Auflager werden voll eingespannt festgelegt. Die Gelenke wurden bereits als Stabendgelenke der Stütze definiert. Eine doppelte Definition des Gelenks (gelenkiges Auflager und Stabendgelenk) führt zu einem instabilen Modell.

Geometrische Transformation"Verschieben". Auswahl aller Stäbe ( )

- Option "Schrittweise"
- N = 3 (Anzahl Kopien)
- "Knoten zum Verbinden" = "Keine"
- Bestätigung mit "OK"
- Angabe des Verschiebungsvektors.
  - Anklicken eines beliebigen Punkts
  - Eingabe über die Tastatur [X], [4], [Enter]

Windverbände

Register "Geometrie"



"Polygon" zeichnen um Linien für Windverbände zu ergänzen (Endpunkte bereits vorhanden)

- Kreuz in kurzer Fassade (beidseitig)
- Kreuz im mittleren Feld der langen Fassade mit kurzen Stützen
- Kreuze zwischen den Stützenköpfen in allen Feldern

"Knoten löschen" um Knoten in den Schnittpunkten der Windverbände zu entfernen (keine Kraftübertragung möglich)

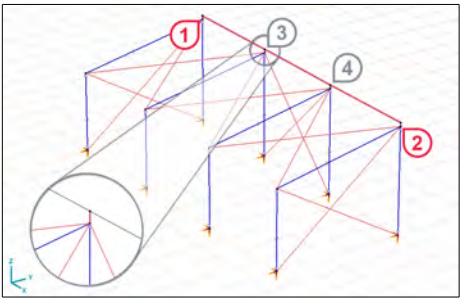
Register "Elemente"

"Linienelemente" für Windverbände definieren. Auswahl aller Linien für Windverbände

- Elementtyp "Fachwerkstab"
- Material "S235"
- Querschnittsdatenbank öffnen, "L-Querschnitte" : "L Gleichschenkliger Winkel" : "L 50x50x4"

Pfetten

Register "Geometrie"



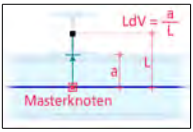
"Polygon" zeichen für Randpfette.

- Klick auf Punkt 1
- Taste [Z], [0.13], [Enter]
- Taste [Alt]+[Z] (Z-Koordinate wird fixiert)
- Anklicken von Punkt 2
- Taste [Alt]+[Z] (Aufheben der Fixierung)
- Anklicken von Punkt 2
- Verlängern der Stützen auf Pfette (3, 4)

Register "Elemente"

"Linienelement" für Pfette

- Material "S 235"
- Querschnittsdatenbank öffnen, "I-Querschnitte" : "HE Europäische breitflanschige I-Täger" : "HE 120 A" (HEA 120)
- keine Gelenkdefinition



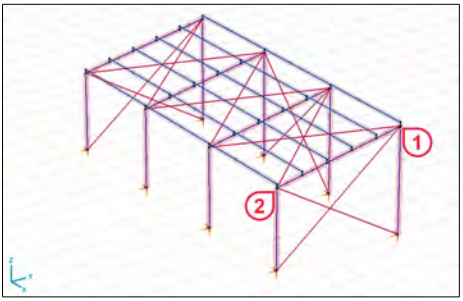
Geometrische Transformation "Verschieben". Auswahl der Pfette und der K/K-Verbindungselemente.

- Option "Aufteilen"
- N = 5 (Anzahl Kopien)
- "Knoten zum Verbinden" = "Keine"
- Bestätigung mit "OK"
- Angabe Verschiebungsvektor von Punkt 1 bis Punkt 2

Definition der "Knoten/Knoten-Verbindungselemente"

- Auswahl der Linien zwischen Stützenkopf und Pfette, Zusätzlich Auswahl der Knoten am Stützenkopf (Masterknoten)
- $K_X = K_Y = K_Z$ = 1e8 kN/m
- $K_{XX} = K_{YY} = K_{ZZ}$ = 10 kNm/m/rad
- Lage der Verbindung, LdV = 0.539

minimale Rotationssteifigkeiten zur Verhinderung von Instabilitäten

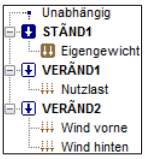


Lasten

Register "Lasten"

Definition von "Lastfällen" und "Lastfallgruppen"

- Umbenennen des Lastfalls 'ST1' in 'Eigengewicht'
- Erzeugen von weiteren statischen Lastfällen
  - ☐ Nutzlast
  - ☐ Wind vorne
  - ☐ Wind hinten
- Erzeugen von Lastfallgruppen und Verschieben der Lastfälle (ziehen mit der Maus)



- Aktivierung der Option "sich ausschliessende Lasten" für "VERÄND2". Die Lastfälle wirken nicht gleichzeitig
- Faktoren für "VERÄND2"
  - ☐ γ_Q = 1.5
  - ☐ ψ_0 = 0.6, ψ_1 = 0.5, ψ_2 = 0

Lastfall "Eigengewicht" aktivieren

"Eigengewicht" definieren. Ganzes Modell auswählen ( )

"Linienlast auf Stab" definieren auf Randpfette (lange Stützen)

- Lastintensität $p_{Z1} = p_{Z2}$ = -1.50 kN/m

Lastfall "Nutzlast" aktivieren

"Flächenlast auf Linienelement" definieren

- Option "Automatisch" (alle Stäbe können belastet werden)
- Lastintensität pZ = -0.4 kN/m²
- Lastangriffsfläche als "gedrehtes Rechteck"
  - ☐ 3 Eckpunkte der Dachfläche anklicken

Lastfälle "Wind vorne" und "Wind hinten" analog definieren (beliebige Intensität)

Option "nur auf selektiere Elemente" belastet nur ausgewählte Stäbe

Copyright by IngWare GmbH

Berechnung und Auswertung

Details (Bauteilgruppen)

Manuelle Definition von "Details" (vertikale Symbolleiste)

- Neues Detail erzeugen
- Bestehendes Detail "ändern"
- Bauteile können beliebig vielen Details zugewiesen werden (nur Darstellung)

Logische Details

- Automatische Erstellung, Aktualisierung
- Details nach Material
- Details nach Querschnitt
- Details nach Architekturobjekt (z.B. "Stützen", "Riegel")

Ein-/Ausblenden von Details mit Schnellschalter "Details" (unten rechts)

Berechnung

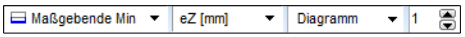
Register "Statik"

"Statische Berechnung / Theorie erster Ordnung"

Ergebnisse

Register "Statik"

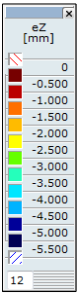
"Parameter für Darstellung der Ergebnisse" = vollständige Darstellungsoptionen



Auswahlmenüs für den schnellen Zugriff auf Ergebnisse

"Massgebende" = automatischer Grenzwert gemäss Lastfallgruppen

- "Fall" = Lastfall oder Grenzwert
- "Komponente" = Ergebnisstyp
- "Darstellung" = Darstellungsmodus
- "Überhöhung" für "Diagramm", ...



Ergebniskomponenten

Anzeige der verfügbaren Ergebnisse in Gruppen

- Verschiebung
- Stabbeanspruchung
- Stabspannung
- Knotenauflagerkraft
- Beanspruchung für K/K-Verbindungselemente

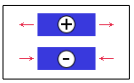
Weitere Gruppen (z.B. "Linienauflagerkraft") falls verfügbar

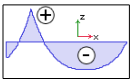
Farbskala

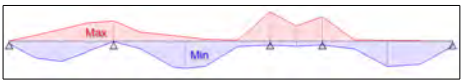
- Änderung der Farbskala durch Ziehen
- Anklicken der Farbskala öffnet Optione

Vorzeichenkonvention

Zug – positiv
Druck – negativ
Moment – positiv wenn Zug auf Seite der positiven lokalen z-Achse



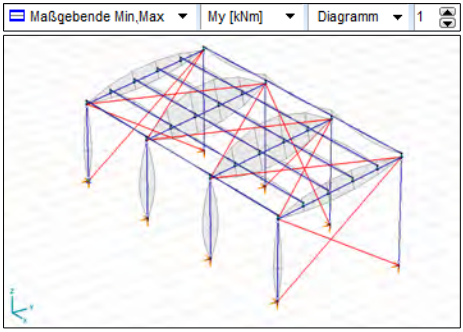




"Min", "Max" unter Berücksichtigung des Vorzeichens. Grösste Druckkraft (negativ) bei "Massgebend Min"

Darstellung von Ergebnissen

Für die Darstellung von Ergebnissen bei Stabmodellen eignet sich die "Diagramm" Darstellung.
Sie zeigt die Ergebnisse des gewählten "Falls" (Lastfall, Lastfallkombination oder Grenzwert) für alle Stäbe mit Ihrem Verlauf über die Stablänge.

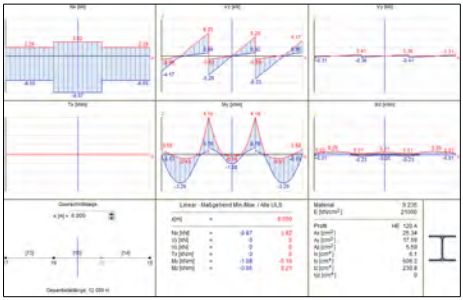


Ergebniszusammenstellung für Linienelemente

Zusammenstellung der Ergebnisse für Linienelemente durch direktes Anklicken

- Verschiebung
- Stabbeanspruchung
- Stabspannung

Um mehrere Stäbe gleichzeitig anzuzeigen, können diese vor dem Anklicken markiert (bei gedrückter Taste [Shift] angeklicke) werden.



Bemassung und Beschriftung



Manuelle Beschriftung und Bemassung (vertikale Symbolleiste)

Schnellschalter "Nummerierung" zur automatischen Beschriftung von Ergebnissen und Elementen

Ausgabenzusammenstellung und Drucken

Zeichnung

"Zeichnung" erstellen aus aktueller Ansicht

Zeichnungsbibliothek zur Verwaltung und zum Aufruf von Zeichnungen am Bildschirm

Ausgabe

"Ausgabenzusammenstellung". Erstellen von Gesamtdokumenten für den Druck aus mehreren Zeichnungen.

Drucken

Seiteneinrichtung (z.B. Ränder, Masstab) und Drucken

Copyright by IngWare GmbH

Weitere Informationen und Hinweise

SupportCenter

Im Online SupportCenter finden Sie weitere Unterlagen zu AxisVM

ingware.ch/axisvmsupport

SupportBuch
Informationen zur verwendeten Theorie und der Anwendung von AxisVM

Handbuch
Offizielles Benutzerhandbuch in diversen Sprachen

Videos
Ausführliche Videothek mit Tutorial und Schulungs-Videos

AddOns
Anforderung, resp. Download kostenloser AddOns zu AxisVM

Schulungen

Unsere Aus- und Weiterbildungskurse helfen
Ihnen AxisVM effizienter zu nutzen

ingware.ch/kurse

Learning@home

Ausführliches Tutorial und Kurse zum
Selbststudium für fortgeschrittene Anwender

ingware.ch/learning

Software-Wartung

Nutzen Sie die Vorteile eines Software-Pflegevertrags

- Immer auf aktuellstem Stand (kostenlose Versions-Updates)
- Professioneller Support (durch einen Ingenieur)
- Online-Support (via Netviewer)
- Zugang zum Support-Forum (www.ingware.ch/forum)
- Priorität bei Supportanfragen
- Kostenersparnis (Upgrades ohne Wartung sind teurer)

Für weitere Auskünfte betreffend der Software-Wartung stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung unter 044 910 34 34 oder info@ingware.ch

Copyright by IngWare GmbH