

### **Berechnung der MÜPRO Schienenprofile**

Das MÜPRO-Schienenberechnungsprogramm dient zur Berechnung und Bemessung der MÜPRO-Schienenprofile unter Berücksichtigung der speziellen Profilquerschnittswerte.

Es wurde großer Wert auf effiziente Eingabedialoge gelegt, mit welchen auch ungeübte Anwender in der Lage sind, in kürzester Zeit vollständig beschriebene Berechnungsmodelle zu erzeugen. Insbesondere ist es mit dem Dialog "Auswahl statischer Systeme" möglich, sehr schnell Standardsysteme zu erzeugen, deren Belastung mit Hilfe des Dialoges "Rohrauswahl" ermittelt werden können.

Nach Eingabe des Berechnungsmodells (Schientyp, Lagerungen, Knotenlasten, Streckenlasten) werden automatisch die Durchbiegungen und Elementkräfte mittels FEM berechnet sowie die sich daraus ergebenden Spannungen, Auflagerkräfte und Dübelauszugkräfte ermittelt.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit werden die Spannungsnachweise – Normalsp., Schubsp., Biegesp., Biege- und Normalsp. und der Durchbiegungsnachweis an den maßgebenden Stellen für die ausgewählte Belastungsrichtung geführt.

Für komplexere Untersuchungen wie z.B. Knicken und Beulen oder auch dynamische Belastungen ist dieses Programm nicht vorgesehen. Hierfür stehen erforderlichenfalls entsprechend spezielle Berechnungsprogramme anderer Softwarehersteller zur Verfügung.

Wahlweise hat der Anwender die Möglichkeit für ein gegebenes System und dessen Belastung eine automatische Auswahl des geeigneten Profils durchführen zu lassen oder aber die für das vorhandene System zulässige Belastung zu ermitteln

### **Allgemeine Hinweise zur Berechnung statischer Systeme mittels FEM**

Die Abkürzung FEM steht für

<b>F</b>	<b>i</b> nite
<b>E</b>	<b>e</b> lemente
<b>M</b>	<b>e</b> thode

Dabei handelt es sich um ein Rechenverfahren, das zur ingenieurmäßigen Lösung von Aufgaben der Technischen Mechanik eingesetzt wird.

Zur Bemessung von Tragwerken ist es erforderlich, einen möglichst genauen Überblick über die Belastung und das Verformungsverhalten einer Konstruktion zu bekommen sowie realistische Angaben über die Schnittgrößen machen zu können.

FEM diskretisiert (zerlegt) eine Struktur, ausgehend von der Modellvorstellung eines Kontinuums (der Gesamtkonstruktion) in eine endliche Anzahl von Teilbereichen (die finiten Elemente) für welche die Verschiebungen und Spannungen berechnet werden können.




Dazu ist eine Idealisierung der real vorhandenen Konstruktion in eine für das verwendete Rechenverfahren geeignete Struktur erforderlich.

Die Konstruktion, deren Befestigungen und die darauf wirkenden Belastungen müssen mit den vom Berechnungsprogramm zur Verfügung gestellten Mitteln abgebildet werden. Das erzeugte Rechenmodell stellt immer eine Näherung dar, deren Qualität durch sinnvolle Idealisierung beeinflusst werden kann.

### Die Wahl des richtigen Auflagers bei der Verwendung des MÜPRO-Schienensystems

Durch die gewählten Befestigungsmittel wird sichergestellt, dass das Schienensystem mit dem Baukörper verbunden ist. Die in Abhängigkeit von den gewählten Lagerungsbedingungen resultierenden Auflagerkräfte werden über die Befestigungsmittel in den Baukörper abgeleitet. Für das Rechenmodell muss sichergestellt werden, dass das Gesamtsystem weder horizontal bzw. vertikal verschieblich noch verdrehbar ist.

Bei der Berechnung von MÜPRO-Schienensystemen kommen hauptsächlich folgende Lagerungsarten zum Einsatz :

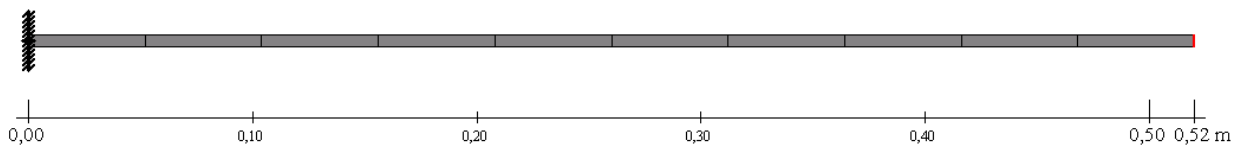
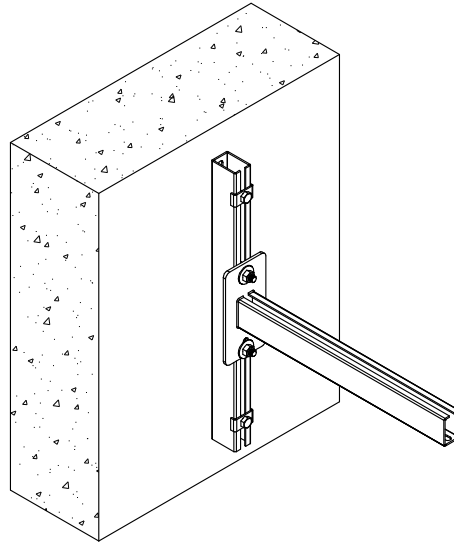
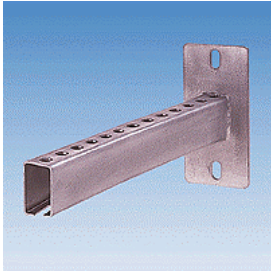
<i>Symbol</i>	<i>Lagerungsart</i>	<i>Aufnahme von</i>
	Einspannung	Normalkraft, Querkraft, Moment
	Festes Auflager	Normalkraft, Querkraft
	Verschiebliches Auflager	Querkraft

Bei Wandbefestigungen mittels Grundplatte ist zu beachten, dass bei der Bemessung der Dübel evtl. eine Abminderung der zulässigen Dübelkräfte in Abhängigkeit vom Dübelabstand zu berücksichtigen ist. Vorzuziehen ist eine Befestigung der Grundplatten an einem Schienenprofil, welches seinerseits mit Hilfe von Dübeln an der Wand befestigt ist.

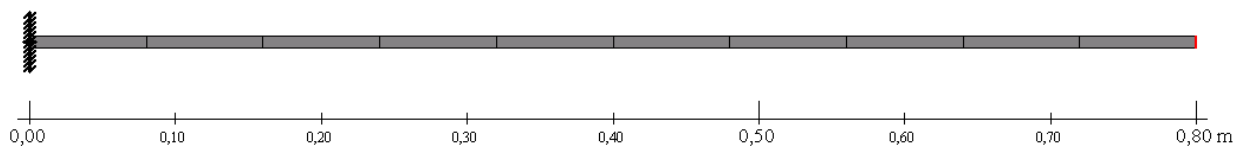
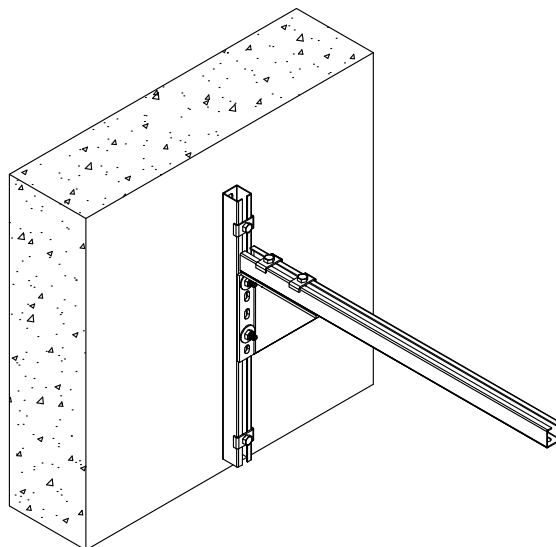
Die Verformungen der Befestigungsmittel bleiben bei der Berechnung der Schienensysteme unberücksichtigt. Anschlussbauteile werden hier nicht berechnet bzw. bemessen. Die Ergebnisse der Schienenberechnung (Auflagerkräfte, Dübelkräfte) könne für die Auslegung der Befestigungsmittel zugrunde gelegt werden.

Im Folgenden werden einige Befestigungsbeispiele und die dafür geeigneten Rechenmodell aufgezeigt.

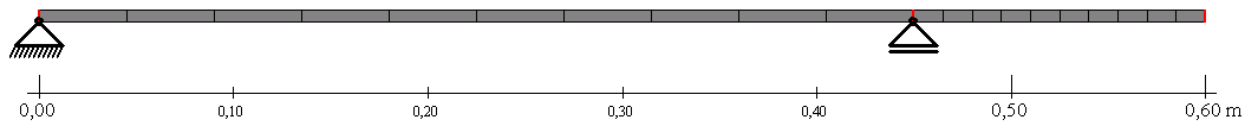
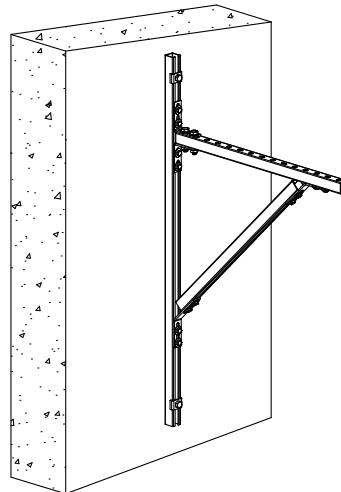
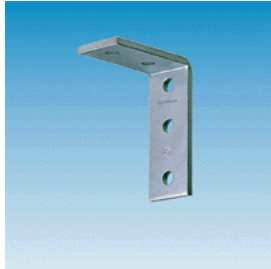
## Wandprofil 40/60 mit Schienenkonsole 40/60



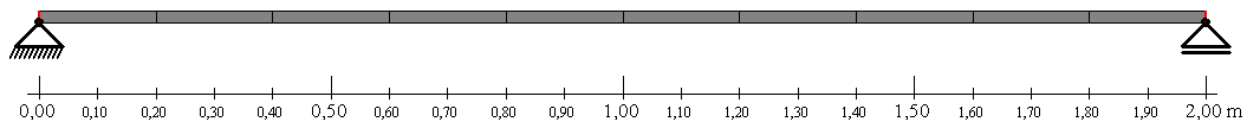
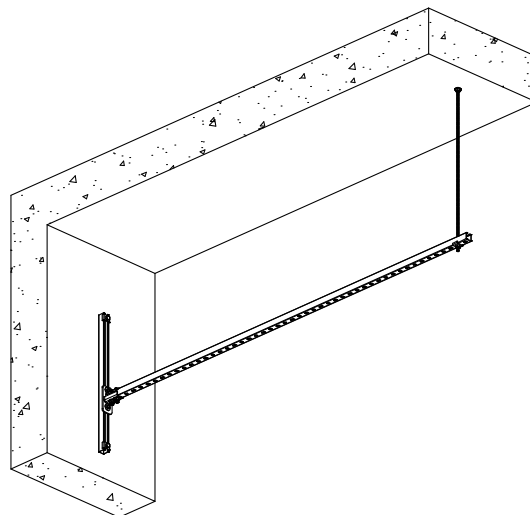
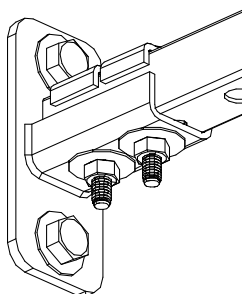
## Wandprofil 38/40 mit Konsolenwinkel 200x200 und Profil 38/40



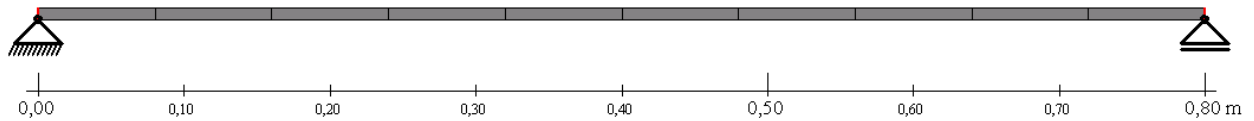
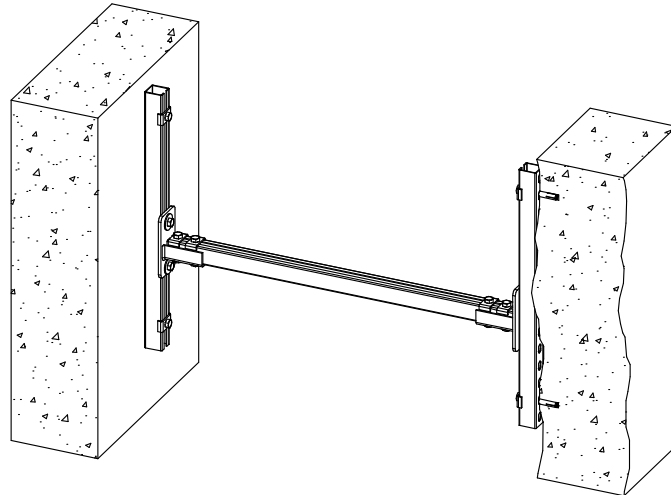
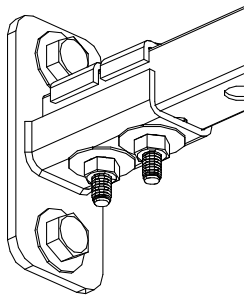
## Wandprofil 28/30 mit Montagewinkel 45° und 90° und Profile 28/30



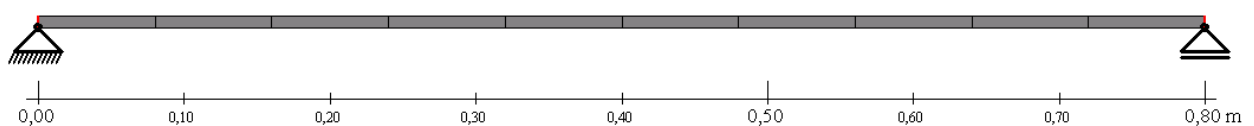
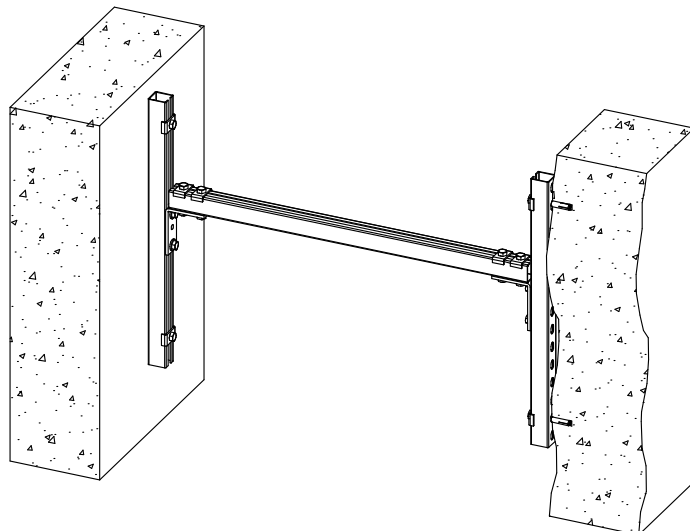
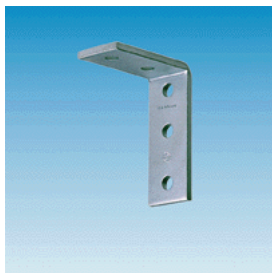
## Wandprofil 28/30, Profil 28/30 mit Sattelflansch und Gewindestange M10



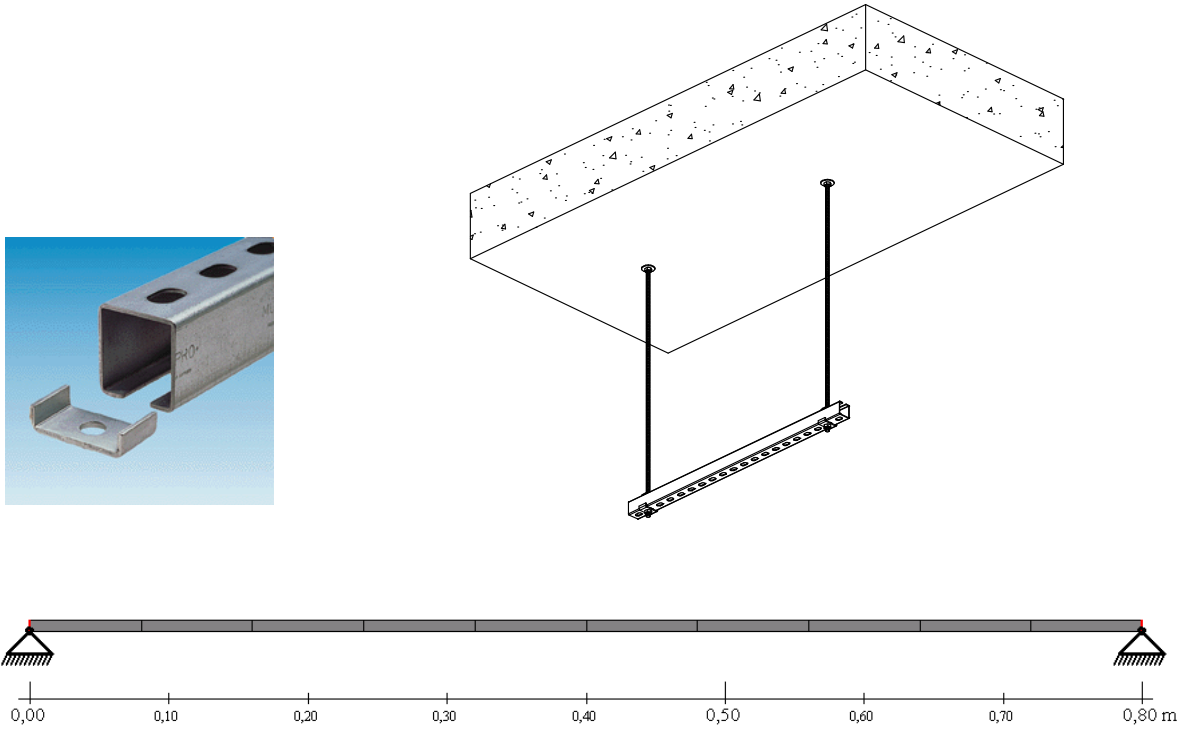
## Wandprofile 38/40 mit Sattelflansch längs und Profil 38/40



## Wandprofile 38/40 mit Montagewinkeln 90° und Profil 38/40



### Profil 38/40 mit Gewindestangen M10



Besonderer Hinweis zu diesem Anwendungsfall:

Der Gedanke, dass die Befestigung der Schiene ja nicht am Ende des Profils erfolgt, sondern mit kurzem Abstand von den Enden und daher die Lager an den Schienenenden einrücken, führt **nicht** zu einer Verbesserung der Idealisierung

Im Gegenteil, es kommt zu einem unerwarteten Verhalten des Systems :

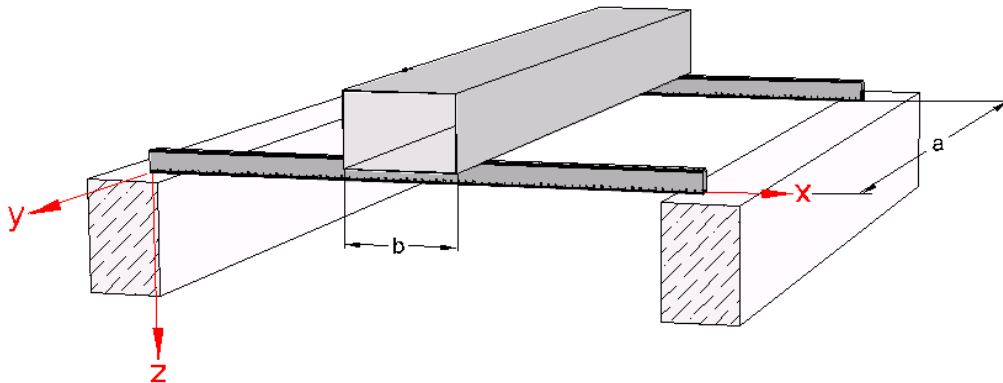
Die freien Enden werden als Kragarme mit entsprechender Berücksichtigung der zulässigen Durchbiegung behandelt ( $f_{zul} = L/150$ ). Bei einer Einrückung (=Feldlänge) von z.B. 5 cm ergibt sich eine zulässige Durchbiegung von 0.33 mm, was zu einer sehr starken Durchbiegungsbeschränkung des Schienenprofils führt. Das für die vorhandene Belastung erforderliche Profil würde viel stärker ausfallen als bei einer Idealisierung ohne Kragarme.

Wenn dennoch mit Kragarmausbildung gerechnet werden soll, bleibt die Möglichkeit, die für den Anwendungsfall vorgegebene zulässige Durchbiegung zu erhöhen (Freie Eingabe der zul. Durchbiegung für Kragarme im Dialog 'Auswahl des Schientyps', z.B.:  $L/10$ )..

## Ermittlung von Streckenlasten für das Schienenberechnungsprogramm

Gegeben : Luftkanalgewicht in Y-Richtung

Gesucht : Belastung der Schienenprofile in Z-Richtung



Vorgehensweise :

1.) Erforderliche Werte zusammenstellen :

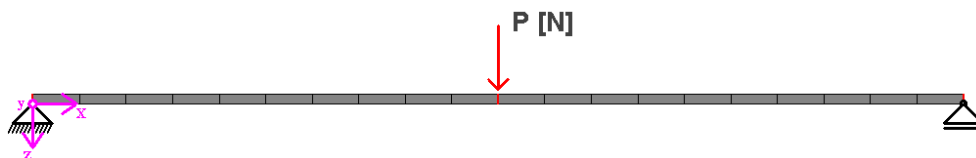
Befestigungsabstand:  $a \text{ [m]}$   
 Breite des Luftkanals :  $b \text{ [m]}$   
 Gewicht des Luftkanals:  $p \text{ [kg/m]}$

2.) Gewicht  $G$  des Luftkanals bezogen auf eine Schiene berechnen:

$$G \text{ [kg]} = p \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] * a \text{ [m]}$$

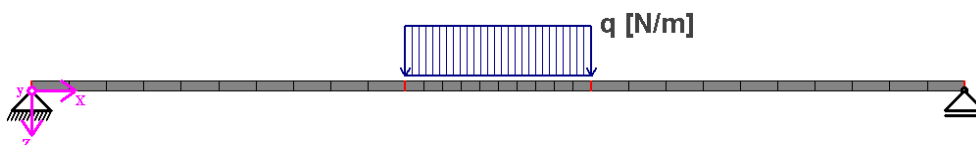
Das entspricht eine Einzellast  $P$  von

$$P \text{ [N]} = G \text{ [kg]} * 9.81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$



3.) Belastung  $P$  auf die Auflagerbreite  $b$  des Luftkanals verteilen:

$$q \text{ [N/m]} = \frac{P \text{ [N]}}{b \text{ [m]}} \quad q_l = q_r = q$$



Da es sich um eine Gleichstreckelast handelt, sind linke  $q_l$  und rechte Ordinate  $q_r$  gleich groß. Ggf. müssen die Einheiten an die Einstellungen im Programm angepasst werden.