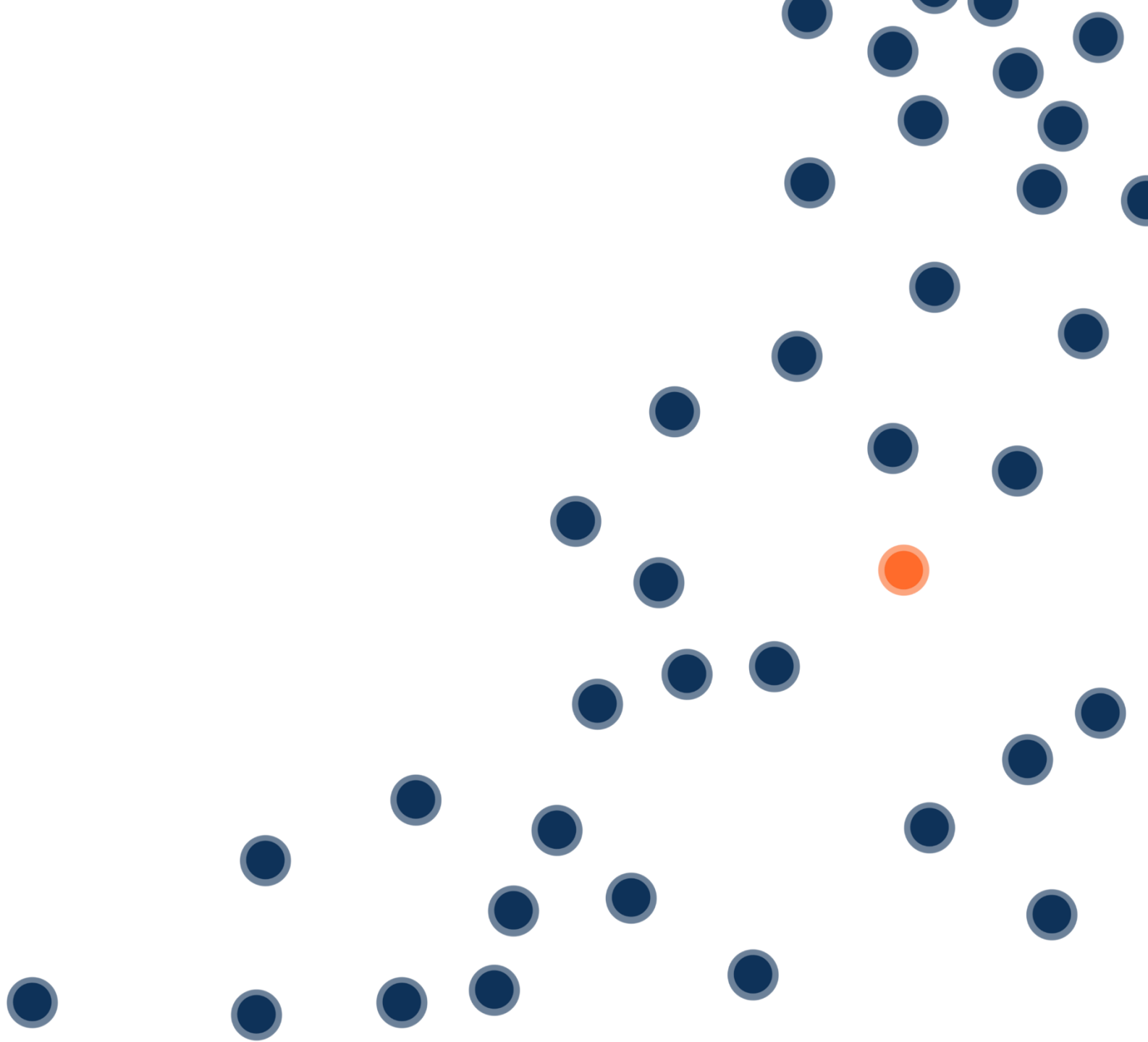


**Das Verfahren nach  
Predtetschenski & Milinski  
zusammengefasst**



# Dynamisches Strömungsmodell nach P&M

- Das Verfahren nach Predtetschenski & Milinski ist eine allgemein anerkannte Berechnungsmethode, die empirisch aus Experimenten mit russischen Soldaten abgeleitet wurde
- Sie wird u.a. zur Überprüfung von Computersimulationen (Individualmodellen) in der Nachweisführung im Brandschutz angewendet.
- Das Verfahren gehört zu den sog. Handrechenverfahren, es ist eine „einfache“ Berechnungsmethode
- Es werden unterschiedlicher Bewegungsrichtungen (horizontal und vertikal) sowie unterschiedliche Wegelemente (Treppen, Engstellen, Gänge) berücksichtigt.
- Zudem kann mit unterschiedlichen Personengruppen (Jugendliche & Erwachsene) und Personendichten (unterschiedliche Kleidung) gerechnet werden.



Predtetschenski, V.M.; Milinski, A.I.: Personenströme in Gebäuden – Berechnungsverfahren für die Projektierung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln. 1971.

# Einordnung von P&M nach DIN-18009-2 - **Abbildungseigenschaften**

	makroskopisch		mikroskopisch	
	Kapazitätsanalyse	Dynamische Strömungsmodelle	Raumdiskrete Modelle	Raumkontinuierliche Modelle
Flucht- und Rettungswege	abschnittsweise mit konstanter Breite	abschnittsweise mit konstanter Breite	durch ein Vielfaches der Zellgröße	exakt
Personeneigenschaften	gemittelt	gemittelt	individuell	individuell
Alarmierungs- und Reaktionszeiten	bereichsweise	bereichsweise	individuell	individuell
Vereinigungen von Personenströmen	eingeschränkt	ja	ja	ja

P&M

# Einordnung von P&M nach DIN-18009-2 - **Auswertungsmöglichkeiten**

	makroskopisch		mikroskopisch	
	Kapazitätsanalyse	Dynamische Strömungsmodelle	Raumdiskrete Modelle	Raumkontinuierliche Modelle
Fluchtzeit	ja	ja	ja	ja
Stauzeit (wie lange besteht ein Stau)	eingeschränkt	ja	ja	ja
Staustelle (Ort der Stauung)	eingeschränkt	ja	ja	ja
Staugröße (max. Personenzahl im Stau)	nein	ja	ja	ja
Staudichte	nein	nein	eingeschränkt	eingeschränkt
Individuelle Wartezeit	nein	eingeschränkt	ja	ja

P&M

# Dynamisches Strömungsmodell nach P&M - Berechnung

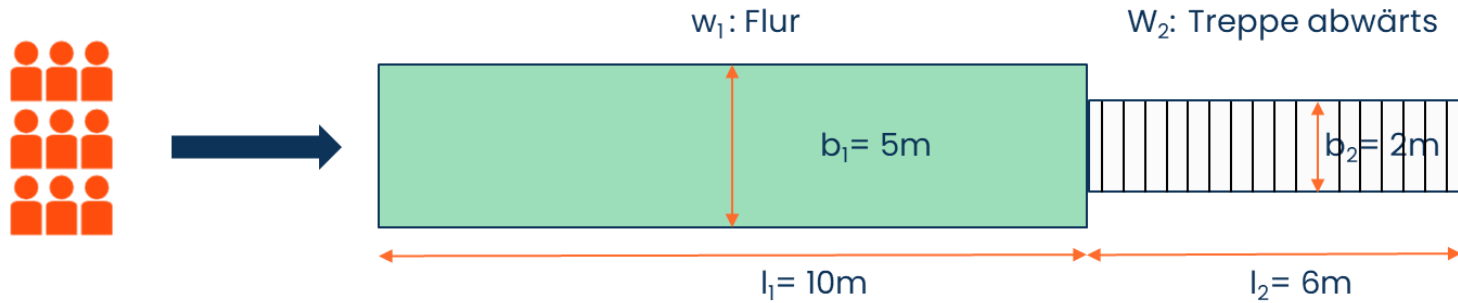
## Berechnungsschritte:

1. Definieren der Population anhand verschiedener Kriterien (siehe rechts)
2. Definieren der Situation (Gefahr, Normal, Komfort)
3. Start mit dem ersten Wegelement und Definition der Personendichte.
4. Ermitteln der Bewegungsintensität für jedes Wegelement  $Q$  [m/min], d.h. die Durchflussrate
5. Überprüfen der resultierenden Flussrate und Vergleichen mit der maximalen Durchflussrate dieses Wegelements:
  1. Wenn  $q > q_{\max}$  -> Stau tritt auf, Durchfluss ist höher als die Kapazität des Wegelements; Berechnung der Verzögerungszeit  $\tau$  durch Subtraktion des Durchflusses des vorherigen Wegelements vom Durchfluss dieses Wegelements
  2. Wenn  $q \leq q_{\max}$  -> kein Stau, Berechnung der Zeit  $t$  zum Passieren dieses Wegelements
6. Wiederholen von Schritt 4 und 5 für jedes Wegelement
7. Summieren von  $t$ ,  $\tau$  für jedes Wegelement

Kategorie	Einzelprojektionsfläche [m <sup>2</sup> /P]
Kind	0.06
Jugendliche	0.09
Erwachsene in Sommerbekleidung	0.1
Erwachsene in Übergangsstraßenkleidung	0.113
Erwachsene in Winterstraßenkleidung	0.125
Erwachsene in Übergangsstraßenkleidung	
... mit leichtem Gepäck (z.B. Aktentasche)	0.18
... mit einem Koffer	0.24
... mit Rucksack	0.26
... mit schwerem Gepäck (z.B. zwei Koffer)	0.39
... mit einem Kind an der Hand	0.2
... mit einem Kind auf dem Arm	0.26
... mit einem Kind an der Hand (einschließlich Gepäck)	0.32

Aus: Predtetschenski, V.M.; Milinski, A.I.: Personenströme in Gebäuden - Berechnungsverfahren für die Projektierung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln. 1971.

# P&M – Beispielberechnung konventionell



$f = 200 \text{ ppl} \cdot 0.1$   
 (Platzbedarf für Sommerkleidung)  
 $= 20$

$$D_1 = 20 / (b_1 \cdot l_1) = 0.4$$

**Tabellenwerte für  $D_1 = 0.4$ :**

$$q_1(D_1) = 9.79 \text{ [m/min]}$$

$$v_1 = 24.48 \text{ [m/min]}$$

$$q_{\max} = 12.42 \text{ [m/min]}$$

**Berechne Durchfluss des Flurs:**

$$Q_1 = D_1 \cdot v_1 \cdot b_1 = 48.96 \text{ [m/min]}$$

$$Q_{1,\max} = q_{\max} \cdot b_1 = 62.10 \text{ [m/min]}$$

$Q_1 < Q_{1,\max}$  -> **kein Stau**

$$t_1 = l_1 / v_1 = 00:25 \text{ min}$$

$$\tau = 0$$

**Berechne Durchfluss der Treppe:**

$$Q_2 = Q_1 / b_2 = 24.48$$

$$Q_{2,\max} = q_{\max} \cdot b_2 = 18.08$$

with  $q_{\max} = 9.04 \text{ [m/min]}$  (aus Tabelle)

$Q_2 > Q_{2,\max}$  -> **Stau**

**Tabellenwerte für Maximaldichte:**

$$q_{\max\text{Density}} = 5.38 \text{ [m/min]} \text{ (aus Tabelle)}$$

$$v_{\max\text{Density}} = 5.84 \text{ [m/min]} \text{ (aus Tabelle)}$$

$$Q_{2,\max\text{Density}} = q_{\max\text{Density}} \cdot b_2 = 10.76$$

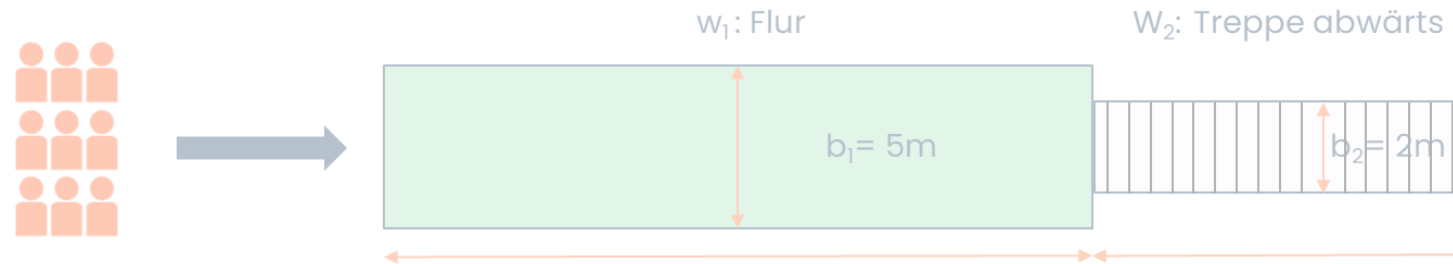
$$t_2 = l_2 / v_{\max\text{Density}} = 01:02 \text{ min}$$

$$\tau = f \cdot (1/Q_{2,\max\text{Density}} - 1/Q_1) = 01:27 \text{ min}$$

**Räumungszeit:**

$$t_1 + \tau_1 + t_2 + \tau_2 = 2:54 \text{ min}$$

# P&M – Beispielberechnung konventionell



**Sehr kompliziert und fehleranfällig!**

**Berechne Durchfluss des Flurs:**  
 $Q_1 = D_1 \cdot v_1 \cdot b_1 = 48.96 \text{ [m/min]}$   
 $Q_{1,max} = q_{max} \cdot b_1 = 62.10 \text{ [m/min]}$

$Q_1 < Q_{1,max}$  -> **kein Stau**

$t_1 = l_1 / v_1 = 00:25 \text{ min}$   
 $\tau = 0$

**Tabellenwerte für Maximaldichte:**  
 $q_{maxDensity} = 5.38 \text{ [m/min]}$  (aus Tabelle)  
 $v_{maxDensity} = 5.84 \text{ [m/min]}$  (aus Tabelle)

$Q_{2,maxDensity} = q_{maxDensity} \cdot b_2 = 10.76$

$t_2 = l_2 / v_{maxDensity} = 01:02 \text{ min}$   
 $\tau = f \cdot (1/Q_{2,maxDensity} - 1/Q_1) = 01:27 \text{ min}$

# P&M – Beispielberechnung in crowd:it

predtetschenski & Milinski | Visualisieren

Startbereich

Name: Startbereich

Beschreibung:

Dichteberechnung

Anzahl Personen: 200

Verfügbare Fläche [m<sup>2</sup>]: 50.00

Geometrische Eigenschaften

Min. Breite [m]: 5.00

Max. Laufstrecke [m]: 10.00

Anwenden | Abbrechen

Rechenparameter	Min. Breite [m]	Max. Laufstrecke
Personen	5.00	10.00
Personen	2.00	6.00

Einzelprojektionsfläche pro Person: 0.1

Ungültige Zeilen löschen | Auf Eins skalieren | Gleichmäßig verteilen

Modellieren Sie die **Wegelemente** grafisch und weisen Sie die **Eigenschaften** über eine übersichtliche Nutzerschnittstelle zu.

Legen Sie hier die Population fest.

Legen Sie hier die geometrischen Eigenschaften fest.





# Dynamisches Strömungsmodell nach P&M – Beispielberechnung in crowd:it

The screenshot displays the crowd:it software interface. On the left, a toolbar contains various icons for simulation control. The main workspace shows a diagram of a hallway with a green floor area (labeled  $w_1$ : Flur) and a staircase (labeled  $w_2$ : Treppe abwärts). The hallway has a length  $l_1 = 10\text{m}$  and the staircase has a length  $l_2 = 6\text{m}$ . A group of orange icons representing people is positioned at the start of the hallway. The right-hand side of the interface features a sidebar with 'Stockwerke' and a main panel with tabs for 'Eigenschaften', 'Berechnung', 'Analyse', and 'Rechengrößen'. The 'Berechnung' tab is active, showing 'Normalbedingungen' as the calculation type. Below this, a table titled 'Ergebnisübersicht aller Wege' is highlighted with an orange border. Below the table, there are export options for '.png'. At the bottom of the main panel, a table titled 'Details zu den selektierten Wegen' is highlighted with a blue border, showing detailed data for the selected paths.

Ausgang	Erste Person im Ziel	Letzte Person im Ziel	Max. Personen im Stau	Maximale Stauzeit	Anzahl Wege zum Ziel
Treppe abwärts	00:01:26	00:02:53	172	00:01:27	1

Name	Min. Breite [m]	Max. Laufstrecke [m]	Erste Person im Ziel	Kumulierte Laufzeit	Verzögerung	Letzte Person im Ziel	Anzahl Personen	Personen im Stau
Startbereich	5.00	10.00	00:00:25	00:00:25	00:00:00	00:00:25	200	0
Treppe abwärts	2.00	6.00	00:01:02	00:01:26	00:01:27	00:02:53	200	172

Per Mausklick rufen Sie im rechten Bereich die **Berechnungsergebnisse** auf.

Hier finden Sie die Ergebnisse zusammengefasst.

Hier können Sie die Details für jedes Wegelement ablesen.



## Modernstes Modell

### Optimal Steps Model

Das Schrittverhalten von Fußgängern wird nachgeahmt. Fußgänger werden automatisch verlangsamt, wenn sie den optimalen Schritt nehmen, der nicht immer der größte Schritt sein muss.

## Vielfach validiert

### Testfälle und aktuelle Studien

Durch RiMEA Testfälle, IMO 1238, ISO 20414, Abgleich mit Realdaten sowie Integration aktuellster Forschungsergebnisse durch Kooperation mit Universitäten.

## Stetig weiterentwickelt

### Regelmäßige Updates und Forschung

Zur Integration in BIM, Social Distancing, Multiskalare Simulationen bei parallel stattfindenden Großveranstaltungen und Einspielung von Videodaten für Simulations-Forecasts.

## Mit CAD kompatibel

### Präzise Abbildung

CAD-Pläne im .dxf-Format werden 1:1 importiert und können ohne weitere Zwischenschritte genutzt werden.

## Aussagekräftige Analysen

### Verständliche und schnelle Ergebnisse

Wir legen viel Wert auf die saubere Analyse der Simulation und die belegbare Interpretation der Ergebnisse, damit die Fragen der Kunden bezüglich der Einhaltung der Schutzziele auch wirklich beantwortet werden können.

## Serviceorientiert

### Wir sind erreichbar

Für unsere Kunden stehen wir immer mit Rat und Tat zur Seite, egal ob Fragen zur Modellierung, Simulation oder Ergebnispräsentation.

**Sie möchten die makroskopische Berechnung in crowd:it selbst testen? Dann kommen Sie auf uns zu!**



[Pakete & Preise](#)



[Features und Funktionen](#)



[How-tos zum einfachen Einstieg](#)



simulate.visualize.improve

accu:rate GmbH : Goethestraße 28 : 80336 München  
+49 / 89 / 21 55 38 69 : [info@accu-rate.de](mailto:info@accu-rate.de)

[www.accu-rate.de](http://www.accu-rate.de)