



# HM250 FLUID LINE

Principes de base de la mécanique des fluides

Concept d'enseignement - apprentissage numérique

Module de base HM250 + accessoires :

- Ecoulement dans les conduites, HM250.01, HM250.02, HM250.03,
- Les lois de l'hydrodynamique, HM250.04, HM250.05, HM250.06, HM250.07,
- Perte par frottement en l'écoulement tubulaire, HM250.08, HM250.09, HM250.10,
- Ecoulement dans les canaux ouverts, HM250.11



**G. Systèmes Didactiques E sas**

181 rue Franz Liszt

F 73000 CHAMBERY

Tel : 04 56 42 80 70

[xavier.granjon@systemes-didactiques.fr](mailto:xavier.granjon@systemes-didactiques.fr)

[www.systemes-didactiques.fr](http://www.systemes-didactiques.fr)

GUNT-Fluid Line

# HM 250 Principes de base de la mécanique des fluides

concept d'enseignement-apprentissage numérique

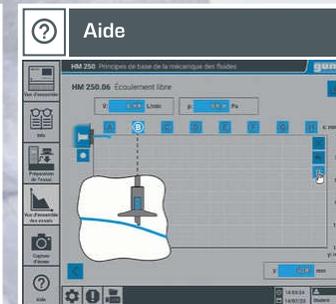
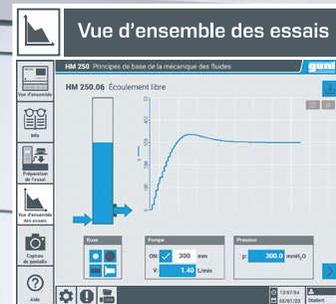
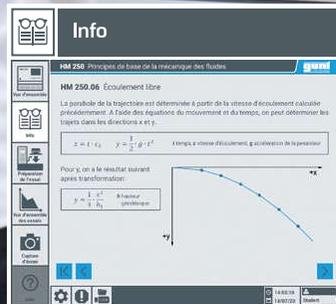


HM 250 Principes de base de la mécanique des fluides et HM 250.06 Écoulement libre

Médias numériques, essais réels

- l'écran tactile comme HMI
- API pour le traitement des fonctions métrologiques et des représentations
- préparation aux essais guidés, mesure et l'enregistrement
- transfert de données via une clé USB pour une utilisation externe multiple des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple dans Excel
- routeur WLAN pour l'affichage parallèle de données sur un maximum de 10 terminaux mobiles: PC, tablette, smartphone

Organisez une démonstration, nous serions heureux de venir chez vous

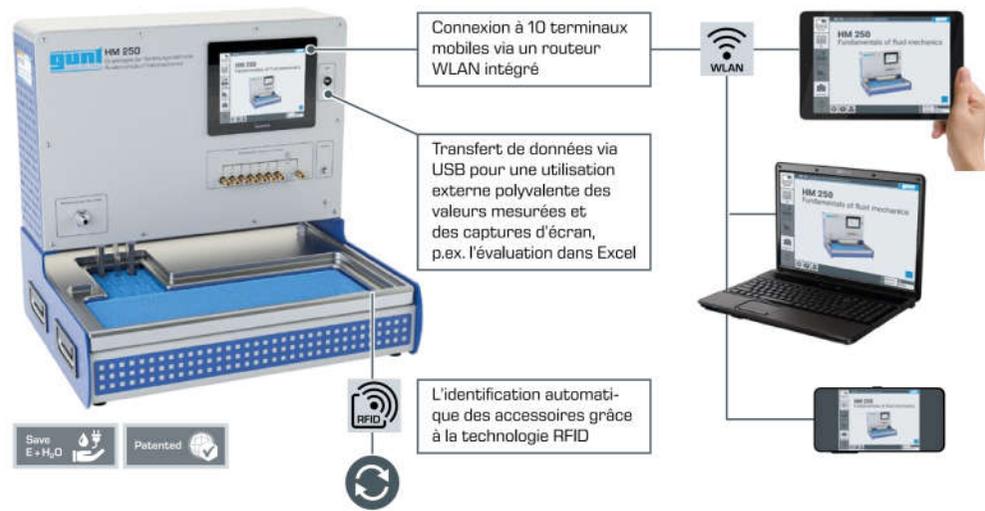


# GUNT-Fluid Line: Essais en laboratoire – à distance et numériques

Le concept d'enseignement-apprentissage numérique offre une interaction entre les expériences réelles et l'enseignement numérique avec la préparation, l'exécution et l'évaluation des expériences. Le module de base HM 250 assure l'approvision-

nement de base dans chaque cas. Les techniques de mesure, de commande et de régulation ainsi que les systèmes de communication sont également fournis par le module de base.

## HM 250 Module de base



## Essais réels – médias numériques



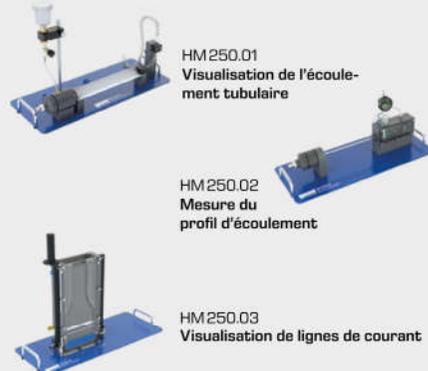
Grâce à "screen mirroring", les élèves peuvent suivre la préparation et l'exécution des expériences sur les dispositifs terminaux et garder une distance suffisante les uns par rapport aux autres.

L'étagère de laboratoire HM 250.90 peut être utilisée pour le rangement pratique et peu encombrant des accessoires.

- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- commande des appareils par API, via l'écran tactile ou un dispositif terminal
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le "screen mirroring" sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID
- configuration automatique du système, y compris la purge d'air automatique des sections d'essai
- techniques d'économie d'énergie et d'eau, montage peu encombrante

## Écoulement dans les conduites

- écoulement laminaire / turbulent
- influence du n° de Reynolds sur le profil d'écoulement
- visualisation de lignes de courant: via des bulles d'hydrogène générées par électrolyse



## Les lois de l'hydrodynamique

- loi de la continuité et ses grandeurs d'influence
- principe de conserv. de l'impuls.: étude des forces de jet
- trajectoire: tracé de la trajectoire
- théorème de Bernoulli: la relation entre la vitesse d'écoulement et la pression



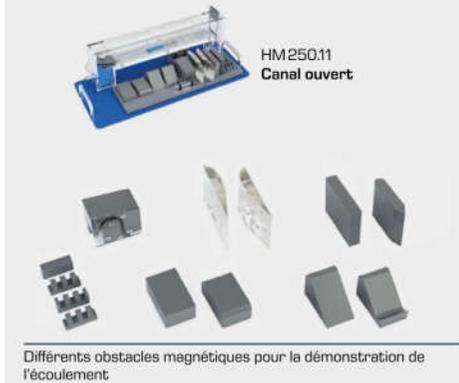
## Perte par frottement en l'écoulement tubulaire

- coefficients de trainée dans les différents éléments de la tuyauterie
- relation entre nombre de Reynolds et le coefficient de frottement du tuyau
- utilisation du diagramme de Moody
- formation de l'écoulement le long de la section d'entrée



## Écoulement dans des canaux ouverts

- hauteurs d'énergie de l'eau
- ressaut
- dissipation d'énergie dans le canal

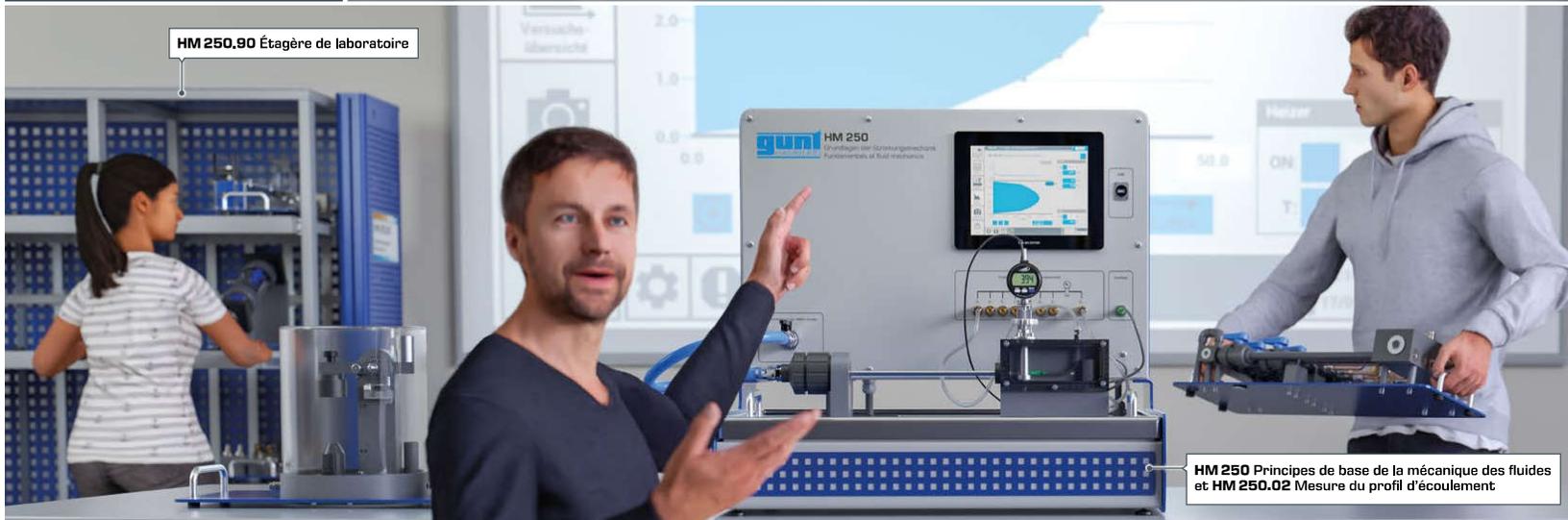


**GUNT-  
Fluid Line**

# HM 250 Principes de base de la mécanique des fluides

concept d'enseignement-apprentissage numérique

HM 250.90 Étagère de laboratoire



HM 250 Principes de base de la mécanique des fluides et HM 250.02 Mesure du profil d'écoulement

**Médias numériques, essais réels**

- contrôle via l'écran tactile
- utilisation intuitive, aucune connaissance préalable nécessaire
- la reconnaissance automatique des unités expérimentales
- tous les résultats des mesures sont numériques
- "screen mirroring" sur un maximum de 10 terminaux

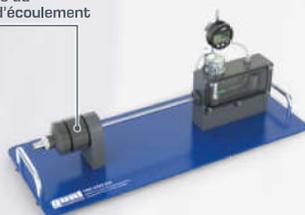
**Organisez une démonstration, nous serions heureux de venir chez vous**

**Un module de base et 11 unités interchangeables**

HM 250.01  
Visualisation de l'écoulement tubulaire



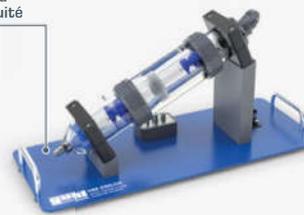
HM 250.02  
Mesure du profil d'écoulement



HM 250.03  
Visualisation de lignes de courant



HM 250.04  
Loi de la continuité



HM 250.05  
Mesure des forces de jet



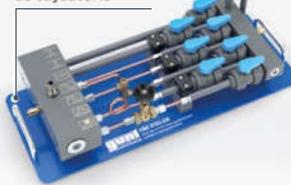
HM 250.06  
Écoulement libre



HM 250.07  
Théorème de Bernoulli



HM 250.08  
Pertes dans les éléments de tuyauterie



HM 250.09  
Principes de base du frottement du tube



HM 250.10  
Évolution de la pression le long de la section d'entrée



HM 250.11  
Canal ouvert



# GUNT-Fluid Line: Logiciel – intuitif et spécifique aux accessoires

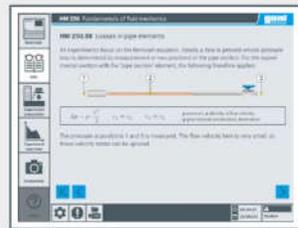
Le fonctionnement et la commande du module de base HM 250 et des accessoires HM 250.01 – HM 250.11 s'effectuent par l'intermédiaire de API intégré avec écran tactile. Un dispositif terminal peut également prendre le relais grâce à la fonction WLAN intégrée. Jusqu'à 10 terminaux (PC, tablette, smart-

phone) peuvent suivre les essais via "screen mirroring". Grâce à la technologie RFID, le logiciel accessoire approprié est automatiquement chargé dans API. La configuration du système est également effectuée automatiquement.



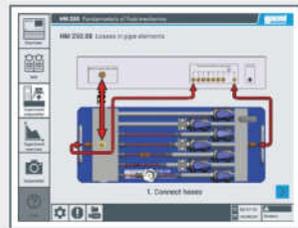
### Vue d'ensemble

Les accessoires disponibles HM 250.01 – HM 250.11 offrent un cours complet sur les bases de la mécanique des fluides



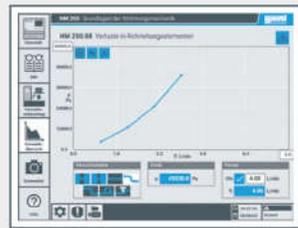
### Info

- description détaillée du module de base HM 250 et de l'interface utilisateur
- description détaillée des accessoires avec des informations sur la montage et les principes de mesure
- module d'apprentissage avec bases théoriques, contenu adapté aux accessoires



### Préparation de l'essai

- un guide étape par étape permet de visualiser les connexions entre les différents éléments
- purge automatique des sections d'essai et des raccords de pression



### Vue d'ensemble des essais avec une fonction d'aide

- l'acquisition de données numériques
- affichage graphique des valeurs mesurées, p.ex. d'évolutions de pression



Écran tactile

- transfert des données de mesure au format CSV vers un dispositif externe, connexion via l'interface USB
- évaluation ultérieure, p.ex. en Excel



HM 250 Module de base avec écran tactile

- Afficher le contenu stocké sur le dispositif externe, p.ex., des captures d'écran enregistrées
- Affichage des messages d'erreur
- Paramètres de base, p.ex. la langue
- Sélection de différents niveaux d'utilisateurs avec différentes fonctions
- Fixer l'heure / la date



WLAN



### Capture d'écran

- capture d'écran de la vue actuelle
- enregistrement du fichier image sur un dispositif externe, connexion via l'interface USB

- Afficher le contenu stocké sur le dispositif externe, p.ex., des captures d'écran enregistrées

# HM 250

## Principes de base de la mécanique des fluides



L'illustration montre le module de base HM 250 à gauche et l'accessoire HM 250.09 à droite, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- **exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)**
- **un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone**
- **l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID**
- **techniques d'économie d'énergie et d'eau, montage peu encombrante**

La série d'appareil HM 250 „GUNT-Fluid Line” offre une approche expérimentale très complète des principes de base de la mécanique des fluides. Le module de base HM 250 fournit le matériel de base via une technologie d'économie d'énergie et d'eau pour chacun des essais individuels: un circuit d'eau fermé avec un dispositif de chauffage intégré, une surface de travail pour les différents appareils d'essai et un collecteur de gouttes d'eau. Pour le refroidissement de l'eau, des raccordements pour une alimentation en eau d'un laboratoire sont inclus. Le module de base fournit également la technique de mesure, de commande et de régulation ainsi que les systèmes de communication.

Un vaste choix d'appareils d'essai, disponibles en tant qu'accessoires offrent un cours complet sur les principes de base de la mécanique des fluides. Les accessoires se positionnent facilement et en

toute sécurité sur la surface de travail du module de base. Une fois mis en place, le module de base identifie l'accessoire respectif grâce à une interface RFID électronique sans contact, sélectionne automatiquement le logiciel approprié dans l'API et effectue la configuration automatique du système.

L'appareils d'essai est commandé par un écran tactile avec une interface utilisateur intuitive. Cela comprend une préparation d'essai guidée pour le raccordement des différents éléments des accessoires ainsi qu'une purge d'air automatique des sections d'essai et des raccords de mesure de pression. De plus, des modules d'apprentissage avec principes théoriques de base aux différentes thématiques des essais sont affichés. Une fonction d'aide est disponible pour l'exécution des essais, qui visualise l'exécution en différentes étapes. Les valeurs de mesure sont affichées graphique sur l'interface utilisateur de l'écran tactile. Les valeurs de mesure peuvent être transmises via une interface USB à un PC et ensuite être lues et enregistrées sur le PC (par ex. sous MS Excel). Grâce à un routeur WLAN intégré, l'appareils d'essai peut en outre être commandée et exploitée par un dispositif terminal et l'interface utilisateur peut être affichée sur 10 terminaux au maximum („screen mirroring”).

### Contenu didactique/essais

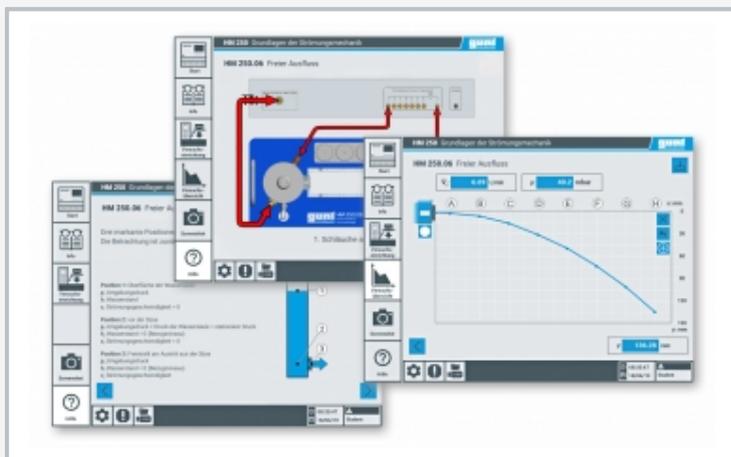
- logiciel GUNT avec des contenus adaptés aux différents accessoires avec
  - ▶ info: description de l'appareil et module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ préparation de l'essai: montage expérimental guidé et purge d'air automatique de section d'essai
  - ▶ aperçu de l'essai: enregistrement digital des valeurs de mesure avec affichage graphique
  - ▶ prendre des captures d'écran
  - ▶ fonction d'aide détaillée pour l'exécution d'essai
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran
- „screen mirroring”, mise en miroir de l'interface utilisateur sur 10 terminaux maximum
  - ▶ navigation dans le menu indépendante de la surface affichée sur l'écran tactile du module de base
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables sur le terminal: pour l'observation des essais ou pour la commande et l'utilisation de l'appareil d'essai avec affichage de valeurs additionnelles

# HM 250

## Principes de base de la mécanique des fluides



1 raccord d'eau pour accessoires, 2 réservoir de stockage avec insert en mousse, 3 raccords de mesure de pression, 4 écran tactile, 5 raccordement USB



L'interface utilisateur permet: module d'apprentissage avec principes théoriques de base, préparation de l'essai guidé, aperçu de l'essai avec enregistrement digital des valeurs de mesure avec affichage graphique, captures d'écran, fonction d'aide détaillée



L'illustration montre l'accessoire HM 250.06 sur la surface de travail du module de base HM 250

### Spécification

- [1] module de base permettant la réalisation d'essais de base en mécanique des fluides
- [2] identification et configuration automatique des accessoires via une interface RFID électronique sans contact
- [3] purge d'air automatique des sections d'essai
- [4] commande des appareils par API, via l'écran tactile ou un dispositif terminal
- [5] „screen mirroring”: possibilité d'afficher l'interface utilisateur sur 10 terminaux maximum
- [6] technologie d'économie d'énergie et d'eau, montage peu encombrante
- [7] circuit d'eau fermé avec un dispositif de chauffage intégré et réservoir de stockage, pompe submersible et technique de mesure et de régulation
- [8] réservoir de stockage avec insert en mousse permettant de stabiliser le mouvement de l'eau
- [9] refroidissement de l'eau des raccords pour
- [10] alimentation en eau d'un laboratoire
- [11] raccords pour le refroidissement de l'eau sont disponibles, une alimentation en eau d'un laboratoire est requise
- [12] surface de travail avec bordure intérieure pour un positionnement sûr des différents appareils de mesure et la collecte des gouttes d'eau
- [13] nombreux accessoires disponibles

### Caractéristiques techniques

#### Pompe

- puissance absorbée: 50W
- débit de refoulement max.: 15L/min
- hauteur de refoulement max.: 12m

#### Pompe, purge d'air

- puissance absorbée: 25W
- débit de refoulement max.: 10L/min
- hauteur de refoulement max.: 5m

#### Dispositif de chauffage

- puissance absorbée: 800W

#### Réservoir de stockage

- volume: env. 10L

#### Plages de mesure

- débit: 0...15L/min
- température: 0...70°C
- pression: 1x 0...1 bar, 1x 0...200mbar, 1x 0...50mbar

230V, 50Hz, 1 phase; 230V, 60Hz, 1 phase

120V, 60Hz, 1 phase

UL/CSA en option

LxIxH: 730x610x680mm

Poids: env. 42kg

### Liste de livraison

- 1 module de base
- 1 jeu de flexibles
- 1 documentation didactique

# HM 250

## Principes de base de la mécanique des fluides

Accessoires en option

Écoulement dans les conduites

070.25001 HM 250.01

Visualisation de l'écoulement tubulaire

070.25002 HM 250.02

Mesure du profil d'écoulement

070.25003 HM 250.03

Visualisation de lignes de courant

Lois de l'hydrodynamique

070.25004 HM 250.04

Loi de la continuité

070.25005 HM 250.05

Mesure des forces de jet

070.25006 HM 250.06

Écoulement libre

070.25007 HM 250.07

Théorème de Bernoulli

Pertes par frottement

070.25008 HM 250.08

Pertes dans les éléments de tuyauterie

070.25009 HM 250.09

Principes de base du frottement du tube

070.25010 HM 250.10

Évolution de la pression le long de la section d'entrée

Écoulement dans des canaux à surface libre

070.25011 HM 250.11

Canal ouvert

Autres accessoires

070.25090 HM 250.90

Étagère de laboratoire

**GUNT-  
Fluid Line**

# Concept didactique numérique

Pratique dans le laboratoire d'ingénierie orientée vers l'avenir

apprentissage passif à distance

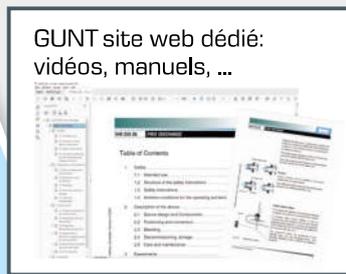
apprentissage actif à distance

**1**  
connaissances de base: théorie



E-Learning: plate-forme, livres électroniques, webinaire, ...

**2**  
préparation à l'exercice de laboratoire



GUNT site web dédié: vidéos, manuels, ...

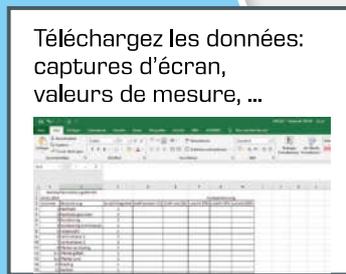
**3**  
travail de laboratoire en ligne via "screen mirroring"  
≥ distance de 1,5m



Un étudiant exécute l'exercice, d'autres suivent de près les terminaux.

▶ Formation en ligne par vidéo / transfert de données

**4**  
transfert de données



Téléchargez les données: captures d'écran, valeurs de mesure, ...

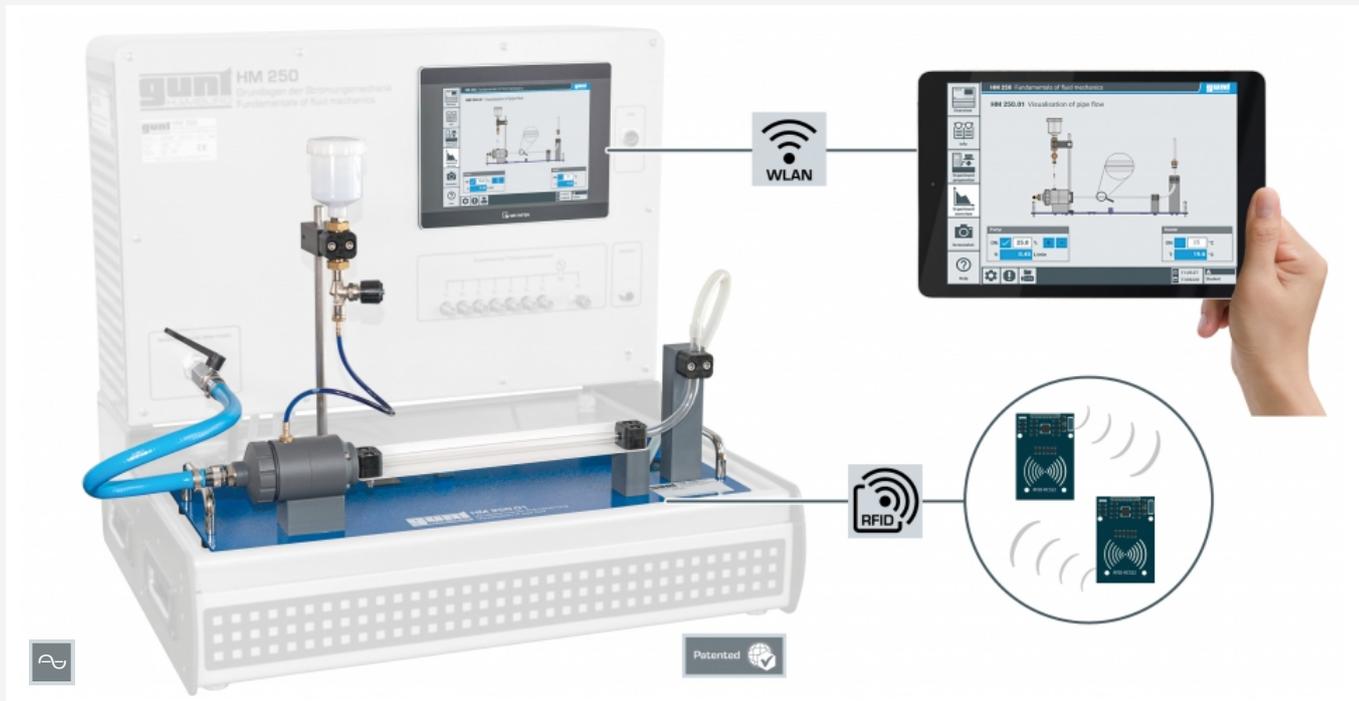
**5**  
rapport de laboratoire et présentation



Devoirs: évaluation, rapport de laboratoire, présentation

# HM 250.01

## Visualisation de l'écoulement tubulaire



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- **visualisation des écoulements laminaire, turbulent et secondaire à l'aide l'encre comme agent de contraste**
- **exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)**
- **un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone**
- **l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID**

L'essai d'Osborne Reynolds présente les écoulements laminaire et turbulent. Il permet d'observer le passage de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent à partir d'une vitesse limite.

Sur le HM 250.01, les lignes de courant de différents écoulements sont représentées en couleur à l'aide de l'encre comme d'un produit de contraste.

L'appareil d'essai se compose d'une section de tuyau transparente avec une entrée optimisée et un filtre nid d'abeilles pour l'écoulement. La section de tuyau contient un tube horizontal, un droit et un coude de 90°. A la fin de l'essai, l'eau est renvoyée dans le module de base.

Alternativement, l'eau peut être recueillie séparément pour éviter toute turbidité pendant l'essai. Un dispositif de chauffage pour chauffer l'eau est commandé par le module de base et provoque une modification de la viscosité.

Durant l'essai, de l'encre est introduite dans l'écoulement d'eau comme agent de contraste. La formation de l'écoulement est très visible. On voit clairement l'apparition des premiers tourbillons au fur et à mesure que la vitesse d'écoulement augmente. Ces derniers augmentent donc avec l'augmentation de la vitesse d'écoulement jusqu'à ce qu'aucun jet d'encre ne soit plus visible. La formation d'un écoulement secondaire peut être observée au niveau du coude, en particulier dans l'écoulement laminaire.

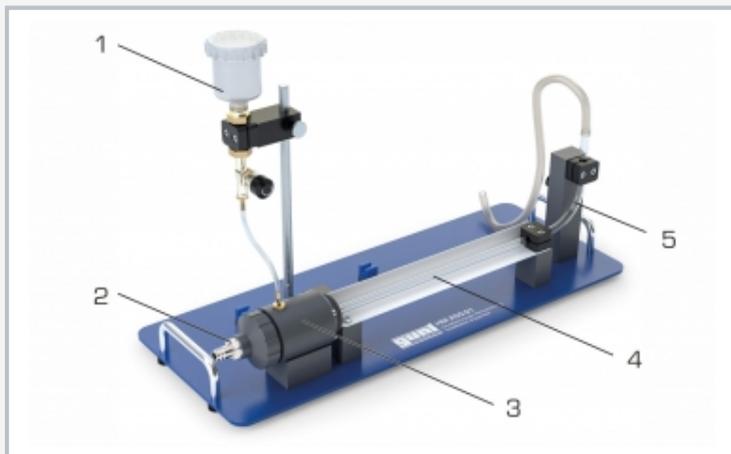
Le HM 250.01 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests. L'alimentation en eau, l'ajustage du débit et la mesure du débit sont effectués via le module de base.

### Contenu didactique/essais

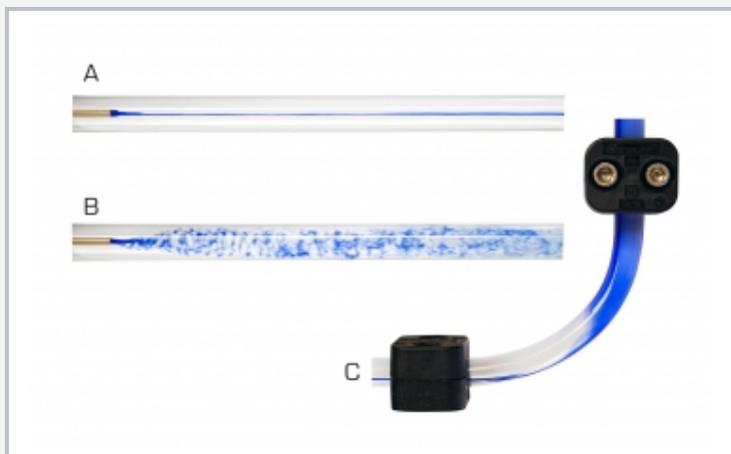
- **visualisation**
  - ▶ de l'écoulement laminaire
  - ▶ des zones de transition
  - ▶ de l'écoulement turbulent
  - ▶ de l'écoulement secondaire dans un coude de conduite
- **étude des variables d'influence du nombre de Reynolds**
  - ▶ débit
  - ▶ viscosité en fonction de la température
- **étude du nombre de Reynolds critique**
- **logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés**
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique de la section d'essai avec des valeurs de mesure pour le débit et la température
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.01

## Visualisation de l'écoulement tubulaire

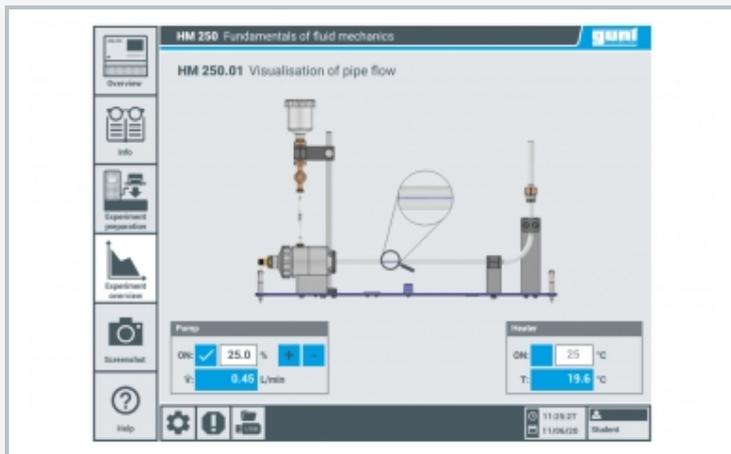


1 réservoir d'encre, 2 alimentation en eau, 3 réservoir d'entrée, 4 tube droit, 5 coude



Formations de l'écoulement dans la section de tuyau

A écoulement laminaire, B écoulement turbulent, C écoulement secondaire dans le coude, dans un écoulement laminaire



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile: aperçu des essais avec ajustement du débit et de la température de la section de tuyau

### Spécification

- [1] visualisation de l'écoulement laminaire et de l'écoulement turbulent dans l'essai d'Osborne Reynolds
- [2] visualisation de l'écoulement secondaire dans un coude de tuyau
- [3] eau comme fluide d'écoulement et encre comme agent de contraste
- [4] entrée favorable à l'écoulement et filtre nid d'abeilles pour la stabilisation de l'écoulement
- [5] un tube horizontal, un droit et un coude de 90° en matériau transparent
- [6] débit et température de la section de tuyau ajustables via le module de base HM 250
- [7] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [8] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [9] alimentation en eau et chauffage via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Réservoir d'entrée

- volume: env. 80mL

#### Section de tuyau

- matériau: verre acrylique
- Ø intérieur: 10mm
- tube droit
  - ▶ longueur: 380mm
- coude de 90°
  - ▶ rayon: 60mm

#### Filtre nid d'abeilles

- matériau: polycarbonate
- forme: tubes Ø 3,5mm

#### Réservoir d'encre

- volume: 125mL
- matériau: plastique
- filetage: M14x1

#### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min
- plage de mesure indiquée température: 0...50°C

LxHxP: 650x260x250mm

Poids: env. 5,2kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 flexible
- 1 réservoir collecteur
- 1L encre
- 1 documentation didactique

# HM 250.01

## Visualisation de l'écoulement tubulaire

### Accessoires requis

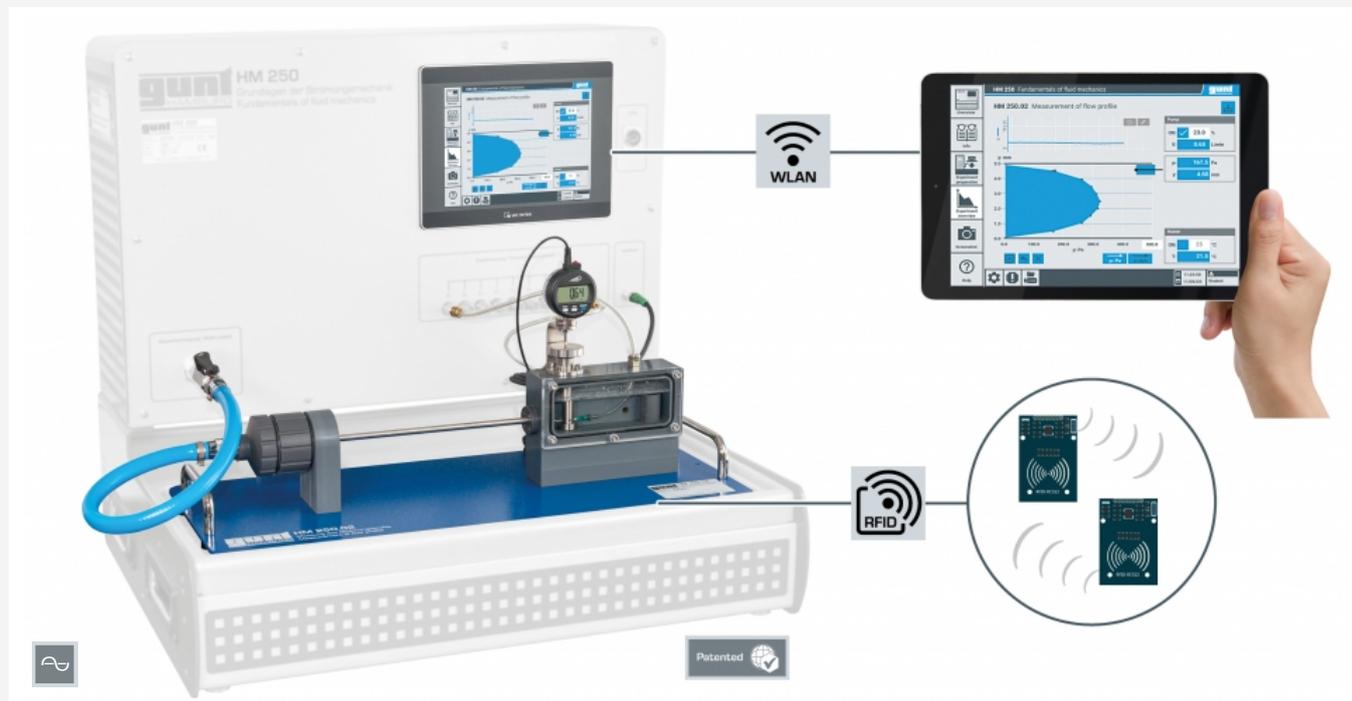
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.02

## Mesure du profil d'écoulement



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- représentation des profils d'écoulement laminaire et turbulent
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

Le HM 250.02 est utilisé pour étudier le profil d'écoulement. Il est ainsi possible de mesurer les différences dans la formation de l'écoulement.

L'appareil d'essai se compose d'une section de tuyau avec une section d'entrée conique. Lors de l'essai, l'écoulement est accéléré dans la section d'entrée conique. Le profil d'écoulement se forme dans la section de tuyau suivante. A l'extrémité de la section de tuyau, un tube de Prandtl déplaçable verticalement avance dans l'écoulement. La position du tube de Prandtl est déterminée à l'aide d'un comparateur à cadran numérique et ajustée avec un réglage fin. Le tube de Prandtl mesure les pressions dynamiques à différentes positions du diamètre de la section de tuyau.

Le profil de vitesse est alors déterminé à partir des pressions dynamiques mesurées. La section de tuyau débouche dans un réservoir de stabilisation avec une paroi frontale transparente, qui permet d'observer le dispositif de mesure.

En outre, l'influence de la viscosité sur la formation de l'écoulement peut être étudiée. Pour cela, l'eau est chauffée à l'aide d'un réchauffeur intégré au module de base, ce qui permet de modifier la viscosité.

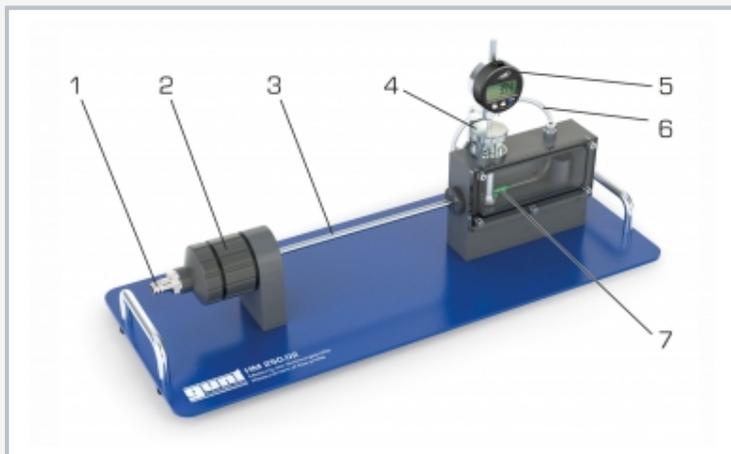
L'accessoire HM 250.02 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau ainsi que les ajustages du débit et de la température s'effectuent via le module de base. Les mesures de débit, de pression et de température sont également effectuées via le module de base.

### Contenu didactique/essais

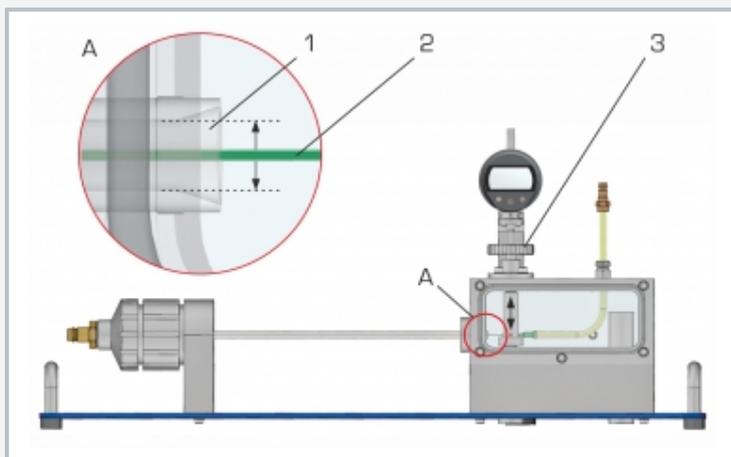
- représentation du profil d'écoulement
- détermination d'une vitesse d'écoulement locale et d'une vitesse d'écoulement moyenne
- influence du nombre de Reynolds sur le profil d'écoulement
- identification des différences entre la formation de l'écoulement laminaire et la formation de l'écoulement turbulent
- frottement du tube / contrainte de cisaillement
- identification des conditions limites sur la formation du profil d'écoulement
- étudier l'influence de la température sur la formation de l'écoulement
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique du profil d'écoulement
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.02

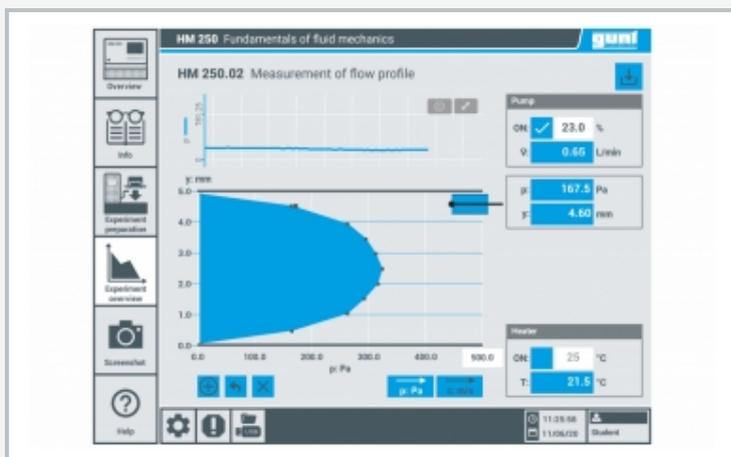
## Mesure du profil d'écoulement



1 alimentation en eau, 2 stabilisation de l'écoulement et entrée, 3 section de tuyau, 4 ajustage de la position du tube de Prandtl, 5 mesure de position, 6 raccords de pression, 7 tube de Prandtl



Principe de mesure  
1 section de tuyau, 2 tube de Prandtl pour la mesure de la pression dynamique, 3 ajustage de la position du tube de Prandtl, A représentation détaillée



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile: affichage graphique des valeurs de mesure, profil d'écoulement d'un écoulement laminaire

### Spécification

- [1] détermination du profil d'écoulement par la pression dynamique
- [2] mesure de la pression dynamique dans la section de tuyau à l'aide d'un tube de Prandtl
- [3] position du tube de Prandtl déplaçable verticalement déterminable avec le comparateur à cadran
- [4] montage expérimental transparent permettant de visualiser le procédé de mesure
- [5] débit et température dans la section de tuyau ajustables via le module de base HM 250
- [6] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [7] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [8] alimentation en eau et chauffage via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Section de tuyau

- longueur: 310mm
- Ø intérieur: 5mm
- entrée conique angle: 36°
- matériau: acier inoxydable

#### Dispositif de mesure avec tube de Prandtl déplaçable verticalement

- tube de Prandtl
  - ▶ Ø extérieur: 0,8mm
  - ▶ Ø intérieur: 0,57mm
  - ▶ matériau: acier inoxydable, polypropylène
- comparateur à cadran, numérique
  - ▶ plage de déplacement: 12,5mm
  - ▶ résolution: 0,01mm
  - ▶ tige de serrage: Ø 0,8mm
  - ▶ écran LCD
  - ▶ sortie de données: RS 232

#### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée débit: 0...5,5L/min
- plage de mesure indiquée pression: 0...150mbar
- plage de mesure indiquée température: 0...50°C

Lxlxh: 650x260x300mm

Poids: env. 5,2kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 documentation didactique
- 1 jeu de câbles

# HM 250.02

## Mesure du profil d'écoulement

### Accessoires requis

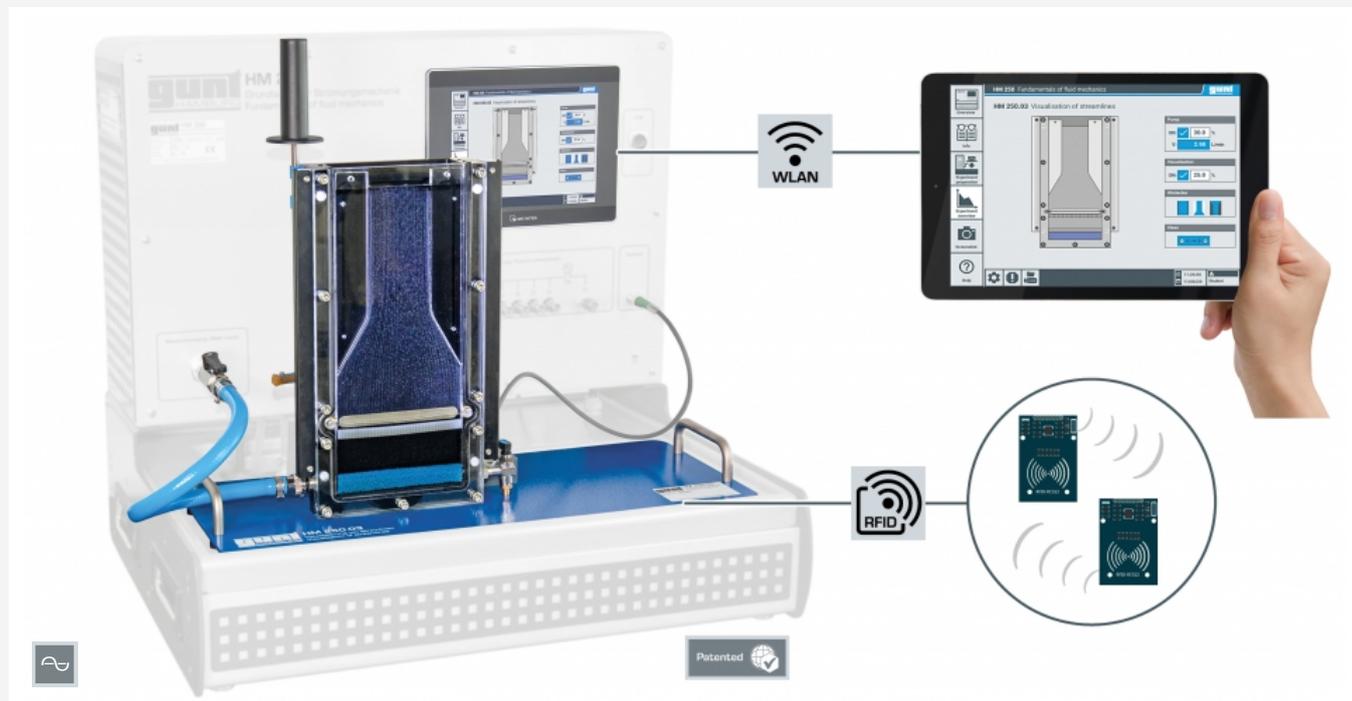
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.03

## Visualisation de lignes de courant



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- les bulles d'hydrogène générées par électrolyse visualisent des lignes d'écoulement
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

L'écoulement laminaire en deux dimensions dans le canal du HM 250.03 donne une bonne approche de l'écoulement des fluides idéaux, aussi appelé écoulement potentiel. Les fines bulles de gaz, qui sont particulièrement bien portées par l'écoulement en raison de leur petite taille, permettent de très bien visualiser les lignes de courant.

Le HM 250.03 contient une section d'essai verticale dans laquelle des modèles sont positionnés pour provoquer des modifications de la coupe transversale. La section d'essai est traversée de bas en haut par un écoulement d'eau. Les bulles d'hydrogène produites par électrolyse montent avec l'écoulement, permettant ainsi de visualiser les lignes

de courant à l'aide de l'éclairage LED.

Les bulles d'hydrogène sont produites par électrolyse sur une cathode constituée d'un mince fil de platine. Une plaque en acier inoxydable sert d'anode. Les fines bulles qui se détachent du fil de platine sont portées par l'écoulement, générant ainsi des trajectoires. Les trajectoires suivent les lignes de courant de l'eau.

Des essais permettent d'étudier les concepts de ligne de courant, de trajectoire et de ligne d'émission, en se servant des différentes tailles des bulles. Les trajectoires générées permettent de tirer des conclusions sur l'écoulement. Lorsque la vitesse d'écoulement augmente, la distance entre les trajectoires diminue.

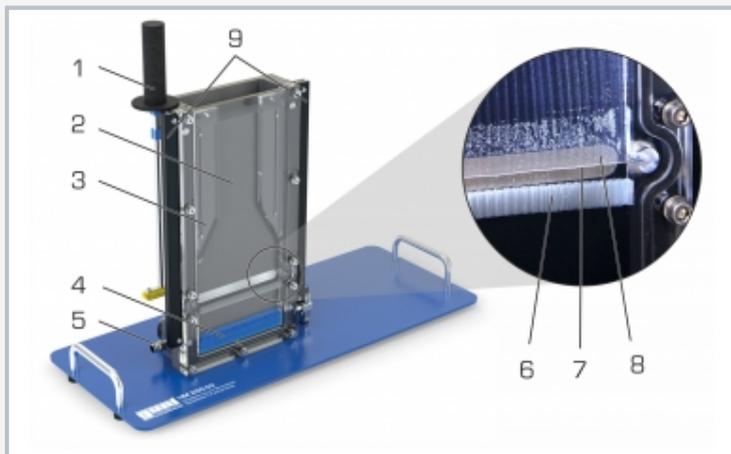
Le HM 250.03 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests. L'alimentation en eau, l'ajustage du débit et la mesure du débit sont effectués via le module de base. Le courant pour l'électrolyse peut également être ajusté par le module de base.

### Contenu didactique/essais

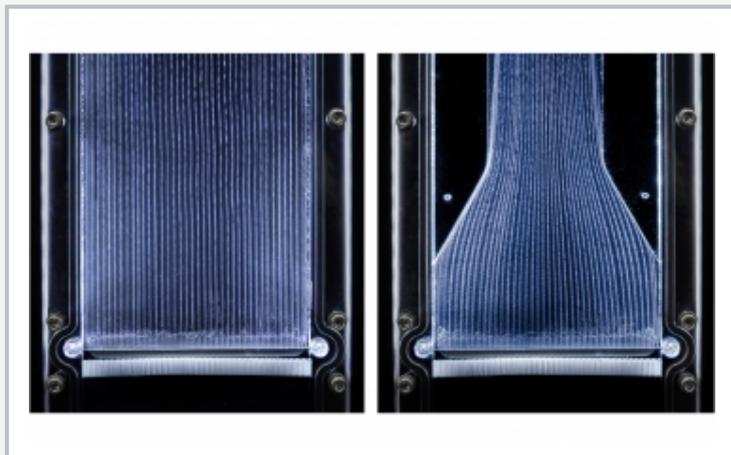
- visualisation d'écoulements bi-dimensionnels
- apprentissage des concepts de ligne de courant, de trajectoire et de ligne d'émission
- évolution des lignes de courant à travers une section d'essai avec modifications de la coupe transversale
- limites de l'écoulement potentiel
  - ▶ frottement
  - ▶ vitesse d'écoulement
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique de la section d'essai avec les paramètres d'essai
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.03

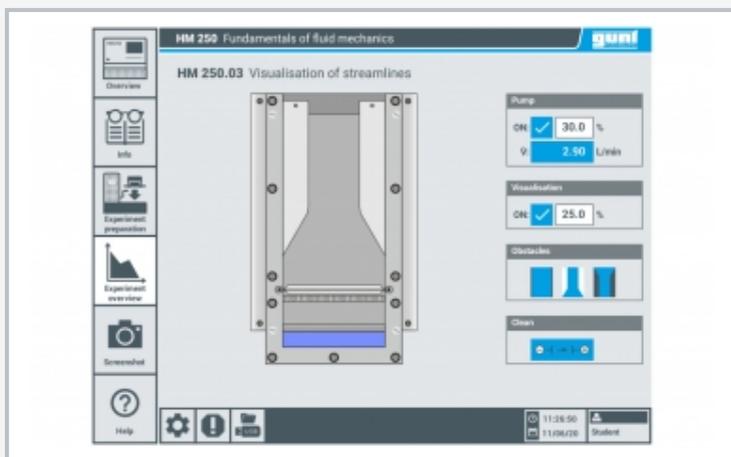
## Visualisation de lignes de courant



1 robinet-vanne pour nettoyage de la surface transparente, 2 canal d'écoulement, 3 modèles pour la modification de la coupe transversale, 4 insert en mousse pour la stabilisation de l'eau, 5 alimentation en eau, 6 filtre nid d'abeilles, 7 fil de platine comme cathode, 8 tôle en acier inoxydable comme anode, 9 éclairage LED



Visualisation des lignes de courant avec des bulles d'hydrogène à gauche: canal d'écoulement sans la modification de la coupe transversale, à droite: canal d'écoulement avec modèles positionnés pour permettre la modification de la coupe transversale



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile: aperçu des essais avec ajustement du débit et du courant pour l'électrolyse aux fins de la visualisation

### Spécification

- [1] bulles d'hydrogène produites par électrolyse permettant de visualiser les lignes de courant
- [2] modèles positionnables dans le canal d'écoulement pour provoquer des modifications de la coupe transversale
- [3] écoulement pauvre en turbulences grâce au filtre nid d'abeilles
- [4] générateur de bulles: fil de platine comme cathode et tôle d'acier inoxydable comme anode dans la section d'essai
- [5] courant pour l'électrolyse et débit ajustables via le module de base HM 250
- [6] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [7] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [8] alimentation en eau et en électricité via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

Canal d'écoulement

- profondeur: 10mm
- section d'essai lxxh: 150x290mm

Filtre nid d'abeilles

- matériau: polycarbonate
- forme: tubes Ø 3,5mm

2 modèles symétriques, positionnables

- chaque modèle
  - ▶ Lxlxh: 230x37,5x10mm
  - ▶ angle: 30°

Générateur de bulles

- courant max.: 300mA
- cathode
  - ▶ matériau: fil de platine
  - ▶ Ø 0,2mm
- anode
  - ▶ matériau: tôle d'acier inoxydable
  - ▶ Lxlxh: 143,5x13,5x2mm

Éclairage LED

- température de couleur: 5500...7000K
- courant d'éclairage: 550lm/m

Plages de mesure

- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min

Lxlxh: 650x260x530mm

Poids: env. 7,8kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 jeu de modèles
- 1 documentation didactique

# HM 250.03

## Visualisation de lignes de courant

### Accessoires requis

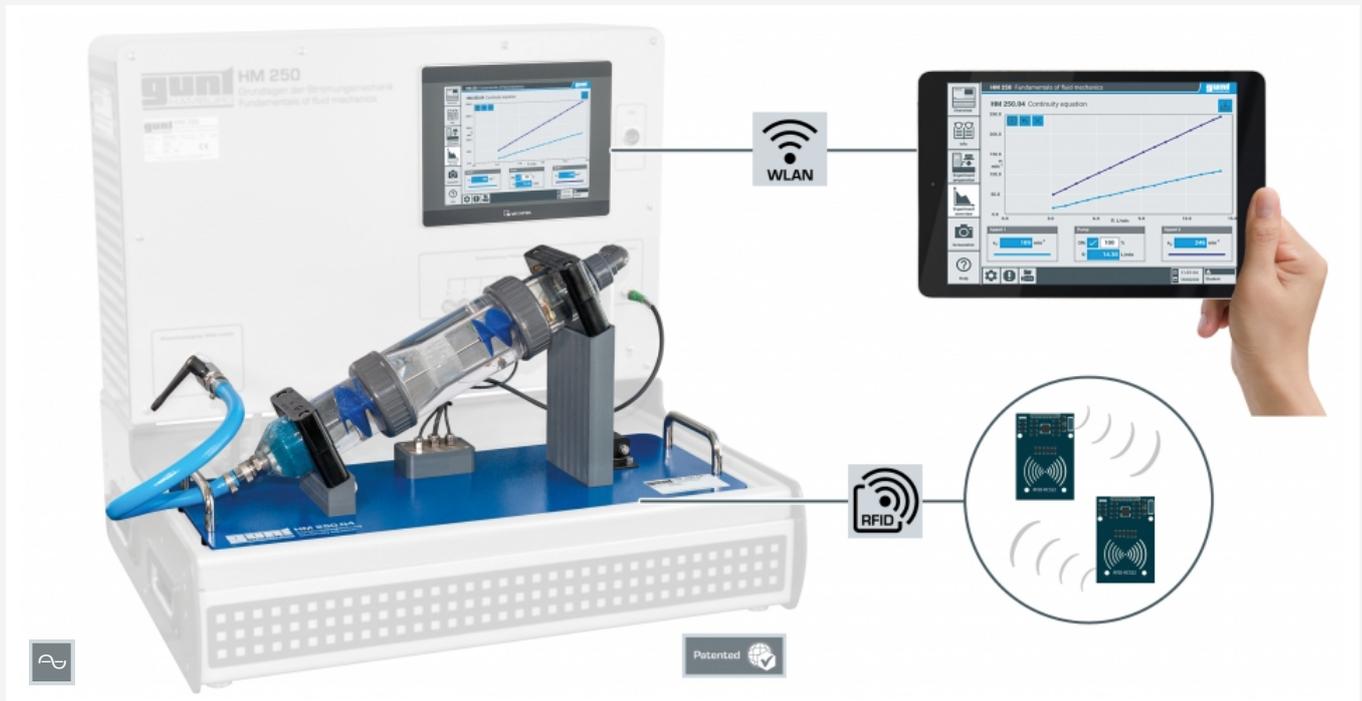
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.04

## Loi de la continuité



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- étudier les débits à différentes surfaces de section
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

Dans l'équation de continuité, la relation entre la surface de section traversée et la vitesse de l'écoulement est analysée. Les principes de base de la mécanique des fluides reposent sur cette loi. HM 250.04 se compose d'une section de tuyau transparente avec une modification de la surface de section. Afin de pouvoir mesurer les vitesses d'écoulement à travers les deux surfaces de section, la section de tuyau contient deux roues à ailettes de même inclinaison.

Dans l'essai, les roues à ailettes tournent sous l'effet de l'eau en écoulement. La modification de la surface de section de la section de tuyau entraîne une modification de la vitesse d'écoulement. La vitesse de rotation des roues à ailettes est proportionnelle à la vitesse

d'écoulement. Les vitesses de rotation, et donc les vitesses d'écoulement, sont mesurées par induction. Étant donné que la géométrie des deux surfaces de section du tube est connue, il est possible d'établir un rapport entre les vitesses de rotation et de le vérifier. Discussion sur les écarts entre théorie et pratique et mise en évidence des limites de la pratique. Les roues à ailettes couvrent une grande partie de la surface traversée par l'écoulement, de sorte que les irrégularités de l'écoulement sont largement compensées. Pendant les essais, un écoulement incompressible est présent en raison de l'utilisation de l'eau comme milieu de travail. Il n'est donc pas nécessaire de tenir compte des changements de densité.

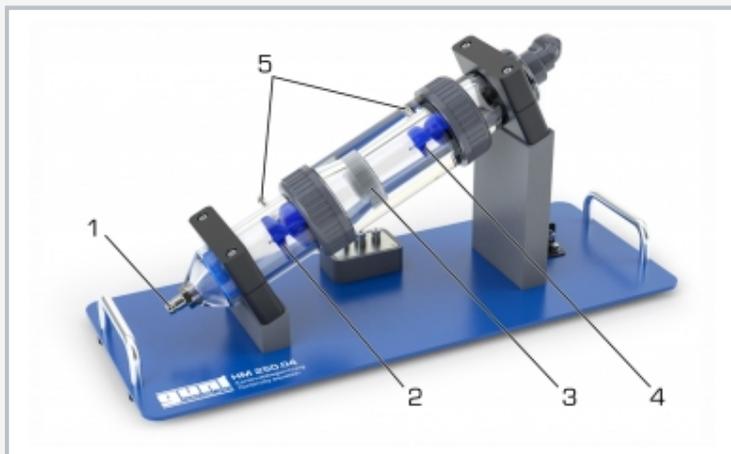
L'accessoire HM 250.04 est positionné facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau ainsi que l'ajustage du débit s'effectuent via le module de base. La mesure du débit est également effectuée via HM 250.

### Contenu didactique/essais

- étude de la loi de la continuité
- démonstration de la conservation de la masse
- identification des grandeurs d'influence
  - ▶ surface de section de passage
  - ▶ le pas des roues à ailettes
  - ▶ frottements de palier
  - ▶ uniformité d'écoulement
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique des débits pour différentes sections transversales
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.04

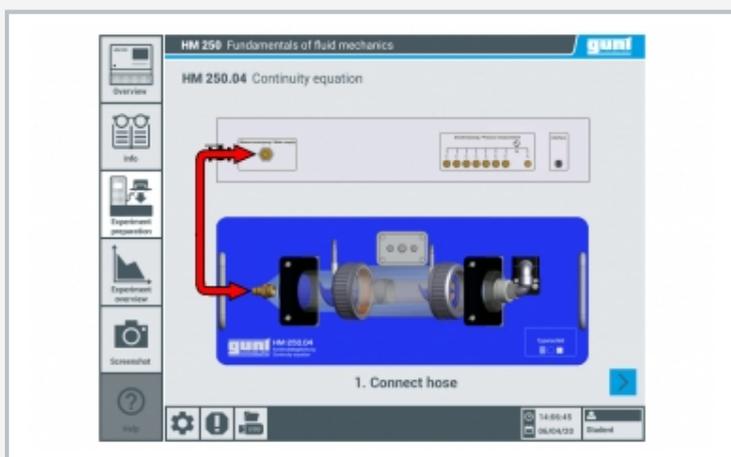
## Loi de la continuité



1 alimentation en eau, 2 grande roue à ailettes, 3 redresseur, 4 petite roue à ailettes, 5 capteur de vitesse de rotation



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile du HM 250: affichage graphique des valeurs de mesure, vitesses de rotation des deux roues à ailettes dans différentes surfaces de section de la section de tuyau



Écran tactile: préparation aux essais

### Spécification

- [1] visualisation de la vitesse d'écoulement
- [2] différentes surfaces de section déterminent le rapport de la vitesse d'écoulement
- [3] deux roues à ailettes de même inclinaison pour l'observation et la mesure des différentes vitesses d'écoulement
- [4] vitesse des roues à ailettes mesurée par des capteurs de vitesse inductifs
- [5] débit de la section de tuyau ajustable via le module de base HM 250
- [6] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [7] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [8] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Section de tuyau

- entrée: Ø intérieur 56mm
- sortie: Ø intérieur 40mm

#### Mesure inductive de la vitesse de rotation

- capteur de vitesse de rotation
  - ▶ fréquence de commutation 5000Hz
  - ▶ L 60mm, filetage M8
- grande roue à ailettes
  - ▶ bâton magnétique intégré
  - ▶ Ø extérieur 54mm
  - ▶ pas 60mm
  - ▶ nombre d'ailettes 2
  - ▶ section transversale 340mm<sup>2</sup>
  - ▶ vitesse d'écoulement jusqu'à environ 0,11 m/s
- petite roue à ailettes
  - ▶ bâton magnétique intégré
  - ▶ Ø extérieur 38mm
  - ▶ pas 60mm
  - ▶ nombre d'ailettes 2
  - ▶ section transversale 200mm<sup>2</sup>
  - ▶ vitesse d'écoulement jusqu'à environ 0,22m/s

#### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée vitesse de rotation: 0...250min<sup>-1</sup>
- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min

Lxlxh: 650x260x295mm

Poids: env. 6,5kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 documentation didactique

# HM 250.04

## Loi de la continuité

### Accessoires requis

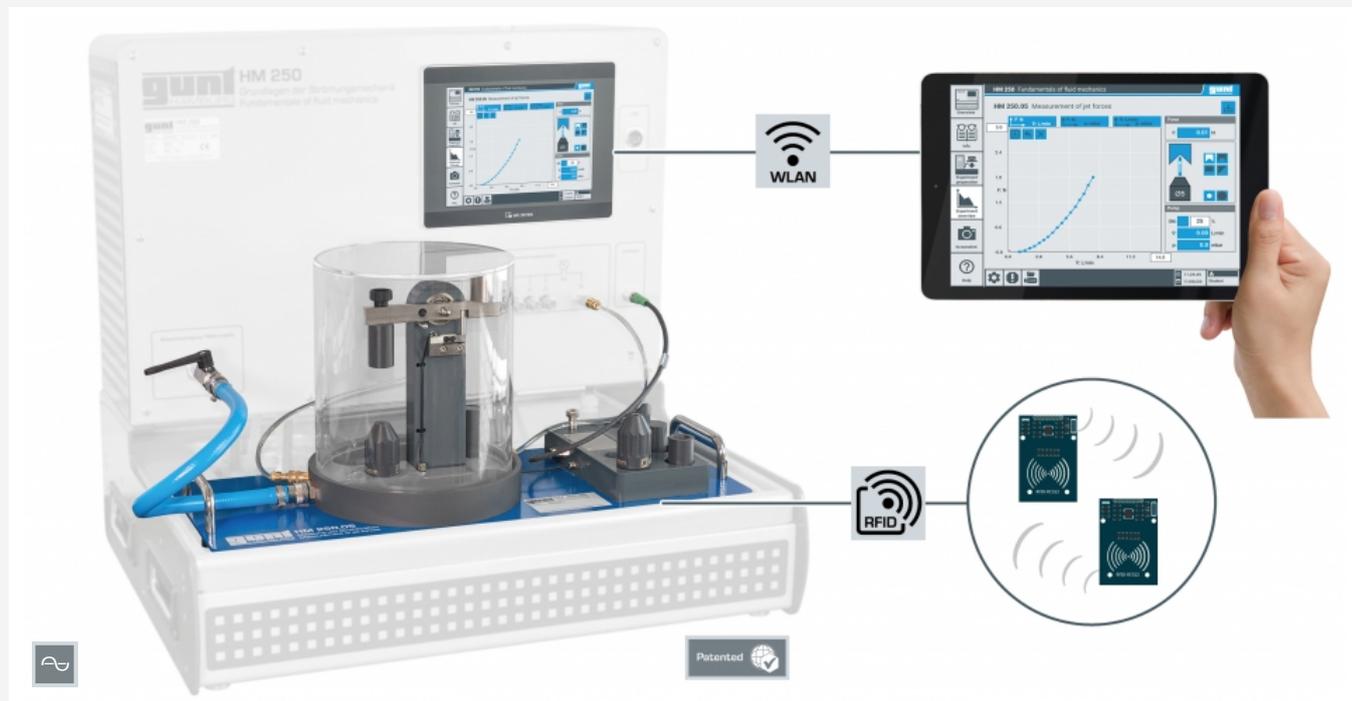
070.25000	HM 250	Principes de base de la mécanique des fluides
-----------	--------	---

### Accessoires en option

070.25090	HM 250.90	Étagère de laboratoire
-----------	-----------	------------------------

# HM 250.05

## Mesure des forces de jet



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- étude des forces de jet sur des déflecteurs avec différents angles de déflexion
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

Lorsqu'un fluide en écoulement est ralenti, accéléré ou dévié, la vitesse change, ce qui entraîne une modification de la quantité de mouvement. Cette modification de la quantité de mouvement se traduit par l'apparition d'une force. Dans la pratique, cet est utilisé, par exemple, pour entraîner une turbine Pelton.

HM 250.05 contient deux buses interchangeables pour la génération d'un jet d'eau, qui heurte un déflecteur. Quatre déflecteurs différents sont disponibles. Le jet d'eau génère des forces de jet sur les déflecteurs. Les forces sont déterminés avec une poutre en flexion. Un pare-éclaboussure transparent permet parfaite visibilité des essais.

La pré-pression de la buse est mesurée par un raccord de pression dans l'entrée de la buse. Les mesures de débit, de pression et de force sont effectuées via le module de base. On peut ainsi étudier l'influence de la pré-pression de la buse, des différents angles de déflexion, de la vitesse d'écoulement et du débit. Les forces théoriques sont calculées à l'aide du principe de conservation de l'impulsion et comparées aux mesures.

L'accessoire HM 250.05 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. Le HM 250 assure l'alimentation en eau et l'ajustage du débit.

### Contenu didactique/essais

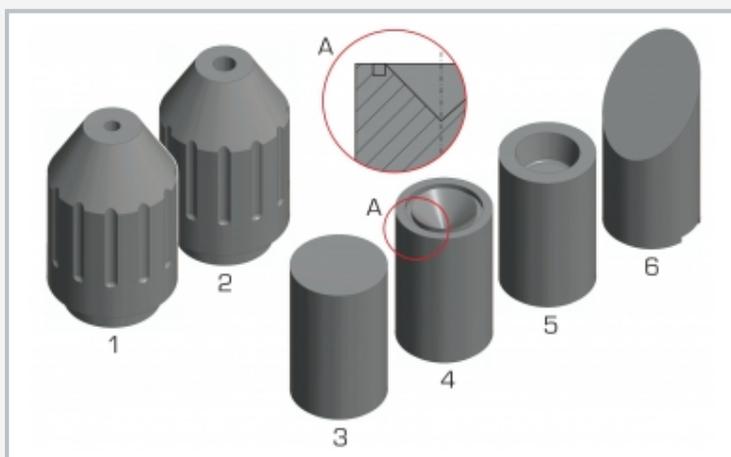
- application du principe de conservation de l'impulsion
- mesure des forces de jet
- étude des grandeurs d'influence des forces de jet
  - ▶ angle de déflexion
  - ▶ pré-pression de buse
  - ▶ vitesse d'écoulement
  - ▶ débit
- application de l'équation de Bernoulli
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique d'évolutions de force
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.05

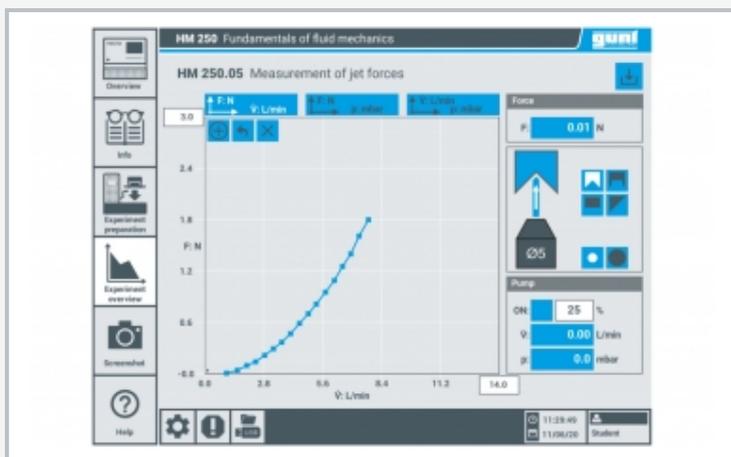
## Mesure des forces de jet



1 pare-éclaboussure transparent, 2 déflecteur, 3 buse, 4 alimentation en eau, 5 tablette de rangement pour buses et déflecteurs, 6 poutre en flexion, 7 levier



Buses de différents diamètres et déflecteurs de différentes formes  
 1 buse  $\varnothing$  5mm, 2 buse  $\varnothing$  7,1mm, 3 déflecteur à surface plane, 4 déflecteur avec cavité en forme de cône, 5 déflecteur avec cavité en forme de cône tronqué, 6 déflecteur à surface inclinée, A représentation détaillée



Interface utilisateur sur l'écran tactile: affichage graphique des valeurs de mesure, force de jet en fonction du débit pour le déflecteur avec cavité en forme de cône et la buse  $\varnothing$  5mm

### Spécification

- [1] étude des forces de jet et application du principe de conservation de l'impulsion
- [2] 2 buses interchangeables pour la génération du jet d'eau
- [3] 4 déflecteurs de formes différentes: surface plane, surface inclinée, déflecteur avec cavité en forme de cône tronqué, déflecteur avec cavité en forme de cône
- [4] pare-éclaboussure transparent pour l'observation des essais
- [5] mesure des forces de jet par une poutre en flexion
- [6] raccord de pression pour mesurer la pré-pression de la buse
- [7] jet d'eau ajustable via la sélection de la buse et le débit sur le module de base HM 250
- [8] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [9] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [10] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Buses

- matériau: PVC
- $\varnothing$  5mm
- $\varnothing$  7,1mm

#### Déflecteurs

- matériau: PVC
- distance buse/déflecteurs: 80mm
- surface plane:  $90^\circ$
- surface inclinée:  $45^\circ/135^\circ$
- cavité cône tronqué:  $170^\circ$
- cavité cône:  $135^\circ$

#### Pare-éclaboussure transparent

- matériau: PMMA
- $\varnothing$  extérieur: 230mm
- hauteur: 250mm

#### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée force: 0...3,3N
- plage de mesure indiquée débit: 0...12L/min
- plage de mesure indiquée pression: 0...0,39bar

Lxlxh: 650x260x300mm

Poids: env. 8kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 2 buses
- 4 déflecteurs
- 1 documentation didactique

# HM 250.05

## Mesure des forces de jet

### Accessoires requis

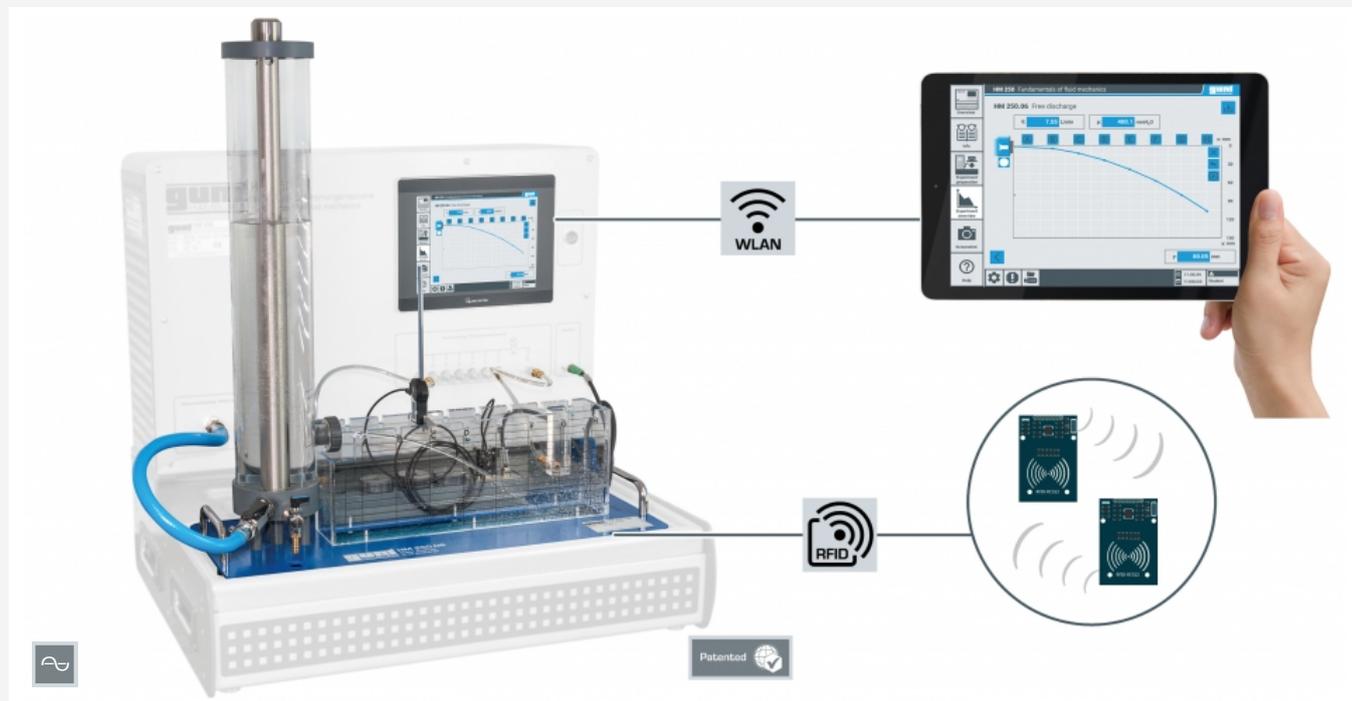
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.06

## Écoulement libre



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- étude de la trajectoire en fonction du niveau dans le réservoir et de la forme de la sortie
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

Dans le cas d'un écoulement horizontal d'un réservoir, la forme de la sortie et la vitesse de l'écoulement agissent sur la trajectoire du jet d'eau. En hydrodynamique, l'interaction entre la trajectoire, la forme de la sortie et la vitesse de l'écoulement lors de l'écoulement des réservoirs sont étudiées et sont essentielles, par exemple, en génie hydraulique pour la conception des barrages.

Le HM 250.06 contient un réservoir transparent avec un écoulement horizontal dans lequel on peut installer différents inserts. La trajectoire du jet d'eau qui en résulte est mesuré numériquement dans la section d'essai transparente. Une jauge de profondeur à coulisse mesure directement la trajectoire

du jet d'eau dans 8 positions données.

Les valeurs de mesure sont transmises au module de base HM 250 et affichées sous forme de trajectoire sur l'écran tactile. Le niveau dans le réservoir est défini et contrôlé automatiquement par le module de base.

Quatre inserts pour la sortie de différents diamètres et de contour d'entrée différents sont inclus dans la liste de livraison. Le coefficient de perte de charge peut être déterminé en tant que caractéristique pour différents inserts. Ainsi, l'influence du niveau dans le réservoir et du coefficient de perte de charge sur la trajectoire peut être étudiée dans les essais.

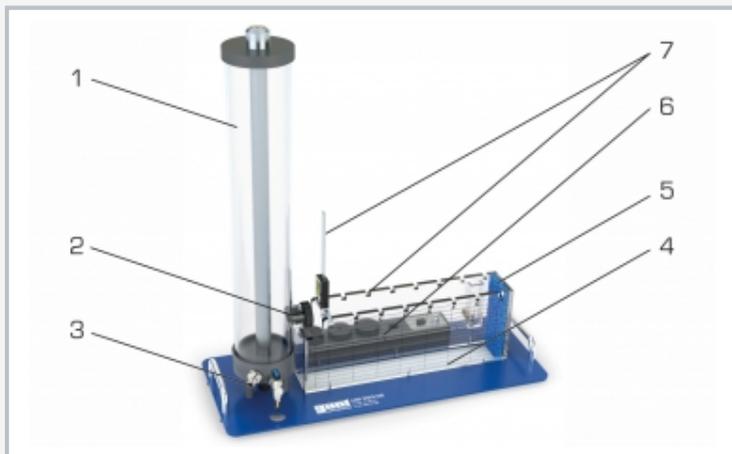
L'accessoire HM 250.06 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau et les mesures de débit et de pression sont effectuées via le module de base.

### Contenu didactique/essais

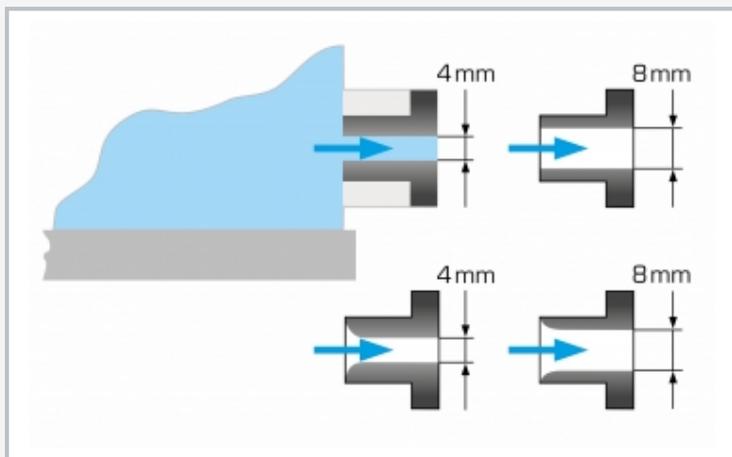
- étude de l'influence du niveau dans le réservoir sur la vitesse de l'écoulement
- application de l'équation de Bernoulli
- comparaison des vitesses de l'écoulement réelle et théorique
- étude de inserts pour la sortie avec de différents diamètres et contour d'entrée, détermination du coefficient de perte de charge
- étude de l'influence de la vitesse de l'écoulement et du coefficient de perte de charge sur la trajectoire du jet d'eau
- application des équations de mouvement pour déterminer la trajectoire théorique
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique de la trajectoire
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.06

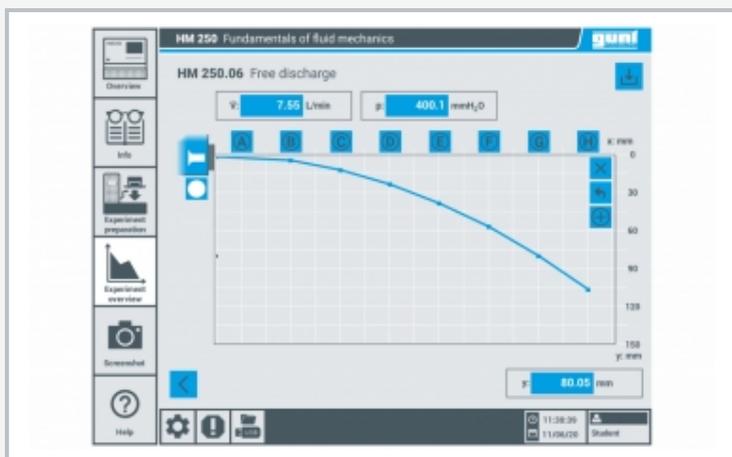
## Écoulement libre



1 réservoir, 2 sortie avec insert interchangeable, 3 alimentation en eau, 4 section d'essai transparente avec échelle, 5 insert en mousse comme pare-éclaboussure, 6 stockage pour inserts pour la sortie, 7 jauge de profondeur à coulisse positionné dans les encoches de la section d'essai



Inserts interchangeables pour la sortie avec différents diamètres et de contour d'entrée différents



Interface utilisateur sur l'écran tactile: affichage graphique des valeurs de mesure sous la forme d'une trajectoire, 400mm niveau dans le réservoir et insert avec contour arrondi Ø 8mm

### Spécification

- [1] étude d'écoulements horizontaux
- [2] 4 inserts interchangeables pour la sortie avec différents diamètres et de contour d'entrée différents
- [3] détermination de coefficient de perte de charge de inserts
- [4] jauge de profondeur à coulisse pour mesurer la trajectoire du jet d'eau dans la section d'essai transparente
- [5] 8 positions données dans la section d'essai transparente pour mesurer la trajectoire du jet d'eau
- [6] régulation du niveau du réservoir via HM 250
- [7] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [8] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [9] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Réservoir

- matériau: PMMA, PVC, acier inoxydable
- hauteur: 590mm
- Ø intérieur: 100mm
- volume: max. 4,6L

#### Inserts pour la sortie

- contour arrondi
  - ▶ 1x Ø 4mm
  - ▶ 1x Ø 8mm
- contour à arêtes vives
  - ▶ 1x Ø 4mm
  - ▶ 1x Ø 8mm

#### Section d'essai transparente

- matériau: PMMA
- 8 positions données pour la jauge de profondeur à coulisse
  - ▶ distance sortie d'eau à 1re position: 25mm
  - ▶ distance 2e position à 8e position: 50mm chacune

#### Jauge de profondeur à coulisse, numérique

- résolution: 0,01mm
- écran LCD
- sortie de données: RS 232

#### Plages de mesure

- jauge de profondeur à coulisse: 0...150mm
- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min
- plage de mesure indiquée pression: 0...500mmCE

Lxlxh: 650x260x725mm

Poids: env. 8,2kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 4 inserts pour la sortie
- 1 documentation didactique

# HM 250.06

## Écoulement libre

### Accessoires requis

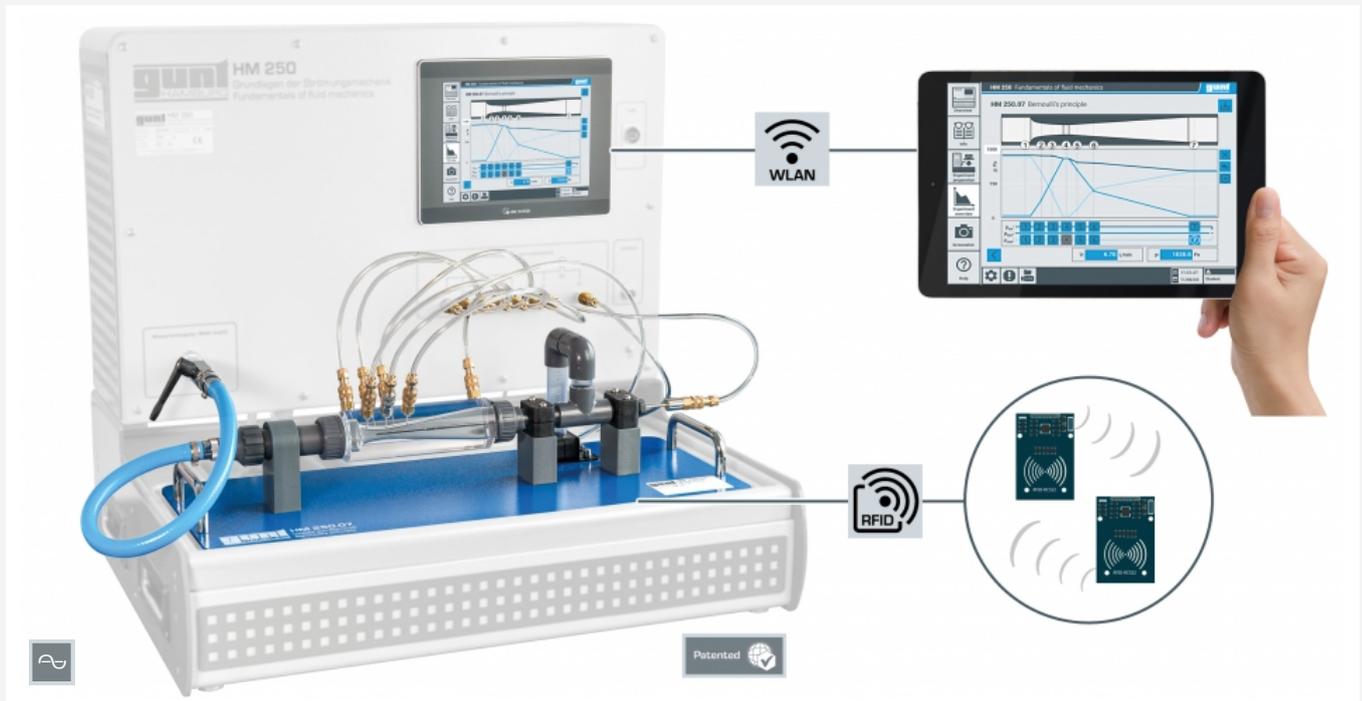
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.07

## Théorème de Bernoulli



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- l'étude de la pression statique, dynamique et totale le long de la buse à Venturi
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

L'accessoire HM 250.07 est utilisé pour étudier la relation entre la vitesse d'écoulement d'un fluide et sa pression dans une buse Venturi. Si la vitesse d'écoulement d'un fluide augmente, par exemple lorsqu'il s'écoule dans une buse, la pression statique diminue. Si la vitesse diminue, la pression statique augmente à nouveau. La pression totale reste constante pendant le changement de vitesse.

La buse Venturi est fabriquée en matériau transparent et est équipée de raccords de pression pour mesurer la pression statique. On mesure l'augmentation relative de la pression par rapport à la section la plus étroite. La pression totale est mesurée à l'aide d'un tube de Pitot

qui est déplacé dans la buse le long d'écoulement. La pression dynamique est déterminée à partir de la pression statique et de la pression totale.

La position du tube de Pitot dans la buse peut être observée. En tournant la buse, la direction d'écoulement est modifiée et la buse peut être utilisée comme un diffuseur. Cela permet de comparer les pertes d'écoulement entre une buse et un diffuseur.

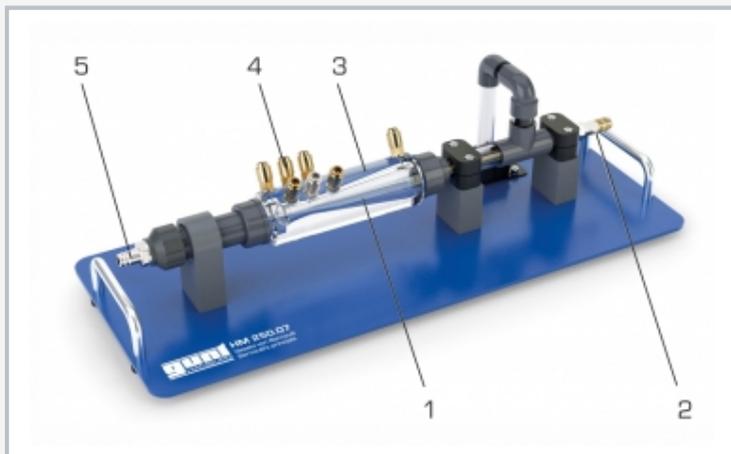
L'accessoire HM 250.07 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau ainsi que la mesure du débit et de la pression s'effectuent via le module de base. Les mesures de débit et de pression sont également effectuées via le module de base.

### Contenu didactique/essais

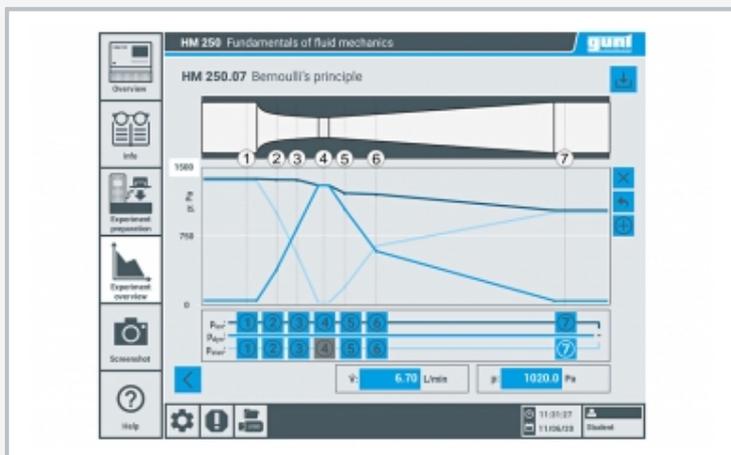
- conversion d'énergie avec débit divergent/convergent
- enregistrement de l'évolution de la pression dans le tube de Venturi
- détermination de l'évolution de vitesse dans le tube de Venturi
- évaluation qualitative des pertes de pression
- désignation des influences de la buse et du diffuseur sur la perte de charge
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique d'évolutions de la pression
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectibles

# HM 250.07

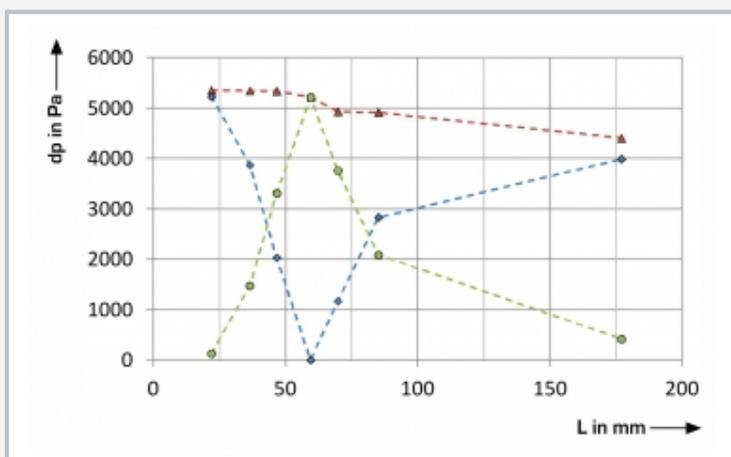
## Théorème de Bernoulli



1 tube de Pitot, 2 raccord du tube de Pitot, 3 tube de Venturi, 4 raccords de pression pour points de mesure, 5 alimentation en eau



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile du HM 250: mesure de la pression sur 7 points de mesure (1x pression de référence) et affichage graphique des valeurs de mesure, évolution de la pression dans le tube de Venturi



Évolution de la pression le long de la buse de Venturi  
bleu: pression statique, vert: pression dynamique, rouge: pression totale

### Spécification

- [1] familiarisation avec la loi de Bernoulli
- [2] tube de Venturi transparent avec points de mesure pour déterminer les pressions statiques
- [3] comparaison des pressions statiques avant et après le point étroit en effectuant les mesures sur des surfaces de coupe transversale de même taille
- [4] tube de Pitot mobile axialement pour déterminer la pression totale à différents points du tube de Venturi
- [5] contour d'entrée avec augmentation linéaire de la pression sur la longueur
- [6] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [7] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [8] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

Tube de Venturi, transparent

- section transversale: 79...491mm<sup>2</sup>
- angle d'ouverture: 8°
- contour d'entrée avec augmentation de la pression sur la longueur

Raccords de pression du tube de Venturi

- point de mesure sur Ø 25mm
- point de mesure sur Ø 13,2mm
- point de mesure sur Ø 11,1mm
- point de mesure sur Ø 10mm (pression de référence)
- point de mesure sur Ø 11,1mm
- point de mesure sur Ø 13,2mm
- point de mesure sur Ø 25mm

Tube de Pitot

- zone mobile: 155mm
- Ø intérieur: 1,1mm
- Ø externe: 2mm

Plages de mesure

- plage de mesure indiquée pression: 0...5500Pa
- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min

Lxlxh: 650x260x180mm

Poids: env. 4,5kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 documentation didactique

# HM 250.07

## Théorème de Bernoulli

### Accessoires requis

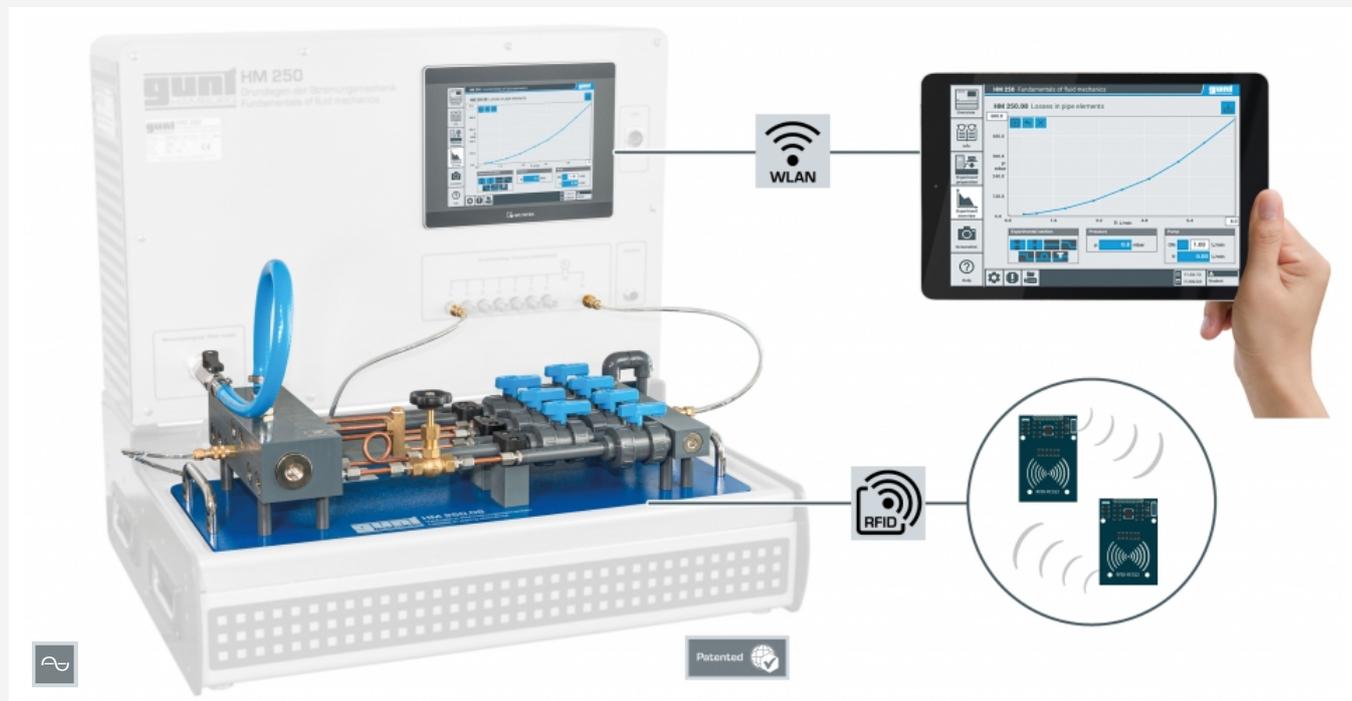
070.25000	HM 250	Principes de base de la mécanique des fluides
-----------	--------	---

### Accessoires en option

070.25090	HM 250.90	Étagère de laboratoire
-----------	-----------	------------------------

# HM 250.08

## Pertes dans les éléments de tuyauterie



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- **détermination et comparaison des pertes de charge dans différentes sections de tuyau**
- **exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)**
- **un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone**
- **l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID**

Les pertes de charge peuvent avoir diverses causes, telles qu'accélération, décélération, déviation ou frottement. La perte de charge est souvent causée par plusieurs facteurs. Ils doivent être pris en compte dans la conception des systèmes de tuyauterie.

Le HM 250.08 est utilisé pour l'étude des pertes de charge dans différentes sections de tuyau et éléments de tuyauterie. L'appareil d'essai comprend sept sections de tuyau différentes qui se complètent les unes les autres d'un point didactique (par exemple, un tube droit, un tube avec soupape à pointe ou tube flexion en S). Chaque section de tuyau peut être fermée individuellement

à l'aide d'un robinet à tournant sphérique.

Le coefficient de perte de charge est déterminé individuellement dans le cadre d'essais pour chaque section de tuyau. Ce qui signifie que l'on peut déterminer avec précision l'origine de l'augmentation de la perte de charge. En comparant les sections de tuyau, on peut étudier de manière ciblée la variation de la perte de charge. Pour les organes d'arrêt qui sont le robinet à tournant sphérique et la soupape à pointe, on enregistre également les caractéristiques d'ouverture. Les pertes au niveau des raccords sont négligeables et sont supposées identiques dans toutes les sections.

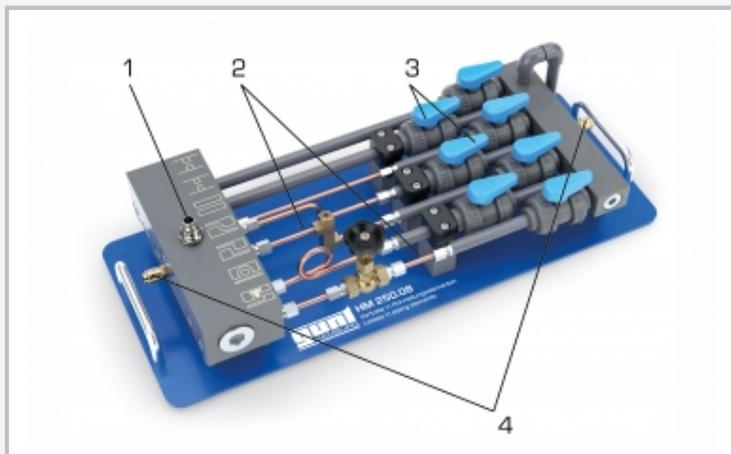
L'accessoire HM 250.08 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. L'alimentation en eau ainsi que l'ajustage du débit s'effectuent via le module de base. La mesure de pression est également effectuée via le module de base.

### Contenu didactique/essais

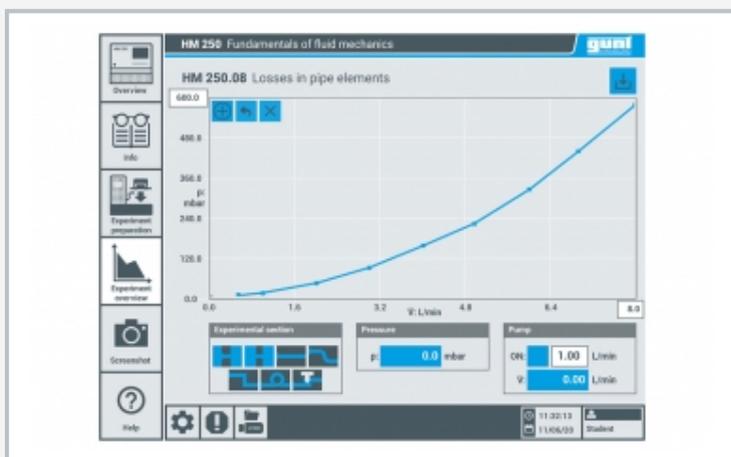
- pertes de charge dans les tubes, raccords et éléments de tuyauterie
- influence de la vitesse d'écoulement sur la perte de charge
- mise en application de l'équation de Bernoulli
- détermination des coefficients de traînée
- caractéristiques d'ouverture de la soupape et du robinet à tournant sphérique
- influence de l'accélération, du frottement du tube et de la déviation sur la perte de charge
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique d'évolutions de la pression
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.08

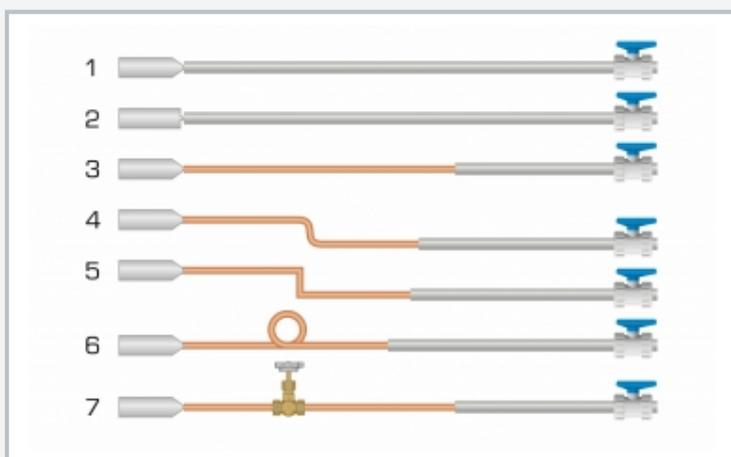
## Pertes dans les éléments de tuyauterie



1 alimentation en eau, 2 sections de tuyau, 3 robinets à tournant sphérique comme organes d'arrêt, 4 raccords de pression



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile du HM 250: mesure de la pression de la section du tuyau (tuyau droit avec buse) et affichage graphique des valeurs de mesure, évolution de la pression dans la section de tuyau



Diverses sections de tuyaux, chaque section de tuyau peut être fermée individuellement avec un robinet à tournant sphérique

1 section de tuyau avec buse, 2 section de tuyau avec diaphragme, 3 tube droit avec buse, 4 tube avec buse et flexion en S, 5 tube avec buse et flexion en S serrée, 6 tube avec coude de tuyau, 7 tube droit avec buse et soupape à pointeau

### Spécification

- [1] étude des pertes de charge sur les raccords de tuyauterie et les robinetteries
- [2] 7 sections de tuyauterie avec différents éléments de tuyauterie pouvant être fermées individuellement: buse, diaphragme, flexions, soupape, robinet à tournant sphérique
- [3] comparaison du robinet à tournant sphérique et de la soupape à pointeau
- [4] débit de la section de tuyau ajustable via le module de base HM 250
- [5] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [6] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [7] alimentation en eau par le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

1. section de tuyau avec buse
  - tuyau en PVC: Ø intérieur, 12,4mm
  - buse angle d'entrée: 60°
2. section de tuyau avec diaphragme
  - tuyau en PVC: Ø intérieur, 12,4mm
  - diaphragme: Ø intérieur 4mm
3. tube droit avec buse
  - tuyau en PVC: Ø intérieur 12,4mm
  - tuyau en cuivre: Ø intérieur 4mm, longueur: 200mm
  - buse angle d'entrée: 60°
4. tube avec buse et flexion en S
  - tuyau en PVC: Ø intérieur 12,4mm
  - tuyau en cuivre: Ø intérieur 4mm, longueur: 200mm
  - buse angle d'entrée: 60°
5. tube avec buse et flexion en S serrée
  - tuyau en PVC: Ø intérieur 12,4mm
  - tuyau en cuivre: Ø intérieur 4mm, longueur: 200mm
  - buse angle d'entrée: 60°
6. tube avec coude de tuyau
  - tuyau en PVC: Ø intérieur 12,4mm
  - tuyau en cuivre: Ø intérieur 4mm, longueur: 200mm
  - buse angle d'entrée: 60°
7. tube droit avec buse et soupape à pointeau
  - tuyau en PVC: Ø intérieur 12,4mm
  - tuyau en cuivre: Ø intérieur 4mm, longueur: 200mm
  - buse angle d'entrée: 60°

### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée pression: 0...1 bar
- plage de mesure indiquée débit: 0...8L/min

Lxlxh: 650x260x170mm

Poids: env. 7,5kg

### Liste de livraison

appareil d'essai, documentation didactique

# HM 250.08

## Pertes dans les éléments de tuyauterie

### Accessoires requis

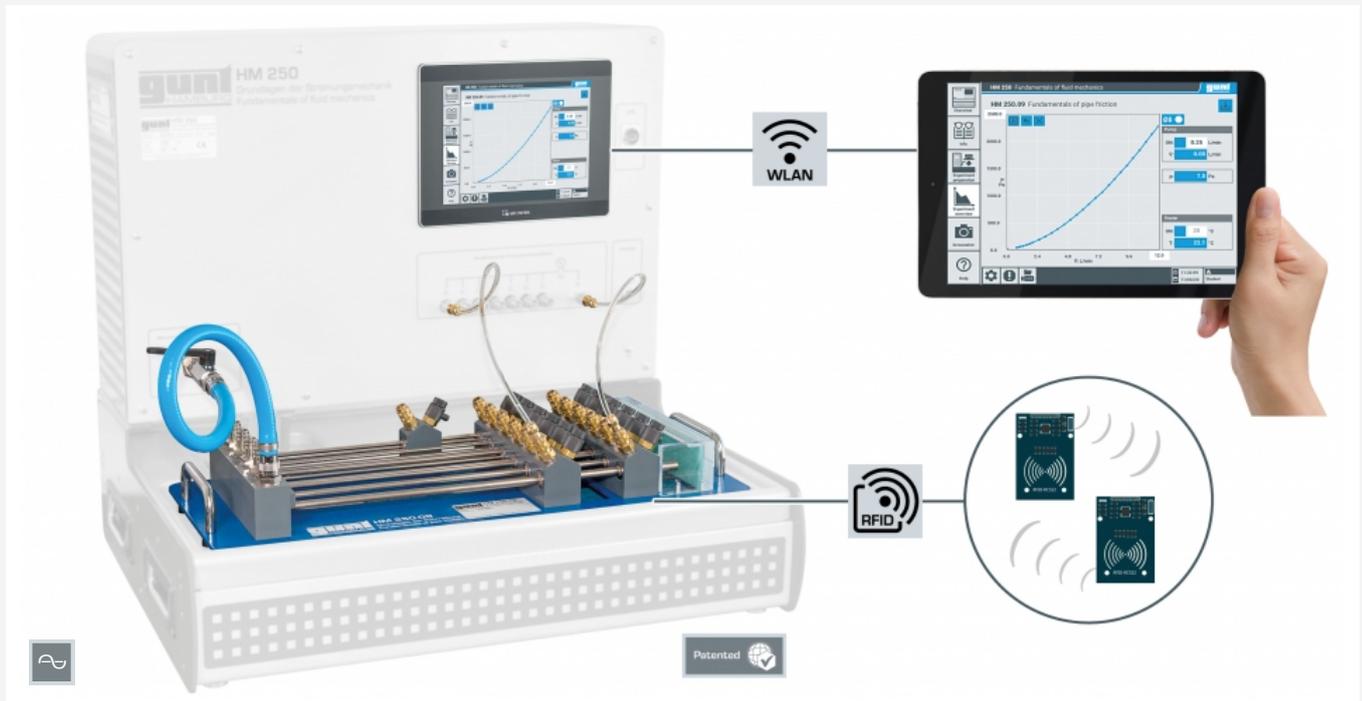
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.09

## Principes de base du frottement du tube



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- calcul des pertes de pression et détermination du nombre de Reynolds et du coefficient de frottement des tuyau
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

Dans les fluides en écoulement, des différences de vitesse se produisent dans l'écoulement en raison du frottement interne. Pour surmonter ces différences, il faut de l'énergie sous forme de pression. Il en résulte des pertes de charge dans l'écoulement tubulaire. Le frottement interne est le facteur qui détermine si l'écoulement dans le tube est laminaire ou turbulent. Pour le calcul des pertes de charge, on utilise le coefficient de frottement du tube, un nombre caractéristique sans dimension. Le coefficient de frottement du tube est déterminé à l'aide du nombre de Reynolds, qui décrit le rapport entre forces d'inertie et forces de frottement. Le HM 250.09 permet de mesurer la

perte de charge et le débit pour différentes sections de tuyau. Quatre sections de tuyaux se composent de faisceaux de tuyaux et deux sections de tuyaux individuels. Dans l'expérience, l'eau s'écoule par une section d'entrée dans la section de tuyau sélectionnée et l'écoulement est formé. La mesure de la pression a lieu dans la zone d'écoulement formée. L'eau sort ensuite sous forme de jet libre de la section de tuyau. A la surface du jet d'eau, on observe des différences dans la formation de l'écoulement. En outre, l'influence de la viscosité sur la formation de l'écoulement peut être étudiée. Pour cela, l'eau est chauffée à l'aide d'un réchauffeur intégré au module de base, ce qui permet de modifier la viscosité.

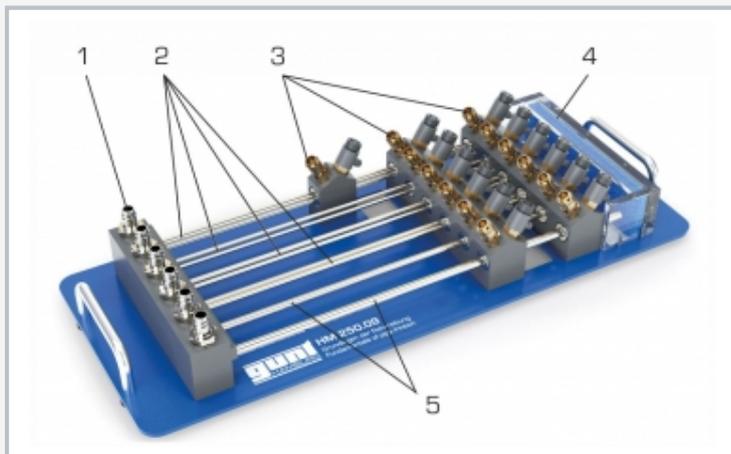
HM 250.09 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau ainsi que les ajustages du débit et de la température s'effectuent via le module de base. Les mesures de débit, de pression et de température sont également effectuées via HM 250.

### Contenu didactique/essais

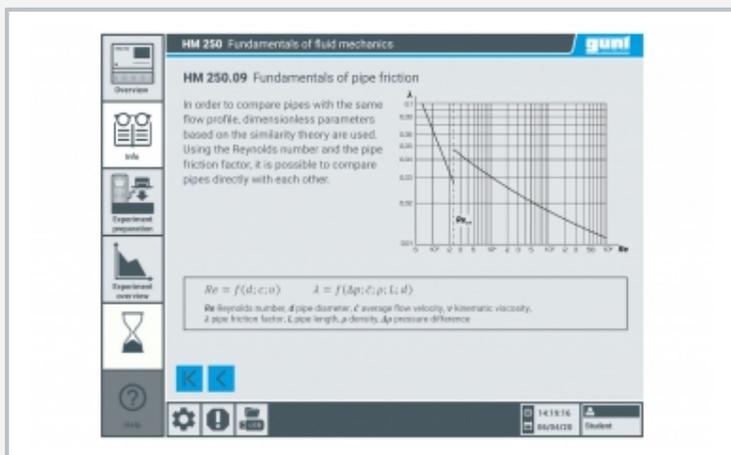
- utilisation du nombre de Reynolds dans l'écoulement tubulaire et déterminer du nombre de Reynolds critique
- calcul du nombre de Reynolds et du coefficient de frottement du tube à partir des valeurs de mesure
- comparaison des valeurs théoriques avec les valeurs de mesure
- étude de l'influence de la température
- relations de similitude dans un écoulement tubulaire
- utilisation du diagramme de Moody
- différenciation entre écoulement laminaire et écoulement turbulent
- détermination de la perte de charge dans un écoulement laminaire / écoulement turbulent
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique d'évolutions de la pression
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.09

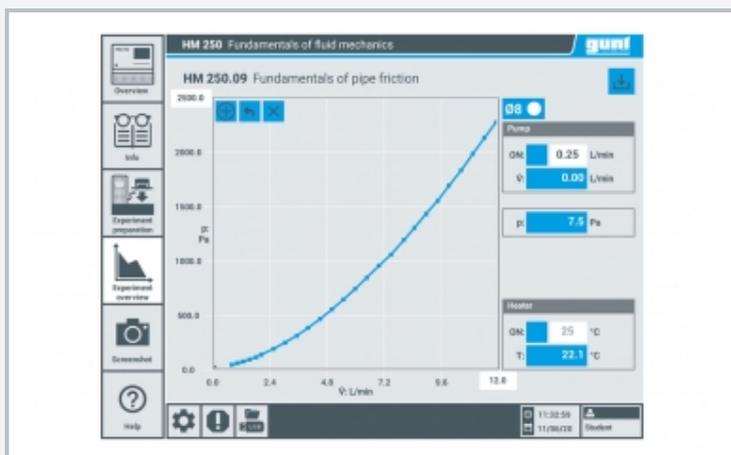
## Principes de base du frottement du tube



1 alimentation en eau, 2 quatre sections de tuyau se composent de faisceaux de tuyaux, 3 raccords de pression, 4 sortie ouverte avec insert en mousse comme pare-éclaboussure, 5 deux sections de tuyau avec des tuyaux individuels



Écran tactile: description des essais, principes théoriques de base



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile du HM 250: mesure de la pression de la section du tuyau (tuyau individuel Ø 8mm) et affichage graphique des valeurs de mesure, évolution de la pression dans la section de tuyau

### Spécification

- [1] étude du frottement du tube pour un écoulement laminaire ou turbulent
- [2] observation du jet libre pour distinguer l'écoulement laminaire de l'écoulement turbulent
- [3] mesure de la perte de charge après une section d'entrée
- [4] débit et température dans la section de tuyau ajustables via le module de base HM 250
- [5] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [6] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [7] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

Faisceau de 6 tubes

- Ø intérieur 1mm
- section d'entrée: longueur 220mm
- mesure de la pression à 100mm et à 200mm

Faisceau de 4 tubes

- Ø intérieur 2mm
- section d'entrée: longueur 320mm
- mesure de la pression à 200mm

Faisceau de 4 tubes

- Ø intérieur 3mm
- section d'entrée: longueur 320mm
- mesure de la pression à 200mm

Faisceau de 2 tubes

- Ø intérieur 4mm
- section d'entrée: longueur 320mm
- mesure de la pression à 200mm

Tuyau individuel

- Ø intérieur 6mm
- section d'entrée: longueur 320mm
- mesure de la pression à 200mm

Tuyau individuel

- Ø intérieur 8mm
- section d'entrée: longueur 320mm
- mesure de la pression à 200mm

Matériau: laiton, nickelé

Plages de mesure

- pression: 0...440mbar (à Ø 1mm, L=200mm)
- débit: 0...12L/min (à Ø 8mm, L=200mm)
- température: 0...50°C

LxHxP: 650x260x105mm

Poids: env. 7kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 documentation didactique

# HM 250.09

## Principes de base du frottement du tube

### Accessoires requis

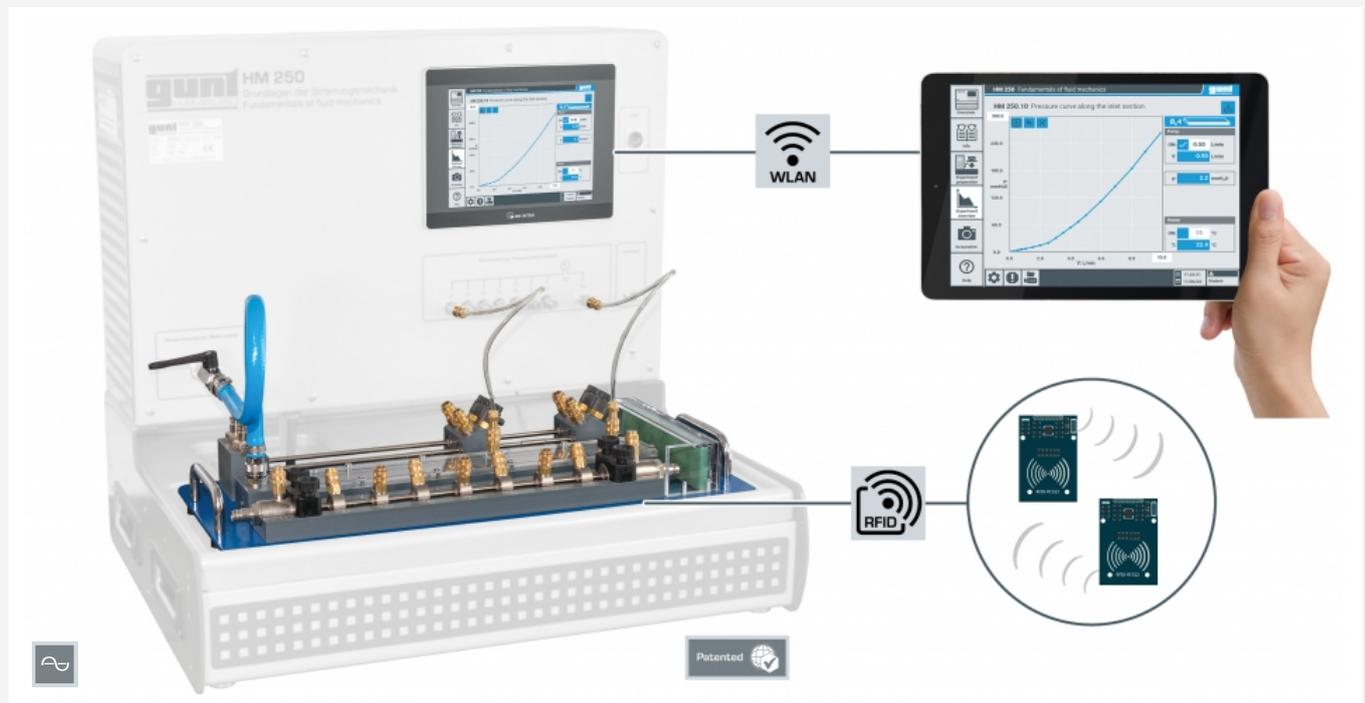
070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.10

## Évolution de la pression le long de la section d'entrée



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- étude des pertes de pression à l'entrée et le long de la section d'entrée
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

Dans l'écoulement des tuyaux, les surfaces, les géométries de section et la géométrie de la section d'entrée influencent le frottement interne et donc aussi la formation de l'écoulement. Dans HM 250.10, les processus d'écoulement dans l'entrée du tuyau et dans le flux formé sont étudiés. À cette fin, l'unité expérimentale contient trois sections de tuyaux pour l'étude générale de l'écoulement et une section de tuyaux qui sert de pure section d'entrée.

Lors des expériences, les trois sections de tuyau avec des surfaces et des géométries différentes sont d'abord examinées. Les deux chiffres clés que sont le nombre de Reynolds et le coefficient de frottement des tuyaux sont déterminés à partir des valeurs mesurées et peuvent être affichés dans le diagramme de Moody. La pression est mesurée individuellement pour chaque

section de tuyau dans la zone d'écoulement formée. L'eau sort ensuite sous forme de jet libre de la section de tuyau. À la surface du jet d'eau, on observe des différences dans la formation de l'écoulement.

La section d'entrée, avec une entrée avec une conception d'écoulement favorable et une autre avec une conception d'écoulement défavorable, peut être tournée dans l'unité expérimentale. De cette façon, différentes géométries peuvent être étudiées à l'entrée du tuyau. La section d'entrée comporte des raccords de pression avec lesquels on mesure la perte de pression à l'entrée du tuyau et le long de la section d'entrée.

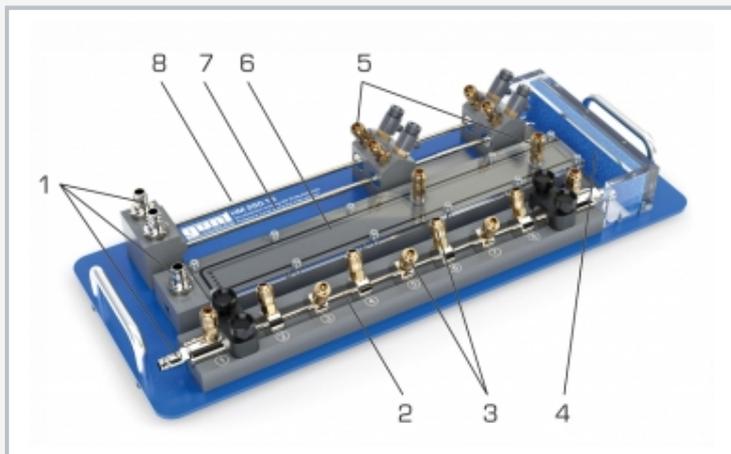
L'accessoire HM 250.10 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau ainsi que les ajustages du débit et de la température s'effectuent via le module de base. Les mesures de débit, de pression et de température sont également effectuées via le module de base.

### Contenu didactique/essais

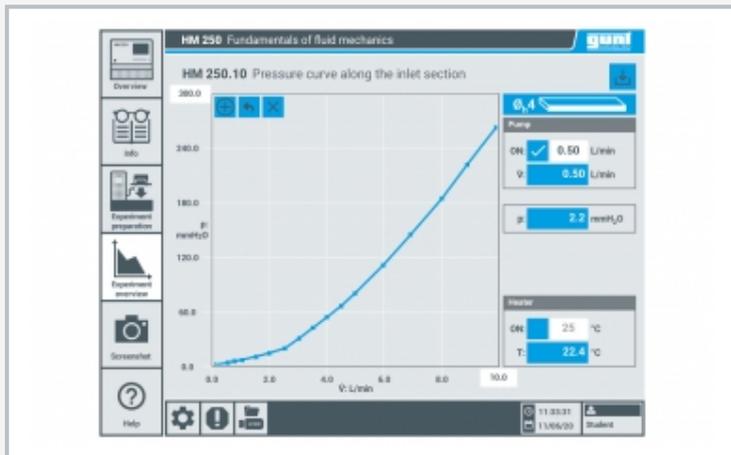
- formation de l'écoulement le long de la section d'entrée
- différence entre un tube (hydrauliquement) lisse et un tube (hydrauliquement) rugueux
- différence entre un tube rond et une coupe transversale rectangulaire
- différenciation entre écoulement laminaire et écoulement turbulent
- détermination de la perte de charge dans un écoulement laminaire / écoulement turbulent
- comparaison des valeurs théoriques avec les valeurs de mesure
- étude de l'influence de la température
- utilisation du diagramme de Moody
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique d'évolutions de la pression
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.10

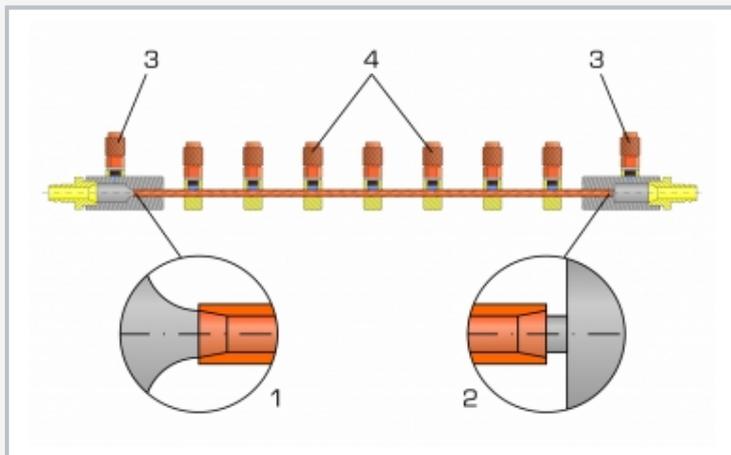
## Évolution de la pression le long de la section d'entrée



1 alimentation en eau, 2 section d'essai rotative pour études à l'entrée et le long de l'entrée, 3 raccords de pression, 4 sortie ouverte avec insert en mousse comme pare-éclaboussure, 5 raccords de pression, 6 tube de coupe transversale rectangulaire, 7 tube rugueux (hydrauliquement), 8 tube lisse (hydrauliquement)



Interface utilisateur intuitive sur l'écran tactile du HM 250: mesure de la pression de la section du tuyau (coupe transversale rectangulaire) et affichage graphique des valeurs de mesure, évolution de la pression dans la zone d'écoulement formée



Section d'entrée rotative, observation de différentes géométries à l'entrée du tuyau  
1 entrée de tuyau arrondie, géométrie favorable à l'écoulement, 2 entrée de tuyau à arêtes vives, géométrie défavorable à l'écoulement, 3 raccord de pression pour la mesure dans l'entrée de tuyau, 4 raccords de pression pour les mesures le long de la section d'entrée

### Spécification

- [1] étude du frottement du tube dans un écoulement laminaire ou dans un écoulement turbulent
- [2] mesure de la perte de charge après et le long d'une section d'entrée
- [3] section d'entrée avec entrée favorable à l'écoulement et entrée défavorable à l'écoulement
- [4] section d'entrée positionnée dans l'appareil d'essai en fonction de la direction d'écoulement souhaitée
- [5] tubes avec différentes géométries et surfaces permettant d'autres essais
- [6] débit et température dans les sections de tuyau ajustables via le module de base HM 250
- [7] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [8] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [9] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Section de tube

- matériau: laiton, nickelé
- hydrauliquement lisse
- Ø 4mm
- distance de la mesure de la pression: 150mm

#### Section de tube

- matériau: laiton, nickelé
- hydrauliquement rugueux
- Ø 4mm
- distance de la mesure de la pression: 150mm

#### Section de tube avec coupe transversale rectangulaire

- matériau: PVC
- couverture, transparente: PMMA
- lxh: 30x2,1mm
- distance de la mesure de la pression: 150mm

#### Section d'entrée

- matériau: laiton, nickelé
- longueur: 270mm
- Ø 4mm
- distance du premier mesure de la pression: 65mm
- distance les mesures de pression suivantes: 6x 50mm

#### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée pression: 0...0,76bar
- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min
- plage de mesure indiquée température: 0...50°C

Lxlxh: 650x260x105mm

Poids: env. 7,9kg

### Liste de livraison

- 1 appareil d'essai
- 1 documentation didactique

# HM 250.10

## Évolution de la pression le long de la section d'entrée

### Accessoires requis

070.25000      HM 250      Principes de base de la mécanique des fluides

### Accessoires en option

070.25090      HM 250.90      Étagère de laboratoire

# HM 250.11

## Canal ouvert



Montage expérimental complet avec le module de base HM 250, possibilité de „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum

### Description

- effets de différents obstacles sur l'écoulement dans des canaux
- exécution intuitive des essais via l'écran tactile (HMI)
- un routeur WLAN intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le „screen mirroring” sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- l'identification automatique des accessoires grâce à la technologie RFID

L'appareil d'essai HM 250.11 est utilisé pour démontrer les effets produits par différents obstacles sur la hauteur d'énergie dans des écoulements dans des canaux. Il permet d'enseigner les principes de base nécessaires à la conception de voies de navigation artificielles ou à la régulation des rivières et des barrages à une très petite échelle.

Le canal d'essai est fabriqué dans un matériau transparent, ce qui permet d'observer les hauteurs du niveau d'eau et donc les hauteurs d'énergie le long du canal. Les effets produits par les différents obstacles sont ainsi clairement visibles. Les accessoires fournis se composent de différents déversoirs, d'un canal Venturi, de deux piles et d'obstacles pour la dissipation d'énergie.

Les accessoires sont maintenus magnétiquement au fond du canal d'essai.

Au fond de l'entrée et de la sortie d'eau, il est possible de déterminer le niveau d'eau dans le canal d'essai par une mesure de pression. Pour pouvoir étudier le ressaut dans un écoulement torrentiel, une buse est fixée sur l'entrée d'eau du canal d'essai. Pour produire une excitation ponctuelle, on peut pulvériser de l'eau à l'aide d'une seringue à la surface et observer la propagation des ondes.

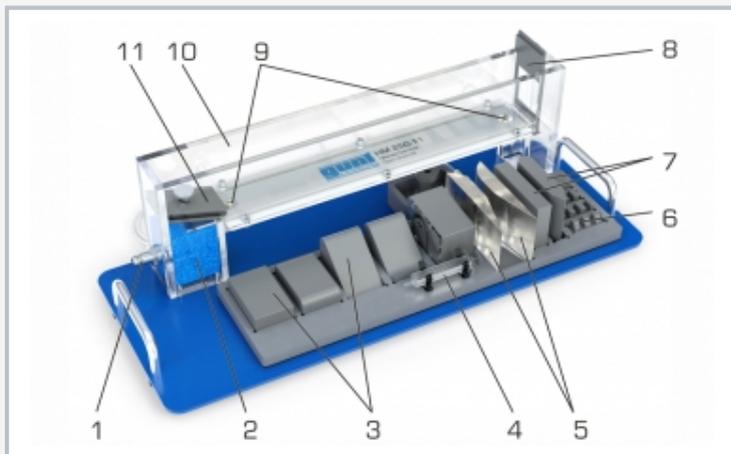
L'accessoire HM 250.11 se positionne facilement et en toute sécurité sur la surface de travail du module de base HM 250. La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel GUNT approprié et effectuer la configuration automatique du système. L'interface utilisateur intuitive guide les tests et affiche les valeurs mesurées sous forme graphique. L'alimentation en eau ainsi que l'ajustage du débit s'effectuent via le module de base. Les mesures de débit et de pression sont également effectuées via le module de base.

### Contenu didactique/essais

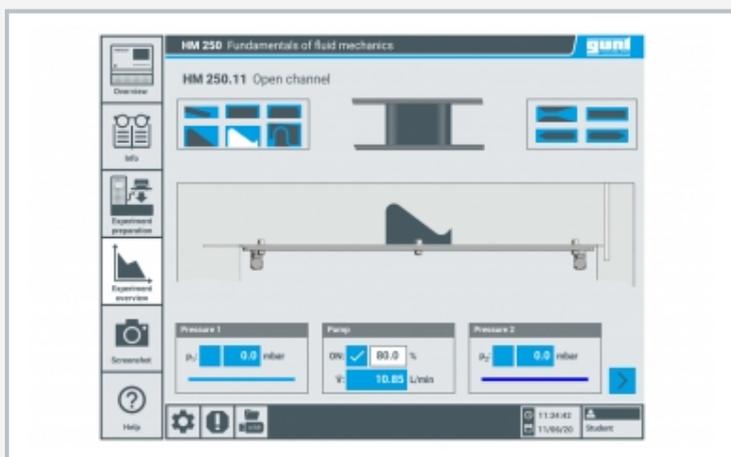
- hauteurs d'énergie de l'eau dans un écoulement traversant un canal avec différentes obstacles
- étude du ressaut
- mesure du débit avec le tube de Venturi
- dissipation d'énergie dans le canal
- logiciel GUNT spécifiquement adapté aux accessoires utilisés
  - ▶ module d'apprentissage avec principes théoriques de base
  - ▶ description de l'appareil
  - ▶ préparation aux essais guidés
  - ▶ exécution de cet essai
  - ▶ affichage graphique d'évolutions de la pression
  - ▶ transfert de données via USB pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, par exemple l'évaluation dans Excel
  - ▶ différents niveaux d'utilisateurs sélectionnables

# HM 250.11

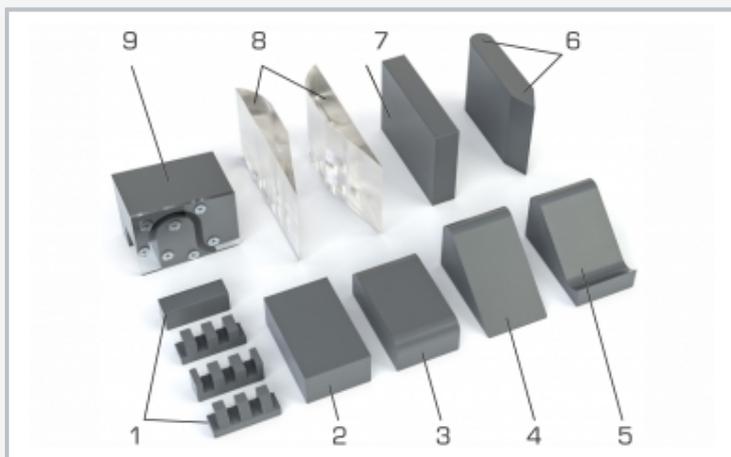
## Canal ouvert



1 alimentation en eau, 2 insert en mousse pour stabiliser l'eau à l'entrée, 3 déversoirs, 4 seringues pour provocation de vagues à la surface de l'eau, 5 obstacles Venturi, 6 obstacles pour la dissipation d'énergie, 7 piles, 8 déversoir à la sortie d'eau, 9 raccords de mesure de la pression, 10 canal d'essai, 11 buse pour la production d'un écoulement torrentiel



Interface utilisateur sur l'écran tactile du HM 250: affichage graphique des valeurs de mesure, évolution de la pression dans le canal d'essai



1 obstacles pour la dissipation d'énergie, 2 déversoir à seuil épais, à arêtes vives 3 déversoir à seuil épais, à arêtes arrondies, 4 déversoir à crête arrondie, 5 déversoir à crête arrondie avec tremplin, 6 pile ronde/pointue, 7 pile angulaire, 8 obstacles comme canal Venturi, 9 déversoir à siphon

### Spécification

- [1] canal ouvert avec différents obstacles magnétiques pour la démonstration de l'écoulement
- [2] canal d'essai transparent
- [3] démonstration des hauteurs et des pertes d'énergie avec différents déversoirs et piles
- [4] démonstration de la dissipation d'énergie dans le bassin d'amortissement avec seuil d'extrémité et seuil denté ainsi que déversoir à crête arrondie avec tremplin
- [5] régulation du niveau d'eau avec un déversoir à siphon
- [6] détermination de débits avec le canal Venturi
- [7] débit ajustable via le module de base HM 250
- [8] détermination des niveaux d'eau (hauteurs d'énergie) au moyen de mesures de pression numérique
- [9] l'identification automatique des accessoires par la technologie RFID et l'utilisation du logiciel GUNT correspondant
- [10] exécution des essais et affichage des valeurs mesurées via l'écran tactile (HMI)
- [11] alimentation en eau via le module de base HM 250

### Caractéristiques techniques

#### Canal d'essai

- l x h: 50x75mm
- longueur entre les points de mesure: 390mm
- buse, coupe transversale ouverte: 50x3mm

#### 5x Déversoirs, magnétiques, l x l 50x80mm

- déversoir à seuil épais
  - ▶ à arêtes vives, h 30mm
  - ▶ à arêtes arrondies, h 30mm, r 10mm
- déversoir à crête arrondie, 37°, r 10mm
- déversoir avec tremplin, 37°, r 10mm
- siphon, 5°, h 58mm

#### 2x Piles, magnétiques

- ronde r 10mm / pointue 53°
- deux extrémités rectangulaires

#### 4x Obstacles pour dissipation d'énergie, magnétiques

- 1x seuil d'extrémité
- 3x seuil denté

#### 1x Canal Venturi, magnétique

- longueur: 130mm
- coupe transversale la plus étroite: 12mm
- contour de l'entrée: l 37,3mm, r 20mm
- angle de sortie: 16° chacun

#### Plages de mesure

- plage de mesure indiquée pression: 0...80mmCE
- plage de mesure indiquée débit: 0...15L/min

L x l x h: 650x260x210mm

Poids: env. 9,7kg

### Liste de livraison

canal d'essai, 1 jeu d'obstacles, 1 seringue, documentation didactique

# HM 250.11

## Canal ouvert

### Accessoires requis

070.25000	HM 250	Principes de base de la mécanique des fluides
-----------	--------	---

### Accessoires en option

070.25090	HM 250.90	Étagère de laboratoire
-----------	-----------	------------------------

# HM 250.90

## Étagère de laboratoire



### Spécification

- [1] étagère de laboratoire en acier pour le stockage de matériel expérimental
- [2] cadre mobile à quatre roulettes
- [3] stationnement sécurisé par le freinage
- [4] tablettes coulissantes
- [5] fonction de verrouillage des tablettes: une seule tablette à la fois peut être retirée
- [6] six compartiments à étagères pour les structures basses, un compartiment à étagères pour les structures hautes
- [7] panneau arrière stable et solide

### Caractéristiques techniques

Étagère de laboratoire

- tablettes coulissantes
  - ▶ 6x Lxlxh: 670x568x344mm
  - ▶ 1x Lxlxh: 670x568x744mm
- matériau: acier, en poudre
- 4 roulettes freinables

Lxlxh: 1538x790x1903mm

Poids: env. 231kg

### Liste de livraison

- 1 étagère de laboratoire

### Description

- étagère robuste et sûre pour stockage de la série HM 250
- tablettes coulissantes avec fonction de verrouillage

L'étagère de laboratoire robuste permet de stocker de manière pratique les appareils d'essai et de les transporter si nécessaire d'un endroit à un autre. Les étagères sont coulissantes, offrant ainsi une bonne visibilité d'ensemble et un accès rapide aux appareils.

L'étagère de laboratoire a une paroi arrière solide, elle est très stable et faite de métal en poudre.

Les fonctions de sécurité garantissent un transport et un stationnement sûrs de l'étagère de laboratoire. Les freins sur les roulettes l'empêchent de rouler. Grâce à la fonction d'encliquetage des tablettes, une seule tablette peut être retirée à la fois, de sorte que l'étagère a toujours une position ferme.

# HM 250.90

## Étagère de laboratoire

Accessoires en option

070.25000	HM 250	Principes de base de la mécanique des fluides
070.25001	HM 250.01	Visualisation de l'écoulement tubulaire
070.25002	HM 250.02	Mesure du profil d'écoulement
070.25003	HM 250.03	Visualisation de lignes de courant
070.25004	HM 250.04	Loi de la continuité
070.25005	HM 250.05	Mesure des forces de jet
070.25006	HM 250.06	Écoulement libre
070.25007	HM 250.07	Théorème de Bernoulli
070.25008	HM 250.08	Pertes dans les éléments de tuyauterie
070.25009	HM 250.09	Principes de base du frottement du tube
070.25010	HM 250.10	Évolution de la pression le long de la section d'entrée
070.25011	HM 250.11	Canal ouvert