

akkreditiert durch die / *accrédité par la*

**Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-15055-01-00

D-K-15055-01-00

als Kalibrierlaboratorium im / *comme un Laboratoire d'étalonnage en*

**Deutschen Kalibrierdienst**

**DKD**

Kalibrierschein  
*Certificat d'étalonnage*

Kalibrierzeichen  
*No. d'étalonnage*

<b>P 407</b>
D-K- 15055-01-00
<b>2015 - 01</b>

Gegenstand  
*Object* Kolbenmanometer  
*Balance manométrique*

Hersteller  
*Fournisseur* S.A.S. Aréméca, France

Typ  
*Type* BA3-10B

Fabrikat/Serien-Nr.  
*Numéro de série* A0004

Auftraggeber  
*Client* **S.A.S. Aréméca**  
ZI Sud, rue Marc Seguin  
41100 VENDÔME  
FRANCE

Auftragsnummer  
*Numéro de commande* 9882

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
*Numéro de pages* 7

Datum der Kalibrierung  
*Date d'étalonnage* 20-22 janvier 2015

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

*Ce certificat d'étalonnage documente la traçabilité des grandeurs mesurées par raccordement aux étalons nationaux en conformité avec le Système international d'unités (SI).*

*Le DAkkS est signataire d'un accord multilatéral de la European co-operation for Accreditation (EA) pour l'homologation mutuelle des certificats d'étalonnage.*

*L'utilisateur est tenu de faire étalonner le matériel référencé ci-dessus à des intervalles appropriés..*

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

*Ce certificat d'étalonnage ne peut être reproduit que dans son intégralité et sans modification. Tout extrait ou modification est soumis à l'autorisation non seulement du Physikalisch-Technische Bundesanstalt mais aussi du laboratoire d'étalonnage délivreur. Les certificats d'étalonnage sans signature et cachet ne sont pas valables.*

Date  
Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
*Directeur du laboratoire d'étalonnage*

Bearbeiter  
*Personne responsable*

Dieser Kalibrierschein ersetzt den Kalibrierschein mit der gleichen Nummer vom 29. Januar 2015 / This certificate replaces the certificate with the same number of 29 January 2015

Kassem El-Chami  
(Magistère)

Jürgen Schwab

21 avril 2015

# europascal GmbH

## 1. Kalibriergegenstand / Appareil sous test (AST)

### Kolbenmanometer für Überdruck / Balance manométrique

Hersteller-Nr/ Numéro de série	A0004
Messbereich / Étendue de mesure	1 bar bis 10 bar / 1 bar à 10 bar
Genauigkeitsparameter nach Angabe des Herstellers Précision donnée par le fournisseur	$\pm 0,01\%$ vom Messwert $\pm 0,01\%$ de la lecture
<b>Aktuelle Messunsicherheit Incertitude actuelle</b>	<b>Siehe Punkt 8 Voir chapitre 8</b>
Messsystem Système de mesure	Nummer/ Numéro A0004 Material des Kolbens Matière du piston Spezialstahl Acier Material des Zylinders Matière du cylindre: Wolframkarbid carbure de tungstène
Gewichtssatz / Jeu de poids	Nummer / Numéro 0004 Anzahl der Gewichte / Nombre des poids 9 Material der Gewichte Matériau des poids Spezialstahl Aluminium Acier spécial / aluminium
Normale Fallbeschleunigung / Accélération normale de la pesanteur	$(9,80\ 665 \pm 0,00\ 001) \text{ m/s}^2$
Kalibrierort / étalonnage sur site à:	63456 Hanau, $g = (9,81\ 050\ 94 \pm 0,00\ 000\ 05) \text{ m/s}^2$
Druckmedium/ Fluide	Luft / air Dichte / densité = $1,2 \text{ kg/m}^3$
Druck-Bezugsniveau / Hauteur de référence	$(169 \pm 1) \text{ mm}$ unter Kolbenoberkante / en dessous du bord haut du piston

## 2. Bezugsnormal / Etalon référence

### Kolbenmanometer/ Balance manométrique

Typ / Type	PG 7601
Hersteller / Fournisseur	DH Instruments Inc.
Hersteller-Nr / s/n	250
Messbereich / Étendue de mesure	0,1 bar bis 20 bar Überdruck / 0,1 bar à 20 bar relative

# europascal GmbH

erweiterte Messunsicherheit <i>Incertitude étendue (k=2)</i>	0,0025% vom Messwert, jedoch nicht kleiner als 0,02 mbar <i>0,0025% de la lecture, mais pas moins de 0,02 mbar</i>
Kalibriernummer / <i>No. du certificat d'étalonnage</i>	P 313 D-K-15055-01-00 2014-02, gültig bis Februar 2019 <i>valable jusqu'au février 2019</i>

## 3. Kalibrierverfahren / *Procédure d'étalonnage*

Die Kalibrierung erfolgte auf der Grundlage der EURAMET cg-3 „Calibration of Pressure Balances“, März 2011 im direkten Vergleich zwischen Normal und Kalibriergegenstand.

*L'étalonnage a été réalisé sur la base d'EURAMET cg-3 " Calibration of Pressure Balances ", Mars 2011, en comparaison directe entre le étalon référence et appareil sous test.*

## 4. Messbedingungen / *Conditions de mesurage*

Druckmedium bei der Kalibrierung: Luft, Dichte =  $1,2 \text{ kg/m}^3$   
*Moyen utilisé pendant l'étalonnage: Air, densité =  $1,2 \text{ kg/m}^3$*

Betriebstemperatur des zu kalibrierenden Kolben-/Zylindersystems  $(22,5 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$   
*Température de l'ensemble de mesure*

## 5. Umgebungsbedingungen / *Conditions d'environnement*

- a) Massebestimmung  
*à l'étalonnage des masses*      Raumtemperatur  $(22,5 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$   
*température ambiante*  
atmosphärischer Luftdruck  $(1000 \pm 2) \text{ mbar}$   
*pression atmosphérique*
- b) Druckmäßiger Vergleich  
*à l'étalonnage en pression:*      Raumtemperatur  $(22,5 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$   
*température ambiante*  
atmosphärischer Luftdruck  $(1001 \pm 2) \text{ mbar}$   
*pression atmosphérique*

## 6. Messergebnisse / *Resultats des mesures*

Wirksamer Querschnitt des Messsystems für den Überdruck  
Null und die Temperatur  $20^\circ\text{C}$  ( $A_{\text{eff}}(p=0 \text{ bar}, \delta_{20})$ )  $(1,56 \ 937 \pm 0,00 \ 010) \text{ cm}^2$   
*surface efficace du piston-(bille-) cylindre à la pression nulle*

Temperaturkoeffizient des wirksamen Querschnitts ( $\alpha + \beta$ )  $(15 \pm 3) 10^{-6} \text{ K}^{-1}$   
*Coefficient Thermique de la surface efficace ( $\alpha + \beta$ )*

Druckkoeffizient des wirksamen Querschnitts ( $\lambda$ )  $(2,1 \pm 0,4) 10^{-7} \text{ bar}^{-1}$   
*Coefficient de déformation du piston ( $\lambda$ )*

# europascal GmbH

Masse der Grundauflage / *masse de base* (0,320 185 ± 0,000 010) kg

Mittlere Dichte der Grundauflage / *Densité de la masse de base* (8000 ± 100) kg/m<sup>3</sup>

Mittlere Dichte der Auflageplatten / *Densité de la masse des disques*

Stahl / *acier* (7900 ± 100) kg/m<sup>3</sup>

Aluminium / *aluminium* (2700 ± 100) kg/m<sup>3</sup>

## Messwerte der Gewichte / *Valeurs des masses:*

Lfd-Nr. der Massen <i>No. de la masse</i>	Aufschrift  <i>Valeur nominale ( bar )</i>	Masse  <i>m</i>  <i>masse ( kg )</i>	<i>U</i>  <i>( k = 2 )</i>  <i>Incertitude ( kg )</i>	<i>m * (1 - ρ<sub>L</sub> / ρ<sub>Z</sub>)</i>  mit Luftauftrieb korrigierte Masse <i>Masse corrigée 'a la poussée de l'air ( kg )</i>	Überdruck / <i>Pression relative</i>  à g <sub>normal</sub> =9,80665 m/s <sup>2</sup> bis 10 bar  à 10 bars  ( bar )
1	5	8,00352	0,00020	8,00232	5,0005
2	2,5	4,001622	0,00020	4,001018	2,5002
3	1	1,600678	0,00010	1,600436	1,00008
4	1	1,600682	0,00010	1,600441	1,00008
5	0,5	0,800331	0,00010	0,800210	0,50004
6	0,2	0,320135	0,00010	0,320087	0,20002
7	0,1	0,160113	0,00010	0,160042	0,10001
8	0,1	0,160113	0,00010	0,160042	0,10001
9	0,05	0,080059	0,00010	0,080023	0,05000
Kolben / <i>Piston</i>		0,104764	0,00010	0,104748	0,06546
Glocke / <i>Porte-masse</i>		0,215421	0,00010	0,215326	0,13455
Grundauflage <i>Base</i>	0,2	0,320185	0,00010	0,320099	0,20002

Die Grundauflage besteht aus dem Kolben, der Glocke und der der Oberflächenspannung äquivalenten Masse am Kolben-Zylinder-System.

*La masse de base se compose de piston, la porte-masse et la force causée par la tension de surface d'huile sur la circonférence du système de mesure.*

**Sinkgeschwindigkeit** bei einem Überdruck von 10 bar und bei Betriebstemperatur.

*Le taux de descente à la température de référence à une pression relative de 10 bar*  
(0,2 ± 0,1) mm/min

Freie **Drehdauer** bei einem Überdruck von 2 bar, bei Betriebstemperatur und 40 U/min bis zum Stillstand:

*Durée de libre rotation à la température de référence, de 40 U / min jusqu'à son arrêt à une pression relative de 2 bar*

Antriebsmotor in Betrieb / *Moteur en marche*

# europascal GmbH

## 7. Berechnung der vom Kolbenmanometer dargestellten Druckwerte / *Calculs de la pression*

Die Berechnung der vom Kolbenmanometer im Bezugsniveau dargestellten Druckwert erfolgt nach der Gleichung:

*La pression à l'hauteur de référence est calculée comme suit:*

$$p_e = g \frac{m_G - V_{G,L} \cdot \rho_L + m_z \cdot (1 - \rho_L / \rho_z) + 2\pi r / g \cdot \sigma}{A_{\text{eff}}(p_o, T_{20}) \cdot (1 + \lambda \cdot p_e) \cdot (1 + (\alpha + \beta) \cdot (T - 20^\circ\text{C}))}$$

Die in der Gleichung verwendeten Formelzeichen haben folgende Bedeutung:

*Les lettres et les signes mentionnés ci-dessus signifient comme suit:*

- $p_e$  - sich im Bezugsniveau einstellender Überdruck / *pression mesurée*
- $g$  - Normale Fallbeschleunigung. Für Korrekturen siehe Punkt 9.2.  
- *accélération normal de la pesanteur. Pour correction voir § 9.2.*
- $A_{\text{eff}}(p_o, T_{20})$  - reduzierter wirksamen Querschnitt des Messsystems  
- *surface efficace de l'ensemble piston-cylindre*
- $\lambda$  - Druckkoeffizient des wirksamen Querschnitts / *coefficient de déformation*
- $m_G$  - Masse der Grundauflage / *masse de base*
- $V_{G,L}$  - Anteil des Volumens der Grundauflage, für den eine Luftauftriebskorrektur anzubringen ist  
- *Proportion du volume de l'exigence de base pour une correction de la poussée de l'air est d'amener*
- $\rho_L$  - Dichte der atmosphärischen Luft (1,2 kg/m<sup>3</sup>) / *masse volumique de l'air (1,2 kg/m<sup>3</sup>)*
- $m_z$  - Masse der zusätzlich aufgelegten Massstücke / *Masse des masses ajoutées*
- $\rho_z$  - Dichte des Materials und der Massstücke / *masse volumique des masses ajoutées*
- $(\alpha + \beta)$  - der Temperaturkoeffizient des wirksamen Querschnitts  
- *coefficient thermique de la surface efficace*
- $T$  - die Temperatur des Messsystems / *température de l'ensemble piston-cylindre*
- $r$  - Radius des Messkolbens / *rayon du piston*
- $\sigma$  - Oberflächenspannung des Druckübertragungsmittels (für Gas/gaz  $\sigma = 0,00$  N/m)  
- *tension de surface causée par le fluide*

# europascal GmbH

## 8. Erweiterte Messunsicherheit / *Incertitude étendue (k=2)*

Die Unsicherheit der vom Kolbenmanometer dargestellten Druckwerte kann aus den einzelnen Anteilen berechnet werden.

*L'incertitude des valeurs mesurées, en utilisant cette balance manométrique, pourra être calculée suivant à partir des composants individuels d'incertitudes.*

Die erweiterte Messunsicherheit für den reduzierten wirksamen Querschnitt und für die Messwerte entsprechen der erweiterten Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.  
*L'incertitude rapporté est basé sur une incertitude-type multiplié par un facteur d'élargissement  $k = 2$ , qui fournit un niveau de confiance d'env. 95%.*

**Die Messunsicherheit bei Betriebstemperatur bis 10 bar beträgt 0,008% vom Messwert, jedoch nicht kleiner als 0,09 mbar.**

***L'incertitude de la pression à la température de fonctionnement jusqu'à 10 bars est de 0,008% de la lecture, mais pas moins de 0,09 mbar.***

Ein Anteil für die Langzeitstabilität ist nicht enthalten.

*Une incertitude pour la stabilité à long terme n'a pas été prise en considération.*

## 9. Weitere Hilfen für die effektive Anwendung eines Kolbenmanometers *Autres remarques pour une utilisation efficace de la balance manométrique*

9.1 (Justierung von Gewichten für runde Druckwerte, aber nur für Unsicherheiten  $\geq 0,05$  % vom Messwert)

*(Ajustement des masses pour valeurs nominales de pression, mais seulement pour des incertitudes  $\geq 0,05\%$  de la lecture)*

9.2 (Angabe von „Druckwerten“ für die Gewichte unter Verwendung von  $A_0$  und  $g_{\text{normal}}$  in der oberen Tabelle).

Falls die Messungen an einem anderen Ort bzw. bei einer anderen Betriebstemperatur stattfinden sollten, so sind die Messwerte mit nachstehender Gleichung zu korrigieren:

*(Indication des "valeurs de pression" pour les poids en utilisant  $A_0$  et  $g_{\text{normal}}$  dans le tableau ci-dessus).*

*Si les mesures sont effectuées à un autre endroit ou à une température d'exploitation différente alors les valeurs mesurées doivent être corrigées par l'équation suivante:*

$$\frac{g}{g_n} \cdot \frac{1}{1 + (\alpha + \beta)(T - 20)}$$

## 10. Kennzeichnung / *marque d'étalonnage*

Das kalibrierte Grundgerät trägt eine DAkkS-Klebbemerkung.

*Sur l'instrument de base (générateur) une marque d'étalonnage DAkkS a été collée.*

# europascal GmbH

## 11. Hinweis / Remarque

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von (EA) ([www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)) und (ILAC) ([www.ilac.org](http://www.ilac.org)) zu entnehmen.

*Le Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH DakkS est signataire de conventions multilatérales de coopération européenne pour l'accréditation (EA) et l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) la reconnaissance mutuelle des certificats d'étalonnage.*

*Les autres signataires au sein et en dehors de l'Europe, voir les sites Internet de (EA) ([www.europeanaccreditation.org](http://www.europeanaccreditation.org)) et (ILAC) ([www.ilac.org](http://www.ilac.org)) pour plus de détails.*

