alphaDUR mini II

Instructions de service

Version 1.2

BAQ

Adresse et coordonnées du fabricant

BAQ GmbH

Hermann-Schlichting-Str. 14

D-38110 Braunschweig

Allemagne

Tél.: +49 5307 / 95102 - 0

Fax: +49 5307 / 95102 - 20

E-mail: info@baq.de

Made in Germany

Droit d‘auteur

Le contenu de ce document, y compris tous les textes et les diagrammes sont soumis au droit d’auteur et représentent la propriété de BAQ GmbH. Le manuel n’est destiné qu’au service et l’usage de l’instrument décrit et ne doit pas être distribué, modifié ou reproduit, soit entièrement, soit partiellement, sans l’autorisation écrite du détenteur des droits.

Table des matières

1 Sécurité et responsabilité 6

1.1 Introduction 6

1.2 Consignes de sécurité 6

1.3 Responsabilité 7

1.4 Utilisation conforme 7

2 Étendue des fournitures 8

3 Spécification 9

4 Description de la méthode de mesure de dureté UCI 11

4.1 La méthode UCI 11

4.2 Applications principales de la méthode UCI 12

4.3 Exigences pour l'utilisation de la méthode 13

4.3.1 Qualification du personnel 13

4.3.2 Propriétés de l'échantillon 13

4.3.3 Module élastique 15

4.3.4 Contrôle de fonctionnement régulier 16

4.4 Sélection des sondes 18

4.5 Normes applicables 20

5 Utilisation 21

5.1 Structure et connexions 21

5.2 Charge, mise en marche et désactivation 22

5.3 Service général 22

5.4 Préparation et configuration de base pour le test de dureté UCI 25

5.5 La fenêtre de mesure 29

5.5.1 Vue d'ensemble et réglage 29

5.5.2 Fenêtre de statistique 32

5.6 Gestion de jeux de paramètres 34

5.7 Gestion de séquences et de mesures en série ... 35
5.7.1 Séquence de mesures individuelle ... 35
5.7.2 Mesure en série ... 36
5.8 Procédure de mesure ... 37
5.9 Rapports de mesure et transfert de données ... 39
5.9.1 Copie de séquences sur clé USB ... 39
5.9.2 Format des fichiers .csv ... 39
6 Calibrage de matériau ... 42
7 Conversion de résultats de dureté ... 45
8 Configuration du système ... 46
8.1 Langage ... 46
8.2 Date et heure ... 46
8.3 Configuration ... 46
8.4 Réglages par défaut ... 48
8.5 Information sur le système ... 48
9 Dépannage ... 49
10 Maintenance et support ... 52
11 Annexe 1: Plages valides pour conversion de résultats de dureté ... 54
12 Annexe 2: Information de commande ... 58

1 Sécurité et responsabilité

1.1 Introduction

Ce manuel comprend des informations et des instructions de sécurité importantes pour le service sûr et le fonctionnement parfait de l'alphaDUR mini II, qui doivent être connues avant la mise en service. Le manuel doit être soumis à chaque utilisateur participant à l'installation, le montage, l'opération et la maintenance de l'instrument, et doit rester accessible aux alentours de l'équipement en permanence. L'utilisation de cet appareil est interdite aux personnes ne pouvant pas comprendre ou respecter les consignes de sécurité.

En cas de propositions concernant l'amélioration des instructions ou de questions supplémentaires, n'hésitez pas à en informer notre équipe de service.

1.2 Consignes de sécurité

- Avant de se mettre au travail, chaque utilisateur doit lire attentivement ce manuel.
- L'accès facile au document doit être assuré en permanence.
- Les informations ou les alertes qui apparaissent à l'écran de l'instrument ne doivent pas être ignorées.
- L'usage dans un environnement suscitant un danger électrique, n'est pas admis.
- Défense d'usage en zones explosives.
- L'instrument ne doit jamais être laissé à des personnes incapables d'un comportement compatible aux directives de sécurité.
- Pour des apprentis ou des nouveaux membres de l'équipe, une surveillance appropriée est nécessaire.
- Protéger l'instrument contre les effets mécanique excessif (vibrations, collisions etc.).
- Avant le nettoyage, il faut débrancher l'instrument et enlever le câble USB.
- La maintenance qualifiée et correcte est obligatoire.
- A la fin des travaux de maintenance, effectuer un contrôle de fonctionnement.
- La détection d'un câble endommagé exige l'arrêt instantané.
- En cas de dommages critiques (par exemple isolation endommagée), débrancher l'instrument et enlever le câble USB. Notre service d'entretien est à informer sans délai.
- L'humidité excessive n'est pas admissible.
- Pour effectuer un mesurage correct et précis, l'absence de champs magnétiques aux alentours est essentielle.

1.3 Responsabilité

L'instrument alphaDUR mini II a été conçu et fabriqué complètement en correspondance avec les dernières normes technologiques et les règles de sécurité en vigueur, et a été expédié en parfait état. Le client a la responsabilité de mettre en pratique l'usage conformément aux consignes de sécurité. Le fabricant refusera toute responsabilité et demande de garantie à la suite de dommages matériels ou corporels, qui s'avèrent provoqués par au moins l'une des causes possibles:

- Usage en dehors de l'application prévue.
- Inobservation des informations contenues dans ce manuel, par rapport à l'utilisation, la maintenance, le nettoyage et le contrôle de fonctionnement de l'instrument-même et de tous ses accessoires.
- Modifications ou transformations de l'instrument-même ou des accessoires.
- Pièces de rechange non autorisées par le fabricant.
- Accessoires sans recommandation explicite du fabricant.
- Dommage à cause d'objets étrangers, d'accidents, de vandalisme ou de force majeure.

Toute information contenue a été rassemblées avec soin, sans garantir l'intégralité ni leur l'exactitude, et ne doit pas servir de base pour des réclamations au titre de la garantie.

1.4 Utilisation conforme

L'utilisation conforme est limitée aux spécifications de ce manuel. L'instrument a été développé pour la mesure de dureté de solides métalliques, et doit être opéré uniquement en état parfait par des personnes formées et qualifiées.

2 Étendue des fournitures

Étendue des fournitures:

1 Instrument de base alphaDUR mini II

2 Câble de connexion alphaDUR mini II ↔ sonde UCI

3 Bloc d'alimentation

(100-240 VAC; 50/60 Hz; 1,5 A)

4 Câble USB (USB-A ↔ USB-C)

5 Clé USB avec manuels (PDF)

6 Mallette de transport

7 Sangle de transport ajustable

8 Adaptateur USB-A ↔ USB-C

Illustration 1: Coffret avec contenu (Pos. 3, 7, 8 ne pas visibles)

Accessoires sur demande:

a1 Sonde UCI

a2 Certificat d'usine BAQ pour sondes UCI

a3 Bloc de dureté de référence UCI certifié (ISO et ASTM)

a4 Outil de positionnement auxiliaire pour surface plane ou courbée

a5 Poignée pour sondes (pour des sondes 98 N, déjà contenue dans la livraison standard)

a6 Support de mesure de précision

a7 Mini-imprimante portable

> *i* Tous les articles avec leur code produit sont listés dans l'Annexe 2: Information de commande

3 Spécification

Tableau 1: Spécification de l'alphaDUR mini II

Dimensions	154 x 84 x 23 mm (H x L x P)		
Poids	430 g		
Écran	3.5"-TFT-LCD Écran couleur 640 x 480 Pixel		
Batterie	Batterie au lithium intégrée à 6800 mAh		
Durée de fonctionnement	ca. 10 h		
Durée de charge	ca. 4 h (de 10 à 80 % en état d'arrêt)		
Mémoire	2 GB RAM, 32 GB Mémoire flash eMMC		
Plages de température	Stockage:	-20°C à 70 °C	-4°F à 158 °F
	Opération:	-15°C à 60 °C	5°F à 140 °F
	Charge:	0°C à 40 °C	32°F à 104 °F
Humidité	max. 90 %, sans condensation		
Environnement	Utilisable aussi en plein air (protection contre l'humidité obligatoire)		
Connecteurs	USB-C (charge et transfert de données) Connecteur femelle pour câble de la sonde (CAN)		
Transmetteurs	LED d'état Signale de bip		
Langages	Allemand, Anglais		

Tableau 2: Spécification des sondes de test UCI

Principe de mesure	Dureté Vickers modifiée selon méthode UCI, d'après DIN 50159, ASTM A1038 et directive VDI/VDE 2616, feuille 1. La mesure de l'empreinte s'effectue en présence de la charge d'essai.
Pénétrateur	Diamant, pyramide Vickers 136° selon DIN EN ISO 6507 / ASTM E 92
Matériaux de test	Préférablement des métaux, pour lesquels une calibration de l'instrument à l'aide de blocs de dureté de référence (ou de matériaux de référence) est possible. La céramique et le verre sont admissibles aussi, sur la base de mesures de référence pour calibrage.
Charge d'essai	3N 10N 20N 30N 49N 98N HV0,3 HV1 HV2 HV3 HV5 HV10 (dépendant de la sonde)
Diamètre	Diamètre: 19,5 mm Longueur: 175 mm
Poids	190 g
Interface	CAN
Plage de mesure	ca. 10 – 3000 HV Conversion selon EN ISO 18265 et ASTM E140
Précision*	< 2 % (100 – 1000 HV)
Répétabilité*	< 2 % (100 – 1000 HV)
Résolution	1 HV
Direction de test	Indépendamment de la direction
Échelles de dureté	HV, HB, HRC, HRB, HRA, HRD, HRE, HRF, HR45N, HK, N/mm²
Plages de température	Stockage: -20°C à 70 °C -4°F à 158 °F Opération: -15°C à 60 °C 5°F à 140 °F
Humidité	max. 90%, sans condensation

* Spécification interne BAQ, valable pour 5 mesures sur des blocs de dureté UCI de référence pour toutes les sondes en état de livraison, indépendamment de la direction de test. Les déviations sont nettement réduites par rapport aux limites de la norme DIN 50159.

4 Description de la méthode de mesure de dureté UCI

4.1 La méthode UCI

Cette méthode de mesure (Ultrasonic Contact Impedance; définie dans les normes ASTM A1038 et DIN 50159) se base sur le principe Vickers établi, mais elle se passe de l'évaluation optique sous un microscope. La dureté est détectée immédiatement pendant la pénétration, et ainsi cette procédure s'avère extrêmement rapide et très pratique en applications mobiles. L'automatisation est également possible.

Par analogie avec la méthode Vickers, l'empreinte est produite par une charge d'essai définie (3 – 98 N), à l'aide d'un diamant Vickers avec une géométrie précisément définie dans la norme DIN EN ISO 6507-2, couplé au bout d'une tige oscillante, qui à son tour exécute des vibrations longitudinales, qui proviennent d'un cristal piézoélectrique. Au début, la fréquence propre de résonance se monte à environ 66 kHz (voir Illustration 2):

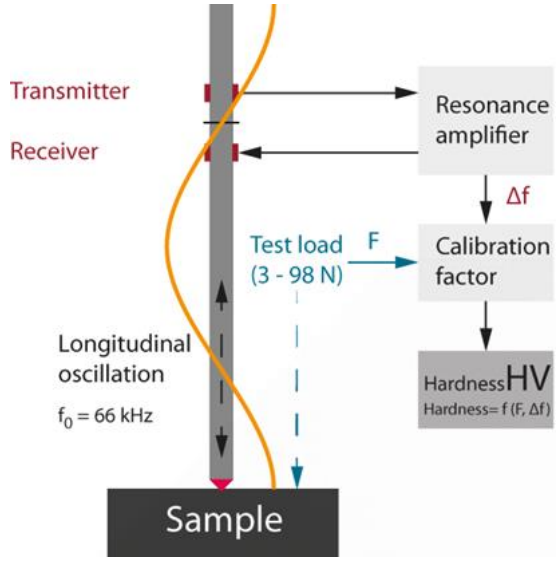


Illustration 2: Vibration d'une tige UCI (Émetteur → Amplificateur→ Récepteur. En bas, l'échantillon)

Lorsque le diamant s'enfonce dans l'échantillon, la force augmente, et la vibration est consécutivement atténuée, avec un changement de la fréquence de résonance. Ce phénomène peut être détecté exactement. Au moment où la charge d'essai (3 à 98 N) sera atteinte, la différence à la fréquence d'origine f_0 sera utilisée pour calculer la valeur de dureté.

Comme le décalage de la fréquence dépend de la largeur de la surface de contact entre diamant et échantillon, il est évident que la dureté du matériau joue le rôle essentiel pendant cette phase, c'est-

à-dire un matériau plus souple résiste moins à la pénétration du diamant, et la surface de contact s'agrandit plus vite. Voici la formule de base:

Dureté = f (F, Δf) avec: Charge d'essai F et décalage de la fréquence Δf

Il faut savoir quand-même que le module élastique du matériau en question doit également être pris en considération. Pour cette raison, les sondes UCI sont calibrées à l'aide de blocs de référence (plaques en acier avec différentes valeurs de dureté), et enfin pendant le test, la dureté de l'échantillon est calculée sur la base 1) de la charge d'essai connue, 2) de cette valeur de calibrage et 3) du décalage de la fréquence mesuré.

Dans un groupe spécifié de matériaux (par exemple acier de 200 à 220 GPa) la variation du module élastique (module de Young) est très faible et peut être négligé. S'il est envisagé d'inspecter des matériaux disposant d'un module élastique fortement différent par contre, il faut d'abord soumettre une pièce de référence correspondante à un calibrage (voir chapitre 6). Pour ceci, effectuer des mesures de dureté sur une machine de test stationnaire. Le résultat ainsi déterminé sert de référence pour les mesures de calibrage UCI suivantes. Le logiciel de l'alphaDUR mini II ensuite calcule une nouvelle courbe de calibrage, qui se fond sur les mesures de calibrage UCI et la dureté de référence du matériau, ce qui permet des mesures exactes de celui-ci.

4.2 Applications principales de la méthode UCI

L'instrument alphaDUR mini II représente un duromètre mobile pour l'inspection de métaux, qui s'utilise surtout pendant:

- Contrôle à la réception du matériel
- Contrôle qualité au cours de la production
- Inspection mobile sur le terrain, directement sur la pièce concernée
- Test indépendamment de la direction, en orientation arbitraire
- Comme les empreintes sont minuscules, l'examen est presque non destructif
- Inspection 100% dans des chaînes de production
- Mesures aux endroits difficiles d'accès, en présence de géométries compliquées ou dans des espaces restreints
- Inspections de pièces lourdes ou installées en position fixe
- Contrôle des cordons de soudures
- Contrôle de dureté des couches
- Inspections à effectuer en court délai, par exemple immédiatement après traitement thermique ou traitement de surface

Cette grande variété d'applications souligne la flexibilité de la méthode dans de nombreux secteurs industriels. Sa précision et sa fiabilité contribuent de manière significative au contrôle qualité effectif, à la caractérisation de matériaux et à l'analyse des dommages.

4.3 Exigences pour l'utilisation de la méthode

Les conditions devant être remplies pour pouvoir mettre en pratique des tests de dureté selon la méthode UCI de manière précise et efficace, sont décrites dans la suite.

4.3.1 Qualification du personnel

L'usage qualifié nécessite des connaissances et expériences fondamentales par rapport aux différents aspects de la mesure de dureté en général, ainsi qu'aux spécificités essentiels de la méthode UCI. Pour cette raison, l'utilisateur doit:

- connaître l'influence des propriétés du matériau comme la microstructure et le module élastique au processus du mesurage, et donc être capable de trouver la méthode convenable
- pouvoir estimer l'effet de la structure de la surface au résultat
- faire preuve de la compréhension de la conversion des résultats UCI (référence) dans de différentes échelles, ainsi que de la comparaison avec d'autres méthodes applicables
- disposer d'expérience pratique suffisante concernant les capteurs UCI

4.3.2 Propriétés de l'échantillon

La méthode UCI se prête à presque tous les matériaux métalliques - mais comme pour les méthodes de mesure de dureté en général, les résultats peuvent être considérablement être influencés par l'échantillon-même, comme sa structure de surface, son épaisseur, son poids et son homogénéité. Une dispersion excessive ou une déviation de la valeur attendue peuvent provenir d'une surface rugueuse, une épaisseur insuffisante ou un poids insuffisant de l'objet inspecté. Parfois, si l'adéquation n'est pas assurée, il est possible de préparer l'échantillon convenablement (surtout sans le chauffer excessivement) et d'exécuter l'essai ensuite.

Voici les conditions à accomplir:

Tableau 3: Exigences à l'échantillon

Épaisseur minimale (sans accouplement)	> 4 mm (dépendant de la géométrie)		
Poids minimal (sans accouplement)	> 100 g (dépendant de la géométrie)		
Distances minimales	Au bord: 5 mm Entre deux empreintes: 1 mm		
Rugosité maximale	***Charge d'essai***	***Ra_{max} en µm***	
		DIN 50159	***ASTM A1038***
	98 N	1,0	15,0
	49 N	0,8	10,0
	10 N	0,5	5,0
	3 N	Ne pas spécifié	2,5
Environnement	L'échantillon pendant l'essai ne doit ni bouger ni être soumis à des vibrations. D'autres facteurs comme la température et l'humidité, doivent être pris en considération aussi.		
Surface	Propre, sèche et exempte d'oxydes, d'impuretés et de lubrifiants (en cas de besoin, décaper à l'aide de papier abrasif ou nettoyer par de l'alcool isopropylique).		
Épaisseur de couche minimale	10 x pénétration (voir Illustration 4)		

Au contraire de la méthode Vickers qui se sert des diagonales de l'empreinte (dont les coins sont parfois difficiles à déterminer), la méthode UCI prend en considération la surface de contact entière, ce qui réduit nettement la répartition des résultats. En cas d'excès de la rugosité spécifiée au Tableau 3, il est utile de préparer l'échantillon par exemple avec du papier abrasif. Normalement il suffit de décaper la position de mesure partiellement. Le Tableau suivant peut servir de guide:

Tableau 4: Valeurs R_a réalisables par décapage

Taille de grain selon norme FEPA	120	180	240
Rugosité réalisable R_a	ca. 1,2 µm	ca. 1,0 µm	ca. 0,6 µm

Accouplement / Immersion

Pendant l'essai, la tige UCI oscille à une fréquence de 66 kHz au moins. Ces vibrations émises à l'échantillon ensuite se dispersent et sont reflétées par les interfaces, ce qui peut entraîner des résonances (surtout en cas d'objets petits ou minces), par lesquelles la précision est dégradée.

Pour supprimer cet effet, il est conseillé d'accoupler l'échantillon, par exemple à l'aide d'un film huileux fin, à un support solide par exemple à une plaque d'acier massive, comme présente par le support de mesure de précision.

L'immersion de l'échantillon dans une masse enrobante peut s'avérer utile de même, bien sûr sans fente intermédiaire.

Homogénéité

Comme les empreintes produites par le test sont relativement minces (ce qui est valable pareillement pour la méthode conventionnelle Vickers), les résultats peuvent être influencés par des différences locales, par exemple concernant le module élastique. Voilà pourquoi l'homogénéité de l'échantillon ne doit pas être négligée. Tout d'abord, il faut que la largeur de l'empreinte significativement dépasse la taille de grain. Pour certains matériaux de fonte, ceci n'est plus possible, même en présence d'une charge d'essai de 98 N. Dans une telle situation, il est conseillé d'utiliser le duromètre par rebond dynaROCK III (voir www.baq.de).

4.3.3 Module élastique

Le décalage de la fréquence, sur laquelle la méthode UCI est fondée, ne dépend pas seulement de la dureté, mais aussi du module élastique du matériau examiné.

Le calibrage en usine est effectué sur des blocs de référence en acier d'un module élastique de 210 GPa, disposant d'une dureté variable. Normalement les sondes sont applicables pour des matériaux d'un module élastique de 210 ± 10 GPa sans problème, parce que l'influence de fluctuations mineures est négligeable.

En cas de matériaux avec un module nettement différent par contre, il faut effectuer un calibrage de matériau, à l'aide d'un objet de référence (voir chapitre 6). Pour cela, effectuer d'abord des mesures de dureté sur une machine de test stationnaire. Le calibrage ainsi obtenu est sauvegardé à la mémoire interne et utilisé pour des mesures concernant ce matériau-ci.

4.3.4 Contrôle de fonctionnement régulier

En combinaison avec les sondes d'essai, l'instrument alphaDUR mini II offre à l'utilisateur un système de mesure extrêmement robuste avec un fonctionnement fiable pour des longues années. Afin de maintenir la précision, il faut quand-même en intervalles réguliers effectuer des inspections, comme suit:

- Inspection visuelle du diamant sous un microscope.
- Vérification de la précision des mesures et de la répétabilité à l'aide de blocs de dureté de référence selon DIN 50159 ou ASTM A1038 (voir Tableau 5).
- Maintenance avec calibrage par le service d'entretien de BAQ GmbH, ce qui aide à assurer la précision dans la plage de mesure entière. Le cycle recommandé se monte à un an.

L'inspection périodique des instruments de test UCI par l'utilisateur est décrite dans la norme DIN 50159-1. Avant d'utiliser l'équipement, il est conseillé d'effectuer trois mesures sur un bloc de référence de dureté adéquate, pendant laquelle l'erreur limite de la moyenne doit rester en-dessous de la valeur spécifiée dans le relevé.

Tableau 5: Déviation admissible

Échelle de dureté	***Erreur limite [%]***			
	< 250 HV	***250 HV à < 500 HV***	***500 HV à 800 HV***	***> 800 HV***
HV 0,3	6	7	8	9
HV 1	5	5	6	7
HV 5	5	5	5	5
HV 10	5	5	5	5

i Les exigences internes de BAQ sont significativement plus strictes que celles de la norme. En état de livraison, l'erreur de mesure des sondes se monte à < 2 % pour une quantité de 5 mesures.

i Si pendant l'inspection, des dommages du diamant ou une dispersion/déviation excessive des résultats se font remarquer, il faut renvoyer l'instrument sans délai au service d'entretien.

i Selon DIN/EN 50159 – 2, le contrôle de fonctionnement nécessite des blocs de référence de dureté d'un diamètre de > 50 mm, d'une épaisseur de > 15 mm et d'un module élastique de 210 ± 10 GPa. Pour des blocs plus minces, l'accouplement est obligatoire.

! Il ne faut surtout pas se servir des blocs de référence de dureté triangulaires d'une épaisseur de 6 mm, qui sont prévus pour la méthode Vickers, et des blocs HRC. Pour les derniers éléments mentionnés, le traitement de surface pour l'inspection UCI est inadmissible, parce que ceci pourrait fournir des résultats trop bas.

! Avant le début de l'inspection, il faut impérativement sélectionner pour l'instrument le matériau adapté au bloc de référence de dureté et utiliser l'échelle de dureté correcte (en cas de blocs de référence UCI standard, choisir Standard/acier et HV).

4.4 Sélection des sondes

Les sondes de test UCI sont disponibles avec différentes capacités de test de 3 N (HV0,3) à 98 N (HV10) et dans différentes types. En plus des sondes standard, il existe également en option des sondes SL ou des sondes SL-L pour des applications spéciales telles que la mesure sur les flancs de dents (voir Illustration 3).

Illustration 3: Sonde de test UCI standard (en haut); version SL (centre); version SL-L (en bas).

Généralement les sondes se prêtent à toutes les plages de dureté et diffèrent seulement du point de vue du maniement et de la taille des empreintes. La sélection de la charge d'essai dépend surtout de la rugosité de l'objet a examiné. Voici la règle générale:

« L'augmentation de la rugosité nécessite une sonde d'une charge d'essai plus élevée. »

La norme DIN 50159-1 fournit quelques exemples:

Tableau 6: Valeurs R_a typiques et exemples en dépendance de la charge d'essai

Charge d'essai	***$R_{a,max}$ en µm***		***Applications typiques***
	DIN 50159	***ASTM A1038***	
98 N	1,0	15,0	Pièces forgées, contrôle de cordons de soudures, inspection de zones thermiquement affectées
49 N	0,8	10,0	Pièces cémentées ou trempées par l'induction, par exemple des arbres à cames, des turbines, ensuite des soudures et des zones thermiquement affectées
10 N	0,5	5,0	Outils de marquage ou matrices nitrurés, outils de moulure ou de pressage
3 N	k.A.	2,5	Revêtements, par exemple en cuivre ou chrome sur des cylindres en acier (t ≥ 0,040 mm), cylindres d'héliogravure en cuivre, couches trempées (t ≥ 0,020 mm)

Pour certaines applications, la surface de l'échantillon pendant l'essai ne doit être endommagée que le moins possible. Voilà pourquoi la méthode UCI se montre avantageuse dans beaucoup de situations, parce qu'elle entraîne des empreintes minuscules et ainsi s'avère presque non-destructive. Illustration 4 présente la pénétration en fonction de la dureté de l'échantillon et de la charge d'essai.

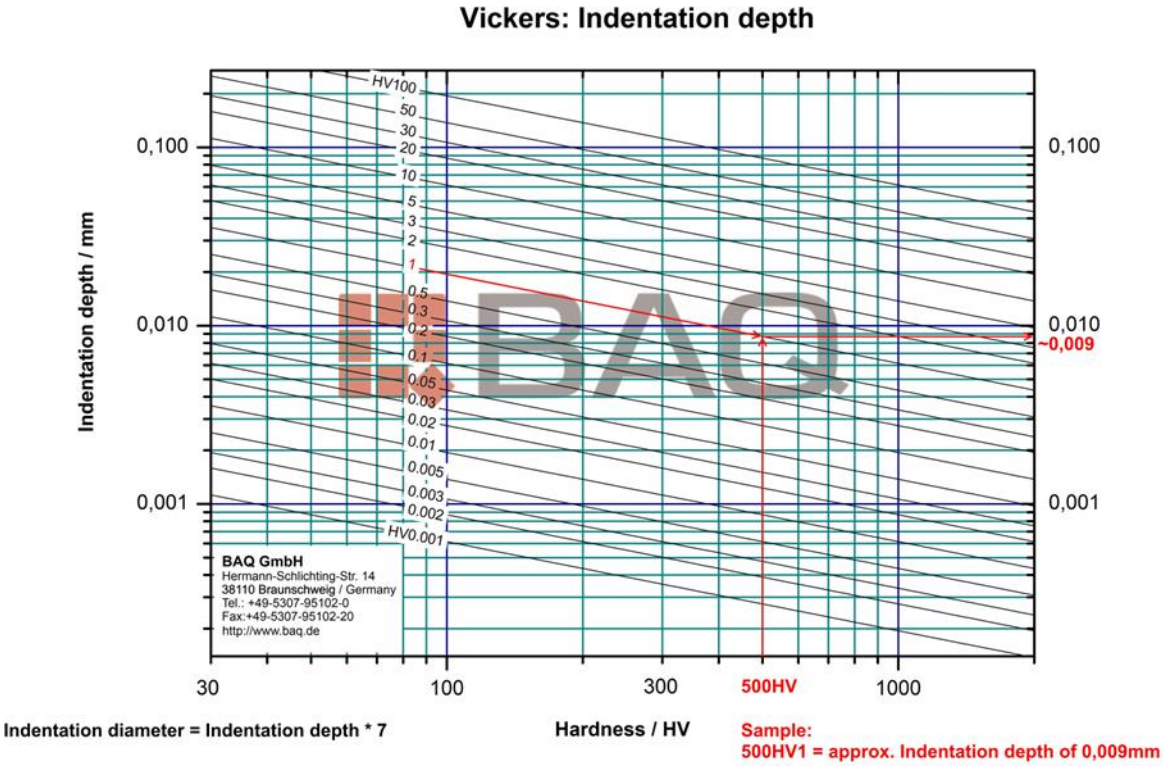


Illustration 4: Pénétration en fonction de la dureté et de la charge d'essai

Le Tableau suivant décrit la pénétration pour trois valeurs différentes de dureté, ensemble avec la diagonale produite.

Tableau 7: Pénétration et diagonale en µm pour différentes forces de test et valeurs de dureté

Dureté	***HV0,3***		***HV1***		***HV5***		***HV10***	
	Diag.	***Profondeur***	***Diag.***	***Prof.***	***Diag.***	***Prof.***	***Diag.***	***Prof.***
200 HV	56	8	98	14	210	30	315	45
500 HV	35	5	63	9	140	20	182	26
800 HV	28	4	49	7	105	15	154	22

Vérification de la dureté de revêtements

La méthode UCI se révèle pratique aussi pour des essais concernant la dureté de revêtements. Il faut cependant supprimer l'influence du matériau de base. Pour cette raison, la pénétration du diamant ne doit pas dépasser le dixième de l'épaisseur de la couche couvrante. L'Illustration 4 présente un guide de base.

4.5 Normes applicables

La méthode UCI est soumise à différentes normes nationales et internationales. Pour assurer la conformité des mesures avec les standards industriels reconnus, il faut donc observer:

- DIN 50159 Test de dureté selon la méthode UCI
- ASTM A1038 Méthode de test standard pour test de dureté mobile selon la méthode UCI (Ultrasonic Contact Impedance)

Voici les normes pour la conversion des résultats en différentes échelles:

- ASTM E140 Tableau standard pour les valeurs de dureté de métaux concernant les échelles de Brinell, Vickers, Rockwell, dureté superficielle, Knoop, dureté par rebond et Leeb
- DIN EN ISO 18265 Conversion des valeurs de dureté

5 Utilisation

Le chapitre suivant décrit en détail la structure et l'utilisation de l'instrument de mesure de dureté alphaDUR mini II, de manière que dès le début l'exécution des tests soit simplifiée.

5.1 Structure et connexions

Illustration 5: Structure et éléments de service

Tableau 8: Connexions et éléments de service

No.	*Désignation*	*Description*
1	LED d'état	Cette lampe s'allume pendant la mise en service. Pendant la charge en état désactivé, elle est allumée avec luminosité réduite.
2	USB-C	Interface pour charge et transfert de données à l'ordinateur ou à la clé USB.
3	Connecteur femelle pour sondes UCI	Ce connecteur, destiné au câble de la sonde, dispose d'un marquage et d'un verrouillage Push-Pull.
4	Écran	3.5"-TFT-LCD écran couleur.
5	Clavier	Touches pour le fonctionnement de l'instrument.
6	Trou de fixation	La sangle de transport s'attache ici.

5.2 Charge, mise en marche et désactivation

Avant de se servir de l'alphaDUR mini II, il faut le charger complètement par le bloc d'alimentation compris à la livraison. D'abord attacher le câble USB (également inclus à la livraison) à l'instrument ainsi qu'au bloc d'alimentation, ensuite connecter celui-ci au réseau. Après la mise en marche, le symbole de batterie apparaissant à la ligne d'état, se présente en forme d'éclair. Pendant la charge en état désactivé, la lampe d'état est allumée à luminosité réduite.

> *i* La durée de charge de 10 à 80 % est de 4 heures.

> *i* Si l'insertion se fait trop lentement, la charge est effectuée à vitesse réduite, parce que la gestion de puissance de l'appareil n'est pas capable de déterminer la sécurité du bloc d'alimentation et du câble USB en délai prévu.

Pour la mise en service et la désactivation, appuyer sur la touche POWER. Après la mise en marche, la lampe d'état est allumée continuellement et après un court instant, le logo BAQ est affiché. A la fin du démarrage, l'écran montre le menu principal (en absence de la sonde de test) ou directement la fenêtre de mesure avec le dernier paramétrage, pourvu que la sonde soit connectée.

5.3 Service général

Ligne d`état

La ligne d'état continuellement présente en haut de l'écran, montre le temps actuel ainsi que l'état de charge de la batterie par les symboles suivants:

Charge en cours.

Charge suffisante.

Charge nécessaire.

Saisie de texte

Pendant la sauvegarde de données ou de paramètres de mesure ou la spécification de matériaux, il faut ajouter un texte. A cet effet, la fenêtre suivante est ouverte (voir Illustration 6).

Illustration 6: Boîte de dialogue pour saisie de texte

Le champ supérieur (appelé champ de texte) montre le texte déjà présent, la gamme en bas les caractères disponibles. Les boutons en bas sont couplés aux fonctions suivantes:

A/a	Choix entre majuscules et minuscules
OK	Accepter le texte et fermer la fenêtre
⌫	Effacer le dernier signe
Cancel	Annuler le dernier changement

Fonctions supplémentaires pendant la saisie de texte:

DEL:	Effacer le dernier signe
ESC:	La fenêtre se ferme instantanément, le dernier changement est ignoré
⇥:	Changement entre champ de texte, relevé des symboles et des boutons

Saisie de chiffres

Les positions numériques dans le champ de chiffres peuvent être modifiées individuellement. La position activée est marquée en couleur. Pour accéder à la position désirée, utiliser les touches de curseur◄ et ►, ensuite adapter le chiffre concerné par ▲ et ▼. Pour ajouter une position initiale (afin d'agrandir le domaine), presser curseur ◄. L'exemple en bas présente des entrées pour limite supérieure et inférieure et le nombre pour la statistique, voir Illustration 7:

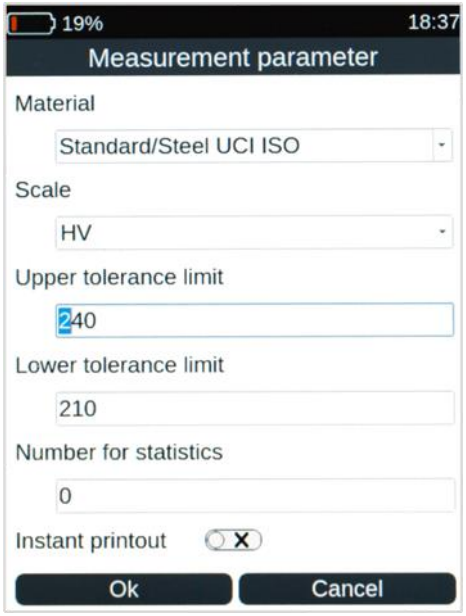


Illustration 7: Saisie de chiffres

Fonctions supplémentaires:

DEL: Remise de la saisie de chiffres à '-'

: L'entrée est acceptée, et le champ suivant s'active.

Boîtes de dialogue

Au cours de la mesure, différentes boîtes de sélection s'ouvrent, par exemple, quand il faut décider de la poursuite, l'effacement, l'affichage ou le transfert d'une séquence de mesures ou d'une mesure en série. L' Illustration 8 montre l'exemple d'une sélection d'une séquence comprise dans une mesure en série.

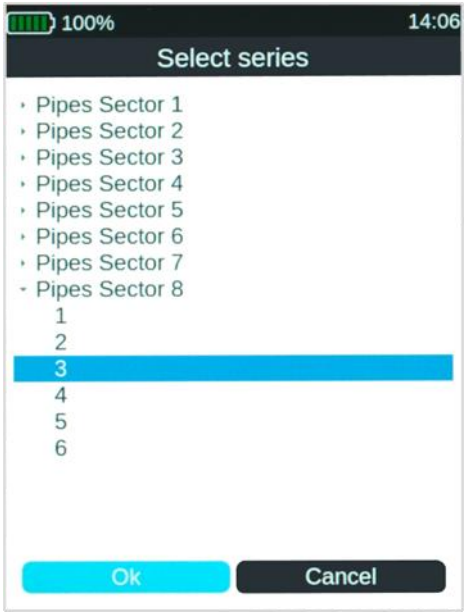


Illustration 8: Boîte de sélection

Dans ces boîtes de dialogue, commencer par choisir le jeu de données désiré. Pour accéder au bouton OK, presser ⇥, et mettre en force l'action correspondante par ENTER.

5.4 Préparation et configuration de base pour le test de dureté UCI

Connexion de la sonde

Connecter la sonde par le câble compris à la livraison. Pour prévenir la mauvaise connexion, des marquages rouges sont présents, qui pendant l'insertion de la fiche doivent être posés l'un sur l'autre.

Les connecteurs disposent de verrouillages Push-Pull pour assurer la protection contre des vibrations et le détachement du câble. De cette manière, le déroulement fiable du test reste garanti. Pour séparer la connexion, il suffit de tirer axialement le corps externe de la fiche.

> *i* La sonde peut également être attachée après la mise en marche, et changée au cours du fonctionnement du système.

Préparation

Avant de déclencher la procédure de test, vérifier le fonctionnement propre de l'instrument, à l'aide d'un bloc de référence de dureté UCI convenable. Cette vérification doit être effectuée quotidiennement. En plus, il faut s'assurer de l'aptitude de l'échantillon, de la présence d'un calibrage de matériau approprié et (si nécessaire) de la préparation de l'échantillon, en correspondance avec les instructions du chapitre 4.3.2.

Configuration des paramètres de mesure

En dehors de la force d'essai, qui est reconnue automatiquement après la connexion de la sonde, les paramètres de mesure sont à ajuster auparavant. La boîte de dialogue pour les paramètres est accessible par l'option de menu **Measurement parameter / Edit** (Paramètres / Éditer) ou par le symbole no. 8 dans la fenêtre de mesure. En général, les paramètres montrés à l'Illustration 9 sont disponibles:

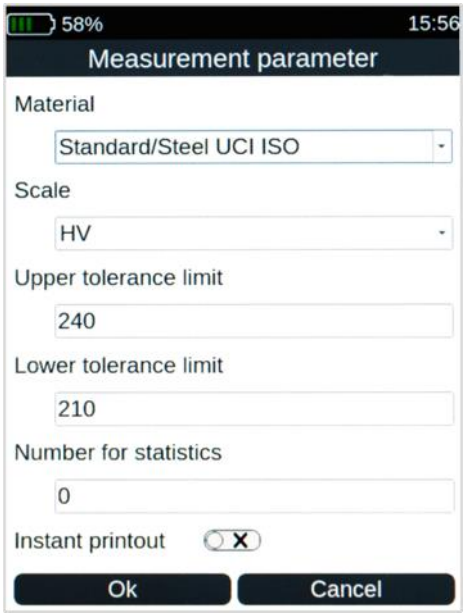


Illustration 9: Réglage des paramètres de mesure

Material (Matériau)

Ce paramètre se rapporte au calibrage actuellement sélectionné. En état de livraison, il n'existe que l'option Standard/Acier, valable pour des matériaux disposant d'un module élastique de 210 ± 10 GPa.

Des matériaux non compatibles avec la norme DIN EN ISO 18265 ou ASTM E140, apparaissent grisés. Dans la fenêtre de mesure, il est possible de changer le matériau par la touche MAT. Des informations supplémentaires se trouvent au chapitre 6.

Scale (Échelle de dureté)

Ce paramètre désigne l'échelle dans laquelle les résultats sont affichés, avec l'échelle Vickers toujours comme référence. Après le choix d'une échelle différente, les résultats (si possible) sont convertis (voir Annexe 1: Plages valides pour conversion de résultats de dureté). Pour accéder à une autre échelle dans la fenêtre de mesure, appuyer sur le bouton SCALE.

i Des valeurs, pour lesquelles la conversion n'est pas possible, sont affichées par le 0.

Upper/Lower tolerance limit (Limites de tolérance)

Pour facilement pouvoir identifier des résultats inacceptables, spécifier une limite supérieure et/ou une limite inférieure. Dans le cas d'une entrée de '-', cette limite n'est pas activée.

Dès qu'une valeur en dehors de la tolérance se fait remarquer, elle est marquée en rouge, accompagné d'une alerte sonore (deux sons courts). Une flèche visualise, si la valeur est trop élevée ou trop basse. Un résultat acceptable par contre est montré en vert, et notifié par un seul signal sonore.

Les limites sont toujours sauvegardées uniquement pour une seule échelle. Après l'entrée d'une limite dans une autre échelle, les entrées précédentes sont écrasées.

Number for statistics (Nombre pour statistique)

La valeur spécifiée dans cette rubrique détermine le nombre de tests, après lequel une évaluation statistique est désirée. A l'atteinte de cette valeur, la fenêtre de statistique s'ouvre automatiquement (voir chapitre 5.5.2). De cette manière, la fonction offre la possibilité d'une analyse intermédiaire au cours d'une séquence de mesures. Si cette information n'est pas nécessaire, mettre la valeur à 0.

Instant printout (Impression de rapports)

Cette fonction, disponible après la connexion de l'imprimante de rapports, permet la sélection d'un enregistrement ligne par ligne des résultats.

> *i* Quand l'impression des rapports est activée, il n'est plus possible d'effacer des résultats.

Charge d'essai

La charge d'essai de la sonde, toujours montrée en échelle Vickers, n'est pas sélectionnable. Elle dépend de la sonde utilisée et est transmise automatiquement.

> *i* Ce sont toujours les derniers paramètres utilisés qui apparaissent après la mise en marche du système. Le changement des paramètres matériau, échelle de dureté et limites de tolérance peut s'effectuer directement à la fenêtre de mesure.

> *i* Pour des tâches de mesure à réaliser régulièrement, des jeux de paramètres de mesure peuvent être sauvegardés et chargés de nouveau en cas de besoin (voir chapitre 5.6).

5.5 La fenêtre de mesure

5.5.1 Vue d'ensemble et réglage

Illustration 10: Fenêtre de mesure

Tableau 9: Fenêtre de mesure

No.	***Désignation***	***Description***
1	Valeur et échelle de dureté	Dernier résultat avec échelle correspondante.
2	Limites	Plage de tolérance individuellement déterminée.
3	Histoire des résultats	Les derniers 5 résultats sont affichés.
4	Statistique	Évaluation statistique de la séquence active avec moyenne (Ø), minimum/maximum (Min/Max), écart type (σ) et totalité des mesures (n; des résultats effacés ne sont pas pris en considération).
5	Matériau	Calibrage actuellement en usage (en état de livraison, seulement le choix standard/acier est disponible).
6	Nom et no. de la séquence / de la mesure en série	Désignation de la séquence / d'une mesure en série (si chargée) et no. de la séquence comprise dans une mesure en série.
7	Nom du jeu de paramètres de mesure	Désignation d'un jeu de paramètres spécifié par l'utilisateur (si chargé).
8	Réglages	Appuyer pour adapter des paramètres.
9	Sauvegarder	La mesure en cours est sauvegardée.

La présentation des résultats en couleurs à la fenêtre de mesure (dureté et historique) ainsi qu'à la fenêtre de statistique -en cas d'affichage de résultats individuels- permet une évaluation immédiate, voir chapitre 5.5.2. Voici la signification:

Tableau 10: Attribution de couleurs au résultats

Couleur	***Signification***
Gris foncé	**Résultat sans limites spécifiées**
Vert	**Résultat dans la plage de tolérance**
Rouge	**Hors tolérance**
Orange	**Le résultat se trouve en dehors de la plage de définition de la conversion, mais peut être utilisé comme valeur approchée.**
Gris clair	**Résultat effacé**

Pour simplifier l'usage, certaines fonctions spécifiques dans la fenêtre de mesure sont accessibles par touche:

Touche ⇥:

Navigation directe entre des zones et des champs de saisie différentes. Appuyer sur la touche pour activer le mode de navigation directe (TOGGLE), ensuite il est possible de circuler directement entre limite inférieure, supérieure, les réglages et la touche de sauvegarde. Le champ actuellement activé apparait coloré et permet de modifier des valeurs ou d'appliquer une autre fonction.

> *i* Dans le mode TOGGLE, les fonctions SCALE, MAT, DEL et STAT sont désactivées.

Touche SCALE:

Pour accéder à une autre échelle, appuyer sur SCALE. Dans la configuration du système, il est possible de décider entre la sélection automatique de l'échelle suivante et la sélection par boîte de dialogue (voir chapitre 8.3). Tous les résultats enregistrés jusqu'à ce moment-là ainsi que la statistique correspondante, sont transformés automatiquement en nouvelle échelle (voir chapitre 7).

i Des résultats impossibles de convertir sont affiché comme 0.

Touche MAT:

Cette touche sert à remplacer le matériau. Dans la configuration du système, il est possible de décider entre la sélection automatique du matériau suivant, et la sélection par boîte de dialogue (voir chapitre 8.3). Si l'échelle actuellement en force n'est pas définie pour ce nouveau matériau, elle est automatiquement remise à HV.

i En changeant de matériau, les valeurs de mesure déjà enregistrées sont automatiquement effacées et les limites éventuellement saisies ainsi qu'un éventuel jeu de paramètres de mesure chargé sont réinitialisés.

Touche DEL:

Le dernier résultat est effacé. Il apparaît dans l'historique des résultats quand-même, mais grisé. Appuyer encore une fois pour effacer également la valeur précédente, etc.

i Si six valeurs mesurées ou plus ont déjà été supprimées, les valeurs mesurées qui ne sont plus affichées dans l'historique des valeurs mesurées seront également supprimées.

Touche STAT:

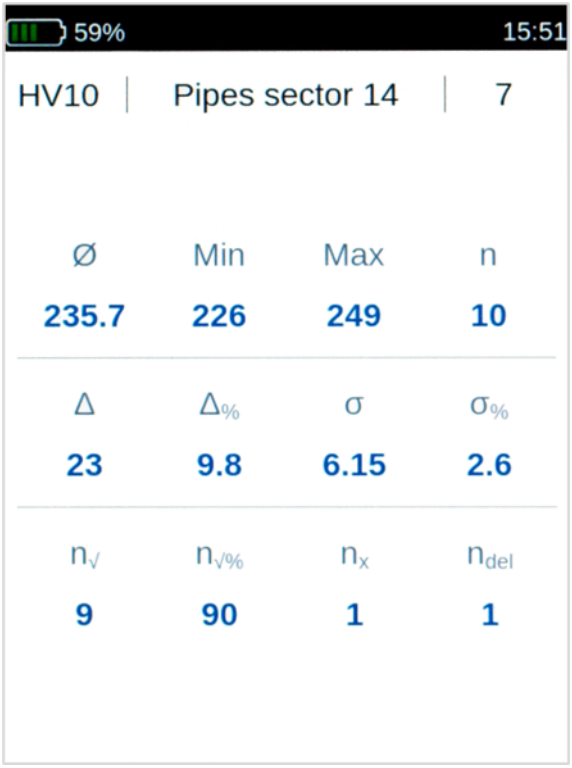
Par cette touche, ouvrir la fenêtre de statistique, ou changer entre celle-ci et la présentation de résultats individuels (voir chapitre 5.5.2).

5.5.2 Fenêtre de statistique

La fenêtre de statistique est appelée dans les situations suivantes:

- Avec l'atteinte du nombre n spécifié dans les paramètres de mesure,
- Après un appui sur la touche STAT,
- A l'achèvement d'une séquence dans une mesure en série
- ou après l'appel d'une séquence par le menu **Data management / Display series** (Séquence / Afficher).

L' Illustration 11 présente un exemple:



En-tête	Échelle de dureté | Nom Séquence/ Mesure en série | no. de la séquence d'une mesure en série
Ø	Moyenne
Min	Minimum
Max	Maximum
n	Totalité des enregistrements (éléments effacés sont omis)
Δ	Étendue absolue entre minimum et maximum
$\Delta_{\%}$	Étendue relative par rapport à la moyenne
σ	Ecart type absolue
$\sigma_{\%}$	Ecart type relative
$n_{\checkmark}$	Nombre de résultats dans la plage de tolérance
$n_{\checkmark\%}$	Pourcentage des résultats dans la page de tolérance
$n_{\times}$	Pourcentage de résultats hors tolérance
n_{del}:	Nombre de résultats effacés

Illustration 11: Fenêtre de statistique

Presser le bouton STAT encore une fois dans la fenêtre de statistique ouvre la présentation des résultats individuels, ce qui montre tous les résultats de la séquence, numérotés et avec codage couleur comme décrit au Tableau 10. L'Illustration 12 montre l'exemple correspondant à l' Illustration 11:

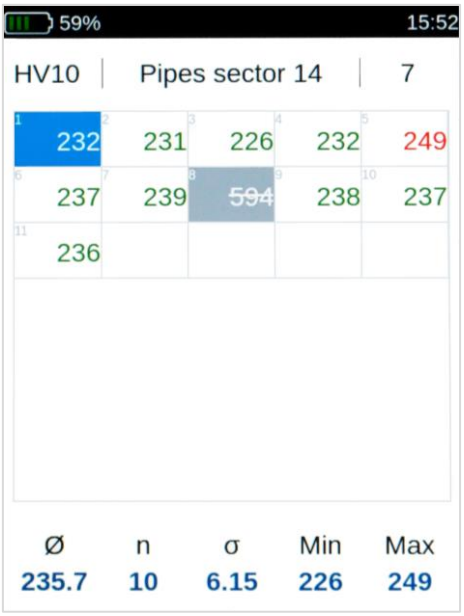


Illustration 12: Affichage de résultats individuels

Le résultat actuellement choisi est marqué en couleur. Changer entre les différents résultats par les touches de flèche. Le résultat actuellement choisi peut être effacé par DEL, et la statistique est instantanément adaptée. Après l'effacement de résultats, la fenêtre de statistique à la fin ne se ferme pas sans demander si les changements sont à accepter ou à rejeter.

> *i* Quand l'impression des rapports est activée, il n'est plus possible d'effacer des résultats. Le même est valable après l'appel d'une séquence par **Data management / Display series** (*Gestion de données / Afficher séquence*).

La fenêtre est à fermer par ESC. Si le nombre de mesures spécifié n'est pas encore atteint, (par exemple pendant un appel par la touche STAT avant l'atteinte de la valeur n, ou à cause de l'effacement d'un résultat pendant l'édition des données), la mesure est continuée.

Dans la configuration (voir chapitre 8.3) il est possible de déterminer, si additionnellement à la sauvegarde pendant la fermeture de la fenêtre de mesure, il est envisagé aussi de sauvegarder les données pendant la fermeture de la fenêtre de statistique (si le nombre défini de résultats est déjà présent). Dans ce cas-ci, les résultats actuels sont sauvegardés en forme de séquence, et le nombre prédéterminé pour la statistique est remis, pour que la séquence ensuite puisse être continuée.

5.6 Gestion de jeux de paramètres

Les paramètres de mesure présents dans le système sont décrits dans le chapitre 5.4, et il est aussi possible d'en définir des combinaisons, qui sont à sauvegarder sous un nom spécifié par l'utilisateur. Ceci simplifie considérablement l'appel de procédures utilisées auparavant. Il est essentiel quand-même, que la force de la sonde actuel corresponde à celle contenue dans ce jeu de données.

La sauvegarde d'un jeu de paramètres comprend:

- Un nom spécifié par l'utilisateur
- La force de test (du la sonde attaché au moment de la sauvegarde)
- Le matériau
- L'échelle de dureté
- Limite supérieure/inférieure
- Impression de rapports (activé/désactivé)
- Nombre pour la statistique

Pour éditer les paramètres, utiliser la fonction **Measurement Parameters / Edit** (Paramètres / Editer). Pour appliquer cette fonction à un jeu de données sauvegardé auparavant, il faut d'abord le charger.

Les paramètres actuels peuvent également être sauvegardés par **Measurement Parameters / Save** (Paramètres / Sauvegarder), avec un nom à attribuer par l'utilisateur. A cet effet, une boîte de dialogue à la saisie de texte, est ouverte automatiquement.

La chargement des jeux de données est facile, à l'aide du menu **Measurement Parameters / Load** (Paramètres / Charger). Après l'ouverture de la fenêtre de mesure, la désignation de l'élément chargé est affichée, et les paramètres sont adaptés automatiquement.

> *i* Si le jeu de paramètres chargé contient un matériau dont la norme de conversion (DIN EN ISO 18265 ou ASTM E140) n'est pas présente, la norme est changée automatiquement.

Si nécessaire, effacer un jeu de paramètres sauvegardé auparavant par **Measurement Parameters / Delete** (Paramètres / Effacer).

5.7 Gestion de séquences et de mesures en série

La mémoire interne permet la conservation de 1.000.000 résultats, tous organisés en séquences. Le terme séquence désigne un arrangement de résultats en forme de séquences de résultats individuels ou bien comprise dans une mesure en série. Une mesure en série est composée de plusieurs séquences disposant de paramètres identiques.

La fenêtre de mesure permet pareillement l'enregistrement de mesures sans créer une séquence ou une mesure en série, et de spécifier un nom librement à choisir pendant la sauvegarde. Après la fin de la saisie de texte, ces mesures sous ce nom sont sauvegardées comme séquence de mesures individuelle, comme décrit en bas.

> *i* Au cours d'une séquence ou d'une mesure en série, les boutons SCALE et MAT sont désactivé

5.7.1 Séquence de mesures individuelle

Il est également possible d'établir une séquence déjà avant le début des mesures, à l'aide de la fonction **Data management / Start new series** (Gestion de données / Créer nouvelle séquence), qui doit être pourvue d'un nom à spécifier par l'utilisateur. Après la saisie du texte, la fenêtre de mesure s'ouvre automatiquement.

> *i* Ce sont toujours les paramètres actuellement en force, qui sont utilisés. Pour la sélection d'un autre jeu de paramètres, il faut le charger directement. Pendant l'enregistrement de la séquence, la modification de paramètres n'est plus possible.

Au moment où la fenêtre de mesure sera quittée, le système demandera, s'il est envisagé de sauvegarder cette séquence. Dans ce cas-ci, elle se retrouvera ensuite sous le nom attribué.

Pour continuer une séquence sauvegardée auparavant, sélectionner **Data management / Continue series** (Gestion de données/continuer séquence). Les résultats enregistrés dans la suite simplement s'attachent aux données présentes.

La fonction **Data management / Display series** (Gestion de données / afficher séquence) s'avère pratique, parce qu'elle permet d'inspecter le contenu ensemble avec les informations statistiques (voir chapitre 5.5.2).

Pour prévenir l'accumulation d'éléments inutiles, utiliser de temps en temps la fonction **Data management / Delete series** (Gestion de données / effacer séquence).

5.7.2 Mesure en série

Une mesure en série est composée de séquences, toutes enregistrées avec les mêmes paramètres et avec le nombre d'essais identique. Dans la mesure en série, elles se trouvent arrangées numérotées sous le même nom. La mesure en série ainsi offre un outil idéal pendant le contrôle qualité concernant un grand nombre de composants identiques.

Pour définir une mesure en série, il faut l'établir par la fonction **Data management / Start new serial series** (Gestion de données / créer nouveau mesurage sériel), y assigner un nom et ensuite spécifier le nombre de tests par séquence. Après l'entrée de ces informations, la fenêtre de mesure s'ouvre automatiquement, et la première séquence peut être déclenchée. A l'atteinte du nombre de mesures spécifié, la fenêtre de statistique est appelée automatiquement, et après sa fermeture, la séquence suivante peut être démarrée. Le nombre de séquences n'est pas limitée. Le nom de la mesure en série, le numéro de la séquence actuelle et le nombre de mesures dans cette séquence sont affichés dans la fenêtre de mesure.

Les séquences complètes sont sauvegardées automatiquement. Si l'utilisateur décide de quitter la fenêtre de mesure avant la fin d'une séquence en cours, le système demande, s'il est envisagé de la sauvegarder.

> *i* Ce sont toujours les paramètres actuellement valables qui sont utilisés. Pour la sélection d'un jeu de paramètres spécifique pour la mesure en série en question, il faut le charger auparavant. Pendant l'enregistrement de l'action, la modification des paramètres n'est plus possible.

Pour continuer une mesure en série, il faut le choisir par **Data management / Continue serial series** (Gestion de données / continuer mesure en série). Les résultats enregistrés dans la suite s'attachent automatiquement à la mesure en série chargée, avec l'heure et la date. Les paramètres s'adaptent automatiquement à la configuration de cette mesure en série. En cas de besoin, la norme de conversion (ISO ou ASTM) est changée de même. Si la dernière séquence n'est pas encore complète, elle est continuée, autrement une nouvelle séquence est déclenchée.

Pour lancer un coup d'œil au contenu ainsi qu'aux informations statistiques (voir chapitre 5.5.2), choisir **Data management / Display series** (Gestion de données / afficher séquence). Il faut se rendre compte quand-même qu'il n'est plus possible d'effacer des résultats dans des séquences appartenant à une mesure en série.

Des séquences qui ne plus nécessaires peuvent être supprimées par **Data management / Delete series** (Gestion de données / effacer séquence). Pour des séquences comprises dans une mesure en série, cette fonction n'est pas applicable. C'est toujours la mesure en série entière disparaît.

5.8 Procédure de mesure

La mesure n'est possible qu'avec fenêtre de mesure ouverte et sonde connectée. Pendant la procédure normale manuelle, la charge d'essai de la sonde est appliquée par la main -lentement et uniformément jusqu'à la butée mécanique-, en tenant la sonde perpendiculairement à la surface de l'échantillon, avec un déviation angulaire maximale de 5°. Une fois arrivé à la charge d'essai de la sonde, le résultat de dureté est calculé sans délai, et affiché à l'écran de l'instrument. Un seul bip sonore indique la fin de la procédure. Comme le résultat est calculé déjà peu de temps avant le contact avec la butée, la précision n'est pas compromise par des vibrations inhérentes.

Dans un large domaine, la vitesse de la descente ne joue aucun rôle non plus. Une vitesse excessive par contre entraîne un message d'erreur. Le même est valable, si la sonde est laissée sur la surface de l'échantillon pour une durée prolongée.

Illustration 13: Poignée de sonde

Une poignée disponible sur demande peut simplifier le maniement de la sonde, ce qui est intéressant pour des forces de test élevées. En plus, elle protège le connecteur coudé du câble de capteur (Illustration 13). Poser la sonde sur la surface sans à-coups, sinon le diamant peut être endommagé. Il ne faut pas oublier de lever la sonde entre les tests, avant de la positionner de nouveau. L'enveloppe de la sonde ne sert pas uniquement de butée, mais protège également la tige. Pour cette raison, elle n'est à enlever que sous des conditions provenant du test.

Pour se familiariser avec le maniement, il est recommandé de se servir de bloc de dureté de référence. De cette façon, le résultat peut être comparé directement avec la valeur nominale du bloc. Après un court entraînement, des résultats reproductibles et fiables peuvent être obtenus.

Pour assurer le placement exactement vertical, des dispositifs auxiliaires pour des sondes standards sont disponibles. Ces outils sont vissés sur la sonde au lieu de l'enveloppe, et disposent d'une tête appropriée aux surfaces planes ou cylindriques. Elles guident la sonde pendant le placement et ainsi assurent le contact en orientation verticale (voir Illustration 14 à la gauche).

Illustration 14: Outil pour positionnement (à la gauche) et support de mesure de précision (à la droite)

Comme l'enveloppe, l'outil de positionnement protège fiablement le diamant Vickers. De cette manière, la sonde peut être déposée sans problème sur la position désirée sur la surface de l'échantillon, avant de commencer le test – bien sûr de manière stable. Au cours de la mesure, sécuriser l'outil d'une seule main, et appliquer la charge d'essai par l'autre.

> *i* Le filetage de l'outil de positionnement est à graisser de temps en temps.

En alternative à cet outil, il existe un support de mesure de précision, qui peut s'avérer avantageux pour des essais fréquents sous la charge d'essai augmentée (voir Illustration 14 sur la droite). Celui-ci maintient l'orientation exactement verticale et ainsi permet la procédure de mesure indépendamment de l'utilisateur. L'échantillon doit être orienté convenablement et fixé sur la plaque massive du support. La plaque peut être utilisé aussi pour simplifier l'accouplement d'échantillons de taille mineure.

> *i* La fixation de la sonde est possible à chaque point de son bord, mais il faut éviter le bout supérieur: En cas d'inclinaison faible de l'échantillon, la distance entre le serrage et la pointe du diamant devient maximale, ce qui provoque un couple excessif.

> ! Le levier du support est capable d'appliquer des forces dépassant largement la force maximale de 98 N. Il faut agir prudemment afin de ne pas endommager la sonde.

5.9 Rapports de mesure et transfert de données

5.9.1 Copie de séquences sur clé USB

A l'aide de l'ordre **Data management / Copy to USB flash drive** (Gestion de données/ Copie de données sur clé USB), les séquences présentes dans la mémoire internes peuvent être copiées sur une clé USB attachée. Une clé correspondante, qui contient également les manuels, est inclue à la livraison ainsi qu'un adaptateur convenable (USB A ↔ USB C). Généralement, la clé USB utilisée doit être reformatée comme FAT32 avec MBR.

Sur la clé USB, les fichiers sont sauvegardés en format.csv (code de caractères UTF8), pour l'analyse à ouvrir facilement par n'importe quel logiciel tableur ou traitement de texte habituel (Microsoft Excel, Word). Pendant l'importation du fichier .csv, il faut que le jeu de caractères UTF8 soit présent, sinon les caractères spéciaux ne peuvent pas être visualisés correctement. Pour la séparation, utiliser exclusivement le point-virgule. Pour des analyses fréquentes, il est conseillé de préparer un gabarit pour le logiciel tableur de manière que l'évaluation avec les diagrammes se déroule automatiquement pendant la lecture du fichier .csv.

Le transfert d'un mesure en série est suivi de la sauvegarde de plusieurs fichiers à la fois. D'une part, un fichier principal est créé pour assembler toutes les séquences subordonnées, d'autre part un sous-répertoire avec le nom de la mesure en série qui contient les séquences individuellement (format identique au séquences individuelles).

> *i* La clé USB comprise à la livraison offre un gabarit préparé pour Excel, pour l'importation et l'évaluation simple des séquences.

5.9.2 Format des fichiers .csv

Séquences individuelles et séquences comprises à une mesure en série

Version; <(1, 0, 0)>

Probe type;<La description de type de Sonde utilisé>

Name;<Le nom de fichier>

Test load;<exp. 49>

Lower tolerance limit;<exp. 0>

Upper tolerance limit;<exp. 0>

Material section;<exp. Standard>

Material name;<exp. Steel UCI ISO>

Conversion standard; <exp. DIN_ISO_18265_A1>

Hardness scale;<exp. HV>

Number of readings;<exp. 5>

Mean value;<exp. 321.6>

Minimum;<exp. 312>

Maximum;<exp. 334>

Standard deviation;<exp. 10.1>

rel. Standard dev. %;<exp. 3.15>

Value /<échelle de dureté>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <La mesure 1>

…. <Autre mesures>

320;2024;4;23;10;51; <La mesure n>

Regroupement de mesures en série

Version; <(1, 0, 0)>

Probe type;<La description de type de Sonde utilisé>

Name;<Le nom de fichier>

Test load;<exp. 30>

Lower tolerance limit;<exp. 0>

Upper tolerance limit;<exp. 0>

Material section;<exp. Standard>

Material name;<exp. Steel UCI ISO>

Conversion standard; <exp. DIN_ISO_18265_A1>

Hardness scale;<exp. HV>

Number of series;<exp. 25>

Number of readings series;<exp. 5>

Series name;<Le nom de la première série>

Number of readings;<exp. 5>

Mean value;<exp. 321.6>

Minimum;<exp. 312>

Maximum;<exp. 334>

Standard deviation;<exp. 10.1>

rel. Standard dev. %;<exp. 3.15>

Value /<échelle de dureté>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <La mesure 1>

…. <Autre mesures>

320;2024;4;23;10;51; <La mesure n>

Series name;<Le nom de la deuxième serie>

Number of readings;<exp. 5>

Mean value;<exp. 321.6>

Minimum;<exp. 312>

Maximum;<exp. 334>

Standard deviation;<exp. 10.1>

rel. Standard dev. %;<exp. 3.15>

Value /<échelle de dureté >;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <La mesure 1>

…. <Autre mesures >

320;2024;4;23;10;51; <La mesure n>

…. <Autre serie >

…. <Autre serie>

Series name;<Le nom de la serie numero m>

Number of readings;<exp. 5>

Mean value;<exp. 321.6>

Minimum;<exp. 312>

Maximum;<exp. 334>

Standard deviation;<exp. 10.1>

rel. Standard dev. %;<exp. 3.15>

Value /<échelle de dureté >;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <La mesure 1>

…. <Autre mesures >

320;2024;4;23;10;51; <La mesure n>

i Des séquences incomplètes de mesures en séries ne sont pas transférées.

6 Calibrage de matériau

Comme décrit au chapitre 4.1, la méthode UCI est fondée sur le décalage de la fréquence d'une tige oscillante, qui dépend aussi du module élastique de l'échantillon. C´est pourquoi un calibrage préalable pour chaque matériau en question est nécessaire. L'instrument contient deux calibrages pour acier faiblement allié d'un module élastique de 210 ± 10 GPa, qui ne peuvent être ni écrasés ni effacés. Ces deux matériaux ne diffèrent qu'au point de vue de tableau utilisé pour la conversion. Acier DIN est transformé selon tableau A1 de la norme DIN EN ISO 18265, acier ASTM selon Tableau 1 et 2 de la norme ASTM E140. Pour tout matériau disposant d'un module élastique différent, il faut enregistrer un calibrage séparé, à sauvegarder dans la mémoire interne en permanence.

Ce calibrage nécessite un échantillon de référence d'une dureté connue. Cette valeur peut être déterminée par exemple par une machine de test de dureté stationnaire. En cas de besoin, contacter notre service d'entretien (service@baq.de).

L'échantillon de référence doit satisfaire aux exigences suivantes:

- Les dimensions doivent être suffisantes, surtout par rapport à l'épaisseur. Comme valeur indicative, utiliser les exigences des bloc de dureté de référence, d'après la nome DIN 50159-2 (Diamètre > 50 mm; épaisseur d'échantillon > 15 mm).
- La surface doit être finement polie (valeurs de rugosité selon Tableau 6), autrement la dispersion serait excessive, ce qui réduit la précision du calibrage.
- Pour la même raison, il faut une distribution homogène de la dureté au long de la surface.

La valeur de calibrage est déterminée à l'aide de la fonction **Material Calibration / Calibration** (calibrage de matériau / calibrer), en se servant de l'échantillon de référence défini en haut. D'abord, ajuster les paramètres de calibrage comme suit:

- **Material Type** (type de matériau), sinon les résultats de dureté détectés sont uniquement donnés en échelle HV, une conversion est impossible.
- **Hardness Scale** (échelle de dureté) utilisée lors du calibrage. Celle-ci correspond à l'échelle utilisée pour les mesures de l'échantillon de référence.
- **Reference Hardness** (dureté de référence), c'est-à-dire la dureté de l'échantillon de référence, déterminée par la machine stationnaire.
- **Number of Measurements** (nombre de mesures). Ceci représente la quantité de tests enregistrée pendant le calibrage. Augmenter la quantité dans des situations, où une

dispersion majeure est probable, par exemple en cas d'un échantillon de référence de rugosité élevée. Normalement, 5 mesures sont suffisantes.

A la fin de cette préparation, utiliser le symbole pour parvenir à 'Start', ensuite le calibrage se démarre par la touche ENTER, de manière que les mesures de calibrage soient enregistrées. La fin de chaque passe se fait remarquer par un signal sonore. Comme décrit auparavant, la sonde doit être abaissée lentement et verticalement. A la suite de la procédure, le système notifie l'erreur standard relative et absolue (voir Illustration 15).

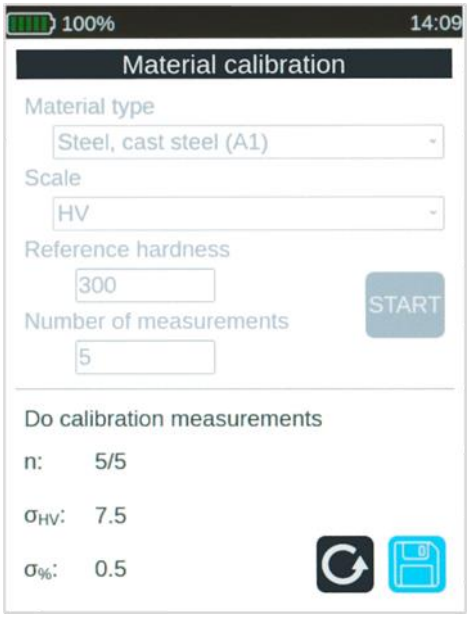


Illustration 15: Calibrage de matériau

En cas de déviation standard excessive, répéter la séquence entière par , autrement sauvegarder par le bouton correspondant.

> *i* Si l'erreur standard, malgré l'exécution propre, s'avère trop grande, le problème probablement est dû à l'échantillon. Vérifier les dimensions, le poids, l'homogénéité, la rugosité de surface, ensuite la sonde (voir chapitre 4.3).

Dans la boîte de dialogue de sauvegarde du calibrage, spécifier s'il est désiré de créer un nouveau matériau ou d'écraser un élément déjà présent. Dans ce dernier cas, sélectionner celui-ci dans la liste déroulante. Le domaine de matériau correspondant, si présent, est chargé automatiquement et ne peut pas être édité. Appuyer sur OK pour l'écraser.

Une fois créé, le nouveau matériau peut être assigné à un domaine de matériau. Voici les trois possibilités:

- **No section** (Sans domaine): Dans ce cas-ci, il suffit de presser le bouton OK et de spécifier le nom du calibrage.
- **Present section** (Domaine de matériau existant): Choisir le domaine désiré de la liste déroulante. Presser le bouton OK et spécifier le nom du calibrage.
- **New section** (Nouveau domaine): Presser le bouton OK. Spécifier le nom du nouveau domaine et le nom du calibrage.

Le nouveau calibrage est directement repris dans le jeu de paramètres de mesure actif, est disponible dès maintenant sous l'option de menu **Measurement Parameter / Edit / Material** (Paramètres / Editer / Matériau), utilisable pour des tests sur le matériau spécifié.

> *i* L'arrangement des matériaux dans des domaines de matériau permet une classification systématique, pour facilement retrouver les calibrages (par exemple, matériaux ferreux et alliages de cuivre).

Dans le menu **Material calibration** (calibrage de matériaux), il est possible d`éliminer (**Delete**) (Effacer), de transférer (**Save to USB flash drive**) (Sauvegarder sur clé USB) ou de réimporter (**Import from USB flash drive**) (transfert provenant de la clé USB) les éléments désirés. Pour inspecter les paramètres du calibrage, sélectionner (**Show parameter**) (afficher paramètres).

> *i* Lors du transfert d'étalonnages de matériaux entre l'alphaDUR mini II et une clé USB, les données sont fusionnées. S'il existe des étalonnages avec la même désignation sur les deux supports, l'étalonnage du matériau du support à l'origine du transfert est repris.

Sous **Material calibration / Conversion standard** (Calibrage de matériau / norme de conversion), décider de la norme à appliquer pour la conversion des résultats. EN ISO 18265 et ASTM E140 sont au choix.

7 Conversion de résultats de dureté

Le changement de l'échelle de dureté s'effectue par un appui sur la touche SCALE, pour voir les résultats en échelle désirée. Les normes de conversion ASTM E140 et EN ISO 18265 sont disponibles, accessibles sous **Material Calibration / Conversion standard** (calibrage de matériau / norme de conversion). D'autres conversions sont exclues.

Ce sont les résultats HV(UCI) qui servent de base pour la transformation. Le système les détermine toujours. Si la conversion en échelle particulière n'est pas possible, le message « Hardness value out of conversion range » (résultat hors domaine de conversion) apparaît. Les plages valides pour la conversion sont à observer (voir Annexe 1: Plages valides pour conversion de résultats de dureté).

En dehors de ceci, les normes mentionnées spécifient des valeurs, qui se trouvent au-delà du domaine de définition de la méthode de mesure de dureté, mais quand-même peuvent être utilisées comme valeur approchées. De telles valeurs indicatives sont incluses dans la conversion, et affichées en orange.

En ce qui concerne la transformation, il faut se rendre compte qu'une relation de conversion générale n'existe pas. Pour cette raison, il faut se restreindre toujours au même groupe de matériau sans négliger le fait que les différentes forces de test et pénétrateurs jouent un rôle aussi. Les normes contiennent des remarques importantes par rapport à l'applicabilité, l'inexactitude et d'autres questions de la conversion des résultats de dureté. Avant de se servir de la procédure pour l'application désirée, il faut donc se convaincre s'il est possible de satisfaire aux exigences correspondantes.

8 Configuration du système

La configuration standard, présente en état de livraison, peut être adaptée par le client dans certaines limites.

8.1 Langage

Décider dans le menu **System / Language** (Système / langage) entre les sélections disponibles, appuyer sur OK et confirmer par ENTER.

8.2 Date et heure

Le menu **System / Set Date and Time** (Système / date et heure) permet la modification manuelle. Le format de date par contre s'établit sous ‚Configuration' (voir chapitre 8.3).

> *i* Après le changement, il faut attendre 1 à 2 minutes, avant que le système soit adapté.

8.3 Configuration

Les différentes possibilités sont subdivisées en groupes, **User configuration** (Configuration Utilisateur) et **Device configuration** (Configuration Instrument), à trouver dans le menu **System**.

User configuration (Configuration Utilisateur)

Les sélections disponibles sous ce sous-menu se rapportent à l'usage pratique, et ainsi règlent les différentes procédures et le fonctionnement:

Touche SCALE:

La réaction de cette touche dans la fenêtre de mesure peut être choisie: **Next Scale** (Échelle suivante – l'échelle après un appui sur cette touche placée automatiquement à l'échelle suivante) et **Open Dialog** (Ouvrir boîte de dialogue – l'appui sur la touche ouvre la boîte, choisir l'échelle ici).

Touche MAT:

Quant à la réaction de cette touche dans la fenêtre de mesure, il existe l'alternative entre **Next Material** (Matériau suivant – le matériau après un appui sur cette touche est placé automatiquement au matériau suivant) et **Open Dialog** (Ouvrir boîte de dialogue – l'appui sur la touche ouvre la boîte, choisir le matériau ici).

Tensile Strength unit (Unité résistance à la traction)

Les unités MPa et N/mm² sont au choix.

Query: save series on close (Requête de sauvegarde)

L'utilisateur est libre de choisir le comportement du système pendant la fermeture de la fenêtre de mesure. Une boîte de dialogue peut apparaître sur demande, s'il est envisagé de sauvegarder les résultats comme nouvelle séquence. Cette requête peut être activée ou désactivée par ENTER ainsi que par les touches de flèche◄ et ►.

Query: save series if n is defined (Requête de sauvegarde – n défini)

Pour des mesures en ligne avec nombre n-défini pour la statistique, l'utilisateur peut spécifier le comportement du système pendant la fermeture de la fenêtre de statistique (à l'atteinte de la quantité n spécifiée). Une boîte de dialogue peut apparaître sur demande, s'il est envisagé de sauvegarder les résultats comme nouvelle séquence. Cette requête peut être activée ou désactivée par ENTER ainsi que par les touches de flèche◄ et ►.

Query: print series on close (Requête impression)

L'utilisateur peut spécifier le comportement du système pendant la fermeture de la fenêtre de statistique (pourvu que la configuration *Nombre pour statistique* soit activée). Une boîte de dialogue peut apparaître sur demande, s'il est envisagé d'imprimer les résultats.

Device configuration (Configuration instrument)

Les réglages suivants sont disponibles.

Date Format (Format de date)

Voici l'alternative:

DD.MM.YYYY	avec	DD: Jour	MM: Mois	YYYY: An
MM/DD/YYYY	avec	MM: Mois	DD: Jour	YYYY: An
YYYY-MM-DD	avec	YYYY: An	MM: Mois	DD: Jour

8.4 Réglages par défaut

Pour remettre le système à l'état original, choisissez **System / Factory Settings** (Système / réglages par défaut).

> ! Cette action est irréversible. Toutes les données non sauvegardées seront perdues.

8.5 Information sur le système

Le menu **System / About** renseigne l'utilisateur sur le numéro de version du logiciel, et si la sonde est connectée, également le type de sonde, le numéro de série de la sonde, le numéro de version du logiciel de la sonde, et le nombre d'essais déjà effectué avec cette sonde.

9 Dépannage

Bien que l'instrument alphaDUR mini II avec les sondes UCI représente un système extrêmement robuste, des erreurs ne sont jamais exclues. Des mesures appropriées sont décrites dans la suite. Des réparations improvisées par contre sont à éviter; en cas de besoin, il faut consulter notre service d'entretien.

Résultats incorrects

Si malgré l'exécution des tests conformément aux instructions (voir chapitre 5.8), les résultats ne sont pas corrects, effectuer le contrôle de fonctionnement, comme décrit au chapitre 4.3.4, c'est-à-dire il faut examiner le diamant et effectuer des mesures sur des blocs de dureté de référence, tout en observant les instructions du manuel. Est-ce que l'échantillon se prête au mesurage par test UCI? (voir chapitre 4.3.2).

> *i* Si l'inspection n'est pas capable de résoudre le problème, il faut renvoyer l'instrument au service d'entretien autorisé.

Connexion entre alphaDUR mini II et sonde UCI absente

Ce problème se fait remarquer par le message « 2-24 No probe connected. » (sonde non connectée). La communication par CAN Bus est perturbée. Si ni l'instrument-même, ni le capteur ne sont défectueux, c'est la connexion qui est concernée. Inspecter le câble et tous les connecteurs, y compris les broches dans les fiches.

Absence de réaction

Dans le cas peu probable d'absence de toute réaction, le redémarrage est inévitable. Pou ceci, il faut maintenir enfoncée la touche POWER pour environ 8 secondes. Le système s´éteindra, puis redémarrera automatiquement.

Messages d'erreur

Tous les messages d'erreurs sont visualisés avec un numéro et un texte. Il faut toujours suivre les instructions montrées à l'écran. Certains problèmes pourtant ne sont pas à résoudre par le client, par exemple:

Tableau 11: Messages d'erreur

Message d'erreur	***Cause possible***
« 2-11: Probe error: Timeout Frequency Measurement. » (Problème de sonde: Temps imparti mesure de fréquence.)	Le circuit électronique est défectueux et doit être remplacé.
« 2-13: Probe error: zero frequency differs too much from reference value. » sans que le diamant soit placé (Problème de sonde: Fréquence zéro fortement différente de la valeur nominale)	La fréquence zéro du système UCI a trop changé par rapport à la valeur sauvegardé dans la sonde.
« 2-16: Probe error: Frequency difference is below zero. » (Problème de sonde: Différence de fréquence négative)	Possiblement dû à un cristal piézoélectrique défectueux, mauvaise fréquence de la vibration du système UCI. Échange nécessaire.
« 2-18: Probe error: Please rise the probe. » Problème de sonde: Levez le capteur. (apparaissant en permanence, sans que le diamant soit placé)	La courbe caractéristique s'est décalée et doit être rajustée.

i En présence des problèmes décrits en haut, renvoyer l'alphaDUR mini II complet avec les sondes de test au service d'entretien autorisé. En cas de réparation non qualifiée la garantie est déclarée nulle et non avenue.

i Si un message d'erreur non répertorié dans le tableau apparaît et rend le fonctionnement de l'alphaDUR mini II impossible, veuillez contacter service@baq.de ou envoyer l'alphaDUR mini II avec les sondes de test UCI à BAQ pour inspection ou à un partenaire de service agréé.

Fichier Error-Log (Liste des erreurs)

Toute erreur critique est détectée automatiquement est sauvegardée dans un fichier Error-Log. Certaines erreurs ne sont détectées qu'internement et ne sont pas affichées à l'écran. Ce fichier est utile pour le service d'entretien. En cas de besoin, il peut être copié par System / Copy error log to USB (Système / copier la liste d'erreur sur clé USB), et ensuite transmis au fabricant par service@baq.de.

10 Maintenance et support

La maintenance adéquate et le nettoyage soigneux contribuent au fonctionnement parfait et une longue durée de vie de l'instrument ainsi que de la sonde. Le calibrage annuel par un service d'entretien autorisé est recommandé de même, pour assurer des résultats fiables et reproductibles en permanence. Les intervalles de maintenance sont spécifiés en détail dans les normes correspondantes.

Nettoyage

Pendant le nettoyage de l'instrument-même et des sondes, n'oublier pas les câbles et les accessoires utilisés. La procédure s'effectue par exemple à l'aide d'un chiffon légèrement imbibé d'alcool isopropylique. Quant aux sondes, enlever l'enveloppe protectrice, pour enlever des impuretés de la tige. Les fiches et connecteurs sont à nettoyer avec une brosse sèche et propre.

> ! En revanche, des objets coupants, des substances agressives et des produits abrasifs sont défendus.

Stockage et transport

L'alphaDUR mini II et les accessoires doivent toujours être stockés dans la mallette fournie dans un environnement sec et sans poussière. Tous les composants sont protégés de manière optimale grâce aux découpes adaptées dans l'incrustation du boîtier. La mallette doit donc également être utilisée pour le transport ou l'expédition de l'alphaDUR mini II.

Actualisations

Au cours de vie de l'instrument, des actualisations du logiciel sont à attendre en intervalles réguliers. Pour les charger, insérer une clé USB contenant les nouveaux fichiers dans le connecteur correspondant de l'instrument, à l'aide de l'adaptateur compris à la livraison (USB A ↔ USB C). Activer l'actualisation par menu **System / Software update**, et suivre les instructions affichées à l'écran.

Mesures à la fin de vie de l’équipement

L‘alphaDUR mini II n’est pas destiné aux déchets ménagers, commerciaux ou industriels. Observer les prescriptions locales valables pour l’élimination de produits électroniques.

11 Annexe 1: Plages valides pour conversion de résultats de dureté

DIN EN ISO 18265 - Fév.2014

Les Tableaux utilisés dans le système selon DIN EN ISO 18265 - Feb.2014 sont valables pour les matériaux et les échelles de dureté suivants:

Matériau	*de*				*à*			
Steel, cast steel (A1) *(Acier au carbone, acier faiblement allié et acier moulé)*	**80**	HV	**76**	HB	**650**	HV	**618**	HB
	240	HV	**20,3**	HRC	**940**	HV	**68,0**	HRC
	85	HV	**41,0**	HRB	**290**	HV	**105,0**	HRB
	80	HV	**255**	MPa	**650**	HV	**2180**	MPa
	90	HV	**82,6**	HRF	**250**	HV	**115,1**	HRF
	240	HV	**60,7**	HRA	**940**	HV	**85,6**	HRA
	240	HV	**40,3**	HRD	**940**	HV	**76,9**	HRD
	240	HV	**19,9**	HR45N	**940**	HV	**75,4**	HR45N
Tempering steel, tempered (B2) *(Acier de traitement, amélioré par trempe et revenu)*	**210**	HV	**205**	HB	**650**	HV	**632**	HB
	210	HV	**15,3**	HRC	**650**	HV	**57,5**	HRC
	210	HV	**94,8**	HRB	**410**	HV	**113,6**	HRB
	210	HV	**651**	MPa	**470**	HV	**1460**	MPa
	210	HV	**110,4**	HRF	**410**	HV	**121,5**	HRF
	210	HV	**57,2**	HRA	**650**	HV	**79,9**	HRA
	210	HV	**13,4**	HR45N	**650**	HV	**62,8**	HR45N
Tempering steel, annealed (B3) *(Acier de traitement, non traité, recuit doux ou de normalisation)*	**150**	HV	**152**	HB	**320**	HV	**316**	HB
	160	HV	**1,0**	HRC	**320**	HV	**33,6**	HRC
	150	HV	**81,0**	HRB	**320**	HV	**108,9**	HRB
	140	HV	**460**	MPa	**240**	HV	**826**	MPa
	150	HV	**102,5**	HRF	**320**	HV	**118,4**	HRF
	150	HV	**48,4**	HRA	**320**	HV	**67,2**	HRA
	170	HV	**0,8**	HR45N	**320**	HV	**35,0**	HR45N
Tempering steel, hardened (B4) *(Acier de traitement, trempé)*	**580**	HV	**572**	HB	**720**	HV	**677**	HB
	580	HV	**54,0**	HRC	**720**	HV	**60,1**	HRC
	580	HV	**78,1**	HRA	**720**	HV	**81,7**	HRA
	580	HV	**59,5**	HR45N	**720**	HV	**66,4**	HR45N

Matériau	*de*				*à*			
Cold work tool steel (C2) *(Acier pour travail à froid)*	**210**	HV	**205**	HB	**620**	HV	**600**	HB
	220	HV	**18,8**	HRC	**840**	HV	**65,8**	HRC
	210	HV	**95,6**	HRB	**340**	HV	**109,5**	HRB
	210	HV	**110,7**	HRF	**340**	HV	**118,6**	HRF
	220	HV	**59,4**	HRA	**840**	HV	**84,5**	HRA
	220	HV	**16,4**	HR45N	**840**	HV	**72,4**	HR45N
High speed steel (D2/4) *(Acier rapide)*	**589**	HV	**54,2**	HRC	**935**	HV	**67,6**	HRC
	589	HV	**77,9**	HRA	**935**	HV	**85,5**	HRA
	589	HV	**58,8**	HR45N	**935**	HV	**74,2**	HR45N
Hard metal (E2) *(Métaux durs)*	**780**	HV	**82,5**	HRA	**1760**	HV	**93,2**	HRA
Nickel and High-Nickel Alloys (F1) *(Nickel et alliages de nickel avec teneur en nickel élevé)*	**77**	HV	**77**	HB	**513**	HV	**479**	HB
	164	HV	**2,0**	HRC	**513**	HV	**50,0**	HRC
	77	HV	**30,0**	HRB	**309**	HV	**106**	HRB
	119	HV	**136**	HK	**382**	HV	**436**	HK
	77	HV	**73,0**	HRF	**309**	HV	**116,5**	HRF
	112	HV	**39,0**	HRA	**513**	HV	**75,5**	HRA
	112	HV	**8,0**	HRD	**513**	HV	**63,0**	HRD
	171	HV	**2,0**	HR45N	**513**	HV	**54,5**	HR45N
	77	HV	**70,0**	HRE	**188**	HV	**108,5**	HRE
Cartridge Brass (F2) *(Laiton de cartouches)*	**45**	HV	**42**	HB	**196**	HV	**169**	HB
	60	HV	**10,0**	HRB	**196**	HV	**93,5**	HRB
	45	HV	**40,0**	HRF	**196**	HV	**110,0**	HRF
Copper (F3) *(Cuivre, sans bandes de cuivre)*	**40**	HV	**42,8**	HK 0.5	**130**	HV	**133,8**	HK 0.5
	40	HV	**40,2**	HK 1	**130**	HV	**138,7**	HK 1
Wrought Aluminum Products (F4) *(Aluminium, alliages corroyés)*	**44**	HV	**40**	HB	**189**	HV	**160**	HB
	80	HV	**28,0**	HRB	**189**	HV	**91,0**	HRB
	44	HV	**46,0**	HRE	**135**	HV	**101,0**	HRE
Aluminum and aluminum alloys (F5) *(Aluminium et alliages)*	**18**	HV	**17,1**	HB	**210**	HV	**199,5**	HB
	80	HV	**31,9**	HRB	**210**	HV	**95,7**	HRB

Matériau	*de*				*à*			
Tool steel 1.1243 (G1) *(Acier à outils 1.1243)*	**305**	HV	**297**	HB	**474**	HV	**474**	HB
	305	HV	**31,2**	HRC	**474**	HV	**48,0**	HRC
	305	HV	**950**	MPa	**474**	HV	**1550**	MPa
	305	HV	**65,9**	HRA	**474**	HV	**74,9**	HRA
Tool steel 1.2714 (G2) *(Acier à outils 1.2714)*	**280**	HV	**279**	HB	**424**	HV	**419**	HB
	280	HV	**27,7**	HRC	**424**	HV	**43,1**	HRC
	280	HV	**880**	MPa	**424**	HV	**1370**	MPa
	280	HV	**62,9**	HRA	**424**	HV	**72,3**	HRA

ASTM E140 - 12b (2019)

Les Tableaux utilisés dans le système selon ASTM E140 - 12b (2019) sont valables pour les matériaux et les échelles de dureté suivants:

Matériau	*de*				*à*			
Non-Austenitic Steels (1/2) *(Acier non austénitique)*	**100**	HV	**100**	HB	**832**	HV	**739**	HB
	238	HV	**20,0**	HRC	**940**	HV	**68,0**	HRC
	100	HV	**55,0**	HRB	**234**	HV	**99,0**	HRB
	100	HV	**112**	HK	**940**	HV	**920**	HK
	100	HV	**88,2**	HRF	**137**	HV	**99,6**	HRF
	100	HV	**37,2**	HRA	**940**	HV	**85,6**	HRA
	238	HV	**40,1**	HRD	**940**	HV	**76,9**	HRD
	238	HV	**19,6**	HR45N	**940**	HV	**75,4**	HR45N
Nickel and High-Nickel Alloys (3) *(Nickel et alliages de nickel avec teneur en nickel élevé)*	**77**	HV	**77**	HB	**513**	HV	**479**	HB
	164	HV	**2,0**	HRC	**513**	HV	**50,0**	HRC
	77	HV	**30,0**	HRB	**309**	HV	**106**	HRB
	119	HV	**136**	HK	**382**	HV	**436**	HK
	77	HV	**73,0**	HRF	**309**	HV	**116,5**	HRF
	112	HV	**39,0**	HRA	**513**	HV	**75,5**	HRA
	112	HV	**8,0**	HRD	**513**	HV	**63,0**	HRD
	171	HV	**2,0**	HR45N	**513**	HV	**54,5**	HR45N
	77	HV	**70,0**	HRE	**188**	HV	**108,5**	HRE
Cartridge Brass (4) *(Laiton de cartouches)*	**45**	HV	**42**	HB	**196**	HV	**169**	HB
	60	HV	**10,0**	HRB	**196**	HV	**93,5**	HRB
	45	HV	**40,0**	HRF	**196**	HV	**110,0**	HRF
Copper (7) *(Cuivre, sans bandes de cuivre)*	**40**	HV	**42,8**	HK 0.5	**130**	HV	**133,8**	HK 0.5
	40	HV	**40,2**	HK 1	**130**	HV	**138,7**	HK 1
Alloyed White Irons (8) *(Coulée en coquilles alliée)*	**380**	HV	**357**	HB	**1000**	HV	**903**	HB
	380	HV	**35,0**	HRC	**1000**	HV	**70,0**	HRC
Wrought Aluminum Products (9) *(Aluminium, alliages corroyés)*	**44**	HV	**40**	HB	**189**	HV	**160**	HB
	80	HV	**28,0**	HRB	**189**	HV	**91,0**	HRB
	44	HV	**46,0**	HRE	**135**	HV	**101,0**	HRE

12 Annexe 2: Information de commande

Instrument et accessoires

Code produit	*Description*
14-102	Instrument de mesure de dureté UCI alphaDUR mini II, instrument de base sans sonde avec bloc d'alimentation, câble de connexion pour sonde de test et documentation dans la mallette
14-140	Coffret de transport avec sangle
11-151	Imprimante thermique mobile pour connexion directe à l'appareil
14-173	Bloc d'alimentation/de charge avec câble USB
14-173-UK	Adaptateur pour bloc de charge (UK, type de fiche G)
14-173-US	Adaptateur pour bloc de charge (US/CA, type de fiche A)

Sonde et accessoires

Code produit	*Description*
14-121	Sonde avec charge d'essai de 3 N (HV0.3)
14-122	Sonde avec charge d'essai de 10 N (HV1)
14-123	Sonde avec charge d'essai de 20 N (HV2)
14-124	Sonde avec charge d'essai de 30 N (HV3)
14-125	Sonde avec charge d'essai de 49 N (HV5)
14-126	Sonde avec charge d'essai de 98 N (HV10)
14-129A	Capteur spécifique SL pour mesurage par exemple dans des forures ou aux roues dentées (fond de dent), disponible pour toute charge d'essai Diamètre / longueur de tige: 5 mm / 18 mm
14-129B	Capteur spécifique SL pour mesurage par exemple dans des forures ou aux roues dentées (fond de dent), disponible pour toute charge d'essai Diamètre / longueur de tige: 5 mm / 34 mm
11-130	Support de mesure de précision

Sonde et accessoires

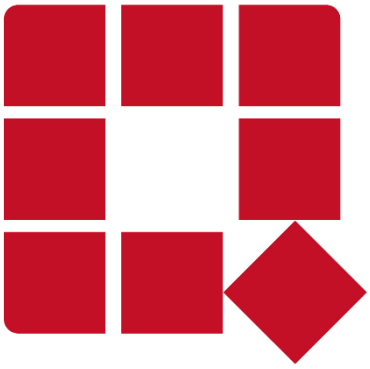
Code produit	*Description*
11-131	Outil pour positionnement facile sur surfaces planes
11-132	Outil pour positionnement facile sur objets ronds 10 – 50 mm
11-133	Outil pour positionnement facile sur objets ronds 50 – 250 mm
11-142	Poignée en plastique à tête sphérique pour la sonde
11-171	Pointe de sonde, à visser sur la sonde pour protéger le bâton UCI
11-172	Câble de connexion à l'instrument de base

Bloc de dureté de référence

Code produit	*Description*
HVP-9016HV-EP	Bloc de dureté de référence UCI (Vickers) avec certificat ISO et ASTM Valeur de dureté: environ 240, 300, 400, 510, 600, 700, 830 Charge d'essai: HV0.3, HV1, HV2, HV3, H5, HV10
HVP-9016HRC-EP	Bloc de dureté de référence UCI (Rockwell) avec certificat ISO et ASTM Valeur de dureté: environ 20, 30, 40, 50, 55, 60, 65 HRC

Réparation et calibrage

Code produit	*Description*
R-S-KAL	Nouvelle détermination de de la courbe caractéristique de calibrage sur le domaine Vickers de 120 HV à 850 HV et contrôle direct selon DIN 50159-2 sur blocs de dureté de référence UCI certifiés selon DIN, y compris certificat BAQ
R-AD-KAL-DIN	Calibrage DAkkS d'un instrument de mesure de dureté UCI avec une sonde selon DIN 50159 par un laboratoire accrédité
R-AD-KAL-ASTM	Calibrage DAkkS d'un instrument de mesure de dureté UCI avec une sonde ASTM A1038 par un laboratoire accrédité



BAQ GmbH

Hermann-Schlichting-Str. 14
38110 Braunschweig
Allemagne

Tel: +49 5307 / 95102 - 0
Fax: +49 5307 / 95102 - 20
Mail: info@baq.de / service@baq.de
Web: www.baq.de