

# alphaDUR mini II



**Bedienungsanleitung**

Version 1.2



## Herstelleradresse und Kontaktdaten

BAQ GmbH

Hermann-Schlichting-Str. 14

D-38110 Braunschweig

Tel.: +49 5307 / 95102 - 0

Fax: +49 5307 / 95102 - 20

Mail: [info@baq.de](mailto:info@baq.de)

**Made in Germany**

## Copyright

Diese Bedienungsanleitung enthält eine Vielzahl von Inhalten, darunter Texte, Grafiken und Diagramme, die dem Urheberrecht unterliegen und Eigentum der BAQ GmbH sind. Diese Unterlagen sind ausschließlich für den Betrieb und die Wartung der gelieferten Prüfgeräte bestimmt. Die Vervielfältigung, Verbreitung oder Modifikation dieser Inhalte ist ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Rechteinhabers strengstens untersagt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Sicherheit und Haftung</b> .....	<b>6</b>
1.1	Allgemeines .....	6
1.2	Sicherheitshinweise.....	6
1.3	Haftung.....	7
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	7
<b>2</b>	<b>Lieferumfang</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Einführung in die UCI-Härteprüfung</b> .....	<b>11</b>
4.1	Das UCI-Verfahren .....	11
4.2	Hauptanwendungen des UCI-Verfahrens .....	12
4.3	Voraussetzungen für die Anwendung des UCI-Verfahrens.....	13
4.3.1	Fachkenntnisse des Prüfers .....	13
4.3.2	Anforderungen an die Probe .....	13
4.3.3	Beachtung des E-Moduls .....	16
4.3.4	Regelmäßige Funktionskontrolle .....	16
4.4	Auswahl der Prüfsonden .....	18
4.5	Anzuwendende Normen .....	20
<b>5</b>	<b>Verwendung und Bedienung des Gerätes</b> .....	<b>21</b>
5.1	Aufbau und Anschlüsse .....	21
5.2	Laden, Ein- und Ausschalten .....	22
5.3	Allgemeine Bedienung.....	22
5.4	Vorbereitung und Grundeinstellungen für die UCI-Härteprüfung .....	25
5.5	Das Messfenster .....	29
5.5.1	Übersicht und Einstellungen.....	29
5.5.2	Statistikfenster .....	32
5.6	Verwaltung von Messparametersätzen .....	34

---

5.7	Verwaltung von Messreihen und Serienmessungen .....	35
5.7.1	Einzelmessreihen .....	35
5.7.2	Serienmessungen .....	36
5.8	Messvorgang.....	37
5.9	Messprotokolle und Datenübertragung .....	39
5.9.1	Messreihen auf USB-Stick kopieren.....	39
5.9.2	Format der csv-Dateien.....	40
<b>6</b>	<b>Werkstoffkalibrierung .....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>Umwertung von Härtemesswerten .....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>Systemeinstellungen .....</b>	<b>48</b>
8.1	Sprache .....	48
8.2	Datum und Uhrzeit .....	48
8.3	Konfiguration .....	48
8.4	Werkseinstellungen .....	49
8.5	Systeminformationen .....	50
<b>9</b>	<b>Problembehandlung.....</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>Wartung und Support.....</b>	<b>54</b>
<b>11</b>	<b>Anhang 1: Gültigkeitsbereiche für Härteumwertungen .....</b>	<b>56</b>
<b>12</b>	<b>Anhang 2: Bestellinformationen .....</b>	<b>60</b>

# 1 Sicherheit und Haftung

## 1.1 Allgemeines

Die vorliegende Bedienungsanleitung enthält wichtige Informationen und Sicherheitshinweise für einen einwandfreien und gefahrlosen Betrieb des alphaDUR mini II. Studieren Sie diese vor der Inbetriebnahme des Prüfgeräts ausführlich. Nur Personen, die die Bedienungsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben, sollten das alphaDUR mini II verwenden. Daher sollte die Bedienungsanleitung allen diesen Personen zugänglich sein.

Unser Service-Team ([service@baq.de](mailto:service@baq.de)) freut sich über Ihre Anregungen zur Verbesserung dieser Bedienungsanleitung und steht Ihnen gerne für umfassende Unterstützung bei Fragen, die über den Inhalt dieser Anleitung hinausgehen, zur Verfügung.

## 1.2 Sicherheitshinweise

- Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor der Inbetriebnahme des alphaDUR mini II sorgfältig durch.
- Bewahren Sie die Bedienungsanleitung zum Nachschlagen auf.
- Beachten Sie alle Sicherheits- und Warnhinweise, die auf dem alphaDUR mini II angezeigt werden.
- Betreiben Sie das alphaDUR mini II nur in Bereichen, die elektrisch nicht als gefährlich eingestuft sind.
- Das alphaDUR mini II darf nicht in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
- Das alphaDUR mini II darf nicht von Kindern oder Personen verwendet werden, die unter dem Einfluss von Alkohol, Drogen oder Arzneimitteln stehen.
- Personen, die nicht mit der Bedienungsanleitung vertraut sind, dürfen das Gerät nur unter Aufsicht bedienen.
- Das alphaDUR mini II darf keinen mechanischen Belastungen, z.B. durch Stöße oder Erschütterungen, ausgesetzt sein.
- Vor der Reinigung des alphaDUR mini II muss das Gerät ausgeschaltet und das USB-Kabel abgezogen werden.
- Die Wartung muss ordnungsgemäß durchgeführt werden.
- Nach Abschluss der Wartungsarbeiten muss eine Funktionskontrolle erfolgen.
- Das alphaDUR mini II darf nicht mit beschädigten Kabeln verwendet werden.

- Bei kritischen Beschädigungen, z.B. der Isolation, muss das alphaDUR mini II sofort ausgeschaltet und das USB-Kabel abgezogen werden. Anschließend sollte umgehend der BAQ-Service kontaktiert werden.
- Das alphaDUR mini II muss vor Nässe geschützt werden.
- Der Messplatz sollte frei von magnetischen Komponenten sein, da diese die Messung beeinflussen können.

### 1.3 Haftung

Das alphaDUR mini II wurde komplett von BAQ gemäß den neuesten technologischen Standards und den geltenden Sicherheitsvorschriften entwickelt und hergestellt und verließ die Produktionsstätte in einwandfreiem Zustand. Der Betreiber trägt die Verantwortung dafür, dass alle Sicherheitshinweise in dieser Bedienungsanleitung beachtet werden. Gewährleistungs- und Haftungsansprüche infolge von Personen- und/oder Sachschäden können nicht geltend gemacht werden, wenn sie auf einer oder mehreren der folgenden Ursachen beruhen:

- Verwendung des alphaDUR mini II zu einem anderen Zweck als in dieser Bedienungsanleitung beschrieben.
- Nichtbeachtung der in dieser Bedienungsanleitung beschriebenen Informationen bzgl. Nutzung, Wartung, Reinigung und Funktionskontrolle des Prüfgerätes samt Zubehör.
- Eigenmächtige Veränderungen oder Umbauten des Prüfgerätes und/oder des Zubehörs.
- Austausch fehlerhafter Komponenten durch nicht-Original-BAQ-Ersatzteile.
- Verwendung von Zubehör, das nicht explizit von BAQ empfohlen wurde.
- Beschädigung des Prüfgerätes durch die Einwirkung von Fremdkörpern durch Unfälle, Vandalismus und höherer Gewalt.

Alle Angaben in der vorliegenden Bedienungsanleitung wurden nach bestem Wissen und Gewissen verfasst. Die BAQ GmbH übernimmt keinerlei Gewähr für die Vollständigkeit bzw. Richtigkeit und schließt jede Haftung aus.

### 1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das alphaDUR mini II darf nur bestimmungsgemäß, entsprechend der in der vorliegenden Bedienungsanleitung beschriebenen Angaben, verwendet werden. Das alphaDUR mini II dient ausschließlich zur Messung der Härte metallischer Festkörper. Es darf nur in technisch einwandfreiem Zustand und geschultem Fachpersonal betrieben werden.

## 2 Lieferumfang

### Lieferumfang:

- 1 Grundgerät alphaDUR mini II
- 2 Verbindungskabel alphaDUR mini II ↔ UCI-Sonde
- 3 Netzteil (100-240 VAC; 50/60 Hz; 1,5 A)
- 4 USB-Kabel (USB-A ↔ USB-C)
- 5 USB-Stick mit Handbüchern (PDF)
- 6 Transportkoffer
- 7 Verstellbares Umhängeband
- 8 Adapter USB-A ↔ USB-C



### Optionales Zubehör:

- a1 UCI-Sonde
- a2 BAQ-Werkzertifikat für UCI-Sonden
- a3 Zertifizierte UCI-Härtevergleichsplatte (ISO und ASTM)
- a4 Aufsetzhilfe für ebene oder gekrümmte Flächen
- a5 Handgriff für Sonden (bei 98N-Sonden im Standard-Lieferumfang enthalten)
- a6 Präzisionsmessstativ
- a7 Portabler Minidrucker

*Abbildung 1: Bestückter Koffer (Pos. 3, 7, 8 nicht sichtbar)*



Alle Artikel inkl. Bestellnummern sind im Anhang 2: Bestellinformationen aufgelistet.

### 3 Technische Daten

*Tabelle 1: Technische Daten des alphaDUR mini II*

<b>Abmessungen</b>	154 x 84 x 23 mm (H x B x T)		
<b>Gewicht</b>	430 g		
<b>Anzeige</b>	3.5"-TFT-LCD Farbdisplay 640 x 480 Pixel		
<b>Akku</b>	Integrierter Lithium-Ionen-Akku mit 6800 mAh		
<b>Betriebszeit</b>	ca. 10 h		
<b>Ladedauer</b>	ca. 4 h (von 10 auf 80 % im ausgeschalteten Zustand)		
<b>Speicher</b>	2 GB RAM, 32 GB eMMC-Flash-Memory		
<b>Temperaturbereiche</b>	Lagerung:	-20°C bis 70 °C	-4°F bis 158 °F
	Betrieb:	-15°C bis 60 °C	5°F bis 140 °F
	Laden:	0°C bis 40 °C	32°F bis 104 °F
<b>Luftfeuchtigkeit</b>	max. 90 %, nicht kondensierend		
<b>Umgebung</b>	Geeignet für den Einsatz sowohl in Innenräumen als auch im Freien		
<b>Anschlüsse</b>	USB-C (Laden und Datentransfer)		
	Buchse für Sondenkabel (CAN)		
<b>Signalgeber</b>	Status-LED		
	Beeper		
<b>Sprachen</b>	Deutsch, Englisch		

Tabelle 2: Technische Daten der UCI-Prüfsonden

<b>Messverfahren</b>	Modifizierte Vickershärte nach dem UCI-Verfahren entsprechend DIN 50159, ASTM A1038 und VDI/VDE Richtlinien 2616, Blatt 1. Die Messung des Eindrucks erfolgt unter Prüfkraft.					
<b>Eindringkörper</b>	Diamant, Vickerspyramide mit 136° entsprechend DIN EN ISO 6507 bzw. ASTM E 92					
<b>Prüfmaterialien</b>	Vorzugsweise Metalle, für die das alphaDUR mini II mittels Härtevergleichsplatten oder Referenzmaterialien kalibriert werden kann. Keramik oder Glas sind möglich, wenn Vergleichsmessungen zur Kalibrierung durchgeführt werden.					
<b>Prüfkraft</b>	3N	10N	20N	30N	49N	98N
	HV0,3	HV1	HV2	HV3	HV5	HV10
	(abhängig von der Sonde)					
<b>Abmessungen</b>	Durchmesser:	19,5 mm				
	Länge:	175 mm				
<b>Gewicht</b>	190 g					
<b>Schnittstelle</b>	CAN					
<b>Messbereich</b>	ca. 10 – 3000 HV Umwertung nach EN ISO 18265 und ASTM E140					
<b>Messgenauigkeit*</b>	< 2 % (100 – 1000 HV)					
<b>Wiederholpräzision*</b>	< 2 % (100 – 1000 HV)					
<b>Auflösung</b>	1 HV					
<b>Prüfrichtung</b>	richtungsunabhängig					
<b>Härteskalen</b>	HV, HB, HRC, HRB, HRA, HRD, HRE, HRF, HR45N, HK, N/mm <sup>2</sup>					
<b>Temperaturbereiche</b>	Lagerung:	-20°C bis 70 °C		-4°F bis 158 °F		
	Betrieb:	-15°C bis 60 °C		5°F bis 140 °F		
<b>Luftfeuchtigkeit</b>	max. 90%, nicht kondensierend					

\* Interne BAQ-Vorgabe, die bei 5 Messungen auf UCI-Härtevergleichsplatten für alle Sonden bei Auslieferung unabhängig von der Prüfkraft gilt. Die laut DIN 50159 zulässigen Abweichungen sind deutlich größer.

## 4 Einführung in die UCI-Härteprüfung

### 4.1 Das UCI-Verfahren

Das UCI-Verfahren (Ultrasonic Contact Impedance; genormt in ASTM A1038 und DIN 50159) ist dem weit verbreiteten Vickers-Verfahren nachempfunden. Im Unterschied dazu entfällt jedoch die optische Auswertung des Eindrucks unter dem Mikroskop, da der Härtewert direkt während des Eindringvorgangs bestimmt wird. Durch diese Vereinfachung ist das Verfahren besonders schnell und kann ideal für die mobile Prüfung eingesetzt werden. Zusätzlich lässt sich das UCI-Verfahren einfach automatisieren.

Ähnlich wie beim Vickers-Verfahren wird auch beim UCI-Verfahren ein Eindruck mit definierter Prüfkraft (3 – 98 N) in dem zu prüfenden Bauteil erzeugt. Als Eindringkörper wird ein Vickersdiamant mit exakt definierter Geometrie entsprechend DIN EN ISO 6507-2 verwendet, der sich am Ende eines Schwingstabs befindet. Der Schwingstab wird über Piezokristalle zu Longitudinalschwingungen angeregt, sodass dieser zunächst mit seiner Eigenresonanzfrequenz  $f_0$  bei ca. 66 kHz schwingt (siehe Abbildung 2):

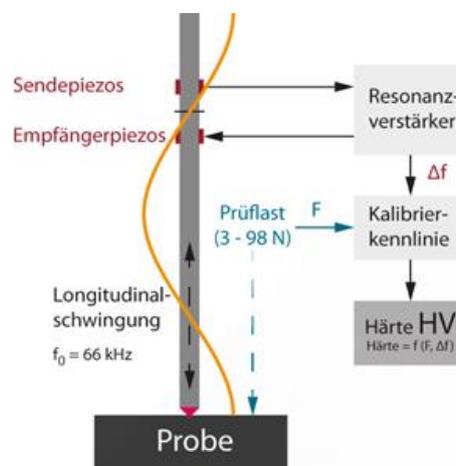


Abbildung 2: Schwingung eines UCI-Stabes

Dringt der Schwingstab mit dem Vickersdiamant während der Prüfkraftaufbringung in die Probe ein, kommt es mit zunehmender Kraft bzw. Eindringtiefe zur Dämpfung der Schwingung und einer damit verbundenen Änderung der Resonanzfrequenz, die sehr exakt gemessen werden kann. Ist die vorgegebene Prüfkraft (3 – 98 N) erreicht, wird aus der entsprechenden Differenz zu  $f_0$  der Härtewert berechnet und ausgegeben.

Die Frequenzänderung hängt generell von der Größe der Kontaktfläche zwischen Diamant und Probe und somit auch direkt von der Härte ab (je weicher das Material, desto größer die Kontaktfläche bei gegebener Prüfkraft). Grundsätzlich gilt:

$$\text{Härte} = f(F, \Delta f) \quad \text{mit:} \quad \text{Prüfkraft } F \text{ und Frequenzverschiebung } \Delta f$$

Die Frequenzänderung ist jedoch nicht nur von der Härte, sondern auch vom E-Modul des Werkstoffs abhängig. Zur Berücksichtigung des E-Moduls werden die UCI-Sonden auf Härtevergleichsplatten (Referenzplatten aus Stahl mit unterschiedlicher Härte) kalibriert. Aus diesen Kalibrierwerten wird zusammen mit der bekannten Prüfkraft und der gemessenen Frequenzdifferenz die Härte berechnet. Innerhalb einer Werkstoffgruppe (z.B. Stahl mit 200 – 220 GPa) sind die Schwankungen des E-Moduls so gering, dass der Einfluss auf den Härtewert vernachlässigt werden kann. Sollen Werkstoffe mit stark abweichendem E-Modul geprüft werden, kann eine Werkstoffkalibrierung an einem Referenzteil des zu prüfenden Materials durchgeführt werden (vgl. Kapitel 6). Dazu werden zunächst Härtemessungen auf einer stationären Prüfmaschine durchgeführt. Der so ermittelte Härtewert dient als Referenz für die folgenden UCI-Kalibriermessungen. Intern im alphaDUR mini II wird aus den UCI-Kalibriermessungen und der Referenzhärte für diesen Werkstoff eine neue Kalibrierkurve berechnet, sodass in der Folge präzise Messungen des „neuen“ Werkstoffs möglich sind.

## 4.2 Hauptanwendungen des UCI-Verfahrens

Das alphaDUR mini II ist ein mobiles UCI-Härteprüfgerät zur Messung von Metallen. Die Hauptanwendungen sind u.a.:

- Wareneingangskontrolle
- Produktionsbegleitende Qualitätskontrolle
- Mobile Prüfung „im Feld“ direkt am Bauteil
- Richtungsunabhängige Prüfung in beliebiger Orientierung
- Quasi zerstörungsfreie Prüfung durch winzige Eindrücke
- 100%-Kontrolle in Produktionslinien
- Messung an unzugänglichen Stellen, schwierigen Bauteilgeometrien und engen Platzverhältnissen
- Prüfung schwerer oder eingebauter Bauteile, die nicht bewegt werden können
- Schweißnahtprüfung
- Schichthärteprüfung
- Zeitkritische Prüfung, z.B. unmittelbar nach einer Warmbehandlung oder Oberflächenbearbeitung

Diese Anwendungen verdeutlichen die Vielseitigkeit und Bedeutung des UCI-Härteprüfverfahrens in verschiedenen Industrien und Anwendungsbereichen. Durch seine präzisen und zuverlässigen Messungen trägt es wesentlich zur Qualitätssicherung, Materialcharakterisierung und Schadensanalyse bei.

### 4.3 Voraussetzungen für die Anwendung des UCI-Verfahrens

Um die UCI-Härteprüfung mit dem alphaDUR mini II effektiv und präzise durchführen zu können, sind bestimmte Voraussetzungen zu beachten. Einige wichtige dieser Voraussetzungen werden im Folgenden erläutert.

#### 4.3.1 Fachkenntnisse des Prüfers

Um das UCI-Härteprüfverfahren erfolgreich anzuwenden, sind grundlegende Kenntnisse und Erfahrungen des Prüfers von entscheidender Bedeutung. Dies umfasst ein Verständnis für verschiedene Aspekte der Härteprüfung im Allgemeinen sowie spezifische Faktoren, die für das UCI-Verfahren relevant sind. Dazu gehören:

- Kenntnis über den Einfluss von Werkstoffeigenschaften wie der Gefügestruktur oder des E-Moduls auf die Auswahl und Anwendung des Härteprüfverfahrens
- Kenntnis über den Einfluss der Oberflächenstruktur auf den ermittelten Härtewert
- Verständnis für die Umwertung der UCI-Härtewerte (Referenz) in andere Härteskalen sowie für den Vergleich mit anderen Härteprüfverfahren
- Praktische Erfahrung im Umgang mit den UCI-Sonden

#### 4.3.2 Anforderungen an die Probe

Das UCI-Verfahren ist grundsätzlich für die Prüfung nahezu aller metallischen Werkstoffe geeignet. Allerdings können die Eigenschaften der Probe auch beim UCI-Verfahren einen erheblichen Einfluss auf die Messergebnisse haben, wie es bei jeder Art der Härteprüfung der Fall ist. Neben der Oberflächenstruktur spielen Probendicke und -gewicht sowie die Homogenität eine wichtige Rolle. Häufige Ursachen für starke Streuungen der Messwerte oder große Abweichungen vom erwarteten Härtewert sind eine zu große Oberflächenrauheit oder eine zu geringe Wandstärke. Daher ist es vor der Prüfung wichtig, die Eignung der Probe zu überprüfen und gegebenenfalls eine Probenpräparation durchzuführen.

Nachfolgende Voraussetzungen bzgl. der Probe müssen für eine zuverlässige und reproduzierbare UCI-Härteprüfung erfüllt sein:

*Tabelle 3: Anforderungen an die Probe für die UCI-Härteprüfung*

<b>Mindestdicke (ohne Ankopplung)</b>	> 4 mm (abhängig von der Bauteilgeometrie)																	
<b>Mindestgewicht (ohne Ankopplung)</b>	> 100 g (abhängig von der Bauteilgeometrie)																	
<b>Mindestabstände</b>	Zum Rand: 5 mm Zwischen zwei Eindrücken: 1 mm																	
<b>Max. Oberflächenrauheit</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"><b>Prüfkraft</b></th> <th colspan="2"><b>Ra<sub>max</sub> in µm</b></th> </tr> <tr> <th><b>DIN 50159</b></th> <th><b>ASTM A1038</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>98 N</td> <td>1,0</td> <td>15,0</td> </tr> <tr> <td>49 N</td> <td>0,8</td> <td>10,0</td> </tr> <tr> <td>10 N</td> <td>0,5</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>3 N</td> <td>k.A.</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Prüfkraft</b>	<b>Ra<sub>max</sub> in µm</b>		<b>DIN 50159</b>	<b>ASTM A1038</b>	98 N	1,0	15,0	49 N	0,8	10,0	10 N	0,5	5,0	3 N	k.A.	2,5
	<b>Prüfkraft</b>		<b>Ra<sub>max</sub> in µm</b>															
		<b>DIN 50159</b>	<b>ASTM A1038</b>															
	98 N	1,0	15,0															
	49 N	0,8	10,0															
10 N	0,5	5,0																
3 N	k.A.	2,5																
<b>Prüfumgebung</b>	Die Probe darf während der Prüfung keine Bewegungen ausführen oder Schwingungen/Vibrationen ausgesetzt sein. Die Umgebungsbedingungen, einschließlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit, können die Härtemessungen beeinflussen.																	
<b>Oberfläche</b>	Sauber, trocken und frei von Oxiden, Fremd- und Schmierstoffen (ggf. Anschleifen, z.B. mit Schleifpapier und Reinigung der Oberfläche, z.B. mit Isopropylalkohol)																	
<b>Min. Schichtdicke</b>	10 x Eindringtiefe (vgl. Abbildung 4)																	

Im Gegensatz zum Vickers-Verfahren, bei dem die Diagonalen des Härteeindrucks ausgemessen werden, deren Eckpunkte sich bei rauen Oberflächen teilweise nicht exakt bestimmen lassen, geht beim UCI-Verfahren die gesamte Kontaktfläche in die Berechnung des Härtewerts ein. Dies hat eine integrierende Wirkung, weshalb die Streuungen der Messwerte beim UCI-Verfahren deutlich geringer sind. Sollten die in Tabelle 3 angegebenen maximalen Rautiefen überschritten werden kann die

Probenoberfläche zur Einhaltung der Vorgaben z.B. mit Schleifpapier entsprechend präpariert werden. Dabei ist es ausreichend die Messstelle partiell anzuschleifen, wobei die folgende Tabelle als Orientierungshilfe dient:

*Tabelle 4: Erzielbare  $R_a$ -Werte durch Anschleifen*

<b>Korngröße nach FEPA-Standard</b>	120	180	240
<b>Erreichbare Rautiefe <math>R_a</math></b>	ca. 1,2 $\mu\text{m}$	ca. 1,0 $\mu\text{m}$	ca. 0,6 $\mu\text{m}$

### Ankoppeln/Einbetten

Beim UCI-Verfahren oszilliert der UCI-Stab mit einer Frequenz von über 66 kHz. Diese Schwingungen überträgt der UCI-Stab während der Messung auf die Probe, wo sie sich ausbreiten und an Grenzflächen reflektiert werden. Dies kann insbesondere bei kleinen oder dünnen Bauteilen sowie bei Messungen direkt am Rand zu Resonanzen innerhalb des Bauteils führen, was die Messergebnisse beeinträchtigen würde.

Um diesen Effekt zu vermeiden, kann die Probe beispielsweise mithilfe eines dünnen Ölfilms an einer festen Unterlage angekoppelt werden. Als Unterlage ist eine massive Stahlplatte zu empfehlen wie sie z.B. beim Präzisionsmessstativ vorhanden ist.

Eine ähnliche Wirkung kann durch das Einbetten der Probe erreicht werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass keine Luftspalte zwischen Probe und Einbettmasse entstehen.

### Homogenität

Wie bei der konventionellen Vickersprüfung sind die erzeugten Eindrücke beim UCI-Verfahren vergleichsweise klein. Daher können lokale Unterschiede in den Materialeigenschaften, einschließlich des E-Moduls, die gemessenen Härtewerte beeinflussen. Eine gleichmäßige Homogenität des Werkstoffs ist daher entscheidend für eine verlässliche UCI-Härteprüfung. Um zuverlässige Härtewerte zu gewährleisten, muss der Eindruck zwingend deutlich größer sein als die Korngröße des Werkstoffs der Probe. Bei einigen Gusswerkstoffen ist dies selbst bei einer Prüfkraft von 98 N möglicherweise nicht mehr gewährleistet. In diesem Fall kann z.B. das Rückprallhärteprüfgerät dynaROCK III zum Einsatz kommen (siehe [www.baq.de](http://www.baq.de)).

### 4.3.3 Beachtung des E-Moduls

Das UCI-Verfahren beruht auf der Messung der Frequenzänderung während der Prüfkraftaufbringung. Diese Frequenzänderung ist jedoch nicht nur von der Härte, sondern auch vom E-Modul des Werkstoffs abhängig.

Die UCI-Sonden werden werkseitig auf sog. Härtevergleichsplatten (Referenzplatten aus Stahl mit unterschiedlicher Härte) mit einem E-Modul von 210 GPa kalibriert. Die Sonden können daher in der Regel ohne Weiteres für Werkstoffe mit einem E-Modul von  $210 \pm 10$  GPa verwendet werden, da der Einfluss geringer Schwankungen des E-Moduls auf den Härtewert vernachlässigt werden kann.

Sollen Werkstoffe mit stärker abweichendem E-Modul geprüft werden, sollte eine Werkstoffkalibrierung an einem Referenzteil des zu prüfenden Materials durchgeführt werden (vgl. Kapitel 6). Dazu werden zunächst Härtemessungen mit einer stationären Prüfmaschine durchgeführt. Die damit ermittelte Kalibrierung wird im alphaDUR mini II für Messungen an diesem Werkstoff gespeichert.

### 4.3.4 Regelmäßige Funktionskontrolle

Das alphaDUR mini II bildet in Kombination mit den Prüfsonden ein sehr robustes Messsystem, das bei ordnungsgemäßer Handhabung über viele Jahre hinweg zuverlässig funktioniert. Dennoch ist es ratsam, regelmäßige Überprüfungen durchzuführen. Zu diesen gehören:

- Die optische Überprüfung des Diamanten unter dem Mikroskop
- Die Überprüfung von Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit auf Härtevergleichsplatten gemäß DIN 50159 bzw. ASTM A1038 (vgl. Tabelle 5)
- Die regelmäßige Wartung inkl. Kalibrierung durch BAQ GmbH oder einen autorisierten Servicepartner, um die Genauigkeit der Messungen über den gesamten Härtebereich entsprechend den einschlägigen Normen sicherzustellen (es wird ein jährlicher Zyklus empfohlen)

In der DIN 50159-1 ist die periodische Überprüfung von UCI-Prüfgeräten durch den Anwender detailliert beschrieben. Vor der Verwendung des Prüfgerätes wird empfohlen mindestens drei Messungen auf einer geeigneten Härtevergleichsplatte durchzuführen, wobei der Mittelwert eine kleinere Grenzabweichung haben muss als in der Tabelle angegeben.

*Tabelle 5: Zulässige Messabweichung*

Härteskala	Grenzabweichung [%]			
	< 250 HV	250 HV bis < 500 HV	500 HV bis 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** Die interne Anforderung von BAQ ist deutlich strenger als die Vorgaben in der Norm. Es werden nur Sonden ausgeliefert, deren Grenzabweichung in sämtlichen Härtebereichen < 2 % bei jeweils 5 Messungen beträgt.

**i** Falls bei der Überprüfung Beschädigungen des Diamanten oder zu starke Abweichungen/Streuungen der Messwerte festgestellt werden, sollte das Prüfgerät umgehend zur Wartung an BAQ oder einen autorisierten Servicepartner geschickt werden.

**i** Laut DIN 50159 – 2 sollten zur Funktionskontrolle nur Härtevergleichsplatten mit einem Durchmesser > 50 mm, einer Dicke > 15 mm und einem E-Modul von  $210 \pm 10$  GPa verwendet werden. Kleinere Härtevergleichsplatten sind zwingend anzukoppeln.

**!** Zu den am häufigsten fälschlicherweise verwendeten Härtevergleichsplatten zählen dreieckige Vickersplatten mit einer Dicke von 6 mm sowie HRC-Platten. Bei Letzteren ist die Oberflächenbearbeitung für die UCI-Prüfung nicht zulässig, da sie zu geringe UCI-Härtewerte zur Folge haben kann.

**!** Bei der Überprüfung des alphaDUR mini II muss zwingend der zur Härtevergleichsplatte (oder des verwendeten Referenzteils) passende Werkstoff eingestellt sein und es muss die korrekte Härteskala verwendet werden (bei standard-UCI-Härtevergleichsplatten demzufolge Werkstoff Standard/Stahl und HV).

#### 4.4 Auswahl der Prüfsonden

Die UCI-Prüfsonden sind mit verschiedenen Prüfkraften von 3 N (HV0,3) bis 98 N (HV10) und in unterschiedlichen Bauformen erhältlich. Zusätzlich zu den Standard-Sonden gibt es für spezielle Anwendungen wie die Messung an Zahnflanken auch die Option der SL-Sonden bzw. SL-L Sonden (vgl. Abbildung 3).

Sämtliche Sonden sind für alle Härtebereiche geeignet und unterscheiden sich nur in der Handhabung und der Größe der Eindrücke. Die Wahl der Prüfkraft hängt daher vor allem von der Oberflächenrauheit der Probe ab. Prinzipiell gilt:

**„Je größer die Oberflächenrauheit der Probe,  
desto größer die Prüfkraft der Sonde“**



Abbildung 3: Standard UCI-Prüfsonde (oben); SL-Sonde (Mitte); SL-L-Sonde (unten)

Eine Orientierungshilfe zur Auswahl der richtigen Prüfkraft liefern die in der DIN 50159-1 beispielhaften Anwendungsfälle:

Tabelle 6: Zulässige  $R_a$ -Werte und typische Anwendungen in Abhängigkeit der Prüfkraft

Prüfkraft	$R_{a,max}$ in $\mu\text{m}$		Typische Anwendungen
	DIN 50159	ASTM A1038	
98 N	1,0	15,0	Kleine Schmiedeteile, Schweißnahtprüfung, Prüfung der Wärmeeinflusszone
49 N	0,8	10,0	Induktions- bzw. einsatzgehärtete Maschinenteile, z. B. Nockenwellen, Turbinen, Schweißnähte, Prüfung der Wärmeeinflusszone
10 N	0,5	5,0	Ionennitrierte Prägwerkzeuge und Matrizen, Formen, Pressen
3 N	k.A.	2,5	Schichten, z. B. Kupfer- und Chromschichten auf Stahlzylindern ( $t \geq 0,040$ mm), Kupfertiefdruckzylinder, Beschichtungen, gehärtete Schichten ( $t \geq 0,020$ mm)

Bei einigen Anwendungen darf die Probenoberfläche durch die Härteprüfung nicht bzw. nur so wenig wie möglich beschädigt werden. Generell gilt das UCI-Verfahren aufgrund der kleinen Eindrücke als nahezu zerstörungsfrei. In Abbildung 4 ist die Eindringtiefe in Abhängigkeit von der Probenhärte und der Prüfkraft aufgetragen.

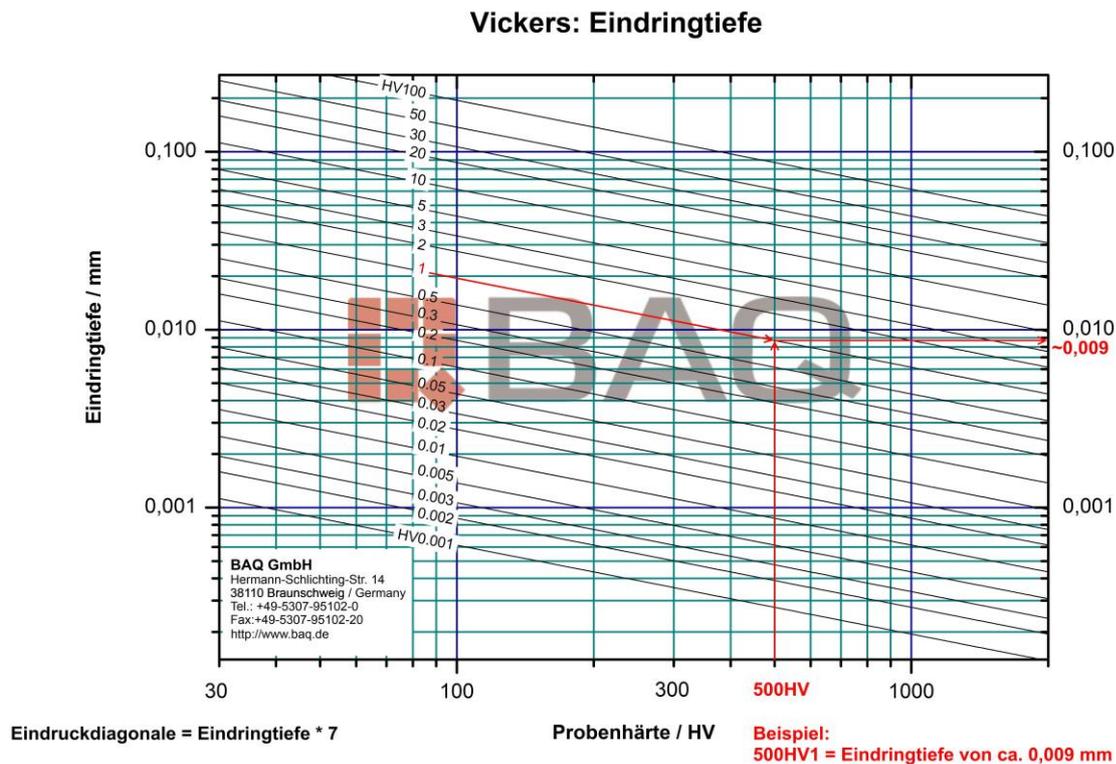


Abbildung 4: Diagramm Eindringtiefe

In nachfolgender Tabelle sind für drei beispielhafte Probenhärten die entsprechenden Eindrücktiefen und -diagonalen in Abhängigkeit der Prüfkraft dargestellt. Dies liefert einen Eindruck über die Verhältnisse.

Tabelle 7: Eindringtiefen und-diagonalen in  $\mu\text{m}$  bei verschiedenen Prüfkraften und Härten

Härte	HV0,3		HV1		HV5		HV10	
	Diag.	Tiefe	Diag.	Tiefe	Diag.	Tiefe	Diag.	Tiefe
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

### Härteprüfung von Beschichtungen

Mit dem UCI-Verfahren kann auch die Härte von Beschichtungen geprüft werden. Um einen Einfluss durch den Grundwerkstoff zu vermeiden, sollte die Eindringtiefe des Vickers-Diamanten maximal ein Zehntel der Schichtdicke betragen. Zur Orientierung kann das Diagramm aus Abbildung 4 verwendet werden.

## 4.5 Anzuwendende Normen

Das UCI-Verfahren unterliegt verschiedenen nationalen und internationalen Normen. Durch die Einhaltung dieser Richtlinien können Sie sicherstellen, dass ihre Härtemessungen den anerkannten Industriestandards entsprechen und somit verlässliche Ergebnisse liefern. Für die UCI-Prüfung gelten:

- DIN 50159                      Härteprüfung nach dem UCI-Verfahren
- ASTM A1038                 Standardprüfverfahren für die mobile Härteprüfung nach dem UCI-Verfahren (Ultrasonic Contact Impedance)

Zusätzlich gelten folgende Normen für die Härteumwertung in andere Härteskalen:

- ASTM E140                    Standardtabellen zur Härteumwertung von Metallen zwischen den Härteskalen Brinell, Vickers, Rockwell, Oberflächenhärte, Knoop, Skleroskop und Leeb
- DIN EN ISO 18265         Umwertung von Härtewerten

## 5 Verwendung und Bedienung des Gerätes

Das folgende Kapitel bietet eine umfassende Einführung in das UCI-Härteprüfgerät alphaDUR mini II. Es wird ein detaillierter Überblick über den grundlegenden Aufbau sowie die praktische Handhabung gegeben, um einen reibungslosen Einstieg in die Nutzung dieses Geräts zu ermöglichen.

### 5.1 Aufbau und Anschlüsse



Abbildung 5: Anschlüsse und Bedienelemente

Tabelle 8: Anschlüsse und Bedienelemente

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
1	Status-LED	Leuchtet, wenn das alphaDUR mini II eingeschaltet ist. Wird das alphaDUR mini II im ausgeschalteten Zustand geladen, leuchtet die LED mit reduzierter Helligkeit.
2	USB-C	Schnittstelle zum Laden und zur Datenübertragung an PC oder USB-Stick.
3	Anschlussbuchse für UCI-Sonden	Anschlussbuchse für das Sondenkabel mit Markierung und Push-Pull Verriegelung.
4	Display	3.5"-TFT-LCD Farbdisplay zur Anzeige.
5	Tastenfeld	Tasten zur Bedienung des Prüfgerätes.
6	Befestigungsbohrung	Dient zur Fixierung des Umhängebands.

## 5.2 Laden, Ein- und Ausschalten

Vor der erstmaligen Nutzung des alphaDUR mini II muss es vollständig mit dem beigegeführten Netzteil aufgeladen werden. Dazu ist das mitgelieferte USB-Kabel sowohl mit dem Gerät als auch mit dem Netzteil zu verbinden. Anschließend kann das Netzteil, gegebenenfalls unter Verwendung eines länderspezifischen Adapters, in eine Steckdose eingesteckt werden. Ist das Gerät eingeschaltet, ist im Batteriesymbol in der Statuszeile ein Blitz dargestellt. Wird das alphaDUR mini II im ausgeschalteten Zustand aufgeladen, leuchtet die Status-LED mit reduzierter Helligkeit.



Die Ladedauer von 10 auf 80 % beträgt ca. 4 Stunden.



Bei zu langsamem Stecken wird das Gerät sicherheitshalber mit reduzierter Geschwindigkeit geladen, da das Power-Management des Gerätes Netzteil und USB-Kabel nicht innerhalb des vorgegebenen Zeitlimits als „sicher“ identifizieren konnte.

Das Ein- und Ausschalten des alphaDUR mini II erfolgt über die POWER-Taste. Sobald das Gerät eingeschaltet wurde leuchtet die Status-LED durchgehend und nach kurzer Zeit erscheint das BAQ-Boot-Logo. Nachdem das Gerät vollständig hochgefahren wurde, wird entweder das Hauptmenü (ohne angeschlossene Prüfsonde) oder direkt das Messfenster mit den letzten Einstellungen aufgerufen (bei angeschlossener Prüfsonde).

## 5.3 Allgemeine Bedienung

### Statuszeile

Im oberen Bereich des Displays wird stets die Statuszeile angezeigt. Diese beinhaltet neben der Uhrzeit auch den Akkuladestand. Je nach Ladezustand werden die folgenden Symbole angezeigt:



Das alphaDUR mini II wird gerade aufgeladen



Das alphaDUR mini II ist ausreichend geladen



Das alphaDUR mini II sollte aufgeladen werden

## Texteingabe

Bei der Speicherung von Messdaten, Messparametern oder Werkstoffen sind Texteingaben erforderlich. In diesen Fällen wird das Texteingabefenster geöffnet (vgl. Abbildung 6).



Abbildung 6: Texteingabedialog

Im oberen Feld (im folgenden Textfeld genannt) wird der eingegebene Text angezeigt. In den darunter liegenden Reihen sind die Zeichen dargestellt, die ausgewählt werden können. Unterhalb der Zeichen befindet sich eine Leiste mit Schaltflächen zur Steuerung, die mit folgenden Funktionen belegt sind:

- A/a            Umschalten zwischen Groß- und Kleinschreibung
- OK             Text übernehmen und Texteingabefenster schließen
-         Löschen des letzten Zeichens
- Abbruch        Texteingabefenster wird geschlossen ohne den Text zu übernehmen

### Wichtige Tastenfunktionen bei der Texteingabe

- DEL:            Löschen des letzten Zeichens
- ESC:            Texteingabefenster wird geschlossen ohne den Text zu übernehmen
- :        Wechsel zwischen dem Textfeld, der Symboltabelle und den Buttons

### Zahleingabe

Ein Zahlenfeld dient zur Eingabe von Zahlen. Es besteht meist aus mehreren Stellen, die einzeln geändert werden können. Die aktive Stelle ist farbig markiert. Mit den Cursortasten ◀ und ▶ kann der Fokus zwischen den Stellen gewechselt werden. Die aktive Ziffer kann durch Drücken der Cursortasten ▲ und ▼ verändert werden. Eine weitere, führende Stelle zur Eingabe größerer Zahlenwerte kann durch Cursor ◀ erzeugt werden. Beispiele für Zahleneingabefelder sind u.a. die in Abbildung 7 dargestellten Eingaben von Obergrenze, Untergrenze und Anzahl für Statistik im Messparameterdialog:



Abbildung 7: Zahleingabefelder

Wichtige Tastenfunktionen bei der Zahleingabe:

- DEL: Zurücksetzen der Zahleneingabe auf ‘-‘
- ↶: Die Eingabe wird übernommen und das nächste Feld wird aktiv

### Auswahldialoge

Im alphaDUR mini II gibt es an diversen Stellen Auswahldialoge, z.B. wenn eine Messreihe oder Serienmessung fortgesetzt, gelöscht, angezeigt oder auf einen USB-Stick übertragen werden soll. In Abbildung 8 ist als Beispiel die Auswahl einer Messreihe einer Serienmessung dargestellt.

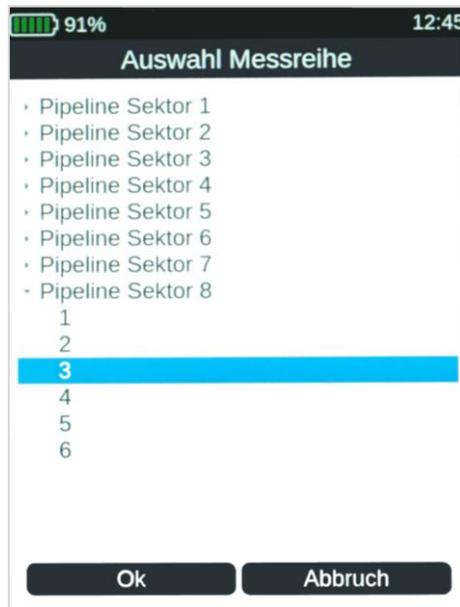


Abbildung 8: Auswahldialog

In diesen Dialogen wird zunächst der gewünschte Datensatz mit den Pfeiltasten angewählt. Der Wechsel auf den OK-Button erfolgt anschließend mit . Durch Drücken von ENTER wird die entsprechende Aktion dann ausgeführt.

## 5.4 Vorbereitung und Grundeinstellungen für die UCI-Härteprüfung

### Anschluss der Sonde

Die UCI-Sonden werden über das mitgelieferte Sondenkabel mit dem alphaDUR mini II verbunden. Um Fehler zu vermeiden, ist das Stecken nur in einer bestimmten Orientierung möglich (rote Markierungen müssen beim Stecken übereinander liegen).

Die Steckverbindungen verfügen über eine Push-Pull Verriegelung, die einen zuverlässigen Schutz vor Vibrationen oder Kabelzug bietet. Während des Betriebs bleiben sie sicher verriegelt und lösen sich nicht von selbst. Um die Verbindung zu lösen, genügt ein axiales Ziehen am äußeren Steckkörper.



Die Sonden können auch nach dem Einschalten des alphaDUR mini II angeschlossen werden. Ein Sondenwechsel während des Betriebs ist ebenfalls möglich.

## Vorbereitung

Vor der eigentlichen Messung mit dem alphaDUR mini II, sollte zunächst die einwandfreie Funktionalität des Geräts mithilfe einer geeigneten UCI-Härtevergleichsplatte überprüft werden (Empfehlung: tägliche Überprüfung). Zudem ist sicherzustellen, dass die Probe für die UCI-Prüfung geeignet ist, eine passende Werkstoffkalibrierung vorliegt und die Probe bei Bedarf gemäß den Anweisungen in Kapitel 4.3.2 entsprechend vorbereitet wurde.

## Einstellung der Messparameter

Die gewünschten Messparameter müssen je nach Anforderungen eingestellt werden, wobei die Prüfkraft der angeschlossenen Prüfsonde automatisch erkannt wird. Der Messparameter-Dialog kann entweder über den Menüpunkt **Messparameter / Bearbeiten** oder aber im Messfenster mithilfe des Settings-Buttons geöffnet werden. Generell gibt es die in Abbildung 9 dargestellten und darauffolgend beschriebenen Messparameter:



The screenshot shows a mobile application interface for setting measurement parameters. At the top, there is a status bar with a battery icon at 95% and the time 14:41. Below this is a title bar labeled 'Messparameter'. The main content area contains several settings:

- Werkstoff:** A dropdown menu currently showing 'Standard/Stahl UCI ISO'.
- Härteskala:** A dropdown menu currently showing 'HV'.
- Obergrenze:** A text input field containing the value '250'.
- Untergrenze:** A text input field containing the value '210'.
- Anzahl für Statistik:** A text input field containing the value '5'.
- Protokolldruck:** A toggle switch that is currently turned on (indicated by an 'X' in a circle).

At the bottom of the dialog, there are two buttons: 'Ok' and 'Abbruch'.

Abbildung 9: Einstellung der Messparameter

### Werkstoff

Hierbei handelt es sich um die aktuell ausgewählte Werkstoffkalibrierung. Ab Werk ist nur der Werkstoff Standard/Stahl verfügbar, der zum Prüfen von Werkstoffen mit einem E-Modul von  $210 \pm 10$  GPa verwendet werden kann.

Werkstoffe, die nicht für die gewählte Umwertungsnorm (DIN EN ISO 18265 oder ASTM E140) gelten, sind ausgegraut. Weitere Informationen zur Werkstoffkalibrierung sind im Kapitel 0 zu finden. Im Messfenster kann der Werkstoff mithilfe der MAT-Taste gewechselt werden.

### Härteskala

Dies ist die Härteskala, in der die Messwerte angezeigt werden, wobei die Vickershärte dabei immer als Referenzskala dient. Wenn eine andere Härteskala ausgewählt wurde, werden die Messwerte (falls möglich) entsprechend umgewertet (vgl. Anhang 1: Gültigkeitsbereiche für Härteumwertungen). Die Härteskala kann im Messfenster mithilfe der SCALE-Taste umgeschaltet werden.



Härtewerte, die nicht in die neue Härteskala umgewertet werden können, werden als 0 angezeigt.

### Bewertungsgrenzen

Es handelt sich um eine hilfreiche Funktion zur Identifizierung von Messwerten, die außerhalb von individuell einstellbaren Sollwerten liegen. Es kann eine Ober- und/oder eine Untergrenze eingestellt werden. Ist bei einem Grenzwert '-' eingetragen, ist der entsprechende Grenzwert inaktiv.

Liegt ein Messwert außerhalb der eingestellten Grenzen, wird dieser rot markiert und es ertönt ein akustisches Warnsignal (zwei kurze Töne). Zusätzlich zeigt ein Pfeil an, ob der Wert zu hoch oder niedrig ist. Liegt der Messwert hingegen innerhalb der Grenzen wird dieser grün dargestellt und es ertönt ein einfaches Signal.

Grenzwerte werden stets nur für eine Härteskala gespeichert. Wenn Grenzwerte für eine andere Härteskala eingegeben werden, werden die zuvor eingegebenen überschrieben.

### Anzahl für Statistik

Hier wird festgelegt, nach wie vielen Messungen (n) eine statistische Auswertung erfolgen soll. Ist n erreicht ist, wird automatisch das Statistikfenster geöffnet (vgl. Kapitel 5.5.2). Diese

Funktion bietet dementsprechend eine Zwischeninformation innerhalb einer Messreihe. Ist der Wert auf 0 gesetzt, erfolgt keine automatische zwischenzeitliche statistische Auswertung.

### Protokolldruck

Ist ein Protokolldrucker angeschlossen, kann die zeilenweise Protokollierung der Messwerte hier ein- und ausgeschaltet werden. Diese Funktion kann nur aktiviert werden, wenn ein Drucker am alphaDUR mini II angeschlossen ist.



Ist der Protokolldruck aktiviert, ist das Löschen von Messwerten deaktiviert.

### Prüfkraft

Die Prüfkraft der Sonde ist ein Messparameter, der nicht vom Benutzer eingestellt werden kann, sondern nur von der angeschlossenen Sonde abhängt und von dieser automatisch an das alphaDUR mini II übermittelt wird. Die Prüfkraft wird in der Vickers-Skala angezeigt.



Nach dem Einschalten des alphaDUR mini II sind zunächst immer die zuletzt verwendeten Messparameter aktiv. Die Messparameter Werkstoff, Härteskala und Bewertungsgrenzen können direkt im Messfenster eingestellt werden.



Für regelmäßig wiederkehrende Messaufgaben besteht die Möglichkeit, Messparametersätze zu speichern und zu laden (siehe Kapitel 5.6).

## 5.5 Das Messfenster

### 5.5.1 Übersicht und Einstellungen

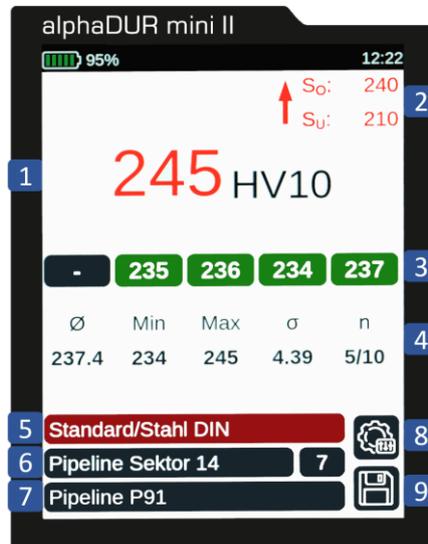


Abbildung 10: Messfenster

Tabelle 9: Messfenster

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
1	Härtewert u. Härteskala	Letztes Messergebnis mit entsprechender Härteskala.
2	Grenzwerte	Individuell eingestellte Bewertungsgrenzen.
3	Messwerthistorie	Anzeige der letzten fünf Messwerte.
4	Statistik	Statistische Auswertung der aktiven Messreihe mit Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Minimalwert/Maximalwert (Min/Max), Standardabweichung ( $\sigma$ ) und Anzahl der Messungen (n; gelöschte Messwerte werden nicht mitgezählt).
5	Werkstoff	Aktuell verwendete Werkstoffkalibrierung (ab Werk ist lediglich Standard/Stahl verfügbar).
6	Name und Nr. der Messreihe / Serienmessung	Bezeichnung der benutzerdef. Messreihe/Serienmessung (falls geladen) und Nr. der Messreihe einer Serienmessung.
7	Name des Messparametersatzes	Bezeichnung eines benutzerdefinierten Messparametersatzes (falls geladen).
8	Einstellungen	Einstellung der Messparameter.
9	Speichern	Speichern der aktuellen Messung.

Zur unmittelbaren Beurteilung der Messwerte, werden diese im alphaDUR mini II teilweise farbig dargestellt bzw. hinterlegt. Dies ist sowohl im Messfenster (Härtewert und Messwerthistorie) als auch im Statistikfenster bei der Einzelmesswertanzeige (vgl. Kapitel 5.5.2) der Fall. Die Farben haben dabei folgende Bedeutungen:

*Tabelle 10: Farbkonfiguration der Messwerte*

<b>Farbe</b>	<b>Bedeutung</b>
Dunkelgrau	Messwert ohne dass Bewertungsgrenzen eingegeben wurden
Grün	Messwert liegt innerhalb der Bewertungsgrenzen
Rot	Messwert liegt außerhalb der Bewertungsgrenzen
Orange	Der umgewertete Härtewert liegt außerhalb des Definitionsbereichs der Umwertung, kann aber als Näherungswert benutzt werden
Hellgrau	gelöschter Messwert

Zur Vereinfachung der Bedienung des alphaDUR mini II sind bestimmte Tasten im Messfenster mit speziellen Funktionen belegt. Dazu zählen:

#### -Taste:

Die sog. TOGGLE-Taste wird zur Navigation innerhalb des Messfensters verwendet, um zwischen verschiedenen Bereichen und Eingabefeldern zu wechseln. Dazu muss der Togglemodus durch einfaches Drücken der TOGGLE-Taste zunächst aktiviert werden. Anschließend kann zwischen der Obergrenze, der Untergrenze, den Settings und Speichern gewechselt werden. Das aktive Feld ist farblich gekennzeichnet, sodass Einstellungen vorgenommen oder Funktionen ausgeführt werden können.



Im Togglemodus sind die Tasten SCALE, MAT, DEL und STAT deaktiviert.

#### SCALE-Taste:

Durch die SCALE-Taste wird die Härteskala geändert. In den Systemeinstellungen kann bestimmt werden, ob die Skala automatisch auf die nächste gültige Skala umgeschaltet oder ein Dialog zur Auswahl geöffnet werden soll (vgl. Kapitel 8.3). Sämtliche bisher

aufgenommenen Messungen sowie die dazugehörige Statistik werden, falls möglich, automatisch in die neue Härteskala umgewertet (vgl. Kapitel 7).



Härtewerte, die nicht in die neue Härteskala umgewertet werden können, werden als 0 angezeigt.

**MAT-Taste:**

Durch die MAT-Taste wird der Werkstoff geändert. In den Systemeinstellungen kann bestimmt werden, ob der Werkstoff automatisch auf den nächsten für die aktuelle Umwertungsnorm gültigen Werkstoff umgeschaltet wird oder ein Dialog zur Auswahl geöffnet werden soll (vgl. Kapitel 8.3). Ist die aktuell gewählte Härteskala für den neuen Werkstoff nicht definiert, wird die Härteskala automatisch auf HV zurückgesetzt.



Bei einem Wechsel des Werkstoffs werden die bereits aufgenommenen Messwerte automatisch gelöscht und ggf. eingegebene Grenzen sowie ein eventuell geladener Messparametersatz werden zurückgesetzt.

**DEL-Taste:**

Mit der DEL-Taste wird der letzte Messwert gelöscht. Dieser wird dadurch in die Messwerthistorie übernommen und ausgegraut dargestellt. Durch erneute Betätigung der DEL-Taste kann daraufhin der vorletzte Messwert gelöscht werden (usw.).



Wurden bereits sechs oder mehr Messwerte gelöscht, werden anschließend auch in der Messwerthistorie nicht mehr angezeigte Messwerte gelöscht.

**STAT-Taste:**

Mit der STAT-Taste wird das Statistikfenster geöffnet bzw. zwischen dem Statistikfenster und der Einzelmesswertansicht gewechselt (vgl. Kapitel 5.5.2).

### 5.5.2 Statistikfenster

Das Statistikfenster wird angezeigt, sobald:

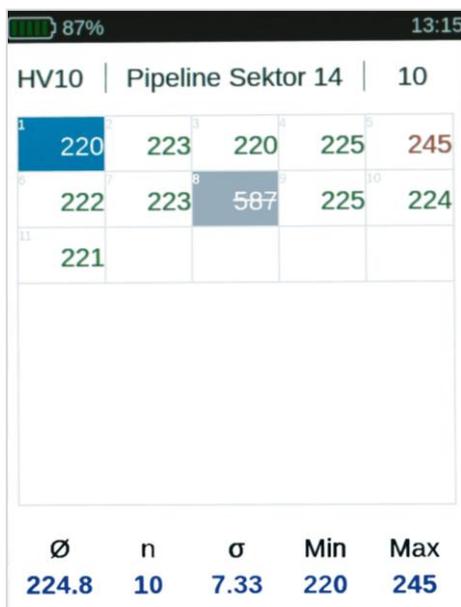
- die in den Messparametern vorgegebene Anzahl von Messungen erreicht wurde,
- die STAT-Taste gedrückt wurde,
- eine Messreihe einer Serienmessung vollständig ist
- oder über das Menü **Messreihe / Anzeigen** eine Messreihe aufgerufen wird.

In Abbildung 11 ist ein beispielhaftes Statistikfenster dargestellt.

Header		Härteskala   Name Messreihe/Serienmessung   Nr. der Messreihe einer Serienmessung	
HV10   Pipeline Sektor 14   10		$\emptyset$	Mittelwert
$\emptyset$	Min	Max	n
224.8	220	245	10
$\Delta$	$\Delta\%$	$\sigma$	$\sigma\%$
25	11.1	7.33	3.3
$n_{\checkmark}$	$n_{\checkmark}\%$	$n_{\times}$	$n_{del}$
9	90	1	1

Abbildung 11: Statistikfenster

Wird die STAT-Taste im Statistikfenster gedrückt, wird auf die Anzeige der Einzelmesswerte gewechselt. Hier werden alle Messwerte der Messreihe durchnummeriert und mit der in Tabelle 10 beschriebenen Farbkennzeichnung angezeigt. Abbildung 12 zeigt die Abbildung 11 entsprechende beispielhafte Ansicht der Einzelmesswerte:



1	2	3	4	5
220	223	220	225	245
222	223	587	225	224
221				
Ø	n	σ	Min	Max
224.8	10	7.33	220	245

Abbildung 12: Einzelmesswertanzeige

Der aktuell angewählte Messwert ist durch eine farbige Markierung gekennzeichnet. Mit den Pfeiltasten kann zwischen den Messwerten gewechselt werden. Der aktuell angewählte Messwert kann mit der DEL-Taste gelöscht werden. In diesem Fall wird der Messwert durchgestrichen und ausgegraut dargestellt und die Statistik wird umgehend entsprechend angepasst. Falls Messwerte gelöscht wurden, erfolgt beim Schließen des Statistikfensters eine Abfrage, ob die Änderungen übernommen oder verworfen werden sollen.



Bei aktiviertem Protokolldruck ist das Löschen von Messwerten gesperrt. Bei einer über den Menüpunkt **Datenverwaltung / Messreihe anzeigen** aufgerufenen Messreihe ist das nachträgliche Löschen von Messwerten ebenfalls nicht möglich.

Das Statistikfenster wird mit ESC geschlossen. Ist die vorgegebene Anzahl der Messungen noch nicht erreicht (weil die Statistik vor Erreichen der gewünschten Anzahl mit der Taste STAT aufgerufen oder ein Messwert beim Bearbeiten gelöscht wurde), wird die Messung fortgesetzt.

In der Konfiguration (vgl. Kapitel 8.3) kann festgelegt werden, ob neben der allgemeinen Speicherabfrage beim Verlassen des Messfensters auch eine Speicherabfrage beim Verlassen des Statistikfensters erfolgen soll, falls die vorgegebene Anzahl von Messwerten vorliegt. In diesem Fall

werden die aktuellen Messwerte als Messreihe gespeichert und die vorgegebene Anzahl für Statistik wird zurückgesetzt, sodass die Messreihe anschließend fortgesetzt werden kann.

## 5.6 Verwaltung von Messparametersätzen

Generell gibt es die in Kapitel 5.4 beschriebenen Messparameter. Im alphaDUR mini II können Kombinationen dieser Messparameter unter einem benutzerdefinierten Namen gespeichert werden. Auf diese Weise können die für bestimmte Anwendungen benötigten Messparameter bequem abgerufen werden. Dies ist allerdings nur möglich, wenn eine Sonde mit der im Parametersatz hinterlegten Prüfkraft angeschlossen ist.

Bei einem Messparametersatz werden gespeichert:

- Der benutzerdefinierte Name
- Die Prüfkraft (der beim Speichern angeschlossenen Sonde)
- Der Werkstoff
- Die Härteskala
- Ober- und Untergrenze
- Protokolldruck (ein/aus)
- Anzahl für Statistik

Unter dem Menüpunkt **Messparameter / Bearbeiten** können die aktuell eingestellten Messparameter bearbeitet werden. Soll ein bereits gespeicherter Messparametersatz bearbeitet werden, muss dieser zunächst geladen werden.

Die aktuellen Messparameter können unter dem Menüpunkt **Messparameter / Speichern** unter einem selbst definierten Namen gespeichert werden. Nach Anwahl des Menüpunktes öffnet sich ein Texteingabefenster, in dem der neue Name für den Datensatz eingegeben werden kann.

Unter dem Menüpunkt **Messparameter / Laden** können zuvor gespeicherte Messparametersätze geladen werden. Beim nächsten Aufruf des Messfensters wird die entsprechende Bezeichnung des geladenen Messparametersatzes eingeblendet und die dazugehörigen Parameter sind automatisch eingestellt.



Wird ein Messparameterdatensatz geladen in dem ein Werkstoff gewählt ist, der in der aktuellen Umwertungsnorm (DIN EN ISO 18265 oder ASTM E140) nicht vorhanden ist, wird die Umwertungsnorm automatisch umgeschaltet.

Unter dem Menüpunkt **Messparameter / Löschen** besteht die Möglichkeit, einen gespeicherten Messparametersatz zu entfernen.

## 5.7 Verwaltung von Messreihen und Serienmessungen

Im alphaDUR mini II können bis zu 1.000.000 Messwerte gespeichert werden, die alle in Messreihen organisiert sind. Als Messreihe wird die Zusammenfassung von mehreren Messwerten bezeichnet, wobei sowohl Einzelmessreihen als auch Serienmessungen aufgenommen werden können. Eine Serienmessung besteht aus mehreren Messreihen mit denselben Messparametern.

Im Messfenster besteht auch die Möglichkeit, Messungen aufzunehmen, ohne zuvor eine Messreihe oder Serienmessung anzulegen. Wenn diese daraufhin z.B. über den Speicherbutton abgespeichert werden, kann bei der Texteingabe eine frei definierbare Bezeichnung eingegeben werden. Nach Abschluss der Texteingabe werden die Messungen daraufhin unter der eingegebenen Bezeichnung als Einzelmessreihe gespeichert (vgl. folgender Abschnitt).



Bei einer Messreihe oder Serienmessung sind die Tasten SCALE und MAT deaktiviert.

### 5.7.1 Einzelmessreihen

Messreihen können bereits vor Beginn der Messungen unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Neue Messreihe anlegen** unter einem frei definierbaren Namen angelegt werden. Nach Abschluss der Eingabe wird automatisch das Messfenster geöffnet.



Es werden immer die aktuell gültigen Messparameter verwendet. Soll also ein bestimmter Messparametersatz für die angelegte Messreihe verwendet werden, muss dieser zuvor bereits geladen werden, da die Messparameter nicht geändert werden können, während die Messreihe aufgenommen wird.

Wenn das Messfenster verlassen wird, erscheint eine Abfrage, ob die Messreihe gespeichert werden soll. Wird dies bestätigt, werden die Messungen unter dem zuvor festgelegten Namen gesichert.

Unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Messreihe fortsetzen** kann eine zuvor gespeicherte Messreihe ausgewählt werden, um diese fortzuführen. Die anschließend aufgenommenen Messwerte werden an die zuvor bereits gespeicherten angehängt.

Unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Messreihe anzeigen** besteht die Möglichkeit, sich den Inhalt einer Messreihe zusammen mit den Statistikinformationen (vgl. Kapitel 5.5.2) anzusehen.

Werden Messreihen nicht mehr benötigt, können sie unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Messreihe löschen** gelöscht werden. Dies kann sinnvoll sein, um den Überblick nicht zu verlieren.

### 5.7.2 Serienmessungen

Eine Serienmessung setzt sich aus mehreren Messreihen zusammen, die alle mit denselben Messparametern aufgenommen wurden und die gleiche Anzahl an Messungen aufweisen. Innerhalb einer Serienmessung werden diese Messreihen unter der gleichen Bezeichnung durchnummeriert. Serienmessungen bieten also das ideale Werkzeug, wenn mehrere Messreihen mit den gleichen Parametern aufgenommen werden sollen, z.B. bei der Qualitätskontrolle vieler gleicher Bauteile.

Um eine Serienmessung durchzuführen, muss diese zunächst unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Neue Serienmessung anlegen** erstellt werden. Dabei wird zunächst ein frei definierbarer Name eingegeben und anschließend die Anzahl an Messungen pro Messreihe festgelegt. Nach Abschluss der Eingaben wird das Messfenster automatisch geöffnet und es kann mit der ersten Messreihe begonnen werden. Ist die festgelegte Anzahl von Messungen erreicht, öffnet sich automatisch das Statistikfenster. Wird dieses geschlossen, kann mit der nächsten Messreihe begonnen werden. Die Anzahl der Messreihen innerhalb einer Serienmessung ist nicht begrenzt. Der Name der Serienmessung, die Nummer der aktuellen Messreihe und die Anzahl der Messungen in dieser Messreihe werden im Messfenster angezeigt.

Vollständige Messreihen einer Serienmessung werden automatisch gespeichert. Wird das Messfenster verlassen, erfolgt für unvollständige Messreihen eine Abfrage, ob diese gespeichert werden soll.



Es werden immer die aktuell gültigen Messparameter verwendet. Soll also ein bestimmter Messparametersatz für die angelegte Serienmessung verwendet werden, muss dieser zuvor bereits geladen werden, da die Messparameter nicht geändert werden können, während die Serienmessung aufgenommen wird.

Unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Serienmessung fortsetzen** kann eine Serienmessung ausgewählt werden, die fortgeführt werden soll. Die anschließend aufgenommenen Messwerte werden mit aktuellem Datum und aktueller Uhrzeit gespeichert und an die geladene Serienmessung angehängt. Die Messparameter werden automatisch auf die Einstellungen der ausgewählten Serienmessung gesetzt. Gegebenenfalls wird auch auf die gewählte Umwertungsnorm (ISO oder ASTM) umgeschaltet. Ist die letzte untergeordnete Messreihe noch nicht abgeschlossen, wird diese Messreihe fortgesetzt, andernfalls wird eine neue untergeordnete Messreihe begonnen.

Unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Messreihe anzeigen** besteht die Möglichkeit, sich den Inhalt einer Messreihe einer Serienmessung zusammen mit den Statistikinformatoren (vgl. Kapitel 5.5.2) anzusehen. Das nachträgliche Löschen von Messwerten ist bei Messreihen einer Serienmessung nicht möglich.

Werden Messreihen nicht mehr benötigt, können sie unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Messreihe löschen** gelöscht werden. Die zu einer Serienmessung gehörigen untergeordneten Messreihen können nicht einzeln gelöscht werden. Es muss immer die gesamte Serienmessung gelöscht werden.

## 5.8 Messvorgang

Messungen mit dem alphaDUR mini II sind generell nur mit angeschlossener Sonde und geöffnetem Messfenster möglich. Bei normalen Handmessungen wird die Prüfkraft der Sonde manuell aufgebracht. Dabei ist die Sonde senkrecht zur Probenoberfläche zu halten mit einer maximal zulässigen Abweichung von 5°. Die manuelle Aufbringung der Prüfkraft sollte langsam und gleichmäßig bis zum mechanischen Anschlag erfolgen. Sobald die Prüfkraft der Sonde erreicht wurde, wird der Härtewert sofort in der Sonde berechnet und auf dem alphaDUR mini II angezeigt. Zudem zeigt ein einzelner Signalton eine vollständige Messung an. Da der Härtewert bereits kurz vor Erreichen des Anschlags ermittelt wird, beeinträchtigen Erschütterungen beim Anschlag das Messergebnis nicht.

Die Absenkgeschwindigkeit hat innerhalb weiter Grenzen keinen Einfluss auf das Messergebnis. Sollte die Prüfkraft zu schnell aufgebracht werden oder die Sonde längere Zeit nicht von der Probe abgehoben werden, erscheint eine Fehlermeldung.

Für eine bessere Handhabung empfiehlt sich vor allem bei höheren Prüfkraften die Verwendung eines Sondengriffs. Dieser schützt zusätzlich den Winkelstecker des Sondenkabels (vgl. Abbildung 13).

Um den Diamanten nicht zu beschädigen, sollte generell darauf geachtet werden, die Sonde stets stoßfrei aufzusetzen. Außerdem muss die Sonde zwischen den Messungen immer abgehoben werden, um sie neu zu positionieren. Die Schutzhülse der Sonde dient nicht nur als Anschlag, sondern schützt auch den UCI-Stab vor Beschädigungen und sollte nur entfernt werden, wenn dies für die Messung zwingend erforderlich ist.



Abbildung 13: Sondengriff

Zur Übung der Handhabung sollten idealerweise geeignete Härtevergleichsplatten verwendet werden, da die Messergebnisse anhand des Soll-Härtewertes der Härtevergleichsplatte direkt überprüft werden können. Mit ein bisschen Übung können dann schnell zuverlässige und reproduzierbare Messergebnisse erzielt werden.

Der entscheidende Punkt, das senkrechte Aufsetzen der Sonde, kann durch bei BAQ erhältliche Hilfsmittel noch vereinfacht werden. Für die Standard-Sonden gibt es dazu sog. Aufsetzhilfen. Diese werden anstelle der Schutzhülse an die Sonde geschraubt und besitzen je nach Ausführung unterschiedliche Vorsätze zur Messung auf ebenen oder zylindrischen Proben. Die Aufsetzhilfen übernehmen die Führung der Sonde, wodurch das senkrechte Aufsetzen auf der Probe gewährleistet wird (vgl. Abbildung 14 links).



*Abbildung 14: Verwendung von Aufsetzhilfe (links) und Präzisionsmessstativ (rechts)*

Wenn sich die Sonde in einer Aufsetzhilfe befindet, bietet diese einen Schutz für den Vickersdiamanten, wodurch unbeabsichtigte Beschädigungen vermieden werden. Dadurch kann die Sonde sicher an der gewünschten Position der Probe platziert werden, bevor die eigentliche Messung durchgeführt wird. Dabei ist eine stabile Anordnung sicherzustellen. Während der Messung sollte die Aufsetzhilfe mit einer Hand stabilisiert werden, während mit der anderen Hand die Prüfkraft der Sonde aufgebracht wird.



Von Zeit zu Zeit sollte das Gewinde in der Aufsetzhilfe geschmiert werden.

Zur Erleichterung, insbesondere bei häufigen Messungen und größerer Prüfkraft ist als Alternative zu den Aufsetzhilfen ein Präzisionsmessstativ erhältlich (vgl. Abbildung 14 rechts). Dieses übernimmt die Führung der eingespannten Sonde, wodurch das senkrechte Aufsetzen immer gewährleistet ist. Dies ermöglicht bedienerunabhängige Messungen. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Probe entsprechend ausgerichtet und auf der massiven Grundplatte des Präzisionsmessstativs fixiert ist. Diese bietet zugleich eine gute Auflage zum Ankoppeln kleiner Proben.



Die Sonde kann an jeder beliebigen Stelle ihres Umfangs eingespannt werden. Es wird jedoch empfohlen, die Sonde nicht an ihrem obersten Ende einzuspannen, da in diesem Fall bei geringer Neigung der Probe aufgrund der großen Distanz zwischen Einspannung und Diamantspitze das maximal mögliche Moment auftritt.



Mit dem Hebel des Präzisionsmessstativs können große Kräfte aufgebracht werden, die weit über die maximale Prüfkraft der Sonden von 98 N hinausgehen können. Um Beschädigungen der Sonde zu vermeiden, sollten daher unnötige Überlastungen der Sonde zwingend vermieden werden.

## 5.9 Messprotokolle und Datenübertragung

### 5.9.1 Messreihen auf USB-Stick kopieren

Die auf dem alphaDUR mini II gespeicherten Messreihen können unter dem Menüpunkt **Datenverwaltung / Daten auf USB-Stick kopieren** auf einen angesteckten USB-Stick kopiert werden. Dafür kann z.B. auch der im Lieferumfang enthaltene USB-Stick mit den Handbüchern verwendet werden, der mittels des ebenfalls mitgelieferten USB-Adapters (USB A ↔ USB C) an das alphaDUR mini II angeschlossen werden kann. Generell sollte der verwendete USB-Stick als FAT32 mit MBR formatiert sein.

Die Dateien werden auf dem USB-Stick im .csv-Format (Zeichencode UTF8) abgelegt. Diese können von allen gängigen Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen (z.B. Microsoft Excel) geöffnet werden, um die Messreihen auszuwerten. Beim Import der .csv-Datei in ein Tabellenkalkulationsprogramm muss der Zeichensatz Unicode UTF8 gewählt sein, da ansonsten die Sonderzeichen nicht korrekt angezeigt werden. Als Trennoption sollte ausschließlich Semikolon ausgewählt werden. Bei immer wiederkehrenden Auswertungen empfiehlt es sich eine Vorlage für das verwendete Tabellenkalkulationsprogramm zu erstellen, sodass die Auswertung inkl. Grafiken automatisch beim Einlesen der .csv-Datei erfolgt.

Wird eine Serienmessung übertragen, werden mehrere Dateien gespeichert. Zum einen wird eine große Datei angelegt, in der alle untergeordneten Messreihen zusammengefasst werden. Außerdem

wird ein Unterverzeichnis mit dem Namen der Serienmessung erzeugt, in dem alle untergeordneten Messreihen einzeln (gleiches Format wie Einzelmessreihen) abgelegt werden.



Auf dem mitgelieferten USB-Stick ist eine Vorlag für Excel enthalten, mit der die exportierten Messreihen einfach importiert und ausgewertet werden können.

## 5.9.2 Format der csv.-Dateien

### Einzelmessreihen und Messreihen von Serienmessungen

Version; <(1, 0, 0)>

Probe type;<type description>

Name;<file name>

Test load;<e.g. 49>

Lower tolerance limit;<e.g. 0>

Upper tolerance limit;<e.g. 0>

Material section;<e.g. Standard>

Material name;<e.g. Steel UCI ISO>

Conversion standard; <e.g. DIN\_ISO\_18265\_A1>

Hardness scale;<e.g. HV>

Number of readings;<e.g. 5>

Mean value;<e.g. 321.6>

Minimum;<e.g. 312>

Maximum;<e.g. 334>

Standard deviation;<e.g. 10.1>

rel. Standard dev. %;<e.g. 3.15>

Value /<Hardness scale>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <reading 1>

.... <more readings>

320;2024;4;23;10;51; <reading n>

### Zusammenfassung Serienmessungen

Version; <(1, 0, 0)>

Probe type;<type description>

Name;<file name>

Test load;<e.g. 30>

Lower tolerance limit;<e.g. 0>

Upper tolerance limit;<e.g. 0>

Material section;<e.g. Standard>

Material name;<e.g. Steel UCI ISO>

Conversion standard; <e.g. DIN\_ISO\_18265\_A1>

Hardness scale;<e.g. HV>

Number of series;<e.g. 25>

Number of readings series;<e.g. 5>

Series name;<name of subordinate single series: 1>

Number of readings;<e.g. 5>

Mean value;<e.g. 321.6>

Minimum;<e.g. 312>

Maximum;<e.g. 334>

Standard deviation;<e.g. 10.1>

rel. Standard dev. %;<e.g. 3.15>

Value /<Hardness scale>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <reading 1>

.... <more readings>

320;2024;4;23;10;51; <reading n>

Series name;<name of subordinate single series: 2>

Number of readings;<e.g. 5>

Mean value;<e.g. 321.6>

Minimum;<e.g. 312>

Maximum;<e.g. 334>

Standard deviation;<e.g. 10.1>

rel. Standard dev. %;<e.g. 3.15>

Value /<Hardness scale>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <reading 1>

.... <more readings>

320;2024;4;23;10;51; <reading n>

.... <more subordinate single series>

.... <more subordinate single series>

Series name;<name of subordinate single series: m>

Number of readings;<e.g. 5>

Mean value;<e.g. 321.6>

Minimum;<e.g. 312>

Maximum;<e.g. 334>

Standard deviation;<e.g. 10.1>

rel. Standard dev. %;<e.g. 3.15>

Value /<Hardness scale>;Year;Month;Day;Hour;Minute;Deleted

312;2024;4;23;10;51; <reading 1>

.... <more readings>

320;2024;4;23;10;51; <reading n>



Unvollständige Messreihen einer Serienmessung werden nicht übertragen.

## 6 Werkstoffkalibrierung

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben ist die beim UCI-Verfahren zur Berechnung der Härtewerte herangezogene Frequenzänderung des Schwingstabes u.a. abhängig vom E-Modul der Probe. Daher muss das alphaDUR mini II auf jeden Werkstoff, dessen Härte gemessen werden soll, kalibriert sein. Werkseitig sind auf dem Gerät zwei Werkstoffkalibrierungen für niedriglegierten Stahl mit einem E-Modul von  $210 \pm 10$  GPa gespeichert, die weder überschrieben noch gelöscht werden können. Diese beiden Werkstoffe unterscheiden sich lediglich in der Tabelle, die für die Umwertung verwendet wird. Stahl DIN wird gemäß Tabelle A1 der DIN EN ISO 18265 umgewertet, Stahl ASTM wird nach Tabelle 1 und 2 der ASTM E140 umgewertet. Für Werkstoffe mit abweichendem E-Modul muss eine zusätzliche Werkstoffkalibrierung aufgenommen werden, die dauerhaft im alphaDUR mini II gespeichert wird.

Um eine Werkstoffkalibrierung durchführen zu können wird eine Referenzprobe des Werkstoffs benötigt, deren Härte bekannt sein muss. Die Härte kann z.B. mithilfe einer stationären Härteprüfmaschine ermittelt werden. Falls eine solche Maschine nicht zur Verfügung steht, führen wir die Werkstoffkalibrierung gerne für Sie durch. Bitte kontaktieren Sie uns unter [service@baq.de](mailto:service@baq.de).

An die Referenzprobe werden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Probe sollte ausreichend große Abmessungen aufweisen, insbesondere in Bezug auf die Dicke. Als Richtwert dienen die Anforderungen an Härtevergleichsplatten aus Stahl gemäß der Norm DIN 50159-2 (Durchmesser > 50 mm; Probendicke > 15 mm).
- Die Probenoberfläche sollte fein geschliffen sein (vgl. Rauheitswerte aus Tabelle 6). Größere Rauheiten erhöhen die Streuungen der Kalibriermessungen und führen zu einer ungenauen Werkstoffkalibrierung.
- Homogene Härteverteilung der Probe. Härteertschwankungen fließen in die Kalibrierung ein und können zu einer ungenauen Werkstoffkalibrierung führen.

Unter dem Menüpunkt **Werkstoffkalibrierung / Kalibrieren** wird mithilfe der Referenzprobe bekannter Härte ein Kalibrierwert ermittelt. Dazu müssen zunächst die vier Kalibrierparameter eingestellt werden:

- Zunächst wird der **Materialtyp** für die Umwertung gewählt. Wird kein Materialtyp gewählt, können die mit diesem Werkstoff ermittelten Härtewerte später nicht in eine andere Härteskala als HV umgewertet werden.
- Dann wird die **Härteskala** ausgewählt, in der die Kalibrierung durchgeführt wird. Diese entspricht der Härteskala, die bei den Messungen auf der Referenzprobe verwendet wurde.

- Danach wird die **Vergleichshärte** eingegeben (entspricht der Härte der Referenzprobe, die mit der stationären Härteprüfmaschine gemessen wurde).
- Über **Anzahl Messungen** wird eingestellt, wie viele Messungen bei der Kalibrierung aufgenommen werden. Bei Fällen, in denen größere Streuungen der Härtewerte zu erwarten sind, z.B. bei rauer Oberfläche der Referenzprobe, sollten vergleichsweise viele Messungen gemacht werden. Ein Standardwert liegt bei 5 Messungen.

Sind alle Parameter korrekt eingestellt, kann mit  auf 'Start' navigiert werden. Die Kalibrierung wird dann mit der ENTER-Taste gestartet, sodass anschließend die Kalibriermessungen aufgenommen werden können. Am Ende jeder Messung ertönt ein akustisches Signal. Die Sonde ist dabei möglichst senkrecht zu halten und ruhig und gleichmäßig abzusenken. Nachdem alle Kalibriermessungen aufgenommen wurden, werden die absolute und relative Standardabweichung der Kalibriermessungen ausgegeben (vgl. Abbildung 15).



Abbildung 15: Werkstoffkalibrierung

Ist die Standardabweichung zu groß, können die Kalibriermessungen über  wiederholt werden. Ist die Kalibrierung zufriedenstellend, kann sie über den Speicher-Button abgespeichert werden.

**i**

Die Standardabweichungen der Kalibriermessungen hängen vor allem von der Probe und dem Aufsetzen der Sonde (senkrecht, ohne Wackeln) ab. Falls bei einer Referenzprobe wiederholt zu große Standardabweichungen auftreten, stellen Sie sicher, dass die Probe den Anforderungen entspricht (Abmessungen; Oberflächenrauheit; Homogenität) und überprüfen Sie die Sonde (vgl. Kapitel 4.3).

Im Speicherdialog der Werkstoffkalibrierung wird zunächst ausgewählt, ob ein neuer Werkstoff angelegt oder ein vorhandener überschrieben werden soll.

Soll eine vorhandene Werkstoffkalibrierung ersetzt werden, muss diese zunächst aus der Dropdown-Liste ausgewählt werden. Der entsprechend zugeordnete Werkstoffbereich wird, falls vorhanden automatisch geladen und ist nicht editierbar. Über den OK-Button wird der ausgewählte Werkstoff dann überschrieben.

Wird ein neuer Werkstoff angelegt, kann dieser anschließend einem Werkstoffbereich zugeordnet werden. Insgesamt gibt es an dieser Stelle drei Auswahlmöglichkeiten:

- Der Werkstoff soll **keinem Werkstoffbereich** zugeordnet werden. In diesem Fall muss nach Betätigung des OK-Buttons nur der Name der soeben durchgeführten Werkstoffkalibrierung eingegeben werden.
- Der Werkstoff wird einem **vorhandenen Werkstoffbereich** zugeordnet. Dieser muss dazu aus der entsprechenden Dropdown-Liste ausgewählt werden. In diesem Fall muss nach Betätigung des OK-Buttons nur der Name der soeben durchgeführten Werkstoffkalibrierung eingegeben werden.
- Der Werkstoff soll einem **neuen Werkstoffbereich** zugeordnet werden. In diesem Fall muss nach Betätigung des OK-Buttons zunächst dessen Name und anschließend der Name der soeben durchgeführten Werkstoffkalibrierung eingegeben werden.

Die neue Kalibrierung wird direkt in den aktiven Messparametersatz übernommen, steht ab sofort unter dem Menüpunkt **Messparameter / Bearbeiten / Werkstoff** zur Verfügung und kann für Messungen auf Teilen aus dem kalibrierten Werkstoff verwendet werden.



Die Zusammenfassung mehrerer Werkstoffe in Werkstoffbereiche ermöglicht bei vielen gespeicherten Kalibrierungen eine strukturierte Einteilung, z.B. in Eisenwerkstoffe und Aluminiumlegierungen.

Unter dem Menüpunkt **Werkstoffkalibrierung** können Kalibrierungen gelöscht (**Löschen**), auf einen USB-Stick übertragen (**Auf USB-Stick speichern**) oder von einem USB-Stick wiederhergestellt (**Übertragen von USB-Stick**) werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, sich die Parameter einer Werkstoffkalibrierung anzusehen (**Parameter anzeigen**).

*i*

Beim Übertragen von Werkstoffkalibrierungen zwischen dem alphaDUR mini II und einem USB-Stick werden die Daten zusammengeführt. Gibt es auf beiden Medien Kalibrierungen mit derselben Bezeichnung, wird die Werkstoffkalibrierung des Mediums übernommen, von dem die Übertragung ausgeht.

Unter **Werkstoffkalibrierung / Umwertungsnorm** kann ausgewählt werden, nach welcher Norm die Umwertung der Härtewerte erfolgen soll. Es kann zwischen DIN EN ISO 18265 und ASTM E140 ausgewählt werden.

## 7 Umwertung von Härtemesswerten

Das alphaDUR mini II erlaubt es, Härtewerte von einer Härteskala in eine andere Härteskala umzuwerten. Im Messfenster kann dazu mit der SCALE-Taste einfach die Härteskala gewechselt werden, um sich die Ergebnisse in verschiedenen Härteskalen anzusehen.

Für die Umwertung sind im alphaDUR mini II die jeweils aktuellen Umwertungsnormen gemäß ASTM E140 und EN ISO 18265 hinterlegt, die unter dem Menüpunkt **Werkstoffkalibrierung / Umwertungsnorm** ausgewählt werden können. Umwertungen, die in diesen Normen nicht enthalten sind, können nicht durchgeführt werden.

Referenz für die Umwertung sind stets die HV(UCI)-Härtewerte. Diese können und werden vom alphaDUR mini II unabhängig von der aktuell eingestellten Härteskala immer ermittelt. Daher kann es sein, dass ein Messwert in einige Härteskalen umgerechnet werden kann und in andere nicht. Sollte der Wert in einer Skala nicht umgerechnet werden können, wird erscheint die Meldung „Der Härtewert liegt außerhalb des Umwertungsbereichs“. Diesbezüglich sind die Gültigkeitsbereiche für die Härteumwertung zu beachten (vgl. Anhang 1: Gültigkeitsbereiche für Härteumwertungen).

Des Weiteren sind in den o.g. Nomen zum Teil Werte angegeben, die außerhalb des Definitionsbereichs der genormten Härteprüfverfahren liegen, jedoch als Näherungswerte benutzt werden dürfen. Im alphaDUR mini II werden diese Näherungswerte mit in die Umwertung einbezogen und auf dem Display in orange angezeigt.

Bei der Anwendung von Umwertungen ist generell zu beachten, dass es keine allgemeingültige Umwertebeziehung gibt. Die Umwertungen sollten deshalb nur innerhalb einer Werkstoffgruppe verwendet werden. Auch dann muss sich der Anwender über den Einfluss unterschiedlicher Eindringkörper und Prüfkräften der verschiedenen Messverfahren im Klaren sein. Die in den Normen gegebenen Hinweise zur Anwendbarkeit, Ungenauigkeit und Problematik der Umwertung von Härtewerten sollten unbedingt Beachtung finden. Vor Anwendung der Umwertung sollte sorgfältig geprüft werden, ob alle Grundlagen für eine Umwertung erfüllt sind.

## 8 Systemeinstellungen

Das alphaDUR mini II wurde mit vordefinierten Standardeinstellungen ausgeliefert. Detaillierte Erläuterungen der kundenspezifischen Anpassungsmöglichkeiten sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

### 8.1 Sprache

Unter dem Menüpunkt **System / Sprache** kann zwischen den verfügbaren Sprachen umgeschaltet werden. Dazu wird die gewünschte Sprache im Auswahldialog angewählt und durch Betätigung der ENTER-Taste bei angewähltem OK-Button aktiviert.

### 8.2 Datum und Uhrzeit

Unter dem Menüpunkt **System / Datum und Uhrzeit** können die Uhrzeit und das Datum manuell eingestellt werden. Das Datumsformat wird hingegen unter Konfiguration eingestellt (vgl. Kapitel 8.3).



Teilweise kann es 1 bis 2 min dauern, bis die geänderte Uhrzeit übernommen und angezeigt wird.

### 8.3 Konfiguration

Aufgrund der Vielzahl an Konfigurationsmöglichkeiten, werden diese unterteilt in Nutzerkonfiguration und Gerätekonfiguration. Beide Konfigurationen sind unter dem Menüpunkt **System** zu finden.

#### Nutzerkonfiguration

Hier können Einstellungen vorgenommen werden, die u.a. die Bedienung und Abläufe bei der Verwendung des alphaDUR mini II betreffen. Dazu zählen:

##### SCALE-Taste:

Hier kann die Funktion der SCALE-Taste im Messfenster festgelegt werden. Es kann zwischen **Nächste Skala** (Härteskala wird bei Tastendruck automatisch auf die nächste gültige Skala gesetzt) und **Dialog öffnen** (bei Tastendruck öffnet sich Auswahldialog) gewechselt werden.

##### MAT-Taste:

Hier kann die Funktion der MAT-Taste im Messfenster festgelegt werden. Es kann zwischen **Nächster Werkstoff** (Werkstoff wird bei Tastendruck automatisch auf den nächsten gültigen Werkstoff gesetzt) und **Dialog öffnen** (bei Tastendruck wird ein Auswahldialog geöffnet) gewechselt werden.

### Einheit Zugfestigkeit

Hier wird die Einheit für die Zugfestigkeit festgelegt. Es kann zwischen MPa und N/mm<sup>2</sup> gewechselt werden.

### Speicherabfrage

Es wird eingestellt, ob beim Verlassen des Messfensters die Abfrage erfolgen soll, ob die Messwerte als neue Messreihe gespeichert werden sollen. Die Abfrage kann sowohl mit ENTER also auch den Pfeiltasten ◀ und ▶ aktiviert bzw. deaktiviert werden.

### Speicherabfrage (n definiert)

Für online-Messungen mit definierter Anzahl n für die Statistik kann eingestellt werden, ob beim Verlassen des Statistikfensters (wenn n erreicht ist) die Abfrage erfolgen soll, ob die Messwerte als Messreihe gespeichert werden sollen. Die Abfrage kann sowohl mit ENTER als auch den Pfeiltasten ◀ und ▶ aktiviert bzw. deaktiviert werden.

### Druckabfrage

Hier wird eingestellt, ob beim Schließen des Statistikfensters, für den Fall, dass die Statistik-Konfiguration „Anzahl für Statistik“ eingeschaltet ist, eine Abfrage erfolgen soll, ob die Messwerte ausgedruckt werden sollen.

## Gerätekonfiguration

Hier können generelle Einstellungen des alphaDUR mini II vorgenommen werden. Dazu zählen:

### Datumsformat

Hier kann das Format eingestellt werden, in dem das Datum eingegeben und angezeigt wird.

Es sind folgende Datumsformate möglich:

<b>TT.MM.JJJJ</b>	mit	TT: Tag	MM: Monat	JJJ: Jahr
<b>MM/TT/JJJJ</b>	mit	MM: Monat	TT: Tag	JJJ: Jahr
<b>JJJ-MM-TT</b>	mit	JJJ: Jahr	MM: Monat	TT: Tag

## 8.4 Werkseinstellungen

Mithilfe des Menüpunkts **System / Werkseinstellungen** kann das alphaDUR mini II auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden.



Dieser Schritt kann nicht rückgängig gemacht werden, sodass gelöschte Daten unwiderruflich verloren sind.

## 8.5 Systeminformationen

Unter dem Menüpunkt **System / Systeminformationen** werden die Systeminformationen angezeigt.

Dazu gehören die Versionsnummern der Software und bei angeschlossener Sonde auch der Sondentyp, die Seriennummer der Sonde, die Versionsnummer der Sondensoftware sowie die Anzahl der mit dieser Sonde bereits vorgenommenen Messungen.

## 9 Problembehandlung

Auch wenn das alphaDUR mini II zusammen mit den UCI-Prüfsonden ein sehr robustes Messgerät bildet, können in seltenen Fällen Fehler auftreten. Die entsprechenden Handlungsempfehlungen in den entsprechenden Situationen werden nachfolgend beschrieben.

### Fehlerhafte Messwerte

Treten trotz korrekter Durchführung der Messungen (vgl. Kapitel 5.8) fehlerhafte Messwerte auf, sollte eine Funktionskontrolle entsprechend der Beschreibung in Kapitel 4.3.4 durchgeführt werden, d.h. der Diamant der UCI-Sonde muss überprüft werden und es sollten Messungen auf geeigneten Härtevergleichsplatten durchgeführt werden. Dabei sind zwingend die angegebenen Hinweise in der Bedienungsanleitung zu beachten. Des Weiteren muss verifiziert werden, dass die Probe auch tatsächlich für UCI-Härteprüfung geeignet ist (vgl. Kapitel 4.3.2).



Zeigt das Gerät nach oder bei der Überprüfung weiterhin fehlerhafte Messwerte an, muss es zur Wartung und Kalibrierung an BAQ oder einen autorisierten Servicepartner geschickt werden.

### Keine Verbindung zwischen alphaDUR mini II und UCI-Sonde

Tritt die Fehlermeldung „2-24 Es ist keine Sonde angeschlossen.“ trotz angeschlossener Sonde auf, ist die Kommunikation über den CAN-BUS gestört. Dies kann entweder am alphaDUR mini II, dem Sondenkabel oder der UCI-Sonde liegen. In diesem Fall sind sämtliche Anschlüsse und das Sondenkabel auf Beschädigungen zu überprüfen. Dazu zählt auch die Kontrolle der Pins in den jeweiligen Buchsen bzw. Steckern.

### alphaDUR mini II reagiert nicht

Sollte der unwahrscheinliche Fall eintreten, dass das alphaDUR mini II nicht mehr auf Tastendrücke reagiert und auch keine Messungen mehr aufgenommen werden können, kann ein Reboot durchgeführt werden. Halten Sie dazu die POWER-Taste etwa 8 Sekunden lang gedrückt. Dadurch fährt das alphaDUR mini II automatisch herunter und startet anschließend neu.

## Fehlermeldungen

Generell sind sämtliche Fehlermeldungen mit einer Nummer und einem Text versehen. Die Anweisungen auf dem Display sollten stets beachtet und befolgt werden. Es gibt einige Fehlermeldungen, bei denen ein Systemfehler vorliegt, der kundenseitig nicht behoben werden kann. Dazu zählen:

*Tabelle 11: Fehlermeldungen*

<b>Fehlermeldung</b>	<b>Mögliche Ursachen</b>
2-11: Sondenfehler: Timeout Frequenzmessung.	Die Platine ist defekt und muss ausgetauscht werden.
2-13: Sondenfehler: Nullfrequenz weicht zu stark vom Sollwert ab (ohne dass Diamant aufgesetzt ist)	Die Nullfrequenz des UCI-Systems hat sich gegenüber der in der Sonde gespeicherten Frequenz zu stark verändert.
2-16: Sondenfehler: Frequenzdifferenz ist negativ	Das UCI-System schwingt bei falscher Frequenz und muss ausgetauscht werden (z.B. aufgrund defekter Piezos).
2-18: Sondenfehler: Bitte Sonde abheben (dauerhaft, ohne dass Diamant aufgesetzt ist)	Die Lastkennlinie hat sich verschoben und muss neu eingestellt werden.



Liegt eine der in der Tabelle aufgelisteten Fehlermeldungen vor, sollte das alphaDUR mini II zusammen mit der UCI-Prüfsonde zu BAQ oder einem autorisierten Servicepartner geschickt werden.



Wenn eine Fehlermeldung auftritt, die nicht in der Tabelle aufgeführt ist und den Betrieb des alphaDUR mini II unmöglich macht, wenden Sie sich bitte an [service@baq.de](mailto:service@baq.de) oder schicken Sie das alphaDUR mini II zusammen mit UCI-Prüfsonden zur Überprüfung an BAQ oder einen autorisierten Servicepartner.

**Error-Log-Datei (Fehlerprotokoll)**

Das alphaDUR mini II erfasst automatisch systemkritische Fehler und speichert diese in einer sog. Error-Log-Datei. Solche Fehler können auch geräteintern auftreten, sodass sie nicht auf dem Display angezeigt werden. Die Error-Log-Datei dient ausschließlich der Fehlersuche durch BAQ. Um die Datei an BAQ zu senden, kann sie unter dem Menüpunkt **System / Fehlerprotokoll kopieren (USB)** auf einen USB-Stick übertragen und anschließend per E-Mail an [service@baq.de](mailto:service@baq.de) geschickt werden.

## 10 Wartung und Support

Regelmäßige Pflege und Wartung des alphaDUR mini II sowie der UCI-Prüfsonden tragen zu einem einwandfreien Betrieb über Jahre hinweg bei. Um zuverlässige und reproduzierbare Messungen über den gesamten Härtebereich zu gewährleisten, sollte das Prüfgerät jährlich durch BAQ oder einen autorisierten Servicepartner kalibriert werden. Die entsprechenden Normen liefern genaue Hinweise bzgl. des empfohlenen Serviceintervalls.

### Reinigung

Sowohl das alphaDUR mini II selbst, als auch die UCI-Prüfsonden, das Sondenkabel sowie das weitere Zubehör sollten ab und zu gereinigt werden. Dazu kann z.B. ein mit Isopropylalkohol getränktes Tuch verwendet werden. Bei den UCI-Prüfsonden sollte auch die Schutzhülse entfernt werden, um Verunreinigungen vom UCI-Stab zu entfernen. Stecker und Buchsen können mit einer sauberen, trockenen Bürste gereinigt werden.



Zur Reinigung dürfen keine scharfkantigen Gegenstände, aggressive Chemikalien oder Scheuermittel verwendet werden.

### Aufbewahrung und Transport

Das alphaDUR mini II sowie das Zubehör sollten immer im mitgelieferten Koffer in trockener, staubfreier Umgebung gelagert werden. Alle Komponenten sind dank der angepassten Ausschnitte im Kofferinlay optimal geschützt. Daher sollte der Koffer auch für den Transport bzw. beim Versenden des alphaDUR mini II verwendet werden.

### Updates

Im Laufe des Produktlebenszyklus wird es immer wieder Softwareupdates für das alphaDUR mini II geben. Um ein Softwareupdate aufzuspielen, muss ein USB-Stick mit der neuen Softwareversion in die USB-Buchse des alphaDUR mini II gesteckt werden (bei Bedarf unter Verwendung des im Lieferumfang enthaltenen Adapters USB A ↔ USB C). Anschließend kann das Softwareupdate unter dem Menüpunkt **System / Software-Update** durchgeführt werden. Dabei sind ggf. weitere Angaben auf dem Display zu befolgen.

**Entsorgung**

Das alphaDUR mini II darf nicht über den Haus-, Gewerbe- oder Industriemüll entsorgt werden. Bitte beachten Sie die örtlichen Entsorgungsmethoden oder kontaktieren Sie uns bezüglich der ordnungsgemäßen Entsorgung von Elektronikgeräten.

## 11 Anhang 1: Gültigkeitsbereiche für Härteumwertungen

### DIN EN ISO 18265 - Feb.2014

Die im alphaDUR mini II zur Umwertung herangezogenen Tabellen der DIN EN ISO 18265 - Feb.2014 gelten für folgende Werkstoffe und Härteskalen:

<i>Werkstoff</i>	<i>von</i>				<i>bis</i>			
<i>Unlegierte und niedriglegierte Stähle und Stahlguss (A1)</i>	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
<i>Vergütungsstähle, vergütet (B2)</i>	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
<i>Vergütungsstähle, unbehandelt, weichgeglüht oder normalgeglüht (B3)</i>	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
<i>Vergütungsstähle, gehärtet (B4)</i>	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

<b>Werkstoff</b>	<b>von</b>				<b>bis</b>			
<b>Kaltarbeitsstähle (C2)</b>	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
<b>Schnellarbeitsstähle (D2/4)</b>	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
<b>Hartmetalle (E2)</b>	780	HV	82,5	HRA	1760	HV	93,2	HRA
<b>Nickel und Nickellegierungen mit hohem Nickelanteil (F1)</b>	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
<b>Patronenmessing (F2)</b>	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
<b>Kupfer (7) (ausgenommen Kupferbänder)</b>	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
<b>Aluminium Knetzeugnisse (F4)</b>	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
<b>Aluminium und dessen Legierungen (F5)</b>	18	HV	17,1	HB	210	HV	199,5	HB
	80	HV	31,9	HRB	210	HV	95,7	HRB

<i>Werkstoff</i>	<i>von</i>				<i>bis</i>			
<i>Werkzeugstahl 1.1243 (G1)</i>	<b>305</b>	HV	<b>297</b>	HB	<b>474</b>	HV	<b>474</b>	HB
	<b>305</b>	HV	<b>31,2</b>	HRC	<b>474</b>	HV	<b>48,0</b>	HRC
	<b>305</b>	HV	<b>950</b>	MPa	<b>474</b>	HV	<b>1550</b>	MPa
	<b>305</b>	HV	<b>65,9</b>	HRA	<b>474</b>	HV	<b>74,9</b>	HRA
<i>Werkzeugstahl 1.2714 (G2)</i>	<b>280</b>	HV	<b>279</b>	HB	<b>424</b>	HV	<b>419</b>	HB
	<b>280</b>	HV	<b>27,7</b>	HRC	<b>424</b>	HV	<b>43,1</b>	HRC
	<b>280</b>	HV	<b>880</b>	MPa	<b>424</b>	HV	<b>1370</b>	MPa
	<b>280</b>	HV	<b>62,9</b>	HRA	<b>424</b>	HV	<b>72,3</b>	HRA

**ASTM E140 - 12b (2019)**

Die im alphaDUR mini II zur Umwertung herangezogenen Tabellen der ASTM E140 - 12b (2019) gelten für folgende Werkstoffe und Härteskalen:

Werkstoff	von				bis			
<i>Nicht austenitischer Stahl (1/2)</i>	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
<i>Nickel und Nickellegierungen mit hohem Nickelanteil (3)</i>	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	
<i>Patronenmessing (4)</i>	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
<i>Kupfer (7) (ausgenommen Kupferbänder)</i>	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
<i>Legierter Hartguss (8)</i>	380	HV	357	HB	1000	HV	903	HB
	380	HV	35,0	HRC	1000	HV	70,0	HRC
<i>Aluminium Knetzeugnisse (9)</i>	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 Anhang 2: Bestellinformationen

### Gerät und Gerätezubehör

<i>Artikel-Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>
14-102	UCI Härteprüfgerät alphaDUR mini II, Grundgerät ohne Sonde, inkl. Netz-/Ladegerät, Anschlusskabel für Messsonde und Dokumentation im Koffer
14-140	Tragetasche mit Umhängegurt
11-151	Mobiler Thermodrucker zum direkten Anschluss an das alphaDUR
14-173	Netz-/Ladegerät inkl. USB-Kabel
14-173-UK	Adapter für Ladegerät (UK, Steckertyp G)
14-173-US	Adapter für Ladegerät (US/CA, Steckertyp A)

### Sonde und Sondenzubehör

<i>Artikel-Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>
14-121	Sonde mit Prüflast 3 N (HV0.3)
14-122	Sonde mit Prüflast 10 N (HV1)
14-123	Sonde mit Prüflast 20 N (HV2)
14-124	Sonde mit Prüflast 30 N (HV3)
14-125	Sonde mit Prüflast 49 N (HV5)
14-126	Sonde mit Prüflast 98 N (HV10)
14-129A	Spezialsonde SL zur Messung z.B. in Bohrungen und an Zahnrädern (Zahngrund), verfügbar in allen Prüflasten Schaftdurchmesser / -länge: 5 mm / 18 mm
14-129B	Spezialsonde SL zur Messung z.B. in Bohrungen und an Zahnrädern (Zahngrund), verfügbar in allen Prüflasten Schaftdurchmesser / -länge: 5 mm / 34 mm
11-130	Präzisionsmessstativ

### Sonde und Sondenzubehör

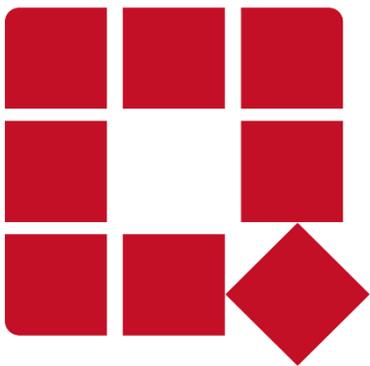
<i>Artikel-Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>
11-131	Aufsetzhilfe für ebene Flächen
11-132	Aufsetzhilfe für Rundmaterial 10 – 50 mm
11-133	Aufsetzhilfe für Rundmaterial 50 – 250 mm
11-142	Kunststoffgriff mit Kugelkopf für Härteprüfsonde
11-171	Sondenspitze für Härteprüfsonde (wird zum Schutz des UCI-Stabes auf die Sonde geschraubt)
11-172	Sondenkabel zum Anschluss der Härteprüfsonde an das Grundgerät

### Härtevergleichsplatten

<i>Artikel-Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>
HVP-9016HV-EP	UCI-Härtevergleichsplatte (Vickers) mit ISO und ASTM Zertifikat Härtewert: ca. 240, 300, 400, 510, 600, 700, 830 Prüflast: HV0.3, HV1, HV2, HV3, H5, HV10
HVP-9016HRC-EP	UCI-Härtevergleichsplatte (Rockwell) mit ISO und ASTM Zertifikat Härtewert: ca. 20, 30, 40, 50, 55, 60, 65 HRC

### Reparatur und Kalibrierung

<i>Artikel-Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>
R-S-KAL	Neuermittlung der Kalibrierkennlinie über den Vickers Bereich von 120 HV bis 850 HV und indirekte Abnahme nach DIN 50159-2 auf ISO zertifizierten UCI-Härtevergleichsplatten inkl. BAQ-Zertifikat.
R-AD-KAL-DIN	DAkKS-Kalibrierung eines UCI-Härteprüfgerätes mit einer Härteprüfsonde nach DIN 50159 durch ein akkreditiertes Labor
R-AD-KAL-ASTM	DAkKS-Kalibrierung eines UCI-Härteprüfgerätes mit einer Härteprüfsonde nach ASTM A1038 durch ein akkreditiertes Labor



**BAQ GmbH**

Hermann-Schlichting-Str. 14  
38110 Braunschweig  
Deutschland

Tel: +49 5307 / 95102 - 0  
Fax: +49 5307 / 95102 - 20  
Mail: [info@baq.de](mailto:info@baq.de) / [service@baq.de](mailto:service@baq.de)  
Web: [www.baq.de](http://www.baq.de)