



DENSIT-RT6

Handsonden-Densitometer

batteriebetrieben

Bedienungsanleitung

DEUTSCH



METRITEC GmbH | Keeleng 13 | D-24975 Husby | GERMANY
Telefon +49 (0)4634-931570 | Fax +49 (0)4634-931571
service@metritec.de | www.metritec.de

Inhalt

1.	Messung der optischen Dichte.....	3
2.	Gerätebeschreibung und Funktion.....	4
3.	Inbetriebnahme: Einlegen der Batterien.....	6
4.	Normaler Messbetrieb.....	7
4.1.	Einschalten.....	7
4.2.	Nullabgleich.....	8
4.3.	Messvorgang.....	9
4.4.	HOLD Funktion.....	10
4.5.	Gerät ausschalten.....	10
4.6.	Anzeigenbeleuchtung einstellen.....	11
5.	Kalibrierung.....	12
5.1.	Ein-Faktor Kalibrierung.....	15
5.2.	Zwei-Faktor Kalibrierung.....	18
6.	Batterieanzeige.....	21
7.	Technische Daten.....	22

1. Messung der optischen Dichte

Mit der Durchstrahlungsprüfung können durch unterschiedliche Schwärzungen von Röntgenfilmen Fehlstellen in technischen Anlagen oder Bauteilen nachgewiesen werden. Zur Qualitätssicherung der Filmauswertung wird das Maß der Schwärzung als optische Dichte bestimmt. Die Messung der optischen Dichte erfolgt im Durchlichtverfahren nach ISO 5-2 und ISO 5-3.

Die optische Dichte ist definiert durch den dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der Leuchtdichte vor dem Film zur durchgelassenen Leuchtdichte hinter dem Film:

$$D = \lg \frac{L_0}{L_F}$$

D = diffuse optische Dichte

L_0 = Leuchtdichte in cd/m^2 "vor" dem Film (ohne Röntgenfilm)

L_F = Leuchtdichte in cd/m^2 "hinter" dem Film (mit Röntgenfilm)

Praktisch bedeutet diese Formel, dass bei einem gemessenen Schwärzungswert von $D = 1$ der Film ein Zehntel (10%) der auftretenden Lichtintensität durchlässt, und er bei einem Schwärzungswert von $D = 2$ ein Hundertstel (1%) durchlässt. Ein Dichtewert von $D = 3$ besagt, dass die Filmschwärzung noch ein Tausendstel (0,1%) der Lichtintensität durchlässt.

2. Gerätebeschreibung und Funktion

Das Handsonden-Densitometer DENSIT-RT6 ist ein präzises und zuverlässiges Messgerät für die Schwärzungsmessung von technischen Röntgenfilmen, es dient der normgerechten Beurteilung von Durchstrahlungsaufnahmen. Das tragbare Densitometer wird zusammen mit einem Filmbetrachtungsgerät eingesetzt. Als Messgröße für die Schwärzung wird die diffuse optische Dichte D in dem Messbereich 0 bis 5.0 ermittelt.

Das DENSIT-RT6 besteht aus einem handlichen Messinstrument und einer Handsonde, verbunden durch ein 1 m langes flexibles Kabel.

Weitere Eigenschaften:

- Messfeld-Blendendurchmesser 3 mm
- bedienungsfreundliches Tastenfeld zum Ein- und Ausschalten, Messen und Kalibrieren
- gut lesbare LCD-Digitalanzeige mit Beleuchtung in 3 Helligkeitsstufen
- Stromversorgung durch handelsübliche Batterien (Typ AA)
- robustes IP65-Handgehäuse aus Kunststoff mit abnehmbarem Stoßschutz
- CE-Konformitätskennzeichen

Handhabung: Vermeiden Sie extreme Kabelknickung, um Brüche in den Einzeladern zu vorbeugen. Bei dem Sondenkabel handelt es sich um eine hochwertige, flexible Datenleitung. Aufbau und Eigenschaften dienen vorrangig der Funktionalität und Anwenderfreundlichkeit.

Das Tastenfeld:

LIGHT

zyklischer Taster für
Displaybeleuchtung,
drei Helligkeitsstufen

(S. 11)

HOLD

normaler Messbetrieb:
der zuletzt gemessene
D-Wert wird in der
Anzeige gehalten

(S. 10)

Kalibrier-Modus:
Bestätigen / Speichern
/ Beenden

(S. 17, 19f)



UP

Funktionstaste für
Kalibrierung

(S. 15ff)

DOWN

Funktionstaste für
Kalibrierung

(S. 15ff)

ZERO

Ein- / Ausschalter

(S. 7 / 10)

Nullstelltaste

(S. 8)

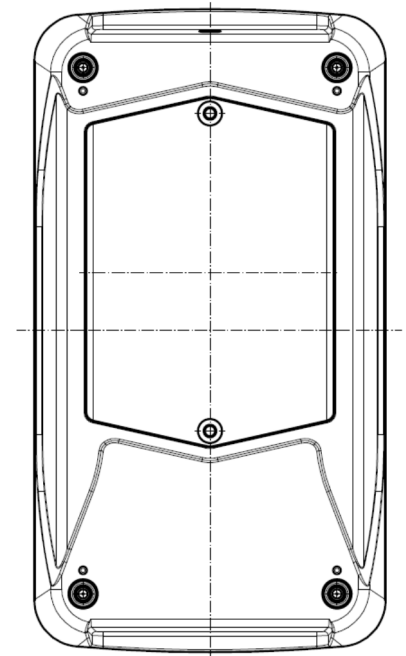
3. Inbetriebnahme: Einlegen der Batterien

Das DENSIT-RT6 wird mit 4 handelsüblichen Batterien 1,5 Volt Typ AA betrieben. Die benötigten Batterien sind im Lieferumfang enthalten. Aus Gründen der Transportsicherheit werden sie in einer separaten Box geliefert.

Das Batteriefach befindet sich auf der Unterseite des Gerätes. Zum Einlegen der Batterie **entfernen Sie zunächst den blauen Stoßschutz** vom Handgehäuse. Die Batterie-Abdeckung wird mit 2 Schrauben gelöst.

Legen Sie die vier Batterien ein, und achten Sie auf die richtige Polarität. Verschließen Sie die Abdeckung wieder und legen Sie die Stoßschutz an.


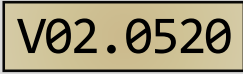

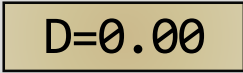
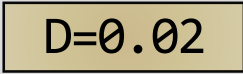
Das Densitometer ist nun betriebsbereit.



Achten Sie beim Entfernen und wieder Anlegen des blauen Stoßschutzes darauf, dass die Sonde und das Sondenkabel nicht beschädigt werden.



4. Normaler Messbetrieb

4.1. Einschalten

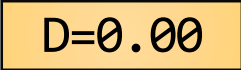


Taste	Aktion	Anzeige	Bedeutung
	"ZERO" Taste drücken ↓		Programm startet: Software-Version erscheint kurz
	kurz warten ↓		"METRITEC" erscheint kurz
	↓		automatische Nullstellung (nach Einschalten)
			aktueller <i>D</i> -Wert wird angezeigt

4.2. Nullabgleich

Bei der Schwärzungsmessung handelt es sich um eine Relativmessung der Leuchtdichte mit und ohne Filmschwärzung. Der **Bezugswert** für die optische Dichte der Durchstrahlungsaufnahme ist die Leuchtflächen-Leuchtdichte **ohne Röntgenfilm**. Vor jeder Messung wird dieser Bezugswert auf Null gesetzt.


	"ZERO" Taste drücken ↓		Nullstellung: "ZERO" erscheint kurz
---	---------------------------	--	--

Mögliche Anzeigen:

Anzeige okay		Nullwert ist gesetzt: bereit für die Messung, siehe 3.4
Fehleranzeige automatisch		Leuchtdichte zu gering; keine Messung möglich
Fehleranzeige automatisch		Leuchtdichte zu hoch; keine Messung möglich

4.3. Messvorgang

- (a) Beginnen Sie mit dem Nullabgleich. Halten Sie die Sonde genau senkrecht auf die von innen beleuchtete **Streuscheibe** des Filmbetrachters, und zwar möglichst genau an der Stelle, an welcher der Röntgenfilm ausgewertet werden soll.

 ZERO	"ZERO" Taste drücken ↓	ZERO	Nullstellung: "ZERO" erscheint kurz
		D=0.00	Nullwert ist gesetzt


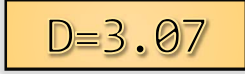

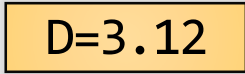
- (b) Legen Sie den **Röntgenfilm** auf die Streuscheibe und halten die Sonde senkrecht auf die Stelle, an welcher Sie die Filmschwärzung messen wollen.

Messwert ablesen	D=4.38	aktueller <i>D</i> -Wert
------------------	---------------	--------------------------



- (c) Der angezeigte Messwert entspricht der Filmschwärzung.

4.4. HOLD Funktion

Mit dieser Funktion kann ein aktueller Messwert gehalten werden. Der Dichtewert wird blinkend im Display gehalten.

	"HOLD" Taste drücken		der zuletzt gemessene <i>D</i> -Wert wird gehalten; blinkende Anzeige
	erneut drücken		Rückkehr zum normalen Messbetrieb

4.5. Gerät ausschalten

	"ZERO" Taste 3 Sekunden gedrückt halten		Gerät schaltet ab
---	---	--	-------------------

Zwischen Aus- und erneutem Einschalten des Gerätes sollte eine Pause von ca. 5 Sekunden eingehalten werden.

4.6. Anzeigenbeleuchtung einstellen

Die Digitalanzeige des DENSIT-RT6 verfügt über eine orangefarbene Hintergrundbeleuchtung, die dem Bediener ein angenehmes Arbeiten ermöglicht. Drei Stufen stehen zur Auswahl. Durch Drücken der "LIGHT"-Taste kann die gewünschte Helligkeitsstufe eingestellt werden.

Grundeinstellung	nach Einschalten		Licht Stufe 1: minimale Beleuchtung
 LIGHT	"LIGHT" Taste drücken		Licht Stufe 2: mittlere Beleuchtung
 LIGHT	"LIGHT" Taste drücken		Licht Stufe 3: maximale Beleuchtung
Auto. Abschaltung	nach 10 Min.		zurück zur Grundeinstellung

Hinweis: Die Beleuchtungsstärke wirkt sich auf den Strombedarf des Gerätes aus. Deshalb ist eine automatische Abschaltung eingerichtet. Wird über die Dauer von 10 Minuten keine Taste gedrückt, schaltet sich die Beleuchtung ab, um Strom zu sparen.

5. Kalibrierung

Die Kalibrierung des DENSIT-RT6 wird von uns als Hersteller gewissenhaft an einer registrierten BAM-geprüften Schwärzungstreppe vorgenommen und sollte nur von autorisierten Fachkräften jährlich durchgeführt werden. Um Messfehler zu vermeiden, sollte die Qualität des Filmbetrachters und der Referenz-Schwärzungstreppe sichergestellt sein.

Das DENSIT-RT6 wird mithilfe von zwei Kalibrierfaktoren A und B eingestellt. Dadurch wird eine besonders hohe Genauigkeit über den gesamten Messbereich erreicht.

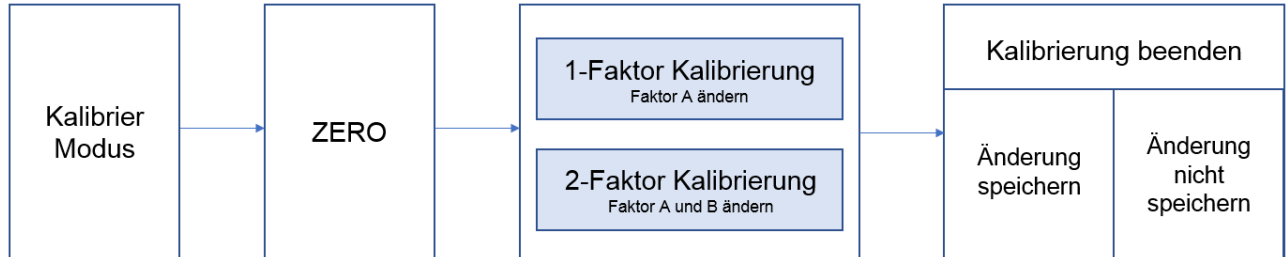
Dichte: $D = f(D, \Delta D)$

Kalibriergleichung: $\Delta D = A \cdot f(D) + B$

Wenn aufgrund der vorhandenen Messbedingungen unerwünschte Abweichungen ΔD gegenüber den Referenzwerten festgestellt wurden, muss eine Neukalibrierung durchgeführt werden. Prüfen Sie sorgfältig, ob diese Notwendigkeit vorliegt.

In vielen Fällen reicht Faktor A für eine präzise Kalibrierung aus. In speziellen Fällen kann zusätzlich auch mit Faktor B kalibriert werden.

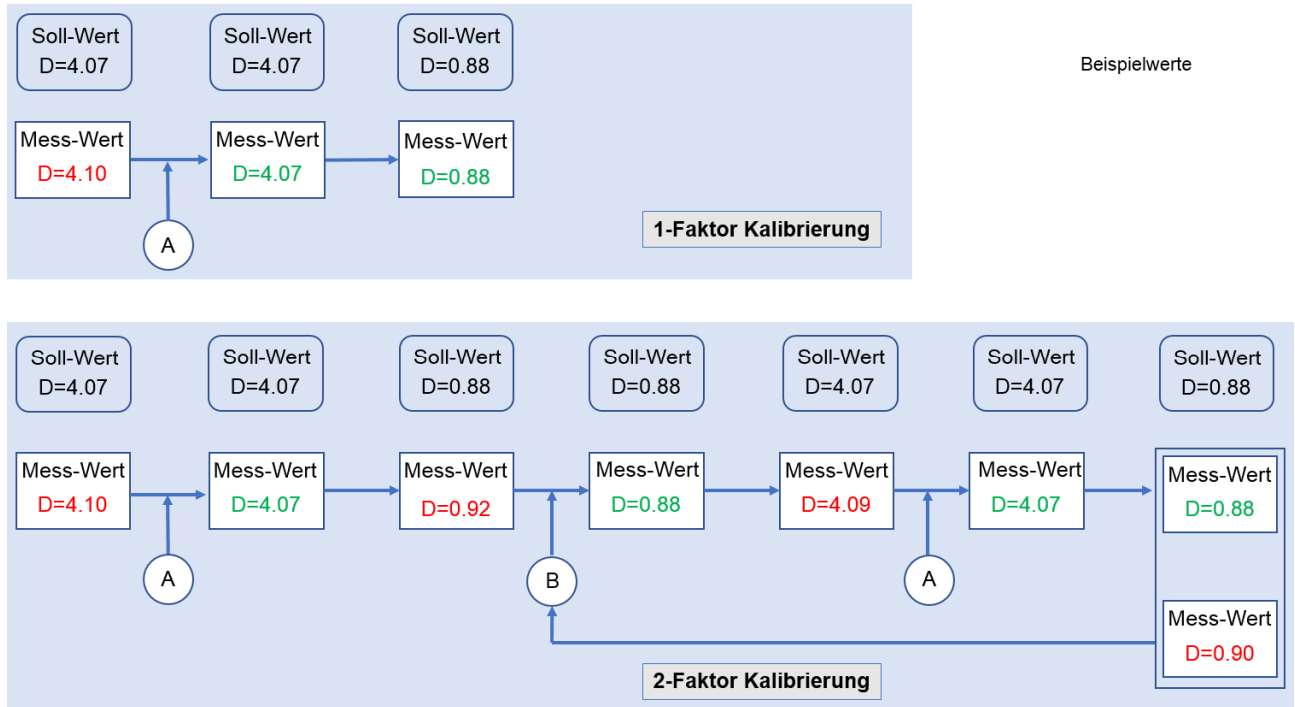
Kalibrierung im Überblick:



Besonderheiten im Kalibrier-Modus:

- Das Sternchen "D*" zeigt den Kalibrier-Modus an.
- Für die Kalibrierfunktion stehen 3 Nachkommastellen zur Verfügung.
- Der Messvorgang ist unverändert und beginnt mit dem Nullabgleich.
- Wird Kalibrierfaktor **A** geändert, zeigt das Display z.B. **DA**=3.982 an.
- Wird Kalibrierfaktor **B** geändert, zeigt das Display z.B. **DB**=0.883 an.

Kalibriervorgang im Detail:





Anm.: Beispielwerte. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in der Darstellung auf "*" und 3. Nachkommastelle verzichtet.


5.1. Ein-Faktor Kalibrierung

Einen Überblick über den digitalen Kalibriervorgang finden Sie oben auf den Seiten 13 und 14. Hier folgt die schrittweise Anleitung der Ein-Faktor Kalibrierung.



1) Kalibrier-Modus aufrufen

 UP	+	 DOWN	Pfeiltasten gleichzeitig 3 Sekunden gedrückt halten	CaliMode	Kalibrier-Modus wird gestartet
kurz warten				D*=3.962	aktueller <i>D</i> -Wert

2) Nullabgleich durchführen

 ZERO	"ZERO" Taste drücken ↓	*ZERO*	Nullstellung im Kali-Modus *ZERO* erscheint kurz
D*=0.00		Nullwert ist gesetzt	





- 3) Kalibrierfaktor A einstellen: Schwärzungstreppe (BAM) auflegen und einen **dunklen Referenzwert** messen; hier zum Beispiel $D = 4.07$

	<p>Ist-Wert ablesen</p> <p>$D^*=4.014$</p> <p>aktuell: Abweichung ΔD vom Sollwert</p>
<p> oder </p> <p><i>eine Pfeiltaste kurz tippen oder gedrückt halten</i></p> <p>loslassen</p>	<p>$DA=4.071$</p> <p>Kalibrierfaktor A ändern</p> <p>$D^*=4.073$</p> <p>angepasster Ist-Wert</p>







- 4) Zum Überprüfen der Einstellung messen Sie nun die übrigen Referenzwerte. (ggf. weiter auf Seite 18)
- 5) Zum Beenden der Kalibrierung haben Sie zwei Möglichkeiten:
- mit Speichern = Übernahme der neu eingestellten Werte
 - ohne Speichern = Abbruch der Kalibrierung

Nach Beenden kehrt das Gerät in den normalen Messbetrieb zurück.

a) Änderungen speichern

 HOLD	<p>"HOLD" Taste drücken</p> <p>automatische Abfrage</p>		<p>"CaliSave" wird kurz angezeigt</p>
 HOLD	<p>zum Bestätigen "HOLD" Taste drücken</p>		<p>neuer Wert für A ist abgespeichert, Kalibriermodus beendet</p>




b) Beenden ohne zu speichern

 HOLD	<p>"HOLD" Taste drücken</p> <p>automatische Abfrage</p>		<p>"CaliSave" wird kurz angezeigt</p>
 UP	<p>Cursorposition mit "UP" Taste bewegen</p>		<p>Speichern Ja / Nein? Cursor blinkt "N"</p>
 HOLD	<p>zum Bestätigen "HOLD" Taste drücken</p>		<p>Abbruch, neuer Wert für A <u>nicht</u> übernommen, Kalibriermodus beendet</p>

5.2. Zwei-Faktor Kalibrierung

Für die Zwei-Faktor Kalibrierung beginnen Sie ebenfalls mit der Anpassung von Kalibrierfaktor A. Folgen Sie zunächst der schrittweisen Anleitung ab S.15 bis Punkt 4).

- 5) Um anschließend Kalibrierfaktor B einzustellen, wählen Sie einen **hellen Referenzwert** auf der Schwärzungstreppe; hier zum Beispiel $D = 0.88$






	Ist-Wert ablesen	$D^* = 0.923$	aktuell: Abweichung ΔD vom Sollwert
 LIGHT	+		
 UP	oder	 DOWN	
	Lichttaste gedrückt halten und <i>eine</i> Pfeiltaste tippen/ gedrückt halten	$DB = 0.880$	Kalibrierfaktor B ändern
	loslassen	$D^* = 0.881$	angepasster Ist-Wert

Hinweis: Halten Sie die weiter oben beschriebene Reihenfolge ein, korrigieren Sie zuerst den Faktor A, bevor Sie Faktor B verändern!

6) Jetzt muss in jedem Fall (!) Faktor A nachkalibriert werden. Wiederholen Sie die Schritte ab Punkt 3, solange bis in dem gesamten Messbereich die Soll-Ist-Wert-Toleranz eingehalten wird (siehe Abbildung "2-Faktor Kalibrierung", S.14 unten).

7) Beenden Sie die Zwei-Faktor Kalibrierung mit oder ohne zu speichern:

a) mit speichern

 HOLD	"HOLD" Taste drücken		"CaliSave" wird kurz angezeigt
	automatische Abfrage		Speichern Ja / Nein? Cursor blinkt "Y"
 HOLD	zum Bestätigen "HOLD" Taste drücken		neue Werte für A und B sind abgespeichert, Kalibriermodus beendet

b) Beenden ohne zu speichern



	<p>"HOLD" Taste drücken</p> <p>automatische Abfrage</p>		<p>"CaliSave" wird kurz angezeigt</p>
	<p>Cursorposition mit "UP" Taste bewegen</p>		<p>Speichern Ja / Nein? Cursor blinkt "Y"</p>
	<p>zum Bestätigen "HOLD" Taste drücken</p>		<p>Abbruch, neue Werte für A und B <u>nicht</u> übernommen, Kalibriermodus beendet</p>

Nach Beenden kehrt das Gerät in den normalen Messbetrieb zurück.

6. Batterieanzeige

In eingeschaltetem Zustand wird der Batteriestatus des DENSIT-RT6 laufend überwacht. Ein Batteriehinweis erfolgt nur dann, wenn die Versorgungsspannung außerhalb der Betriebsgrenzen liegt.

Mögliche Anzeigen:

Anzeige automatisch		"LOW BATT" = zu schwache Batterien
Anzeige automatisch		"HI. BATT" = falsche Batterien

Der Batteriehinweis wird für 5 Sekunden angezeigt, danach schaltet das Gerät automatisch ab.

- Wechseln Sie die Batterien.
- Folgen Sie der Anleitung "Einlegen der Batterien" auf Seite 6.

7. Technische Daten

Messbereich "diffuse optische Dichte D ":	0 - 5.0
Messgenauigkeit:	$\Delta D = \pm 0.01$ für $D \leq 4.8$ $\Delta D = \pm 0.03$ für $D > 4.8$
Wiederholgenauigkeit:	± 0.01
Einsatzbereich Leuchtdichte:	550 - 320.000 cd/m ²
Messfeld-Durchmesser:	Ø3 mm
Stromversorgung, handelsübliche Batterien:	4x 1,5 V Alkali-Mangan AA (LR6)
Batterielaufzeit (bei min. Backlight):	ca. 1.500 Betriebsstunden
Sondenkabel-Länge:	115 cm
Abmessungen Handgehäuse:	170 x 95 x 40 mm
Gewicht inkl. Batterien:	430 g