KARL DEUTSCH

R15BA10D Ho 25-Sep-2008

Betriebsanleitung

Risstiefenmessgerät

RMG 4015

Rev. 7

Diese Anleitung gehört zum Lieferumfang des Risstiefenmessgeräts RMG 4015 mit der Fertigungsnummer:

Änderungen vorbehalten

WICHTIGE HINWEISE



- Unsere Geräte, Anlagen und Zubehörteile werden nach dem Stand der Technik geplant, konstruiert und gefertigt. Wir setzen das Wissen über den Stand der Technik auch der sich daraus ergebenden Einschränkungen der Vollständigkeit oder Sicherheit der Prüfverfahren bei unseren Kunden voraus. Im Zweifelsfall geben wir gern Erläuterungen.
- Unsere Produkte werden nach vorgegebenen technischen Daten abgenommen. Die Gerätefreigabe obliegt sachkundigen Mitarbeitern. Für etwaige Störungen oder Defekte haften wir im Rahmen unserer allgemeinen Lieferbedingungen.
- Unsere Produkte werden auch zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung an Teilen verwendet, deren Ausfall ein hohes Risiko darstellen kann. Das gilt z.B. sowohl für Werkstoffe oder Bauteile für die Automobilindustrie als auch für Luftfahrt oder Kernkraft. Alle zumutbaren Maßnahmen sind vom Anwender zu ergreifen, um das unbemerkte Durchlaufen von Werkstücken mit Abweichungen zu vermeiden. Dazu werden Überwachungseinrichtungen an den Prüfgeräten angeboten. Eine Gerätefehlfunktion kann durch regelmäßige Kontrollen von Gerät, Zubehör, Prüfmitteln, Arbeitsbedingungen und Prüfpersonal reduziert werden. In besonders wichtigen Fällen ist u. U. jeweils ein Kontrollvorgang vor und nach jeder Prüfung vorzusehen. Durch Kontrollen lassen sich nicht nur systematische, sondern auch sporadisch auftretende Störungen des Systems und der Gerätefunktionen auffinden. Wird eine Funktionsstörung festgestellt, so sind unverzüglich Maßnahmen zu ergreifen, um zu verhindern, dass die seit der letzten Kontrolle mit einwandfreiem Ergebnis geprüften Bauteile ohne erneute Überprüfung weiter verwendet werden.
- Wir sind zu Beratungen über Art und Umfang der Kontroll- und Organisationsmaßnahmen vor Freigabe des Prüfablaufs gerne bereit.

INHALT

1 Was Sie vor Prüfbeginn wissen sollten.... 6
1.1 Hinweise zu diesem Handbuch 6
1.2 Bestimmungsgemäßer Gebrauch des RMG 4015 7
1.3 Anforderungen an das Prüfpersonal 8
1.4 Sicherheitshinweis 8
1.5 Betriebs- und Lagertemperatur 8
1.6 Sonden und Messbereiche 9
1.7 Messunsicherheit und Anzeigeauflösung 12
1.8 Reproduzierbarkeit von Messergebnissen 12
1.9 Konformitätserklärung 13
1.10 Kontakt zu KARL DEUTSCH 14

2 Allgemeine Information 15
2.1 Kennzeichnende Eigenschaften 15
2.2 Reinigung 16
2.3 Typkennzeichnung 16
2.4 Zubehör 17
2.4.1 RMG-Kontrollkörper 17
2.4.2 Drucker 18
2.5 Stromversorgung 19
2.5.1 Betriebsdauer 19
2.5.2 Laden von Akkumulatoren 20
2.5.3 Ladedauer für Volladung 20
2.5.4 Ladeverbot für Primärzellen 20
2.5.5 Batterie-/Akkumulatorwechsel 21
2.5.6 Lagerung 21

3 Bedienelemente 22
3.1 Tastatur 23
3.2 Bedienung des Gerätes 24
3.3 Anzeige (Display) 26

4 Einschalten / Inbetriebnahme / Messbetrieb 28
4.1 Grundsätzliches 28
4.2 Einschalten 30
4.3 Reinigen der Messstelle 31
4.4 Aufsetzen der Messsonde im Messbetrieb 32
4.5 Überprüfen und Kalibrieren der Sonde 33

4.5.1 Wirkungsweise der Sondenkalibrierung 33
4.5.2 Überprüfen der Sonde 34
4.5.3 Durchführung einer Sondenkalibrierung 35
4.6 Materialkorrektur 37
4.6.1 Wirkungsweise der Materialkorrektur 37
4.6.2 Durchführung der Materialkorrektur 37
4.6.3 Nützliche Hinweise zur Materialkorrektur 39
4.6.4 Spezifische Materialkennlinien 41
4.7 Schrägrissmessung: Ermittlung des Risswinkels 42
4.7.1 Funktionsweise der Schrägrissmessung 42
4.7.2 Bestimmung des Winkels α 43
4.7.3 Messung der projizierten Risstiefen 47
4.8 Messbetriebsarten 49
4.8.1 Einzelmessbetrieb 49
4.8.2 Dauermessbetrieb 49
4.9 Messwertausgabe an Drucker/PC 50
4.10 Auswechseln der Sonden-Kontaktstifte 51
4.10.1 Entfernen verbrauchter Kontaktstifte 52
4.10.2 Einsetzen neuer Kontaktstifte 52
4.10.3 Auswahl der Kontaktstifte 53

5 Datalogger (Messwertspeicher) / Batches 55
5.1 Aufbau des Dataloggers (Messwertspeichers) 55
5.2 Bedienung des Messwertspeichers 56
5.3 Unterbrechen der Messwertspeicherung 57
5.4 Wiederaufnahme der Messwertspeicherung 57
5.5 Ausdruck des aktuellen Batchinhalts 58
5.6 Ausdruck aller Batchinhalte 59
5.7 Aktuellen Batchinhalt löschen 60
5.8 Löschen des gesamten Messwertspeichers 60
5.9 Datenübertragung in den PC 61

6 Zusatzfunktionen 62
6.1 Automatisches Ausschalten 62
6.2 Einstellen von Datum und Zeit 62
6.3 Anzeigeeinheit ändern (mm / Inch) 63
6.4 Einstellen der Sprache 63

7 Einflüsse auf die Messgenauigkeit 64
7.1 Werkstückoberfläche 64
7.2 Einflüsse der Werkstück- und Rissgeometrie 64
7.2.1 Kanteneinfluss 64
7.2.2 Risse großer Tiefe 65
7.2.3 Kurze Risse 65
7.2.4 Rissbreite 65
7.2.5 Unterbrochene Risse 65
7.3 Messungen in Rissfeldern 66
7.4 Werkstoff-Einflüsse 66

8 Was tun, wenn... 67
8.1 Fehlermeldungen (ERROR) 67
8.2 Rücksetzen des Gerätes und der Sonde auf die werkseitigen Voreinstellungen 68
8.3 Praktische Hinweise: Wie Sie vorgehen sollten, wenn... 69

9 Technische Daten 70

10 Anhang 73
10.1 Übertragungsparameter und Pinbelegung der seriellen Schnittstelle 73
10.2 Fernbedienung des RMG 4015 über die RS232-Schnittstelle 73
10.3 Materialspezifischer Referenzriss 74
10.4 Bestellnummern für Sonden, Zubehör und Verbrauchsmaterial 75
10.5 Herausfaltbare Geräteansicht 77

1 Was Sie vor Prüfbeginn wissen sollten....

1.1 Hinweise zu diesem Handbuch

Dieses Handbuch ist Standardzubehör für das KARL DEUTSCH - Risstiefenmessgerät RMG 4015.

Weitere Exemplare können von KARL DEUTSCH unter der Bestellnummer 7442.401 bezogen werden.

Informationen die mit dem Symbol ⚠ gekennzeichnet sind, müssen gelesen und deren Inhalt bei der Benutzung des RMG 4015 beachtet und verstanden werden, um die Funktion und die Messqualität des Geräts nicht zu beeinträchtigen. Das Symbol (info) kennzeichnet wissenswerte Zusatzinformationen.

(info) **Beim Lesen dieses Handbuchs finden Sie in Klammern gesetzte Ziffern, z.B. "(5)". Diese Ziffern beziehen sich auf die ausklappbare Geräteansicht am Ende der Anleitung.**

1.2 Bestimmungsgemäßer Gebrauch des RMG 4015

Das Risstiefenmessgerät RMG 4015 arbeitet nach dem Wechselstrom-Potentialsondenverfahren und dient dazu, die Ausdehnung von Oberflächenrissen in metallisch leitende Werkstücke (vorzugsweise Eisen und Stahl) hinein möglichst genau zu ermitteln.

Der Verlauf des zu messenden Risses längs der Oberfläche muss zuvor mit anderen Methoden der ZfP (Zerstörungsfreie Prüfung), z.B. Magnetpulver (MT) oder Farbeindringprüfung (PT) festgestellt und bei Messbeginn bekannt sein.

Der Messbereich ist abhängig vom Werkstoff und der verwendeten RMG Sonde. Er umfasst bei den meisten ferromagnetischen Stählen 0 bis 99,9 mm.

info Für Materialien mit besonders hoher elektrischer Leitfähigkeit, z.B. Aluminium, Kupfer oder Gold, sind Spezialsonden erforderlich. Bei ihnen ist der Messbereich eingeschränkt.

Das Messgerät ist ausschließlich für die von KARL DEUTSCH für das RMG 4015 angebotenen Sonden und Zubehör ausgelegt.

Weitergehende Informationen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch des Messgeräts und zum physikalischen Verständnis der Risstiefenmessung können dieser Bedienungsanleitung und der zum Lieferumfang gehörenden Druckschrift zur Risstiefenmessung entnommen werden. Vor der ersten Inbetriebnahme sollten diese Bedienungsanleitung und Druckschrift deshalb gelesen und verstanden werden.

info Das Risstiefenmessgerät ersetzt nicht die üblichen ZfP-Verfahren zur Erkennung von Rissen, sondern liefert lediglich ergänzende Informationen. In erster Linie gibt das Risstiefenmessgerät Entscheidungshilfen, wenn fraglich ist, ob die Tiefe eines Risses geringer als die Bearbeitungszugabe ist und ein Werkstück nachbearbeitet werden kann oder verworfen werden muss.

1.3 Anforderungen an das Prüfpersonal

Um das Risstiefenmessgerät (RMG) richtig zu bedienen und die Sonden richtig zu handhaben, sollte ...

- ... Basisfachwissen im Bereich der Messtechnik vorhanden sein, um eine objektive Einordnung des Messwerts und seiner Toleranz zu ermöglichen.
- ... die Grundlagen zur Prüftechnik der Risstiefenmessung bekannt sein.

Die Möglichkeit zum Erkennen systematischer, anwendungstechnischer und gegebenenfalls gerätebedingter Fehler wird dadurch erheblich gesteigert.

1.4 Sicherheitshinweis

⚠ Das RMG 4015 ist nicht für den Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung zugelassen. Beachten Sie die für Sie zutreffenden Schutzvorschriften.

1.5 Betriebs- und Lagertemperatur

Das RMG 4015 kann bei Umgebungstemperaturen zwischen 0 °C und + 45 °C betrieben werden.

Die Lagertemperatur für das RMG 4015 sollte bei eingesetzten Batterien im Bereich 0 °C bis 45 °C liegen[1].

Bei ausgebauten Batterien ist die Lagerung im Temperaturbereich zwischen - 20 °C bis + 60 °C möglich.

⚠ Denken Sie auch daran, dass Innenraumtemperaturen hinter Glas (z.B. im Auto) im Sonnenschein leicht höher als + 60 °C sein können.

[1] Beachten Sie dazu auch die Angaben des Batterieherstellers

1.6 Sonden und Messbereiche

Passend zur jeweiligen Werkstückgeometrie und zur Messaufgabe stehen Sonden mit unterschiedlichen Bauformen zur Verfügung.

Alle Sonden haben in die Kontaktstifte integrierte Federvorrichtungen. Diese gleichen Oberflächenunebenheiten aus und sorgen für einen annähernd gleichmäßig starken Aufsetzdruck, auch bei rund oder zylindrisch geformten Oberflächen.



Abbildung 1: Die Messsonden des RMG 4015 für gerade[2] Risse

[2] "schräge" und "gerade" Risse: siehe dazu auch Abschnitt 4.7 ff



(D)
RMSL-S 0º



(E)
RMSL-S 90º

Abbildung 2: Die Messsonden des RMG 4015 für gerade und schräge[3] Risse

(A) Messung gerader Risse:
Sonde mit 4 in Reihe angeordneten Messstiften

Kurzbezeichnung: RMSL 0º
Bestellnummer: 4416.001

(B) Messung gerader Risse:
Sonde mit 4 quadratisch angeordneten Messstiften

Kurzbezeichnung: RMSQ 0º
Bestellnummer: 4418.001

Bei quadratisch angeordneten Stiften ist das Messsignal in der Regel größer als bei in Reihe angeordneten Stiften. Daher sollte diese Sonde immer dann grundsätzlich eingesetzt werden, wenn das zu messende Werkstück einen geringeren elektrischen Widerstand hat als ferromagnetisches Eisen- und Stahl, z.B. austenitischer Stahl oder Nichteisen (NE)-Metalle.

[3] "schräge" und "gerade" Risse: siehe dazu auch Abschnitt 4.7 ff

(C) Messung gerader Risse:
Abgewinkelte Sonde mit 4 in Reihe angeordneten Messstiften

Kurzbezeichnung: RMSL 90º
Bestellnummer: 4417.001

Durch die abgewinkelte Ausführung kann auch in Öffnungen mit einer geringen lichten Zugangsweite gemessen werden.

Eine prismenförmige Nut erleichtert außerdem das Aufsetzen auf runde Materialien, wenn der Riss quer zur Umfangsrichtung verläuft.

(D) Messung gerader und schräger Risse:
Sonde mit 4 in Reihe angeordneten Messstiften

Kurzbezeichnung: RMSL-S 0º
Bestellnummer: 4421.001

(E) Messung gerader und schräger Risse:
Abgewinkelte Sonde für Schrägrissmessung mit 4 in Reihe angeordneten Messstiften

Kurzbezeichnung: RMSL-S 90º
Bestellnummer: 4420.001

Durch die abgewinkelte Ausführung kann auch in Öffnungen mit einer geringen lichten Zugangsweite gemessen werden.

Eine prismenförmige Nut erleichtert außerdem das Aufsetzen auf runde Materialien, wenn der Riss parallel zur Längsrichtung verläuft.

⚠ **Bei Sondennachbestellung bitte unbedingt die 5stellige Fertigungsnummer des vorhandenen und mit der Sonde zu verwendenden Kontrollkörpers angeben. Die Fertigungsnummer finden Sie als Gravur auf der linken Schmalseite des Kontrollkörpers.**

1.7 Messunsicherheit und Anzeigeauflösung

Die tatsächlich bei einer Anwendung vorliegende Messunsicherheit hängt von den speziellen Werkstoffeigenschaften der zu untersuchenden Werkstücke ab und kann wegen unterschiedlicher Vorbehandlungen auch bei gleichen Werkstoffbezeichnungen sehr unterschiedlich sein. Die in Abschnitt 9 angegebenen Werte zur Messunsicherheit sind daher nur typbezogene Werte. Sie setzen auch voraus, dass die zu untersuchenden Werkstücke nicht magnetisiert sind und ein homogenes Gefüge aufweisen, die Oberfläche am Messort eben, glatt und sauber ist und der Rissabstand von einem Werkstückrand mindestens doppelt so groß ist wie die Risstiefe. Sie beziehen sich auf die physikalische Messtiefe "T" (siehe Abbildung 8, Seite 42) des Risses, und nicht auf die projizierte Tiefe schräger Risse. Messunsicherheiten unbekannter Werkstoffe müssen in jedem Anwendungsfall zuvor experimentell ermittelt werden.

⚠ Auch gekrümmte Oberflächen können das Messergebnis beeinträchtigen. Dasselbe gilt für alle Inhomogenitäten die zu Schwankungen in den elektrischen und magnetischen Eigenschaften des zu messenden Werkstücks führen. Diese können z.B. als Folge von mechanischen Spannungen nach dem Herstellprozess, ganz allgemein nach thermischer oder mechanischer Beanspruchung oder durch Aufmagnetisieren entstehen.

Die **Anzeigeauflösung** beträgt ±0,1 mm (mm-Modus) und 0,001 Inch (Inch-Modus).

1.8 Reproduzierbarkeit von Messergebnissen

Die Risstiefenmessung ist eine Vergleichsmessung. Der Vergleich von Messwerten an ungestörten (rissfreien) und rissbehafteten Oberflächenabschnitten führt zur messtechnischen Aussage. Die Genauigkeit aller nachfolgenden Messungen hängt beim RMG daher davon ab, wie sorgfältig jeweils vor Messbeginn die Kalibrierung und eine Materialkorrektur durchgeführt wurden. Voraussetzung für reproduzierbare und messtechnisch sinnvolle Ergebnisse ist, dass sich die Messbedingungen danach nicht ändern. Achten Sie deshalb beim Kalibrieren (siehe Abschnitt 4.5.3), bei der Materialkorrektur (siehe Abschnitt 4.6) und während der anschließenden Durchführung von Messreihen insbesondere auch darauf, dass die Temperatur am Messort und im Material konstant bleibt. Im Zweifelsfall sollte immer eine erneute Kalibrierung und Materialkorrektur durchgeführt werden.

1.9 Konformitätserklärung

EG-Konformitätserklärung
EC-Declaration of Conformity

DIN EN ISO 9001:2000
KARL DEUTSCH
Dokument2 RK 16/01/06

Angaben zum Gerät
Details on the Device

Gerät: **RMG 4015** .....
Instrument

Typ: **4015.003** .....
Type

Fertigungsnummer: .....
Serial Number

Wir bestätigen hiermit, dass das Gerät / System in Übereinstimmung mit der Niederspannungs-Richtlinie (2006/95/EG) und der EMV-Richtlinie (89/336/EWG), entsprechend der 1. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSGV) vom 11. Juni 1979 und des EMV-Gesetzes vom 9. November 1992 (jeweils in der z. Zt. gültigen Fassung) entwickelt und gefertigt wurde.

We hereby confirm that the device / system complies with the EC directives "Low voltage equipment" (2006/95/EC), and the "Electromagnetic compatibility" (89/336/EEC), also with the correspondent German safety regulations (GPSGV), dated June 11th, 1979, and the German EMC law, dated November 9th, 1992 (in each case in accordance with the current issue).

Zur Beurteilung wurden die folgenden harmonisierten Normen und Standards herangezogen:

The following harmonized technical standards and regulations have been used for judgement:

Europäische Normen:

- DIN EN 61000-6-3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-3: Fachgrundnormen; Fachgrundnorm Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- DIN EN 61000-6-2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich
- DIN EN 61010-1 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- .....
- .....

European Standards:

- *EN 61000-6-3 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards; Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*
- *EN 61000-6-2 Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 6-2: Generic standards; Immunity for industrial environments*
- *EN 61010-1 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use; Part 1: General requirements*
- .....
- .....

Andere Normen oder technische Spezifikationen:

- .....
- .....

Other standards or technical specifications:

- .....
- .....

KARL DEUTSCH
Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG
Otto-Hausmann-Ring 101
D-42115 Wuppertal

22.11.2006
(Datum / *date*)

i.A. Ulrich Fünfer
(Unterschrift / *signature*)

Entwicklungsleiter Elektronische Seriengeräte / *Manager Electronics Development*
(Angaben zum Unterzeichner / *position of signer*)

Seite / page 1 von / of 1

KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG · Otto-Hausmann-Ring 101 · D-42115 Wuppertal · Tel. (+49 -202) 71 92 - 0 · Fax (+49 -202) 71 49 32 · e-mail: info@karldeutsch.de

CE Die Eigenschaften im Sinne der aktuell für dieses Messgerät gültigen CE-Richtlinien und die ausgewiesenen Qualitätseigenschaften des Geräts gelten für den bestimmungsgemäßen Gebrauch.

1.10 Kontakt zu KARL DEUTSCH

Wir haben Gleitzeit. Sie erreichen uns sicher in den Kernarbeitszeiten:

montags bis donnerstags:
8.00 h bis 12.15 h / 12.45 h bis 15.30 h
freitags:
8.00 h bis 12.15 h

Telefon:	+49 (-202) 7192-0
Telefax:	+49 (-202) 714932
E-Mail:	info@karldeutsch.de
Homepage:	http://www.karldeutsch.de

Postsendungen schicken Sie bitte an:

KARL DEUTSCH
Prüf- und Messgerätebau
GmbH + Co KG
Postfach 132354
D-42050 Wuppertal

Hausadresse:

Otto-Hausmann-Ring 101
D-42115 Wuppertal

2 Allgemeine Information

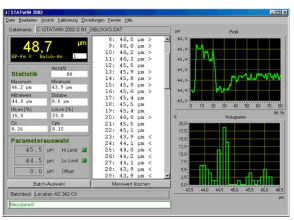
2.1 Kennzeichnende Eigenschaften

Abhängig vom Werkstoff und der verwendeten Sonde misst das RMG 4015 Risstiefen im Bereich von 0 bis maximal 99,9 mm in ferromagnetischem (z.B. Eisen, Stahl) und nicht-ferromagnetischem[4] (z.B. Aluminium) Grundmaterial. Zur Anpassung an die Geometrie des Werkstücks stehen unterschiedliche Sonden-Bauformen zur Verfügung (siehe Abschnitt 1.6).

Im Einzelmessbetrieb (übliche Einstellung) wird nach jedem Aufsetzen der Sonde 1 Messwert angezeigt. Im Dauermessbetrieb wird bei aufgesetzter Sonde ca. 1 Messwert pro Sekunde ermittelt und angezeigt.

Das RMG 4015 ist mit einer Echtzeituhr und einem Messwertspeicher (Datalogger) ausgerüstet.

Die Datenschnittstelle bietet Anschlussmöglichkeiten ...



... an die serielle Schnittstelle eines IBM-kompatiblen Rechners (PC).
Mit dem Programm "STATWIN 2002" steht eine komfortable Auswertesoftware für den PC zur Verfügung.

... an den KARL DEUTSCH – Thermodrucker 6010.201



[4] Der Messbereich bei nicht-ferromagnetischem Material ist abhängig von der spezifischen Leitfähigkeit des Materials. Je niedriger die Leitfähigkeit, um so höher kann die obere Messbereichsgrenze festgesetzt werden. Fragen Sie dazu KARL DEUTSCH.

2.2 Reinigung

Das Gehäuse des RMG 4015 besteht aus ABS-Kunststoff, die Tastaturfolie aus Polyester.

Die Folientastatur und Gehäuse sind weitgehend unempfindlich gegen Verschmutzung und einfach zu reinigen. Benutzen sie dazu einen weichen, mit einem sanften Reinigungsmittel getränkten Lappen, jedoch niemals Scheuermittel.

⚠ Verwenden Sie auf keinen Fall kunststoffanlösende Reiniger oder Mittel, die die Oberfläche des Sichtfensters zerkratzen können.

Achten Sie auch darauf, dass beim Reinigen keine Feuchtigkeit in die Anschlussbuchsen und in das Gehäuse dringt.

2.3 Typkennzeichnung

Auf der Rückseite des Geräts finden Sie die RMG 4015 - Typkennzeichnung, die Artikelnummer und die individuelle Fertigungsnummer.

Die Typbezeichnung und Fertigungsnummer der Sonde ist auf dem Sondenkörper eingraviert.

info Bei Rückfragen bitte immer Typbezeichnung und Fertigungsnummer angeben.

2.4 Zubehör

2.4.1 RMG-Kontrollkörper

Der RMG-Kontrollkörper (Art.-Nr. 4720.002) besteht aus Stahl (C45K, Werkstoffnummer 1.0503) und hat einen gerade verlaufenden Sägeschnitt mit einer Tiefe zwischen 0 und 10 mm. Dieser Sägeschnitt dient als künstlicher Testriss.

Der RMG-Kontrollkörper wird in erster Linie verwendet, um vor Beginn einer Messung die ordnungsgemäße Funktion von Gerät und Sonde zu überprüfen und etwaige Veränderungen festzustellen (siehe dazu auch Abschnitt 1.7). Insbesondere mechanische Abnutzung der Sonden und Temperaturänderungen von Sonde und Gerät führen zu Veränderungen, die die Messgenauigkeit beeinträchtigen. Diese Einflüsse können jedoch weitgehend kompensiert werden, indem die Sonden auf dem künstlichen Riss des RMG-Kontrollkörpers kalibriert werden.

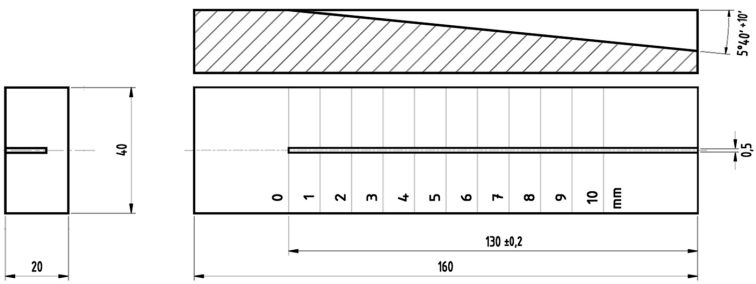


Abbildung 3: RMG-Kontrollkörper 4720.002

⚠ Aufgrund der Fertigungstoleranzen des RMG-Kontrollkörpers können die tatsächlichen Risstiefen an den Messpunkten (1 mm, 2 mm, 3 mm etc.) um ± 0,1 mm von den eingravierten ganzzahligen Werten abweichen.

Bei der Risstiefenmessung muss auch die Umgebungstemperatur beobachtet werden. Wird die Temperatur des RMG-Kontrollköpers gegenüber der Temperatur zum Zeitpunkt der Kalibrierung um 10 °C erhöht bzw. erniedrigt, so werden die Risstiefen um ca. 10 % höher bzw. niedriger als die eingravierten Sollwerte angezeigt. Ursache dafür sind Änderungen der elektrischen und magnetischen Eigenschaften von Stahl mit der Temperatur.

⚠ Ein Aufmagnetisieren des RMG-Kontrollkörpers führt zu falschen Messergebnissen und unbrauchbarer Kalibrierung. Der RMG-Kontrollkörper darf daher niemals in die Nähe von Magnetfeldern gebracht werden.

2.4.2 Drucker

Zum Ausdruck von aktuellen und gespeicherten Messwerten (Batchinhalte) können Sie den akkumulatorbetriebenen Thermodrucker (Art.-Nr.: 6010.201) verwenden.



Abbildung 4: Thermodrucker 6010.201

Der Drucker wird mit dem Druckerkabel 1657.307 an das RMG 4015 angeschlossen.

2.5 Stromversorgung

Das RMG 4015 benötigt jeweils zwei 1,5-V-Batterien oder 1,2-V-Akkumulatoren der Baugröße AA (Mignon). Beim Einsatz von (nicht-aufladbaren) Batterien sollten Sie ausschließlich auslaufgeschützte Alkali-Mangan-Batterien verwenden.

Als (wiederaufladbaren) Akkumulatoren können NiMH-Zellen eingesetzt werden.

⚠ Das Ladegerät darf nur angeschlossen werden, wenn (wiederaufladbare) Akkumulatoren eingesetzt sind. Verwendung des Ladegeräts ohne eingesetzte Akkumulatoren kann zu Schäden am Messgerät führen.

2.5.1 Betriebsdauer

Die Betriebsdauer ist abhängig vom Betriebmodus (Dauerbetrieb, Einzelmessbetrieb, Messwertspeicher etc.) und vom verwendeten Batterie- bzw. Akku-Typ.

Die folgenden Betriebszeiten sind im Dauermessbetrieb mit aktivem Messwertspeicher und eingeschalteter Schnittstelle, d.h. bei höchstmöglichem Energieverbrauch des Gerätes, möglich:

Typ	Kapazität in mAh	Betriebsdauer (ca.) in h
Alkali-Mangan	2300	8,2
NiMH	2000	7,1
NiMH	1300	4,5
NiMH	1000	3,6

Alle anderen Betriebsmodi verbrauchen weniger Energie, die Betriebsdauer ist dann entsprechend höher.

2.5.2 Laden von Akkumulatoren

Eingesetzte Akkumulatoren werden im Gerät geladen, sobald das Ladegerät[5] angeschlossen wird.

Das Ladegerät wird an die Ladebuchse (5) auf der linken Seite des RMG 4015 angeschlossen.

⚠ Ladegerät nicht anschließen, wenn nicht-wiederaufladbare Batterien (z.B. Alkali-Mangan-Zellen) eingesetzt sind. Explosionsgefahr!

2.5.3 Ladedauer für Volladung

Die für eine Volladung benötigte Zeit hängt vom verwendeten Akkumulatortyp, dem Ladezustand des Akkumulators und externen Bedingungen, wie Temperatur und Akkumulator-Alter, ab.

Eine Volladung von entladenen NiMH-Akkumulatoren bei ausgeschaltetem Gerät dauert mindestens 12 h.

2.5.4 Ladeverbot für Primärzellen

⚠ Bei eingesetzten Batterien (handelsübliche nicht-wiederaufladbare Primärzellen, z.B. Alkali-Mangan-Batterien):

Ladegerät nicht anschließen!

Nicht laden!

Explosionsgefahr!

[5] Art.-Nr. 2806.001 für 230 V Primärspannung, andere auf Anfrage

2.5.5 Batterie-/Akkumulatorwechsel

Zum Auswechseln der Batterien/Akkumulatoren schrauben Sie den Batteriefachdeckel auf der Rückseite des Geräts auf (zwei Kreuzschlitzschrauben, passenden Schraubendreher benutzen). Achten Sie beim Einsetzen der neuen Batterien/Akkumulatoren auf die richtige Polung (siehe Skizze im Batteriefachboden).

2.5.6 Lagerung

⚠ Bei längerer Lagerung des RMG 4015 (z.B. über einige Wochen) sollten die Batterien bzw. Akkumulatoren aus dem Gerät genommen werden.

3 Bedienelemente



Abbildung 5: Frontansicht RMG 4015

(1) Sondenbuchse (Markierung: "roter Punkt")

(2) RS232C-Schnittstelle (für PC und Drucker)

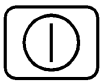
(3) Flüssigkristallanzeige (LCD)

(4) Tastatur

(5) Ladebuchse

3.1 Tastatur

Die Betätigung einer Taste wird mit einem Signalton quittiert. Ungültige Tastatureingaben werden mit einem Doppelton gemeldet.



- EIN/AUS-Taste



- Aufruf der Nullpunktkalibrierung



- Starten der Endwertkalibrierung



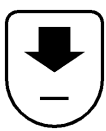
- Aufruf der Materialkorrektur



- Umschalten zwischen Menü und Messbetrieb



- Im Menü: Menüpunkte nach oben durchblättern
- Bei Zahleneingabe: Autoinkrement-Taste (Vergrößerung des angezeigten Werts)



- Im Menü: Menüpunkte nach unten durchblättern
- Bei Zahleneingabe: Autodekrement-Taste (Verkleinerung des angezeigten Werts)



- Aufruf des Anzeige-Cursors
  Anschließend Möglichkeit zur gezielten Veränderung einzelner Stellen des angezeigten Zahlenwerts mit den Pfeiltasten .



- Aktivieren des aktuellen Menüpunkts
- Bestätigung eines (veränderten) Parameters

3.2 Bedienung des Gerätes

Während nur den am häufigsten gebrauchten Gerätefunktionen eigene Tasten auf der Tastatur zugeordnet sind, können alle Gerätefunktionen und Einstellungen (z.B. Betriebsart, Sprache, Einheit etc.) über das Gerätemenü ausgewählt und verändert werden.

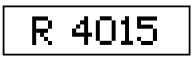
- Das Menü wird durch Betätigung der Taste [MENU MEAS] aufgerufen.
- Den gewünschten Menüpunkt wählen Sie mit Hilfe der Pfeiltasten [+] [–] aus.
- Ein ausgewählter Menüpunkt wird mit der Taste [ENTER] bestätigt und aktiviert.
- Im aktivierten Menüpunkt kann der Inhalt mit den Tasten [+] [–] verändert werden.
- Bei Zahleneingaben kann mit Drücken der Taste [CURSOR] die zu verändernde Stelle ausgewählt nachfolgend mit den Tasten [+] [–] verändert werden.
- Zum Bestätigen und zur Übernahme des veränderten Parameters drücken Sie abschließend die Taste [ENTER].

In der nachfolgenden Tabelle finden Sie sämtliche Elemente des Bedienmenüs. Sie sind so aufgelistet, wie sie bei nacheinanderfolgendem Betätigen der Taste [+] erscheinen.

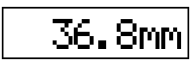
MAT–CAL	Material-Korrektur
α–MEAS	Gerätefunktion zur Schrägrissmessung
SING/CON	Messmodus: einzeln/kontinuierlich
PRT MES	Messwertausgabe
PLUS	**OFF**: Zusatzfunktionen bleiben unsichtbar **ON**: Die nachfolgend gelisteten Zusatzfunktionen erscheinen im Menü

BATCH	Aufrufen des Messwertspeichers
PRT BAT	Ausgabe des aktuellen Batches (Messreihe)
PRT ALL	Ausgabe aller Batches (Messreihen)
DEL BAT	Löschen des aktuellen Batches (Messreihe)
DEL ALL	Löschen aller Batches (Messreihen)
REMOTE	Mit [ENTER] wechseln Sie in die Gerätebedienung über die Schnittstelle (2). Erforderlich z.B. bei Betrieb mit der PC-Software STATUS Windows. Die Anzeige zeigt während dieses Betriebsmodus' weiterhin REMOTE. Mit [MENU/MEAS] wechseln Sie aus diesem Betriebsmodus wieder in den normalen Messbetrieb ohne PC.
DATE	Einstellen von Uhrzeit und Datum
UNIT	Einstellen der Einheit mm oder Inch
LANGUAGE	Einstellen der Sprache (deutsch/englisch)

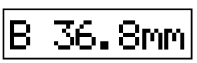
3.3 Anzeige (Display)



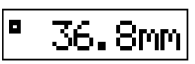
Die Anzeige des RMG 4015 kann insgesamt bis zu 8 Zeichen darstellen.



Numerische Anzeigen sind bis zu 3 Ziffern lang. Die Messwerte werden mit einer Auflösung von 0,1 mm angezeigt.



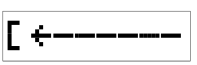
Bei aktiviertem Messwertspeicher erscheint der Buchstabe **B** (für Batch).



Bei Messbereitschaft sehen Sie links vom Messwert als Bereitschaftsanzeige das Messflag ■.

Das Gerät wartet darauf, dass die Sonde aufgesetzt wird. Während einer Messung erlischt das Messflag kurz.

Bei eingeschaltetem Batchbetrieb ist das Messflag ■ nicht sichtbar. Statt dessen erlischt bzw. blinkt der Buchstabe **B**.



bewegter Pfeil nach links

Aufforderung bei angeschlossener Schrägrisssonde: Stecker des Haftmagnet-Kabels in die Anschlussbuchse der Sonde stecken (bei Schrägrissmessung).



bewegter Pfeil nach rechts

Aufforderung bei angeschlossener Schrägrisssonde: Stecker des Haftmagnet-Kabels aus der Anschlussbuchse der Sonde ziehen (bei Schrägrissmessung).



Symbol dafür, dass die projizierte Tiefe angezeigt wird, der Messwert also aus einer Schrägrissmessung resultiert.

LOW BAT

Die Batteriekapazität ist fast erschöpft.

Sie müssen damit rechnen, dass sich das Gerät innerhalb der nächsten Minuten automatisch ausschaltet. Setzen Sie neue Batterien ein bzw. laden Sie die eingesetzten Akkumulatoren.

Hinweis: Die im Messwertspeicher (Batches) gespeicherten Messwerte bleiben auch beim Batteriewechsel oder längerem Ausbau der Batterien erhalten.

4 Einschalten / Inbetriebnahme / Messbetrieb

4.1 Grundsätzliches

Bei der Risstiefenmessung nach dem Wechselstrom-Potentialsondenverfahren wird über die zwei Kontaktstifte der Sonde ein Wechselstrom konstanter Stärke in das Werkstück eingeleitet. An zwei weiteren Kontaktstiften der Sonde wird der zugehörige elektrische Spannungs- bzw. Potentialabfall gemessen. Diese Spannung ist ein Maß für die Risstiefe. Da sie bei gleicher Risstiefe jedoch von den elektrischen und magnetischen Eigenschaften des jeweiligen Werkstücks abhängt, ist die Risstiefenmessung immer eine Vergleichsmessung. Der Vergleich von Messwerten an ungestörten (rissfreien) und rissbehafteten Oberflächenabschnitten desselben Materials führt zur messtechnischen Aussage.

Bevor Sie mit dem RMG Messungen durchführen, muss die Sonde zunächst auf dem mitgelieferten Kontrollkörper überprüft und ggf. erneut **kalibriert** werden. Anschließend müssen Gerät und Sonde den speziellen elektrischen und magnetischen Materialeigenschaften des zu prüfenden Werkstücks angepasst werden. Dieser Vorgang wird als **Materialkorrektur** bezeichnet:

- Steht auf dem zu messenden Werkstück kein Referenzriss bekannter Tiefe zur Verfügung, ist an rissfreier Stelle in Nähe des zu messenden Risses lediglich eine **Einpunkt-Materialkorrektur** vorzunehmen.
- Verfügt das Werkstück über einen oder mehrere Referenzriss(e) bekannter Tiefe, so ist auf dem Werkstück an rissfreier Stelle und auf einem oder mehreren Referenzriss(en) eine **Mehrpunkt-Materialkorrektur** durchzuführen.

Eine **Mehrpunkt-Materialkorrektur** berücksichtigt auch ggf. vorhandene Änderungen der elektrischen und magnetischen Eigenschaften mit der Tiefe des Werkstücks. Daher führt eine **Mehrpunkt-Materialkorrektur** in der Regel zu sichereren und genaueren Messergebnissen und ist nach Möglichkeit einer **Einpunkt-Materialkorrektur**, die nur (an rissfreier Stelle) an der Oberfläche des Werkstücks durchgeführt wird, vorzuziehen.

Das Überprüfen und Kalibrieren der Sonde auf dem mitgelieferten RMG-Kontrollkörper ist im Kapitel 4.5 beschrieben, das Durchführen der **Materialkorrektur** in Kapitel 4.6.2.

Auch die nachfolgenden Hinweise sollten beim Gebrauch des RMG nie außer acht gelassen werden:

⚠ Bei der Risstiefenmessung wird über die Sondenkontaktstifte ein Wechselstrom mit kleiner Stromstärke (ca. 0,3 A) in den Prüfling eingeleitet. Dennoch ist nicht ausgeschlossen, dass beim Aufsetzen oder Abheben der Sondenstifte kleine Funken entstehen. Deshalb ist der Prüfbereich sorgfältig von brennbaren Materialien, wie z.B. Öl, zu reinigen und sicherzustellen, dass auch die umgebende Atmosphäre nicht entzündlich ist.

⚠ Achten Sie auch aus Gründen der Messgenauigkeit darauf, dass die Oberfläche des Werkstücks dort, wo die Sonde aufgesetzt wird, völlig sauber, d.h. frei von Flüssigkeit, Oxidation, Zunder etc. ist. Jede Verunreinigung oder Beschichtung kann die Messung der Risstiefe beeinflussen.

⚠ Um systematische, umgebungs- oder gerätebedingte Fehler auszuschließen, empfehlen wir, vor dem Beginn einer Messreihe und regelmäßig während der Messung Kontrollmessungen mit bekannten Risstiefen und Materialien durchzuführen.

⚠ Wenn sich während der Messung Umgebungs- und Anwendungseinflüsse ändern (z.B. Temperatur, mechanische Abnutzung etc.), muss die Messung unterbrochen und eine neue Kalibrierung und Materialkorrektur durchgeführt werden.

4.2 Einschalten

- Taste ⏻ betätigen. In der Anzeige erscheint kurz eine Kennung über die aktuelle Version der im Gerät gespeicherten Betriebssoftware. Anschließend wechselt das RMG 4015 automatisch in den Messbetrieb.

info Bei Schrägrisssonde: Falls das Symbol [———→ (bewegter Pfeil nach rechts) erscheint, müssen Sie das Anschlusskabel des Haftmagneten aus der Sondenanschlussbuchse ziehen.

- Beim Ausschalten bleibt die zuletzt vorgenommene **Kalibrierung** gespeichert und wird beim Wiedereinschalten weiterverwendet.
- Beim Ausschalten wird auch die Funktion **Materialkorrektur** ausgeschaltet. Sie **bleibt** beim Wiedereinschalten des Gerätes **ausgeschaltet**. Die zuletzt gültige Materialkorrektur ist jedoch weiterhin im Gerät gespeichert und kann nach dem Wiedereinschalten des Gerätes über das Gerätemenü wieder aktiviert werden. Dennoch wird empfohlen, nach jedem Einschalten eine ggf. erforderliche **Materialkorrektur** auf dem zu messenden Werkstück erneut sorgfältig vorzunehmen.
- Überprüfen Sie zunächst die Messgenauigkeit und das Funktionieren von Gerät und Sonde, indem Sie an Rissen bekannter Tiefe und an rissfreien Stelle des zu prüfenden Werkstücks einige Kontrollmessungen durchführen. Stehen keine Referenzrisse auf dem Werkstück zur Verfügung, so verwenden Sie Kontrollkörper aus demselben Material wie das zu messende Werkstück oder (bei ausgeschalteter Materialkorrektur) den mitgelieferten RMG-Kontrollkörper (z.B. eine Messung in rissfreiem Bereich und eine bei einer Risstiefe von 10 mm). Wenn die angezeigten Risstiefen nicht im Bereich der zulässigen Messtoleranz liegen (siehe Abschnitt 1.7), ist eine erneute **Sondenkalibrierung** auf dem zugehörigen RMG-Kontrollkörper durchzuführen. In diesem Fall ist auch die zuletzt vorgenommene Materialkorrektur ungültig und muss auf dem zu messenden Werkstück erneut durchgeführt werden.
- Soll bei kurzzeitiger Mess-Unterbrechung die zuletzt ermittelte Materialkorrektur weiterhin verwendet werden, muss nach dem Wiedereinschalten der Menüpunkt MAT-CAL auf ENABLE gestellt werden.

⚠ Eine vorhandene Materialkorrektur darf nur dann weiterverwendet werden, wenn beim Fortführen der Messungen an derselben Stelle des Werkstücks bei unveränderter Temperatur weiter gemessen wird. In allen anderen Fällen muss auf dem zu messenden Werkstück eine Materialkorrektur erneut durchgeführt werden (s. Abschnitt 4.6.2).

⚠ Messwerte, die auf rissbehaftetem Material ohne passende Materialkorrektur oder mit ausgeschalteter Materialkorrektur (MAT-CAL auf DISABLE gestellt) ermittelt wurden, sind mit hoher Wahrscheinlichkeit falsch.

4.3 Reinigen der Messstelle

Die Messstelle(n) muss vor Messbeginn von Verschmutzungen, Flüssigkeiten, Zunder, Rost etc. gereinigt werden, damit die Kontaktstifte der RMG-Sonde auf eine blanke Oberfläche aufgesetzt werden können. Jede zusätzliche Schicht kann Einfluss auf das Messergebnis haben und deshalb die Risstiefenanzeige verfälschen.

⚠ Während der Messung können beim Aufsetzen der Sonde Funken entstehen. Brennbare Materialien (Öl, Benzin etc.) und entzündliche Gase dürfen sich grundsätzlich nicht in der Nähe befinden.

4.4 Aufsetzen der Messsonde im Messbetrieb

Setzen Sie die Sonde, wie in der folgenden Abbildung gezeigt, so auf das Werkstück auf, dass sich der Riss genau in der Mitte zwischen den Kontaktstiften befindet, d.h. je 2 Kontaktstifte befinden sich auf jeder Seite des Risses. Halten Sie dabei die Messsonde senkrecht zur Materialoberfläche.

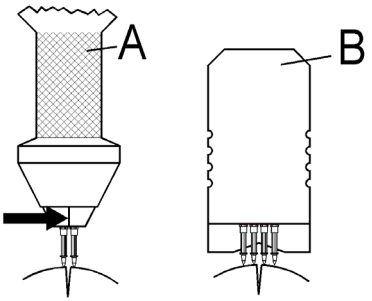


Abbildung 6: Aufsetzen der Messsonden bei quadratischer (A) und linearer (B) Anordnung der Messstifte

Bei Sonden mit quadratischer Anordnung der Messstifte (A in Abbildung 6) muss der Riss genau in Richtung der Strichmarkierung zwischen den Kontaktstiften hindurchgehen, bei Sonden mit linearer Anordnung der Messstifte (B in Abbildung 6) genau senkrecht zur Verbindungslinie der vier Kontaktstifte. Bei Sonden mit um 90° abgewinkeltem Handgriff (B in Abbildung 6) kann der Griff zur Orientierung dienen: Die Sonde ist hier so zu halten, dass der Sondengriff parallel zum Riss ausgerichtet ist.

Der Aufsetzdruck sollte so gewählt sein, dass die Federn der Kontaktstifte beim Aufsetzen zu etwa zwei Drittel eingedrückt sind. Ein Eindrücken bis zum Anschlag ist in der Regel nicht notwendig und verkürzt die Lebensdauer der Kontaktstifte unnötig.

⚠ Drehen oder verschieben Sie die Sonde niemals im aufgesetzten Zustand auf dem Werkstück. Dadurch werden die Kontaktstifte verbogen. Verändern Sie die Position der Messsonden nur durch Abheben und anschließendes Wiederaufsetzen.

4.5 Überprüfen und Kalibrieren der Sonde

Vor jedem Messbeginn muss die Funktion der Sonde auf dem mitgelieferten RMG-Kontrollkörper überprüft und gegebenenfalls erneut kalibriert werden.

4.5.1 Wirkungsweise der Sondenkalibrierung

In jeder RMG-Sonde ist eine individuelle Kennlinie gespeichert, die den Zusammenhang zwischen Empfangsspannung der jeweiligen Sonde und der Risstiefe auf dem mitgelieferten und zugehörigen RMG-Kontrollkörper enthält. Diese im Werk erstellte Kennlinie kann weder verloren gehen, noch gelöscht oder sonst wie durch den Benutzer manipuliert werden.

Durch Kontroll-Messungen auf dem mitgelieferten RMG-Kontrollkörper 4720.002 können Sie jederzeit überprüfen, ob das Gerät ordnungsgemäß arbeitet oder Abnutzung der Kontaktspitzen, Langzeitdrift oder Temperaturschwankungen das Messergebnis beeinträchtigen.

Das Gerät bietet innerhalb bestimmter Grenzen die Möglichkeit, die Einflüsse von Sondenabnutzung, Langzeitdrift und Temperaturänderungen zu kompensieren, indem eine Sondenkalibrierung auf dem zugehörigen Kontrollkörper durchgeführt wird. Die bei der Sondenkalibrierung ermittelten Kompensationsdaten bleiben so lange in der Sonde gespeichert, bis sie durch eine neue Kalibrierung überschrieben werden. Bei jedem Einschalten des Gerätes werden automatisch die zuletzt aufgenommenen Kalibrierungsdaten aus der Sonde ausgelesen und damit gearbeitet.

4.5.2 Überprüfen der Sonde

Über den Menüpunkt MAT-CAL kann eine ggf. eingeschaltete Materialkorrektur aus- und eingeschaltet werden. Dadurch ist es möglich, auch während einer Messung mit vorgenommener Materialkorrektur zu überprüfen, ob die Grundkalibrierung der Sonde noch gültig ist.

Gehen Sie zur Überprüfung der Sonde wie folgt vor:

- Menüpunkt MAT-CAL anwählen.
- Taste ENTER drücken.
- Bei eingeschalteter Materialkorrektur sehen Sie ENABLE.
- Mit Hilfe der Tasten + und − die Anzeige auf DISABLE stellen.
- Taste ENTER drücken. Die Materialkorrektur ist jetzt ausgeschaltet.

⚠ In diesem Zustand, also mit ausgeschalteter Materialkorrektur, sind Messungen auf dem zu prüfenden Werkstück ungültig, weil materialspezifische Einflüsse unberücksichtigt bleiben. Deaktivieren Sie gegebenenfalls auch den Messwertspeicher, bevor Sie - ungültige - Messwerte mit ausgeschalteter Materialkorrektur ermitteln (siehe Abschnitt 5.3).

- Mehrere Rissmessungen auf dem RMG-Kontrollkörper 4720.002 durchführen und überprüfen, ob die angezeigten Messwerte innerhalb der erlaubten Toleranz sind.
- Falls das nicht der Fall ist, neue Sondenkalibrierung durchführen (siehe Abschnitt 4.5.3).

4.5.3 Durchführung einer Sondenkalibrierung

Für die Sondenkalibrierung benötigen Sie den zur Sonde gehörenden RMG-Kontrollkörper 4720.002.

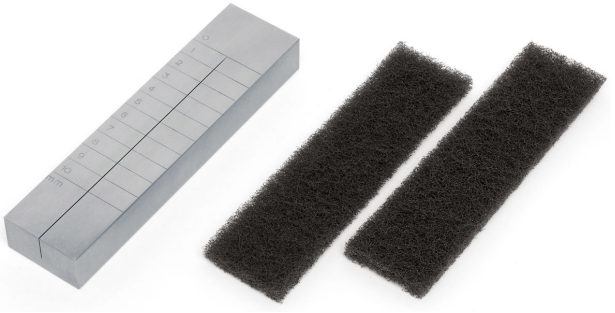


Abbildung 7: RMG-Kontrollkörper 4720.002 mit Poliervlies-Streifen

Die Sondenkalibrierung besteht immer aus einer Nullpunkt- und einer Endwertkalibrierung.

⚠ Bitte nehmen Sie die Sondenkalibrierung nur auf dem der Sonde zugeordneten Kontrollkörper 4720.002 (siehe Messprotokoll) vor. Die Verwendung eines anderen Kontrollkörpers kann aufgrund von geringen Chargenunterschieden in den elektrischen und magnetischen Eigenschaften zu Messwertabweichungen führen.

⚠ Um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen: Säubern Sie Messstelle und Sonde von Staub, Öl, Fett, Spänen o.ä. Bei jedem Kalibriervorgang ist die Sonde so lange aufzusetzen, bis der Signalton ertönt.

⚠ Sollten sich die Messbedingungen während einer Messreihe ändern, muss eine erneute Sondenkalibrierung durchgeführt werden.

NULLPUNKTKALIBRIERUNG

- Taste [ZERO] drücken. Das Display zeigt kurz [ZERO], gefolgt von [→ 0.0mm].
- Mehrere Messungen (mindestens drei; je mehr Messungen, um so präziser die Kalibrierung) auf blanker Oberfläche im rissfreien Bereich des RMG-Kontrollkörpers 4720.002 durchführen. Dabei Sonde mindestens 1 cm vom Rand und Riss entfernt positionieren.
- Taste [ENTER] drücken.

ENDWERTKALIBRIERUNG

- Taste [CAL] drücken. Das Display zeigt kurz [CAL], gefolgt von [→ 0.0mm].
- Mehrere Messungen (mindestens drei; je mehr Messungen, um so präziser die Kalibrierung) über der Risstiefe 10 mm auf dem Riss im Kontrollkörper 4720.002 durchführen.
- Nach dem Abschluss der Kalibriermessungen mit den Tasten [CURSOR] [+] [−] den angezeigten Wert auf 10.0 mm einstellen.
- Taste [ENTER] drücken.

info Bei inkorrektem Aufsetzen der Sonde und unplausiblen Messwerten (z.B. bei zu großen Abweichungen während aufeinanderfolgender Kalibriermessungen für eine Risstiefe) wird die Meldung ERROR 3 ausgegeben. Die bis zu diesem Zeitpunkt ermittelten Messwerte werden daraufhin verworfen und der aktuelle Messschritt (Nullpunkt oder Endwertkalibrierung) muss noch einmal von vorn beginnen.

4.6 Materialkorrektur

Bevor auf dem zu prüfenden Werkstück gemessen wird, muss eine Materialkorrektur durchgeführt.

4.6.1 Wirkungsweise der Materialkorrektur

Die elektrische Leitfähigkeit und magnetische Permeabilität sind für jeden zu prüfenden Werkstoff unterschiedlich. Oftmals unterscheiden sie sich sogar trotz gleicher Werkstoffbezeichnung von Werkstück zu Werkstück. Diese Unterschiede liegen meist in der Herstellung begründet, z.B. aufgrund unterschiedlicher mechanischer oder Wärmebehandlungen während der Produktion. Auch ein Abkühlen an unterschiedlichen Orten eines Stapels von Halbzeug oder örtlich unterschiedliche Wärmebeanspruchung von Gebrauchsteilen kann zu lokalen Änderungen führen.

Bei der Risstiefenmessung nach dem Wechselstrom-Potentialsondenverfahren hängt das Messsignal der Risssonde (Spannung in Abhängigkeit von der Risstiefe) von der elektrischen Leitfähigkeit und magnetischen Permeabilität des zu prüfenden Werkstoffs ab. Innerhalb bestimmter Grenzen können diese Einflüsse vom Gerät kompensiert werden, indem eine "**Materialkorrektur**" durchgeführt wird.

4.6.2 Durchführung der Materialkorrektur

Zur Durchführung einer Materialkorrektur benötigen Sie ein Muster des rissbehafteten Materials oder das später zu messende Teil selbst, nach Möglichkeit mit einem Referenzriss, dessen Tiefe bekannt und mit einem direkten Messverfahren verifiziert ist. Die Vorgaben zur Herstellung eines Referenzrisses finden Sie in Abschnitt 10.3.

Die Materialkorrektur besteht im Normalfall aus einer Messung an rissfreier Stelle (im Nullpunkt) und mehreren Messungen an Referenzrissen unterschiedlicher Tiefe.

⚠ Bei schrägen Referenzrissen muss die Ausdehnung T des Risses in das Werkstück hinein bekannt sein, nicht die senkrecht zur Oberfläche projizierte Tiefe P (siehe Abbildung 8).

MATERIALKORREKTUR AN RISSFREIER STELLE (NULLPUNKT):

- Taste [MATERIAL] drücken. Das Display zeigt kurz [ZERO], gefolgt von [→ 0.0mm].
- Mehrere Messungen (mindestens drei; je mehr Messungen, um so präziser die Korrektur) auf blanker Oberfläche im rissfreien Bereich des zu prüfenden Werkstücks bzw. Mustermaterials durchführen. Dabei Sonde mindestens 1 cm vom Materialrand und Riss entfernt positionieren.

⚠ Bei inhomogenem Material sollte diese Messung möglichst nah beim später zu messenden Riss durchgeführt werden. Dabei aber unbedingt darauf achten, dass die Kontaktspitzen neben (und nicht aus Versehen über) dem Riss aufgesetzt werden.

- Taste [ENTER] drücken.
- Das Display zeigt kurz [MAT CAL1] gefolgt von [→ 0.0mm]

Wenn Referenzrisse bekannter Tiefe zur Verfügung stehen, führen Sie jetzt zusätzlich eine Materialkorrektur an den Referenzrissen durch (siehe unten). Andernfalls beenden Sie die Bestimmung des Materialkorrektur durch Druck auf die Taste [MENU MEAS].

Materialkorrektur an Referenzrissen:

- Nach der Nullpunktkorrektur (siehe oben) sehen Sie auf der Anzeige kurz [MAT CAL1] gefolgt von [→ 0.0mm].
- Wählen Sie den ersten Referenzriss bekannter Tiefe und führen Sie auf ihm mehrere Messungen durch.
- Beenden Sie die Messung beenden und stellen Sie mit den Tasten [CURSOR] [+] [−] den angezeigten Wert auf die Tiefe des Referenzrisses ein.
- Taste [ENTER] drücken.
- Auf dem Display erscheint [MAT CAL2]. Wählen Sie den zweiten Referenzriss und führen Sie auf ihm mehrere Messungen durch, wie unter [MAT CAL1] beschrieben.

- Fahren Sie in der gleichen Weise mit dem Rest der Verweisrisse fort. Die laufende Nummer der MAT CAL - Anzeige wird entsprechend erhöht. Bis zu 20 Referenzrisse können einbezogen werden. Die Reihenfolge der Referenzrissmessungen ist beliebig. Wenn nur ein Referenzriss zur Verfügung steht, beenden Sie die materialspezifische Kalibrierung wie unten beschrieben. Die Referenzrisse der materialspezifischen Kalibrierung sollten den kompletten Risstiefen-Bereich der im späteren Messbetrieb möglichen Risse abdecken.
- Drücken Sie [MENU / MEAS] um die materialspezifische Kalibrierung zu beenden. Das Gerät wechselt dann in den Messmodus (Messflag sichtbar).

⚠ Wenn die Messwerte trotz einer ordnungsgemäßen Nullpunkt- und Materialkorrektur außerhalb der zulässigen Toleranz (s. Kapitel 1.7) liegen: In diesem Fall kann angenommen werden, dass der Werkstoff ungewöhnliche elektrische und magnetische Eigenschaften hat. Sie weichen von denen im Gerät gespeicherten Kennlinien so weit ab, dass sie durch eine Materialkorrektur nicht kompensierbar sind. In den meisten Fällen kann eine materialspezifische Werkskalibrierung, die in der Sonde abgespeichert wird, das Problem dennoch lösen (s. Abschnitt 4.6.4).

Bedenken Sie aber auch, dass aufgrund ihres extrem niedrigen spezifischen Widerstandes einige Materialien nicht mehr einer verlässlichen Rissprüfung unterzogen werden können (z.B. Gold, Kupfer).

4.6.3 Nützliche Hinweise zur Materialkorrektur

Bei vielen Werkstoffen führt eine Materialkorrektur, die an rissfreier Stelle und an einem Referenzriss bekannter Tiefe vorgenommen wird, bereits zu einer hinreichenden Messgenauigkeit. Grundsätzlich ist die zu erwartende Messgenauigkeit jedoch um so höher, je mehr Referenzrisse unterschiedlicher Tiefe innerhalb des gewünschten Messbereichs für die Materialkorrektur zur Verfügung stehen, da damit die Abhängigkeit der Messspannung von der Risstiefe im Gerät um so genauer nachgebildet werden kann. Dies gilt insbesondere für ungewöhnliche Werkstoffe, d.h. Werkstoffe mit ungewöhnlichen elektrischen und magnetischen Eigenschaften. Auch schwierige Anwendungsfälle lassen sich oftmals lösen, indem eine hinreichende Zahl von Materialmustern mit künstlich angebrachten Rissen (z.B. Sägeschnitten) angefertigt werden, an denen sich dann eine sorgfältige Materialkorrektur vornehmen lässt.

Bei der Anfertigung von Materialmustern mit künstlichen Rissen, an denen eine Materialkorrektur des RMG durchgeführt werden soll, bitte unbedingt die folgenden Empfehlungen beachten (siehe auch Abschnitt 10.3):

- Die Materialoberfläche muss metallisch blank sein.
- Bei einzelnen Referenzrissen sollte ein in etwa lineares Teilungsverhältnis vorliegen, z.B. 3 mm, 6 mm und 9 mm.
- Die Risslänge muss mindestens die dreifache Risstiefe sein.
- Die Materialdicke muss doppelt so groß wie die maximale Risstiefe sein.
- Die Rissbreite muss zwischen 0,5 und 2 mm liegen.
- Die Abstände der Referenzrisse zu den Materialkanten müssen mindestens doppelt so groß sein wie die maximale Risstiefe.

info Hinweis: Unter der Optionsnummer 4901.001 ("Sonderkennlinie für RMG-Sonden") können werksseitig in allen RMG-Sonden Sonderkennlinien gespeichert werden. Für die Aufnahme von Sonderkennlinien müssen Materialmuster aus dem zu prüfenden Werkstoff mit mindestens 3 unterschiedlichen Referenzrissen zwischen 1mm und 10 mm Tiefe oder ein kontinuierlich tiefer werdender Schrägriss im Bereich 0 mm bis 10 mm vorliegen. Für die Abmessungen der Materialmustermüssen unbedingt die oben genannten Empfehlungen eingehalten werden. Im Gegensatz zur oben beschriebenen Materialkorrektur, die jederzeit vom Anwender wiederholt oder geändert werden kann, ist eine werkseitig gespeicherte Sonderkennlinie vom Anwender nicht mehr veränderbar.

⚠ Sonden mit spezifischen Materialkennlinien eignen sich ausschließlich zur Messung auf Werkstücken dieses spezifischen Materials.

4.6.4 Spezifische Materialkennlinien

In (seltenen) Fällen kommen auch Materialien mit ungewöhnlichen elektrischen und magnetischen Eigenschaften vor, die mit der in der Sonde gespeicherten Standardkennlinie nicht mit hinreichender Messgenauigkeit abgedeckt werden können. Unter der Optionsnummer 4901.001 ("Sonderkennlinie für RMG-Sonden") können werkseitig in allen RMG-Sonden Sonderkennlinien gespeichert werden. Für die Aufnahme von Sonderkennlinien müssen Materialmuster aus dem zu prüfenden Werkstoff mit den folgenden Bedingungen vorliegen:

- Mindestens 3 unterschiedliche Referenzrisse zwischen 1 mm und 10 mm Tiefe oder ein kontinuierlich tiefer werdender Schrägriss im Bereich von 0 bis 10 mm.
- Die Materialoberfläche muss metallisch blank sein.
- Bei einzelnen Referenzrissen sollte ein in etwa lineares Teilungsverhältnis vorliegen, z.B. 3, 6 und 9 mm.
- Die Risslänge muss mindestens die 3-fache Risstiefe betragen.
- Die Materialdicke ist doppelt so groß wie die maximale Risstiefe.
- Die Rissbreite muss zwischen 0,5 und 2,0 mm liegen.
- Die Abstände der Referenzrisse zu den Materialkanten müssen mindestens doppelt so groß sein wie die maximale Risstiefe.

⚠ Sonden mit spezifischen Materialkennlinien eignen sich ausschließlich zur Messung auf Werkstücken dieses spezifischen Materials.

4.7 Schrägrissmessung: Ermittlung des Risswinkels

4.7.1 Funktionsweise der Schrägrissmessung

Zur Schrägrissmessung benötigen Sie eine Schrägrisssonde mit zusätzlichem externen Strompol[6], der aus einem Haftmagneten besteht. Mit ihr kann bei unbekannter Risstiefe durch eine Folge von vier aufeinanderfolgenden Messschritten zunächst der Winkel α (siehe Abbildung 8) und in den nachfolgenden Messungen die projizierte Tiefe P (siehe Abbildung 8) des Risses bestimmt werden. Als projizierte Tiefe P wird die auf eine rechtwinklig zur Werkstückoberfläche ausgerichtete gedachte Achse projizierte Tiefe bezeichnet.

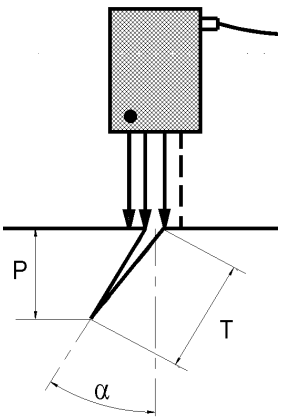


Abbildung 8: Projizierte Tiefe P, Risswinkel α und Risslänge T

Voraussetzung für die Messung schräger Risse ist, dass Sie zuvor die spezielle Schrägrisssonde mit Hilfe des zugehörigen RMG-Kontrollkörpers an senkrechten Testrissen sorgfältig kalibriert und ggf. eine Materialkorrektur auf dem zu prüfenden Werkstoff durchgeführt haben. Zur anschließenden Schrägrissmessung mit den speziellen Schrägrisssonden muss der Menüpunkt α–MEAS eingeschaltet werden.

[6] im Lieferumfang der Schrägrisssonde enthalten

4.7.2 Bestimmung des Winkels α

Die im folgenden beschriebenen Schritte zur Ermittlung des Risswinkels α können jederzeit durch Druck auf die Taste [MENU/MEAS] abgebrochen werden. Gehen Sie wie folgt vor:

- Menüpunkt α-MEAS anwählen.
- Taste [ENTER] drücken.
- Bei ausgeschalteter Schrägrissmessung erscheint DISABLE.

info Wenn auf der Anzeige jetzt ENABLE zu sehen ist, ist bereits ein Winkelfaktor aktiv. Mit Betätigung der Taste MENU/MEAS können Sie jetzt die Risswinkelbestimmung verlassen und weiterhin den bereits vorhandenen Winkelfaktor zur Ermittlung der projizierten Risstiefe (s. Kapitel 4.7.3) benutzen. Wollen Sie einen neuen Winkel α bestimmen, stellen Sie α-MEAS zunächst auf DISABLE, um den noch eingestellten bisherigen Winkelfaktor zu löschen und fahren dann wie im folgenden beschrieben fort.

- Mit Hilfe der Tasten [+] [−] die Anzeige auf ENABLE stellen.
- Taste [ENTER] drücken.
- Es erscheint ein bewegter Pfeil nach links [←------].
- Stecken Sie das Kabel des Haftmagneten in die Anschlussbuchse der Risstiefensonde.
- Das animierte Pfeilsymbol erlischt und in der Anzeige erscheint ZERO 1 als Aufforderung zur ersten Nullpunktmessung.

Allgemeine Hinweise zu den nachfolgenden Messschritten:

⚠ Bei zu großer Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messungen erscheint die Fehlermeldung "ERROR 3". Die bis zu diesem Zeitpunkt aufgenommenen Messwerte des aktiven Messschritts (es sind insgesamt vier Messschritte durchzuführen: erste Nullmessung, erste Rissmessung, zweite Nullmessung, zweite Rissmessung) werden daraufhin gelöscht. Zur ordnungsgemäßen Beendigung des aktiven Messschritts führen Sie deshalb erneut einige Messungen durch.

info Je größer die Anzahl der Messungen pro Messschritt ist, um so genauer ist die spätere Messwertermittlung.

⚠ Der Abstand zwischen Sonde und Haftmagnet sollte mindestens 10 cm betragen. Ein kleinerer Abstand verringert die Messgenauigkeit.

Nachfolgend die vier Messschritte zur Ermittlung des Risswinkels:

1. Schritt: Erste Nullmessung

- Stellen Sie eine Messanordnung A (Abbildung 9) her. Alle Kontaktpole befinden sich auf der dem Haftmagneten gegenüberliegenden Seite des Risses. Der aktive Strompol (gekennzeichnet durch einen Punkt auf der Sonde) befindet sich außen. Der gegenüberliegende äußere Strompol der Sonde ist durch Anstecken des externen Strompols abgeschaltet. Der innere Kontaktpol befindet sich möglichst nah am Riss. Alle Kontakte müssen in einem rissfreien Bereich des Werkstücks aufgesetzt werden.

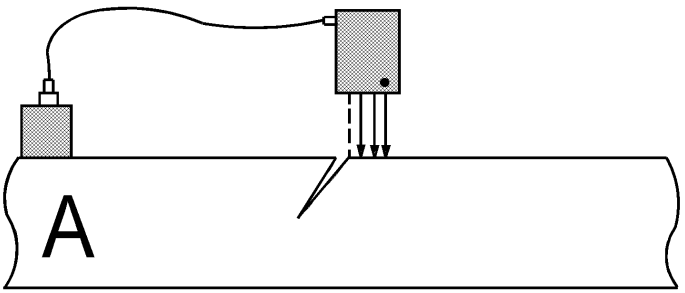


Abbildung 9: Messanordnung A für die erste Nullmessung

- Führen Sie mehrere Messungen durch (Sonde abheben und an etwa der gleichen Stelle wieder aufsetzen). Jede Messung wird durch einen Signalton gemeldet. Auf der Anzeige erscheint eine vierstellige Zahl, die proportional zum ermittelten Messwert ist.

- Taste ENTER drücken, um die erste Nullwertbestimmung abzuschließen.
- Die Anzeige wechselt zu CRACK.

2. Schritt: Erste Rissmessung

- Verändern Sie die Messanordnung jetzt so wie in Abbildung 10 (Messanordnung B) zu sehen. Der Riss befindet sich nun zwischen den beiden inneren Polen (Spannungspole) der Sonde. Der aktive Strompol (Punktmarkierung) ist weiterhin auf der dem Haftmagneten abgewandten Seite.

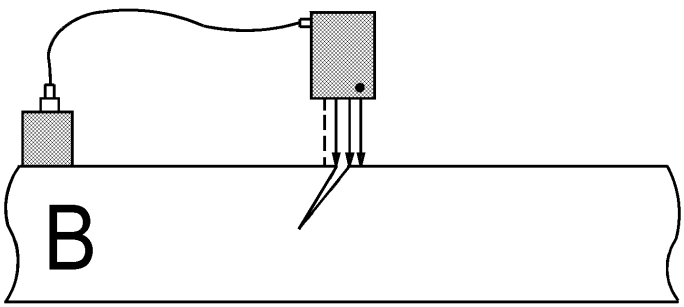


Abbildung 10: Messanordnung B für die erste Rissmessung

- Führen Sie mehrere Messungen durch (Sonde abheben und an der gleichen Stelle wieder aufsetzen). Jede Messung wird durch einen Signalton gemeldet. Auf der Anzeige erscheint eine vierstellige Zahl, die proportional zum ermittelten Messwert ist.
- Taste ENTER drücken, um die erste Rissmessung abzuschließen.
- Die Anzeige wechselt zu ZERO 2.

Für die beiden letzten Messschritte werden die Sonde und der Haftmagnet um 180 º gedreht. Der aktive Strompol (Punktmarkierung) befindet sich weiterhin auf der dem Haftmagneten abgewandten Seite.

3. Schritt: Zweite Nullmessung

- Stellen Sie eine Messanordnung C (Abbildung 11) her. Alle Kontaktpole befinden sich auf der dem Haftmagneten gegenüberliegenden Seite des Risses. Der aktive Strompol (gekennzeichnet durch einen Punkt auf der Sonde) befindet sich außen. Der innere Kontaktpol befindet sich möglichst nah am Riss. Alle Kontakte müssen in einem rissfreien Bereich des Werkstücks aufgesetzt werden.

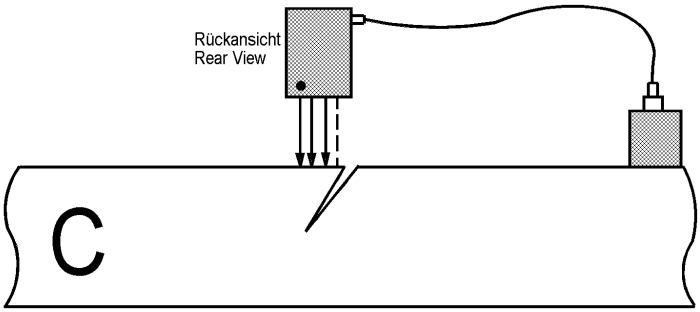


Abbildung 11: Messanordnung C für die zweite Nullmessung

- Führen Sie mehrere Messungen durch (Sonde abheben und an etwa der gleichen Stelle wieder aufsetzen). Jede Messung wird durch einen Signalton gemeldet. Auf der Anzeige erscheint eine vierstellige Zahl, die proportional zum ermittelten Messwert ist.
- Taste ENTER drücken, um die zweite Nullwertbestimmung abzuschließen.
- Die Anzeige wechselt zu CRACK.

4. Schritt: Zweite Rissmessung

- Verändern Sie die Messanordnung jetzt so wie in Abbildung 12 (Messanordnung D) zu sehen. Der Riss befindet sich nun zwischen den beiden inneren Polen (Spannungspole) der Sonde. Der aktive Strompol (Punktmarkierung) ist weiterhin auf der dem Haftmagneten abgewandten Seite.

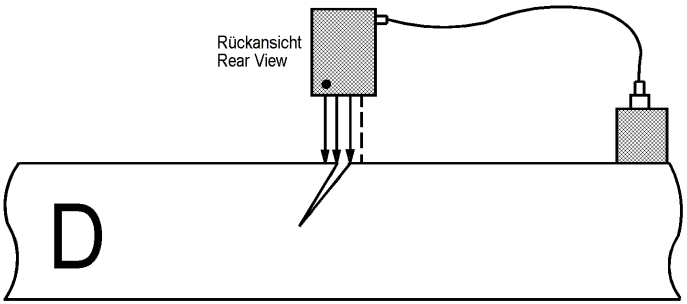


Abbildung 12: Messanordnung D für die zweite Rissmessung

- Führen Sie mehrere Messungen durch (Sonde abheben und an der gleichen Stelle wieder aufsetzen). Jede Messung wird durch einen Signalton gemeldet. Auf der Anzeige erscheint eine vierstellige Zahl, die proportional zum ermittelten Messwert ist.
- Taste ENTER drücken, um die zweite Rissmessung abzuschließen.
- Auf der Anzeige erscheint jetzt der sich aus den vorherigen vier Messschritten ergebende Winkel α. Winkel mit positivem Vorzeichen laufen vom Haftmagneten weg, Winkel mit negativem Vorzeichen haben eine Winkelausrichtung zum Haftmagnet hin (siehe Abbildung 13).

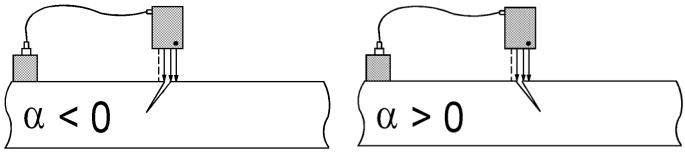


Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Winkelvorzeichen und Rissrichtung

- Taste ENTER drücken, um die Winkelbestimmung zu beenden.
- Es erscheint ein bewegter Pfeil nach rechts [-------→.
- Ziehen Sie das Kabel des Haftmagneten aus der Anschlussbuchse der Risstiefensonde.

4.7.3 Messung der projizierten Risstiefen

Nachdem die vier Messschritte aus Kapitel 4.7.2 durchgeführt wurden und der externe Strompol abgezogen wurde, ist das RMG 4015 jetzt messbereit zur Ermittlung der projizierter Risstiefen: Setzen Sie die Sonde wie bei der Messung senkrechter Risse gewohnt auf den Riss auf. Obwohl die Sonde immer die Ausdehnung des Risses in das Material hinein misst, erscheint in der Anzeige die projizierte Risstiefe, die auf der zuvor durchgeführten Winkelbestimmung basiert.

Solange α-MEAS auf ENABLE steht, werden vom Gerät in allen nachfolgenden Messungen die mit demselben Winkelfaktor berechneten projizierte Risstiefen angezeigt.

Um die Schrägrissmessung auszuschalten, ändern Sie den Menüpunkt α-MEAS auf DISABLE.

Die Algorithmen zur Winkelbestimmung sind für übliche, häufig verwendete ferromagnetische Materialien ausgelegt. Sie können leicht ermitteln, ob das vorliegende Material für die Schrägrissmessung mit der Standardausführung des RMG 4015 geeignet ist: Sie benötigen dazu das zu überprüfende Material mit einem Referenzriss, dessen Winkel (größer 30°) bekannt ist. Falls der mit dem RMG 4015 ermittelte Winkel im Toleranzbereich α = Referenzwinkel ±10% ±5° liegt, kann das RMG 4015 zur Schrägrissmessung an diesem Material verwendet werden. Wenn der Toleranzbereich nicht eingehalten wird, nehmen Sie bitte Kontakt mit KARL DEUTSCH auf, um gegebenenfalls im Werk eine materialspezifische Sondenanpassung durchführen zu lassen.

4.8 Messbetriebsarten

Messungen können im **Einzelmessbetrieb** oder **Dauermessbetrieb** durchgeführt werden.

- Menüpunkt SING/CON mit Pfeiltasten auswählen.
- Taste ENTER drücken.
- Sie sehen MODE: C (Dauermessbetrieb) oder MODE: S (Einzelmessbetrieb).
- Betriebsart mit den Tasten + / – wechseln.
- Taste ENTER drücken, um den Menüpunkt zu verlassen.

4.8.1 Einzelmessbetrieb

Im Einzelmessbetrieb wird nach Aufsetzen der Sonde ...

- ... der Messwert ***ein***mal ermittelt.
- ... eine erfolgreiche Messung mit einem Signalton abgeschlossen.

Für eine erneute Messung muss die Sonde abgehoben werden.

Die Folgemessung kann durchgeführt werden, sobald das Messflag ■ wieder zu sehen ist.

4.8.2 Dauermessbetrieb

Im Dauermessbetrieb wird ...

- ... bei aufgesetzter Sonde der Messwert ungefähr einmal pro Sekunde ermittelt.
- ... bei einer erfolgreichen Messung kein Signalton ausgegeben. Es erlischt lediglich kurz das Messflag ■.

4.9 Messwertausgabe an Drucker/PC

Sie können die im Dauer- oder Einzelmessbetrieb ermittelten Werte über die Schnittstellenbuchse (2) an der Oberseite des Gerätes auf dem Drucker 6010.201 ausdrucken oder - mit Hilfe der KARL DEUTSCH - Software "STATWIN" (Art.-Nr. 2904.001) in einen PC übernehmen.

- Drucker 6010.201 oder PC mit PC-Verbindungskabel 1657.307 an die Buchse (2) des RMG 4015 anschließen.
- PC auf die Übertragungsparameter des RMG 4015 einstellen (siehe Kapitel 10.1). Der Drucker benötigt keine Voreinstellung.
- Taste MENU/MEAS drücken
- Mit den Tasten + / − den Menüpunkt PRT MES auswählen und durch Druck auf ENTER aktivieren.
- Im Anschluss daran erscheint die Meldung DISABLE (ausgeschaltet).
- Mit den Tasten + / − zu ENABLE (eingeschaltet) wechseln.
- Taste ENTER drücken.

info Sollte jetzt die Fehlermeldung TIME_OUT erscheinen, ist der Drucker oder PC nicht eingeschaltet oder die Verbindung nicht in Ordnung. Die Meldung TIME_OUT wird durch Druck auf ENTER gelöscht.

```
======================
KARL DEUTSCH WUPPERTAL
====== RMG 4015 ======

Datum:   19.12.95
Uhrzeit: 08:23:50

Prüfer:

  Nr.  Risstiefe

    1:  6.8 mm
    2:  5.3 mm
    3:  3.2 mm
etc.
```

Abbildung 14: Beispielausdruck Messwertausgabe

info Messwerte aus einer Schrägrissmessung sind mit einem Asteriskus "*" markiert. Zusätzlich wird der dem Batch zugrunde liegende Winkel ausgedruckt.

4.10 Auswechseln der Sonden-Kontaktstifte

Die vergoldeten Kontaktstifte der Sonden sorgen für einen guten elektrischen Kontakt zum Werkstück. Ihre Unversehrtheit ist wichtige Voraussetzung für reproduzierbare Messergebnisse. Die Kontaktstifte der Sonden unterliegen im Gebrauch jedoch ständiger mechanischer Belastung und müssen ausgewechselt werden, wenn sie verschlissen oder beschädigt wurden.

Bei normaler Beanspruchung und sachgemäßer Behandlung der Sonden ist ein Auswechseln der Kontaktstifte nur selten erforderlich. Kontrollieren Sie dennoch die Kontaktstifte von Zeit zu Zeit visuell und auf mechanische Funktion: Die Kontaktstifte müssen innerhalb ihres vollen Federweges gängig sein. Sie dürfen nicht verbogen sein oder klemmen. Die Spitzen dürfe nicht verrundet oder abgebrochen sein. Verschlissene Kontaktstifte machen sich während der Messung z.B. durch eine Instabilität des Messwerts bemerkbar. Auch wenn bei der regelmäßigen Kontrolle der Sonden auf dem zugehörigen RMG-Kontrollkörper zunehmende Abweichungen festgestellt werden, deutet dies zunächst auf einen Verschleiß der Sonden-Kontaktstifte hin.

Zum Lieferumfang jeder RMG-Sonde gehört bereits ein Satz zusätzlicher Kontaktstifte. Bestellangaben für weitere Ersatz-Kontaktstifte finden Sie in Abschnitt 10.4.

⚠ Die Kontaktstifte der geraden Sonden RMSQ 0°, RMSL 0° und RMSL-S O° sind konstruktionsbedingt einer höheren mechanischen Belastung (gegenüber den abgewinkelten Sonden RMSQ 90° und RMSQ –S 90°) ausgesetzt, weil sie im Messbetrieb häufig bis zum Ende des Federwegs eingedrückt werden und dabei die Handdruckkraft zusätzlich auf sie wirkt. Es wird empfohlen, die Sonden vorsichtig aufzusetzen und die Sonden möglichst nicht über die natürliche Federkraft hinaus an das Werkstück anzudrücken.

⚠ Falls die Kontaktstifte mit leichter Handkraft aus der Führung gezogen werden können, ist die Kontaktstifthalterung verschlissen und muss bei KARL DEUTSCH erneuert werden.

⚠ Beim Auswechseln der Nadel-Kontaktstifte besteht Verletzungsgefahr durch die Nadelspitzen. Hantieren Sie vorsichtig: Sorgen Sie für eine sichere Sondenauflage, während Sie die Stifte langsam einführen bzw. herausziehen.

4.10.1 Entfernen verbrauchter Kontaktstifte

Zum Herausziehen der Kontaktstifte benötigen Sie eine Flachzange. Setzen Sie die Flachzange im beweglichen Bereich der Kontaktstifte an, siehe Abbildung 16, und ziehen Sie die Kontaktstifte aus der Führung im Sondengehäuse vorsichtig heraus.

4.10.2 Einsetzen neuer Kontaktstifte

Zum Einsetzen neuer Kontaktstifte empfehlen wir das dafür vorgesehene Einsetzwerkzeug (Art.-Nr. 4816.001). Damit können die neuen Kontaktstifte ohne die Gefahr einer mechanischen Beschädigung und ohne Verletzungsrisiko eingesetzt werden.



Abbildung 15: Einsetzwerkzeug 4816.001 für die RMG-Kontaktstifte mit Handgriff (A) und Führungshülse für Kontaktstift (B)

⚠ Bei Verwendung anderer Werkzeuge besteht Gefahr, die Kontaktstifte zu beschädigen. Falls Sie dennoch eine Flachzange verwenden: Achten Sie beim Ansetzen der Zange darauf, dass die Federaufnahme des beweglichen Teils nicht eingedrückt wird. Überprüfen Sie nach dem Einsetzen eines Kontaktstifts, ob sich der bewegliche Teil des Kontaktstifts ohne Reib- oder Klemmwiderstand in der Federführung auf und ab bewegen lässt. Ist das nicht der Fall, muss der Kontaktstift erneuert werden.

⚠ Beim Einsetzen eines neuen Kontaktstiftes mittels Flachzange darf die Eindruckkraft nicht auf den beweglichen Teil des Kontaktstiftes ausgeübt werden. Drücken Sie mit der Spitze der Flachzange auf den Kragen der Führungshülse wie in Abbildung 16 gezeigt.

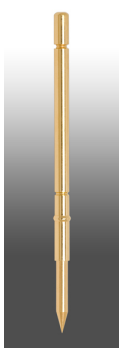


Abbildung 16: Erlaubte Ansetzbereiche für die Flachzange beim Wechsel der Kontaktstifte

4.10.3 Auswahl der Kontaktstifte

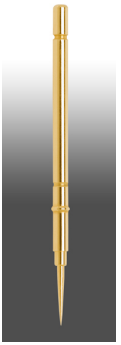
Die Kontaktstifte haben die Aufgabe, guten elektrischen Kontakt zwischen Werkstück und Sonde herzustellen, eine der wichtigsten Voraussetzungen für gute Messergebnisse. Alle Sonden sind ab Werk mit vergoldeten Standard-Kontaktstiften ausgerüstet. Für schwierige Werkstoffe können alternativ auch Nadel- oder Dreh-Kontaktstifte eingesetzt werden. Sie sind als Zubehör bei KARL DEUTSCH erhältlich.

Standard-Kontaktstift



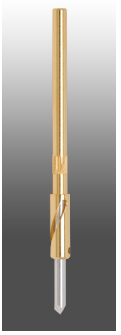
Dieser robuste Kontaktstifttyp ist für fast alle Anwendungsfälle geeignet.

Nadel-Kontaktstift



Wenn nichtleitende Oberflächenschichten die Kontaktierung erschweren, kann der Nadel-Kontaktstift eingesetzt werden. Durch die sehr kleine Aufsetzfläche (Nadelspitze) wird das Durchdringen der Oberflächenschicht und dadurch die Kontaktierung mit geringem Durchgangswiderstand erleichtert.

Dreh-Kontaktstift



Die Spitze eines Dreh-Kontaktstifts wird beim Aufsetzen automatisch um 90° gedreht und durchdringt dadurch leichter eventuell vorhandene, mechanisch harte Oberflächenschichten.

5 Datalogger (Messwertspeicher) / Batches

5.1 Aufbau des Dataloggers (Messwertspeichers)

Das RMG 4015 kann insgesamt bis zu 3850 Messwerte speichern. Sie werden in sogenannte Batches[7] (Messwertgruppen) aufgeteilt:

Batch 1	Batch 2	Batch 3	…	Batch nn
Messwert xx mm	Messwert xx mm	Messwert xx mm		Messwert xx mm
Messwert xx mm	Messwert xx mm	Messwert xx mm		Messwert xx mm
Messwert xx mm		Messwert xx mm		Messwert xx mm
Messwert xx mm		Messwert xx mm		Messwert xx mm
Messwert xx mm				Messwert xx mm
Messwert xx mm				

Hilfreich ist eine Aufteilung in Batches z.B. dann, wenn verschiedene Messreihen aufgenommen werden.

Die Messwerte der Messreihen können dann in mehreren unterschiedlichen Batches abgespeichert werden, so dass es möglich ist, die Messwerte bei einer späteren Ausgabe (über Drucker oder über PC) auseinander zu halten.

Zusätzlich zu den Messwerten werden

- die Kalibrierwerte (Null- und Endwertkalibrierung)
- der Materialkorrekturfaktor
- die Statistikwerte
- und optional die Geräteeinstellung (Messmodus, Einheit, Sprache, Datum/Zeit bei Batcheröffnung)

im jeweiligen Batch abgespeichert.

Dadurch kann, falls gewünscht und messtechnisch sinnvoll, nach erneutem Aufruf eines Batches ohne erneute Kalibrierung exakt an der gleichen Stelle mit der Messung fortgefahren werden, an der das Batch verlassen wurde.

---

[7] Batch, Mehrzahlform: Batches
↳ engl. für Stapel, Charge, Menge gleichartiger Dinge. Hier: Messreihe.

5.2 Bedienung des Messwertspeichers

Drücken Sie die Taste MENU/MEAS und wählen Sie mit den Pfeiltasten den Menüpunkt BATCH an.

- Drücken Sie ENTER.
- Auf der Anzeige sehen Sie B 0.

Es bestehen jetzt zwei Möglichkeiten für das weitere Vorgehen:

MÖGLICHKEIT 1:
ANLEGEN EINES NEUEN BATCHES

- Mit den Pfeiltasten wählen Sie eine neue Batchnummer aus (mögliche Batchnummern: 1 bis 9999)

> **info Alternative Möglichkeit zur Festlegung der neuen Batchnummer (hilfreich besonders bei hohen 4stelligen Batchnummern): Mit der CURSOR-Taste die aktuelle Ziffernstelle (markiert mit einem Unterstrich) auswählen. Über die Pfeiltasten dann den Ziffernwert der aktuellen Stelle verändern.**

- Zur Bestätigung drücken Sie ENTER.
- Nach einer kurzen Anzeige von NEW BAT (NEW BATCH = neues Batch) wechselt das Gerät in den Messbetrieb. Am linken Rand der Anzeige sehen Sie den Buchstaben B als Zeichen dafür, dass alle neuen Messwerte im ausgewählten Batch gespeichert werden.

MÖGLICHKEIT 2:
AUSWAHL AUS VORHANDENEN BATCHES

Diese Möglichkeit besteht nur dann, wenn bereits Batches eingerichtet wurden, und ist in Abschnitt 5.4 beschrieben.

5.3 Unterbrechen der Messwertspeicherung

Sie können die Aufnahme von Messwerten in den aktuellen Messwertspeicher unterbrechen:

- Drücken Sie im Messbetrieb die Taste MENU/MEAS.
- Wählen Sie mit den Pfeiltasten den Menüpunkt BATCH aus und drücken Sie ENTER. Auf der Anzeige sehen Sie B 0 .
- Drücken Sie nochmals ENTER. Das Gerät wechselt wieder in den Messbetrieb. Der Buchstabe B wird nicht mehr angezeigt. Die Messwerte werden nicht mehr gespeichert.

5.4 Wiederaufnahme der Messwertspeicherung

Zur Wiederaufnahme der Messwertspeicherung gehen Sie wie folgt vor:

- Drücken Sie im Messbetrieb die Taste MENU/MEAS.
- Wählen Sie mit den Pfeiltasten den Menüpunkt BATCH aus und drücken Sie ENTER. Auf der Anzeige sehen Sie B 0
- Während B 0 auf der Anzeige zu sehen ist, drücken Sie die Taste MENU/MEAS. Das Gerät zeigt dann nur die bereits existierenden Batches zur Auswahl an.
- Wählen Sie mit den Pfeiltasten das Batch aus, in das weitere Messwerte geschrieben werden sollen.

info Die eventuell erscheinende Meldung "Eod" besagt, dass keine weiteren Batches im Messwertspeicher abgelegt sind. In diesem Fall verlassen Sie das Menü mit der Taste MENU/MEAS und starten den Auswahlvorgang gegebenenfalls neu.

- Drücken Sie nochmals ENTER. Das Gerät wechselt in den Messbetrieb. Der Buchstabe B wird angezeigt. Neue Messwerte werden mit fortgeführter Messwertnummer an die bereits existierenden angehängt.

5.5 Ausdruck des aktuellen Batchinhalts

info Ein Ausdruck des aktuellen Batchinhalts ist nur bei aktivem Batchbetrieb möglich (siehe Kapitel 5.2). Falls Sie kein Batch aktiviert haben erscheint die Fehlermeldung ERROR 1.

Schließen Sie den Drucker an die serielle Schnittstelle an[8].

Aktivieren Sie das zu druckende Batch. Wählen Sie mit den Pfeiltasten den Menüpunkt PRT BAT und drücken Sie ENTER. Über die Schnittstelle wird dann der Inhalt des zur Zeit gewählten aktuellen Batches ausgedruckt (Beispiel):

```
                                    ⇦ Hier werden zunächst zwei Leer-
                                      zeilen geschickt.
======================
KARL DEUTSCH WUPPERTAL
====== RMG 4015 ======

Datum:   10.12.95                   ⇦ Datum und Uhrzeit beim erstmali-
Uhrzeit: 15:09:52                     gen Anlegen des Batches.
Prüfer:


Datei-Nr.:    2                     ⇦ Dieses ist keine laufende Nummer,
                                      sondern die Nummer (1 bis 9999),
  Nr.   Risstiefe                     die bei der Batcheinrichtung an-
    1:  11.4 um                       gegeben wurde.
    2:  11.4 um
    3:  12.8 um
    4:  12.8 um
    5:  12.8 um

* Statistische Werte *

Anz. d. M.-werte:     5             ⇦ Statistikwerte
Minimalwert:    11.4 mm
Maximalwert:    12.8 mm
Mittelwert:     12.1 mm
Standardabw.:    1.2 mm
```

info Mit ENTER kann der Ausdruck abgebrochen werden (z.B. bei irrtümlicher Betätigung). Zwischen Tastendruck und tatsächlichem Abbruch können einige Sekunden vergehen.

info Messwerte aus einer Schrägrissmessung sind mit einem Asteriskus "*" markiert. Zusätzlich wird der dem Batch zugrunde liegende Winkel ausgedruckt.

[8] Es sollte immer zuerst das RMG 4015 und **anschließend** der Drucker eingeschaltet werden. Sie verhindern so, dass ein eventueller Einschaltpuls des RMG 4015 den Dateneingang des Druckers sperrt und keine Daten übertragen werden können.

5.6 Ausdruck aller Batchinhalte

Schließen Sie den Drucker an die Schnittstelle an. Wählen Sie den mit den Pfeiltasten den Menüpunkt PRT ALL an und drücken Sie ENTER. Über die Schnittstelle wird dann der Inhalt aller Batches ausgedruckt (Beispiel):

```
                                        ⇦ Hier werden zunächst zwei
                                          Leerzeilen geschickt.

======================
KARL DEUTSCH WUPPERTAL
====== RMG 4015 ======

Datum:   10.12.95                       ⇦ Datum und Uhrzeit beziehen
Uhrzeit: 15:09:52                         sich auf das erstmalige An-
Prüfer:                                   legen des jeweils folgenden
                                          Batches.

Datei-Nr.:    2                         ⇦ Dieses ist keine laufende
                                          Nummer, sondern die Nummer
  Nr.   Risstiefe                         (1 bis 9999), die bei der
    1:  11.4 um                           Batcheinrichtung angegeben
    2:  11.4 um                           wurde
    3:  12.8 um
    4:  12.8 um
    5:  12.8 um
    6:  16.7 um
    7:  17.0 um
    8:  17.2 um
    9:  17.2 um

* Statistische Werte *                  ⇦ hinter jedem Batchinhalt
                                          wird der zugeordnete Sta-
Anz. d. M.-werte:     9                   tistikblock ausgedruckt
Minimalwert:    17.4 mm
Maximalwert:    11.2 mm
Mittelwert:     14.3 mm
Standardabw.:    2.5 mm


======================                  ⇦ hier beginnt der Ausdruck
KARL DEUTSCH WUPPERTAL                    des nachfolgenden Batches
====== RMG 4015 ======

Datum:   10.12.95
Uhrzeit: 15:12:47
Prüfer:


Datei-Nr.:    3

  Nr.   Risstiefe
    1:  12.9 um
    2:  17.2 um
    3:  11.9 um
etc.
```

Falls keine Batchinhalte vorhanden sind, erscheint die Fehlermeldung ERROR 2.

info Die Ausgabe von Batchinhalten kann jederzeit durch Druck auf die Taste ENTER abgebrochen werden (z.B. bei irrtümlicher Betätigung). Zwischen Tastendruck und tatsächlichem Abbruch können einige Sekunden vergehen.

info Messwerte aus einer Schrägrissmessung sind mit einem Asteriskus "*" markiert. Zusätzlich wird der dem Batch zugrunde liegende Winkel ausgedruckt.

5.7 Aktuellen Batchinhalt löschen

Der Inhalt eines aktuellen Batches kann gelöscht werden.

- Wählen Sie den Menüpunkt DEL BAT an und drücken Sie ENTER.
- Das Gerät fragt jetzt nach einer Löschbestätigung: Sie sehen die blinkende Meldung DEL ?.
- Drücken Sie jetzt ENTER, um die Löschung des aktuellen Batches endgültig durchzuführen oder die Taste MENU/MEAS, um den Löschvorgang abzubrechen.

Ist keine aktuelle Batchdatei geladen, erscheint die Fehlermeldung ERROR 1.

5.8 Löschen des gesamten Messwertspeichers

Zum Löschen des gesamten Messwertspeichers gehen Sie wie folgt vor:

- Wählen Sie den Menüpunkt DEL ALL an und drücken Sie ENTER.
- Das Gerät fragt jetzt nach einer Löschbestätigung: Sie sehen die blinkende Meldung DEL ?.
- Drücken Sie jetzt ENTER, um die Löschung des kompletten Messwertspeichers endgültig durchzuführen oder die Taste MENU/MEAS, um den (noch nicht erfolgten) Löschvorgang abzubrechen.

5.9 Datenübertragung in den PC

Mit der PC-Software STATWIN 2002 kann der Inhalt des RMG 4015 - Datenloggers (Messwertspeichers) ausgelesen und in den PC übertragen werden:

- Verbinden Sie dazu PC und RMG 4015 mit dem PC-Verbindungskabel 1657.307.
- Wählen Sie am RMG 4015 den Menüpunkt REMOTE und drücken Sie ENTER.
- Am PC STATWIN 2002 starten und über das STATWIN 2002 – Menü bedienen.

⚠ Bei aktiviertem Menüpunkt REMOTE sind alle anderen Gerätefunktionen gesperrt. Soll nach Abschluss der Datenübertragung zum PC wieder ohne PC gemessen werden, drücken Sie die Taste MENU/MEAS.

6 Zusatzfunktionen

6.1 Automatisches Ausschalten

Das RMG 4015 wechselt nach etwa 1 Minute Nichtbenutzung automatisch in einen energiesparenden Bereitschaftszustand, den sogenannten Stand-By[9]-Modus.

Die Anzeige zeigt dann -ST. BY-.

Nach Druck auf die Taste ENTER gelangen Sie wieder in den vorher eingestellten Betriebszustand.

6.2 Einstellen von Datum und Zeit

Das RMG 4015 ist mit einer Echtzeituhr ausgestattet. Beim Anlegen eines Batches wird die aktuelle Zeit automatisch mitgespeichert. Um die Zeit und das Datum der Uhr einzustellen, gehen Sie wie folgt vor:

- Menüpunkt DATE anwählen und ENTER drücken. Es erscheint die aktuelle Uhrzeit in Stunden, Minuten und Sekunden. Mit den Tasten CURSOR + − kann die Zeit jetzt geändert werden.
- ENTER drücken. Die Anzeige wechselt zum Datum.
- Mit den Tasten CURSOR + − das Datum ändern.
- Drücken Sie ENTER, um den Einstellvorgang abzuschließen.

[9] Stand by: engl. für "sich in Bereitschaft halten"

6.3 Anzeigeeinheit ändern (mm / Inch)

Das RMG 4015 kann Messwerte in den Längeneinheiten mm und Inch anzeigen. Um die Längeneinheit zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:

- Menüpunkt UNIT anwählen und ENTER drücken.
- Es erscheint die zur Zeit gewählte Längeneinheit.
- Mit den Tasten + / – kann die Anzeigeeinheit jetzt geändert werden.
- Drücken Sie ENTER, um die Auswahl abzuschließen.

info Eine Änderung der Anzeigeeinheit ändert auch die Anzeigeauflösung, d.h. 0.001 Inch bzw. 0.1 mm.

Im Inch-Modus erscheint "i", im metrischen Modus "mm" auf der Anzeige.

6.4 Einstellen der Sprache

Über den Menüpunkt LANGUAGE wird die Sprache für die Druckerausgabe (Deutsch und Englisch) des RMG 4015 eingestellt.

Zur Auswahl der Sprache gehen Sie wie folgt vor:

- Wählen Sie den Menüpunkt LANGUAGE aus und drücken Sie ENTER.
- Mit den Tasten + / – stellen Sie die gewünschte Sprache ein.
- Schließen Sie die Eingabe mit ENTER ab.

7 Einflüsse auf die Messgenauigkeit

7.1 Werkstückoberfläche

Die Oberfläche sollte zur Herstellung eines guten elektrischen Kontakts metallisch blank sein, weil Schwankungen im Übergangswiderstand das Messergebnis verfälschen können.

7.2 Einflüsse der Werkstück- und Rissgeometrie

Immer dann, wenn der Stromfluss in der Nähe der Messstelle geometrisch eingeengt wird, entsteht ein höherer elektrischer Widerstand, der zu überhöhten Risstiefen-Messwerten führt. Das lässt sich z.B. an der Vorderkante des RMG-Kontrollkörpers leicht nachvollziehen: Die Risstiefe wird dort höher angezeigt, als sie tatsächlich ist. Um geometrische Einflüsse gering zu halten, sollten daher bei der Messung die nachfolgenden Hinweise beachtet werden:

7.2.1 Kanteneinfluss

Läuft der zu vermessende Riss auf eine Kante zu, so ist die Sonde um mindestens den Wert der Risstiefe von der Kante entfernt aufzusetzen.

Da man in der Praxis nicht immer weiß, wie tief der Riss an einer Werkstückkante ist, ermittelt man den notwendigen Abstand aus einer zuvor durchgeführten Messung unmittelbar am Rand. Erhält man dabei z.B. eine Anzeige von 8 mm, so bleibt man zur Ermittlung eines zuverlässigeren Wertes ca. 8 bis 10 mm vom Rand entfernt.

Läuft ein Riss parallel zur Werkstückkante, so ist nicht mit kantenbedingten Messfehlern zu rechnen, auch dann nicht, wenn er so nahe an der Kante verläuft, dass die Sonde gerade noch aufzusetzen ist.

7.2.2 Risse großer Tiefe

Geht ein Riss fast durch die gesamte Wandstärke des Werkstücks hindurch, so erhält man ebenfalls zu große Messwerte, da auch in diesem Fall die Stromlinien unterhalb des Risses durch die gegenüberliegende Wand eingeschnürt werden. Als Anhalt gilt: Wenn der Riss mehr als 75 % des Werkstückquerschnitts einnimmt, ist damit zu rechnen, dass die Risstiefe zu groß angezeigt wird.

7.2.3 Kurze Risse

Damit der Riss in seiner Tiefe einwandfrei gemessen wird, muss er gewöhnlich dreimal so lang sein wie tief. Die meisten Risse erfüllen diese Bedingung. Es gibt jedoch Risse (z.B. Flockenrisse), die ebenso tief wie lang sein können. In diesen Fällen ist damit zu rechnen, dass die angezeigten Risstiefen 10 - 20 % kleiner als die tatsächlichen Risstiefen sind. Dieser Effekt ist damit zu erklären, dass ein Teil der Stromlinien nicht unterhalb des Risses, sondern um ihn herum nahe der Oberfläche verläuft.

7.2.4 Rissbreite

Die Breite eines Risses ist weitgehend ohne Einfluss auf die Messung der Risstiefe, solange die Rissbreite kleiner als der Abstand der beiden Messpole ist.

7.2.5 Unterbrochene Risse

Erfahrungsgemäß wird durch die metallische Berührung der beiden Rissseiten selten eine Fehlmessung verursacht. Der Übergangswiderstand für den Strom ist wesentlich größer als der Widerstand des Materials um den Riss herum.

Insbesondere bei Gussstücken kommen jedoch auch Risse vor, die innerhalb ihres Verlaufs nicht nur Zonen metallischer Berührung, sondern auch Zonen metallischer Bindung aufweisen. In diesem Fall kann prinzipiell nur der oberste Riss gemessen werden, da der Strom den Weg des geringsten Widerstands, nämlich über die erste metallische Brücke nimmt.

Da die Zonen metallischer Bindung innerhalb des gesamten Rissverlaufs im allgemeinen klein sind innerhalb der Rissläufe, sollten hintereinander mehrere Messungen entlang des auf der Oberfläche sichtbaren Risses durchgeführt werden. Diese schwanken meist erheblich, weil sie unmittelbar neben den auch als “Brücken“ bezeichneten gebundenen Bereichen

deutlich größer ausfallen. Typisch ist auch, dass nach örtlichem Anschleifen des Risses um den Wert der ersten Anzeige zumeist am verbleibenden Riss wiederum ganz ähnliche Werte wie vorher und nicht etwa geringere gemessen werden.

In Zweifelsfällen empfiehlt sich immer, die Risstiefenmessung mit einer Ultraschall-Winkelkopf-Prüfung zu kombinieren.

7.3 Messungen in Rissfeldern

Durch vielfache Temperatur-Wechsel- oder Thermo-Schock-Beanspruchung können nicht nur einzelne Risse entstehen, sondern ganze Rissfelder. Das ist z.B. auf der Oberfläche von Walzen der Fall, die ständig hintereinander mit dem zu Blech oder Profil auszuwalzenden glühenden Vormaterial in Kontakt kommen und unmittelbar danach wieder an der Luft oder mit Flüssigkeit abgekühlt werden. Hierbei kann es leicht geschehen, dass sich nicht nur der zu vermessende, sondern noch ein anderer oder gar mehrere Risse zwischen den Polen der Sonde befinden. Da der Strom um alle Risse herumfließt wird dabei immer eine falsche Risstiefe angezeigt.

7.4 Werkstoff-Einflüsse

Eine Risstiefenmessung nach dem Potentialsonden-Verfahren setzt voraus, dass das zu prüfende Material elektrisch und magnetisch homogen ist. Es empfiehlt sich, zu Beginn der Messung an verschiedenen rissfreien Stellen des Materials die RMG-Sonde aufzusetzen und die am Gerät angezeigten Werte zu beobachten. Sind diese unterschiedlich, so ist davon auszugehen, dass das Material zumindest nahe der Oberfläche inhomogen ist. Kann zudem die Materialkorrektur nur an rissfreier Stelle durchgeführt werden, ist mit einem höheren Messfehler zu rechnen. In Zweifelsfällen empfiehlt sich immer die Materialkorrektur auch an einem Referenz-Riss bekannter Tiefe durchzuführen. Gegebenenfalls sollten Teststücke aus dem jeweiligen Werkstoff hergestellt werden.

8 Was tun, wenn...

8.1 Fehlermeldungen (ERROR)

Das RMG 4015 meldet falsche oder unzureichende Bedienung über verschiedene ERROR-Anzeigen.

Die ERROR-Anzeige bleibt etwa 3 Sekunden lang sichtbar, bevor der vorhergehende Betriebszustand wieder eingeschaltet wird.

Meldung	Bedeutung
ERROR 0	Sonde nicht angeschlossen oder defekt; Haftmagnet während des Messbetriebs angeschlossen
ERROR 1	Batch nicht aktiviert
ERROR 2	keine Batches vorhanden
ERROR 3	Messwert nicht plausibel (instabil oder - während einer Kalibrierung - zu stark von der Messwertreihe abweichend)
ERROR 4	Speicher voll, Batch kann nicht erstellt werden
ERROR 5	Keine Messung für die gewünschte Aktion verfügbar

8.2 Rücksetzen des Gerätes und der Sonde auf die werkseitigen Voreinstellungen

Obwohl das RMG durch eine mikroprozessorgesteuerte Selbstüberwachung äußerst zuverlässig und sicher arbeitet, kann es in seltenen Fällen unter ungewöhnlichen Betriebsbedingungen vorkommen, dass Kalibrierungen scheinbar nicht mehr ordnungsgemäß durchgeführt werden können, Messwerte unplausibel sind oder die Betriebssoftware des Gerätes "hängt". In diesen Fällen kann das Gerät in aller Regel dennoch durch Rücksetzen auf die werkseitigen Voreinstellungen wieder betriebsbereit gemacht werden. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- Gerät mit Taste ⏻ einschalten.
- Der letzte Messwert wird angezeigt.
- Taste CAL drücken, festhalten und unmittelbar anschließend (bevor die Anzeige zu CAL wechselt) die Taste ZERO drücken.
- Es wird nun eine werksseitige Sondenkalibrierung aktiviert und die Materialkorrektur mit Standardwerten vorbelegt.
- Führen Sie abschließend die Sondenkalibrierung und die Ermittlung des Materialkorrekturfaktors durch, wie in den Abschnitten 4.5 und 4.6 beschrieben.

8.3 Praktische Hinweise: Wie Sie vorgehen sollten, wenn...

☹ ... Messwerte und Funktionen nicht so reagieren, wie Sie es trotz korrekter Bedienung erwarten.

↳ Überprüfen Sie, ob die Batteriewarnung LOW BAT erscheint. Wenn ja, Batterie ersetzen / Akku laden.s

☹ ... nach dem Einschalten die Anzeige leer bleibt.

↳ Neue Batterie einsetzen / Akku laden.

☹ ... eine ERROR-Meldung erscheint.

↳ Lesen Sie unter Kapitel 8.1 die Ursachen der ERROR-Meldung nach und korrigieren Sie die Eingaben bzw. ändern Sie die Bedienung entsprechend.

☹ ... keine Messwerte angezeigt werden.

↳ Fehler beim Kalibrieren. Kalibrieren Sie neu.

☹ ... Messwerte vom erwarteten Wert abweichen.

↳ Erneut kalibrieren

↳ Materialkorrektur durchführen

↳ Sonde auf dem Kontrollkörper auf möglichen Defekt hin untersuchen

☹ ... die Messwerte nicht zum Drucker übertragen werden.

↳ Überprüfen Sie die Kabelverbindung (Wackelkontakt, Stecker nicht eingesteckt ...).

↳ Drucker ist nicht eingeschaltet.

↳ Batterien/Akkumulatoren des Druckers sind leer. Neue Batterien in Drucker einsetzten bzw. Akkumulatoren laden!

9 Technische Daten

Hinweise zur Messunsicherheit:

Die tatsächlich bei einer Anwendung vorliegende Messunsicherheit hängt immer von den speziellen Werkstoffeigenschaften der zu untersuchenden Werkstücke ab. Die hier angegebenen Werte sind typische Werte für viele gebräuchliche Werkstoffe.

Sie setzen voraus, dass die zu untersuchenden Werkstücke nicht magnetisiert sind und ein homogenes Gefüge aufweisen, die Oberfläche am Messort eben, glatt und sauber ist und der Riss mindestens um die zweifache Risstiefe vom Werkstückrand entfernt ist. Sie beziehen sich auf die physikalische Messtiefe "T" (siehe Abbildung 8) des Risses und nicht auf die projizierte Tiefe bei der Messung schräger Risse.

Die an einem unbekannten Werkstoff tatsächlich vorliegende Messunsicherheit muß in jedem Anwendungsfall jedoch zuvor experimentell ermittelt werden.

Anzeige	
Anzeigenart	8-stellige LCD DOT-Matrix-Anzeige
Sichtfläche	ca. 60 x 15 mm^2
Zeichen-Auflösung	5 x 7 Pixel
Messwerterfassung	
Messrate (Dauermessung)	ca. 1 Messwert pro Sekunde
Messbereich	0 - 99.9 mm
Messwertauflösung	0.1 mm
Messunsicherheit	
Auf Kontrollkörper 4720.002 nach Zweipunkt-Gerätekalibrierung	0 - 10 mm: ±3 %
*) Nach Nullpunkt-Materialkorrektur (ohne Verwendung eines Referenzrisses) auf ferromagnetischem Material mit Materialeigenschaften ähnlich CK45	0 - 10 mm: ±23 % 10 - 100 mm: ±25 %
Nach Nullpunkt-Materialkorrektur (ohne Verwendung eines Referenzrisses) auf austenitischem Material mit Materialeigenschaften ähnlich Werkstoffnummer:1.4301	0 - 100 mm: ±25 %
Nach Zweipunkt-Materialkorrektur (unter Verwendung eines Referenzrisses) auf ferromagnetischem Material	0 - 10 mm: ±13 % 10 - 100 mm: ±15 %
Nach Zweipunkt-Materialkorrektur (unter Verwendung eines Referenzrisses) auf austenitischem Material	0 - 10 mm: ±20 % 10 – 100 mm: ±25 %

Messunsicherheit bei der Bestimmung der Rissschräglage (Winkel α, nur bei ferritischem Material)	±10 % ± 5° bei α > 30°

EIN- und AUSGÄNGE

Serielle PC/Drucker-Schnittstelle	4-polige LEMO1-Buchse für Datenkabel 1657.307 (PC) und 1657.305 (Drucker); Datenformat: 4800 Baud, 8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität
Sonde	7-polige LEMO2-Buchse zum Anschluss aller RMG-Sonden
Ladebuchse	1.3-mm-Kleinspannungsbuchse für Ladegerät 2806.001

SONSTIGES

Maßsysteme	umschaltbar mm und Inch
Datum und Uhrzeit	Echtzeituhr eingebaut

SPEICHERMÖGLICHKEITEN

Messwerte	bis zu 3850 Messwerte
Anzahl Batches	max. 300

SPANNUNGSVERSORGUNG

Akku-Betrieb	2 Stück NiMH-Akku (Baugröße AA)
Betriebszeit (bei maximalem Stromverbrauch)	Bis ca. 7 h (im Neuzustand bei Zellen mit 2000 mAh)
Batteriebetrieb	2 Stück Alkali-Mangan - Primärzellen
Betriebszeit (bei maximalem Stromverbrauch)	(Baugröße AA), bis ca. 8 h
Batteriekapazitätsanzeige	ca. 15 – 30 Minuten vor Erreichen eines Unterspannungszustandes erscheint der Warnhinweis „LOW BAT“ auf der Anzeige

ZULÄSSIGE UMGEBUNGS-BEDINGUNGEN

Betriebstemperatur	0 °C bis +45 °C
Lagertemperatur	-20 °C bis +60 °C mit ausgebauten Akkus/Batterien 0 °C bis +45 °C mit eingebauten Akkus/Batterien
Staub und Feuchtigkeit	Schutzart IP 40

ÄUSSERES

Abmessungen (HxBxT)	83 x 151 x 35 mm ^{3}
Gewicht	225 g ohne Batterien

Gehäuse

Material	ABS, schwarz

Sonden

Messverfahren	Potentialsonde, 2 Strompole, 2 Spannungspole
Messspitzen	gefederte vergoldete Kontaktstifte, einzeln austauschbar nach Abnutzung
Stifttypen	Standard-Kontaktstifte: für die meisten Anwendungsfälle bei sauberer Werkstoffoberfläche Nadel-Kontaktstifte: für das Durchdringen sehr dünner nichtleitender Oberflächenschichten Dreh-Kontaktstift: für das Durchdringen mechanisch harter nichtleitender Oberflächenschichten
Integrierte Elektronik	Kennlinienspeicher für 3 Kennlinien, CK45, VA (1.4301), GG20 Differenzverstärker zur Verstärkung der Messspannung (40 dB Verstärkung)

Anordnung der Messspitzen

Quadratisch	Stromspitzen parallel zu den Spannungsspitzen; größere Auflösung als lineare Stiftanordnung; für austenitisches Material besonders gut geeignet; keine Bestimmung der Rissschräglage möglich
Linear	Stromspitzen außen, Spannungsspitzen innen; wegen dem größeren Spannungsabfall besser geeignet für eine Nullpunkt-Materialkorrektur als die quadratische Stiftanordnung; Bestimmung der Rissschräglage möglich

Sondentypen

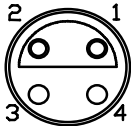
RMSQ 0° Art.-Nr. 4418.001	gerade Sonde, Stiftanordnung quadratisch
RMSL 0° Art.-Nr. 4416.001	gerade Sonde, Stiftanordnung linear
RMSL 90° Art.-Nr. 4417.001	abgewinkelte Sonde, Stiftanordnung linear
RMSL-S 0° Art.-Nr. 4421.001	gerade Sonde, Stiftanordnung linear für Schrägrissbestimmung
RMSL-S 90° Art.-Nr. 4420.001	abgewinkelte Sonde, Stiftanordnung linear für Schrägrissbestimmung

10 Anhang

10.1 Übertragungsparameter und Pinbelegung der seriellen Schnittstelle

ÜBERTRAGUNGSPARAMETER:

Transferrate: 4800 Baud
Datenformat: 8 Datenbits, 1 Stopbit, kein Parity-Bit
Signalpegel gemäß RS232C-Standard



Pin	Signal (RS232C-Pegel)
1	TXD (Datenausgang)
2	RXD (Dateneingang)
3	n.c.
4	CTS (clear to send)

Buchsentyp: 4-polige Lemo-Buchse

10.2 Fernbedienung des RMG 4015 über die RS232-Schnittstelle

Falls Sie Informationen über die Fernbedien-Möglichkeiten des RMG 4015 benötigen, nehmen Sie bitte Kontakt mit KARL DEUTSCH auf.

10.3 Materialspezifischer Referenzriss

Zur Herstellung eines materialspezifischen Referenzrisses für die Materialkorrektur (s. Abschnitt 4.6) sind die nachfolgend skizzierten geometrischen Vorgaben zu beachten.

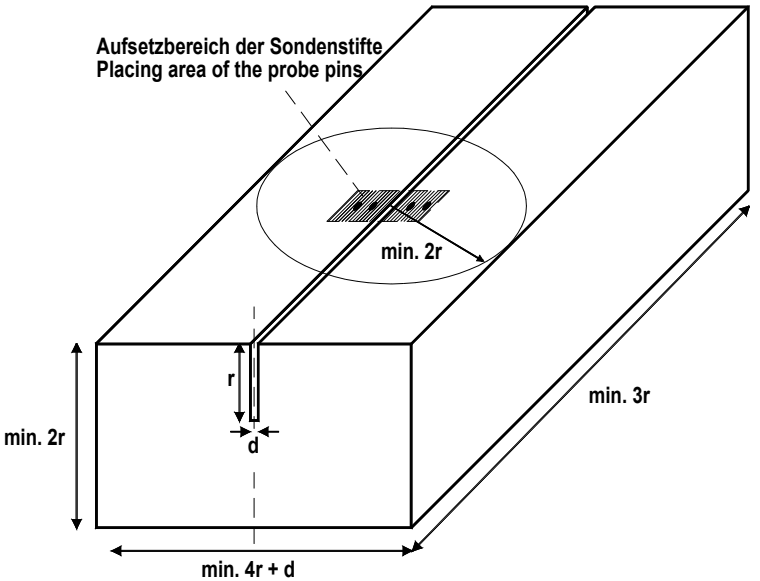


Abbildung 17: Geometrische Vorgaben für einen Referenzriss (r = Risstiefe)

- Die Materialoberfläche muß metallisch blank sein.
- Die Risslänge muß mindestens die 3-fache Risstiefe betragen.
- Die Materialdicke muß mindestens doppelt so groß sein wie die maximale Risstiefe.
- Die Rissbreite d muß zwischen 0,5 (oder kleiner) und 2,0 mm liegen.
- Der Abstand der Risse von einer Bauteilkante muß mindestens doppelt so groß sein, wie die maximale Risstiefe.

10.4 Bestellnummern für Sonden, Zubehör und Verbrauchsmaterial

GERÄT

Risstiefenmessgerät RMG 4015 inkl. Batterien 4015.003

SONDEN

Sonde RMSL 0° 4416.001
Sonde RMSL 90° 4417.001
Sonde RMSQ 0° 4418.001
Sonde RMSL-S 0° (einschl. Haftmagnet mit Kabel) 4421.001
Sonde RMSL-S 90° (einschl. Haftmagnet mit Kabel) 4420.001

Sonderkennlinie für RMG-Sonde 4901.001

info Jede Sonde wird zusammen mit einem Satz (8 Stück) Ersatz-Kontaktstiften (Art.-Nr. 4815.001) geliefert.

⚠ Bei Sondennachbestellung unbedingt die 5-stellige Fertigungsnummer des vorhandenen Kontrollkörpers angeben. Die Fertigungsnummer finden Sie als Gravur auf einer Schmalseite des Kontrollkörpers.

ZUBEHÖR

RMG-Kontrollkörper (0 - 10 mm Riss)
incl. 2 x Poliervlies 4720.002

Ladegerät zum Laden eingesetzter Akkumulatoren (230 V) 2806.001
Akku-Set NiMH (2x 1,2 V AA) 6016.001
Externes Ladegerät 230 V für NiCd/NiMH-Akkus 6015.001
USA-Ladegerät (120 V, 60 Hz) für eingesetzten Akkuset 6018.001

Mobiler Thermodrucker
(inkl. 5 Thermopapier-Rollen, Adapter, Ladegerät (230 V)) 6010.201

Gerätespezifisches Druckerkabel
RMG 4015 (Lemo) ⇔ Thermodrucker 6010 ..... 1657.307

Schutztasche für 2041, 2051, 4015 ..... 4825.001

Einsetzwerkzeug für Kontaktstifte 4815.00x 4816.001

Adapter USB (PC) -> RS232 inkl. Treiber-CD 2691.001

Software "STATWIN 2002" 2904.001

VERBRAUCHSMATERIAL

8 Kontaktstifte (Standard) 4815.001
4 Kontaktstifte (Nadel) 4815.002
4 Kontaktstifte (Dreh-)..... 4815.003

Poliervlies für Kontrollkörper (5 Stück)..... 4820.001

Ersatz-Papierrolle (5 Stück) für Drucker 6010.201..... 6011.202

10.5 Herausfaltbare Geräteansicht



Abbildung 18: Frontansicht RMG 4015

(1) Sondenbuchse (Markierung: "roter Punkt")

(2) RS232C-Schnittstelle (für PC und Drucker)

(3) Flüssigkristallanzeige (LCD)

(4) Tastatur

(5) Ladebuchse