

Kurzanleitung: Kalibrier-Software Caliber (incl. CamOCR)

Diese Anleitung soll nicht die ausführlichen Bedienungsanleitungen des Herstellers ersetzen, sondern Ihnen in Kürze die wesentlichen Funktionen und Bedienschritte erläutern. Das Dokument folgt einer typischen Schulung / Einweisung und deckt damit die gängigen (aber nicht alle) Funktionen und Einstellungen ab.

Inhalt:

1. Bestandteile, Funktionen und Zusammenspiel der Programme.....	2
2. Gerätekarten erstellen (Beispiel: Multimeter Gossen Metrawatt Metrahit 24S).....	4
A) VDC	6
B) VAC	8
C) RDC-2W	11
D) FREQ1.....	13
E) IDC.....	15
F) IAC.....	17
G) Optionale Einstellungen	20
3. Prozeduren erstellen.....	21
A) Basis-Prozedur erstellen (Kalibrator M143 und Multimeter MH24S)	21
B) Prozedur ausprobieren und optimieren	26
C) Gestörter Ablauf einer Prozedur	32
D) Optionale Einstellungen	34
a) Messparameter	34
b) Abfragen und Bemerkungen.....	34
c) Pausen einfügen	35
d) Eigene Generierungsregeln erstellen	37
e) Bestehende Prozeduren modifizieren.....	37
4. Geräte kalibrieren.....	38
A) Durchführen einer Kalibrierung mittels Prozedur (Kalibrator M143 und Multimeter MH24S)	38
B) Inhalt des Kalibrierprotokolls	44
Anhang 1: Spezielle Konfigurationen.....	46
A) Gerätekarte erstellen für Stromzange (Beispiel: Fluke i1010)	46
a) IDC	48
b) IAC	49
c) Wandler-Bedingungen	51
B) Gerätekarte erstellen für Stromspule Beispiel: Meatest 140-50)	53
a) RATIO (50 Windungen)	54
b) Wandler-Bedingungen	56
C) Prozedur erstellen für Kalibrator und Stromzange mit Stromspule und Multimeter als Hilfsmittel	58

1. Bestandteile, Funktionen und Zusammenspiel der Programme

Kalibrierungen können rein manuell erfolgen, d.h. ein Mitarbeiter steuert den Kalibrator und den Prüfling (z.B. ein Multimeter), liest die Ausgabe- und Messwerte ab, trägt sie in ein Protokoll ein und entscheidet ggf. auch noch, ob die Genauigkeitsanforderungen erfüllt sind oder nicht - das ist recht zeitaufwändig, erfordert ständige Konzentration und ist daher potentiell fehlerbehaftet.

Die Kalibrierung lässt sich aber auch weitgehend automatisieren: durch Fernsteuerung der beteiligten Geräte (soweit möglich) mittels ASCII Befehlen aus eigenen Programm heraus über verschiedene Schnittstellen, oder mit Hilfe des nachfolgend beschriebenen Automatisierungspaketes.

Einmalig ist hierbei für jeden Prüfling-Typ ein gewisser Aufwand erforderlich, um die Funktionen, Bereiche und Genauigkeiten des Gerätes zu definieren und daraus eine Kalibrierprozedur zu generieren, welche den Anwender entlastet. Auch hierbei wird ein Mitarbeiter benötigt, der die Geräte anschließt, wenn nötig, die Messfunktionen und -bereiche umschaltet und den ganzen Vorgang überwacht; die Kalibrierung erfolgt jedoch in der Regel deutlich schneller und Fehler werden weitgehend vermieden.

Das Automatisierungspaket besteht aus folgenden Komponenten, die einzeln oder im Paket erworben werden können:

- **Caliber** ist die eigentliche Kalibriersoftware für Multimeter u. v. a. Geräte. Für jedes an der Kalibrierung beteiligte Gerät (z. B. Kalibrator und Multimeter) wird eine sog. *Gerätekarte* benötigt, welche die verschiedenen Messfunktionen und -bereiche mit ihren Genauigkeiten, die Anzahl der Stellen im Display usw. definiert (für die Meatest Kalibratoren und viele Multimeter sind Gerätekarten bereits vorhanden, für andere müssen sie, wie in dieser Anleitung beschrieben, erst erstellt werden). Durch das "Matchen" der beiden Gerätekarten wird weitgehend automatisch eine entsprechende Kalibrier-*Prozedur* erstellt.
Das Programm steuert während des Kalibrier-Prozesses den Kalibrator und (soweit möglich) den Prüfling über RS232, USB oder IEEE488; bei nur manuell bedienbaren Geräten wird der Anwender jeweils dazu aufgefordert. Die Messergebnisse können durch den Anwender vom Display des Prüflings abgelesen, über Schnittstellen abgefragt oder durch das optionale CAM-OCR Kameramodul vom Display abgelesen und in das Kalibrierprotokoll eingetragen werden. Aus den Soll- und Ist-Werten sowie den in den Gerätekarten hinterlegten Genauigkeitsangaben werden Toleranzüberschreitungen erkannt und im Kalibrierprotokoll dokumentiert, das sich als Textdatei speichern lässt.

Caliber lässt sich einzeln oder im Verbund mit *WinQBase* betreiben und optional um *CamOCR* erweitern.

- Sie können *Caliber* einzeln (d.h. ohne *WinQBase*) verwenden und wahlweise um *CamOCR* (s.u.) ergänzen; diese Konfiguration beschreibt die vorliegende Kurzanleitung.
- **CamOCR** besteht aus einer Webcam mit einem Haltebügel sowie einer Texterkennungs-Software. Die Webcam liest 7-Segment LCD/LED-Anzeigen (z. B. von Multimetern) ab und trägt die angezeigten Messwerte innerhalb der Caliber Software in das Kalibrierprotokoll ein.
- **WinQBase** ist eine Datenbank-Software; sie verwaltet die individuellen Messgeräte und deren Kalibrierprotokolle nach Seriennummer, erstellt und druckt formelle Kalibrierzertifikate aus und überwacht die Kalibriergültigkeit aller Geräte.

Um ein neues Gerät (wir nehmen als Beispiel ein Multimeter) kalibrieren zu können, müssen Sie für dieses zunächst eine sogenannte *Gerätekarte* erstellen. Diese beschreibt die Messfunktionen (Spannung, Strom, Widerstand, Frequenz usw.), die Messbereiche und die Genauigkeiten des Gerätes in den einzelnen Bereichen. Sie können eine vorhandene Gerätekarte eines ähnlichen Gerätes als Basis nehmen, diese unter einem neuen Namen speichern und dann passend zum neuen Gerät modifizieren - oder Sie beginnen bei null und erstellen eine komplett neue Karte.

-> Kapitel 2 ab S. 4

Als nächstes erstellen Sie aus mindestens zwei Gerätekarten (eine für den verwendeten Kalibrator und eine für das neue Gerät) eine sogenannte *Prozedur*. Diese wird weitgehend automatisch erzeugt und legt fest, welche Funktionen und Messbereiche mit welchen Kalibrierwerten vermessen werden, wie die Geräte bedient und ihre Messwerte ausgelesen werden, usw. Ebenso erzeugt die Prozedur während der Kalibrierung das Kalibrierprotokoll, in welchem die Soll- und Ist-Werte, die daraus resultierenden Abweichungen sowie die Einhaltung der spezifizierten Genauigkeit dokumentiert werden.

Diese *Prozedur* sollte komplett durchgetestet werden, bevor sie für Kalibrierungen verwendet wird.

-> Kapitel 3 ab S. 21

Mittels der vorbereiteten Prozeduren lassen sich dann Geräte kalibrieren und entsprechende Kalibrierprotokolle erzeugen.

-> Kapitel 4 ab S. 38

2. Gerätekarten erstellen


Beispiel: Multimeter Gossen Metrawatt Metrahit 24S, Ablesen der Messwerte per Kamera



Anmerkung: In diesem Beispiel beschränken wir uns auf die Funktionen Gleich- und Wechselspannung, Widerstand, Frequenz sowie Gleich- und Wechselstrom - andere Funktionen wie Durchgangs- und Diodentester oder Kapazität werden nicht berücksichtigt.

Wir verwenden die originalen Spezifikationen des Gerätes gemäß seiner Bedienungsanleitung, um es bei der Kalibrierung auf die Einhaltung seiner vom Hersteller angegebenen Genauigkeit zu überprüfen. Dieses Verfahren wird üblicherweise beim Endtest durch den Hersteller sowie in professionellen Kalibrierlabors angewendet.

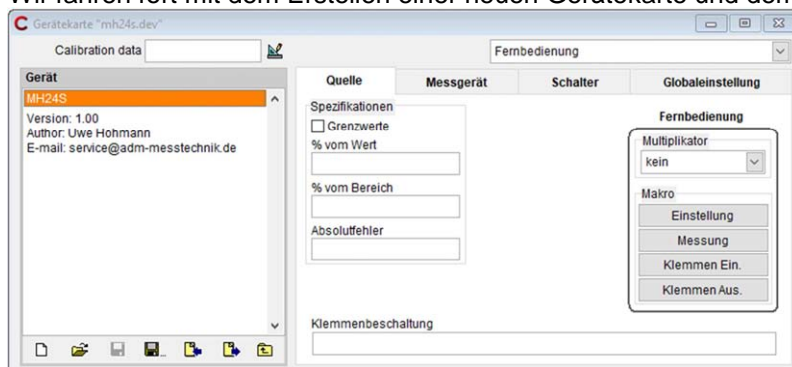
Die Genauigkeitsanforderungen an das Gerät sind entsprechend hoch, und viele (ältere) Geräte werden sie ohne vorherige Justierung nicht erfüllen können. Die Genauigkeits-Spezifikationen in der Gerätekarte können daher auch an individuelle Anforderungen angepasst werden - wenn Sie bzw. Ihre internen oder externen Auftraggeber keine größere Messgenauigkeit als z.B. 1 % benötigen, könnten Sie die Angaben in der Gerätekarte entsprechend anpassen.

Starten Sie das Programm und öffnen den Menüpunkt *Fenster - Gerätekarten*.

- Um eine neue Gerätekarte zu erstellen, klicken Sie auf  und geben den gewünschten Namen der Gerätekarten-Datei ein, z.B. MH24S

- Um eine bestehende Gerätekarte als Vorlage für eine neue zu verwenden, klicken Sie auf , wählen die Vorlage-Gerätekarte aus (mit Doppelklick auf den Namen oder einfachen Klick, gefolgt von OK) und klicken dann auf  und geben den gewünschten Namen der neuen Gerätekarten-Datei ein, z.B. MH24S

- Wir fahren fort mit dem Erstellen einer neuen Gerätekarte und dem folgenden Dialog:



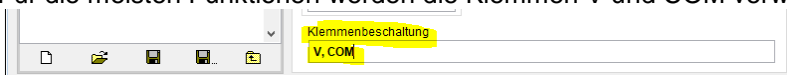
- Wählen Sie rechts den Tab *Messgerät* (um das es sich ja bei einem Multimeter handelt). Hier können Sie Vorgabewerte über die Genauigkeit des Gerätes eingeben; diese Werte werden dann bei allen Funktionen und Bereichen des Gerätes voreingestellt, können dort aber jederzeit überschrieben werden.
- Gemäß Datenblatt des Multimeters beträgt der Anzeigebereich 30000 Digits, die hier voreingestellt werden

24 Technische Kennwerte

Messfunktion	Messbereich	Auflösung bei Messbereichsendwert	
V ⁴⁾	300 mV	10 µV	3 000
	3 V	100 µV	
	30 V	1 mV	
	300 V	10 mV	
	1000 V	100 mV	



- Für die meisten Funktionen werden die Klemmen V und COM verwendet; auch diese werden hier eingegeben

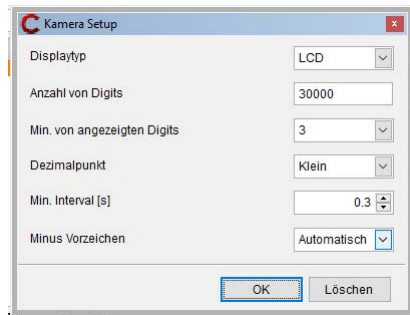


- Ebenso lassen sich bereits die Grundeinstellungen für das Auslesen der Messwerte per Digitalkamera vornehmen; wählen Sie den Tab *Globaleinstellung*, dann in der Auswahlbox *Kamera* und drücken dann auf

Setup



- Für das Multimeter Metrahit 24S haben sich die folgenden Einstellungen bewährt:



Displaytyp LCD (d.h. dunkle 7-Digit-Zeichen auf hellem Hintergrund)

Anzahl von Digits 30000 (wie schon im Tab Messgerät eingegeben)

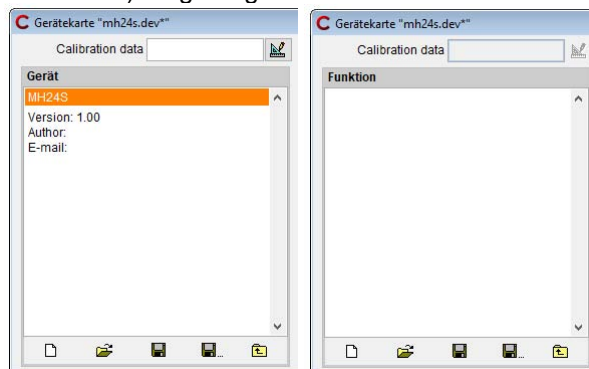
Min. angezeigte Digits 3 (das Display zeigt nie weniger Digits an)

Dezimalpunkt klein (Einstellung durch Ausprobieren ermittelt - im Vergleich zu anderen Geräten ist der Punkt sehr klein)

Min Intervall 0,3 s (Auffrischrate des Displays)

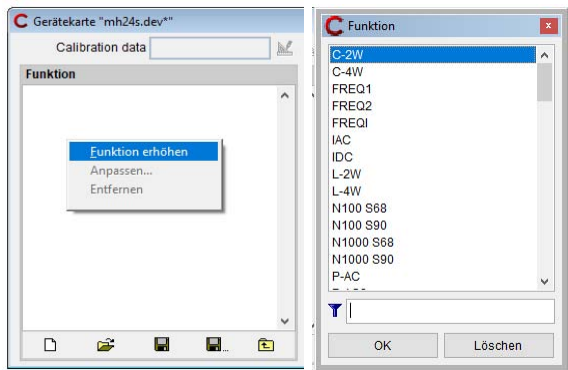
Minus Vorzeichen Automatisch (Einstellung durch Ausprobieren ermittelt)

- Doppelklicken Sie nun links auf den gewählten Dateinamen, um eine Ebene tiefer (zur Definition der Messfunktionen) zu gelangen



A) VDC

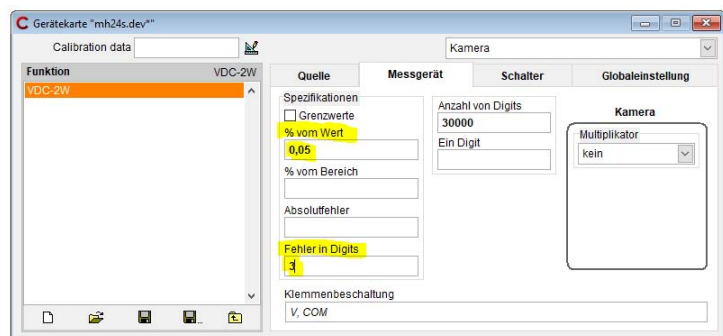
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Funktion* und dann mit der linken Taste auf *Funktion erhöhen*. Wählen Sie dann die Funktion des Multimeters aus, mit der Sie beginnen möchten (typ. VDC-2W) (2W steht für 2 Wire = Anschluss in 2-Leiter-Technik, 4W entsprechend für Anschluss in 4-Leiter-Technik mit Sense-Leitungen)



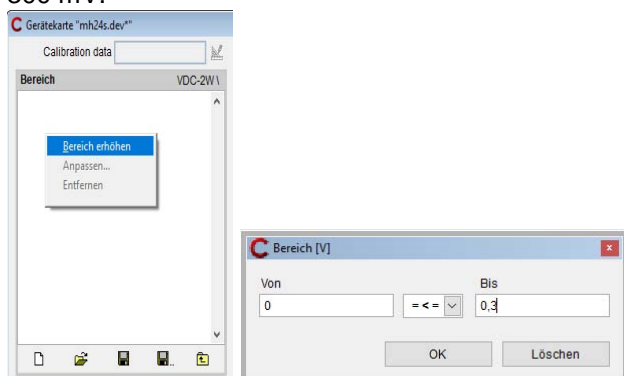
- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab Messgerät nun weitere Voreinstellungen vornehmen. Wenn Sie die Einstellungen bereits auf dieser Ebene wählen, werden sie auf den darunter liegenden Ebenen übernommen, d.h. Sie brauchen diese dann nicht ständig neu einzugeben, sondern nur bei Abweichungen von der Voreinstellung zu korrigieren ...

Laut Datenblatt beträgt die Genauigkeit des 24S bei Gleichspannung durchgängig 0,05 % vom Messwert + 3 Digits

Messbereich	Eigenabweichung der höchsten Auflösung bei Referenzbedingungen ²⁾		Überlastbarkeit ⁷⁾	
	$\pm(\dots \% \text{ v. M.} + \dots \text{ D})$	$\pm(\dots \% \text{ v. M.} + \dots \text{ D})$	Wert	Zeit
300 mV	0,05 + 3 ¹⁰⁾	0,5 + 30 (> 300 D)	1000 V	dauernd
3 V	0,05 + 3	0,2 + 30 (> 300 D)	DC	
30 V	0,05 + 3	0,2 + 30 (> 300 D)	AC	
300 V	0,05 + 3	0,2 + 30 (> 300 D)	eff	
1000 V	0,05 + 3	0,2 + 30 (> 300 D)	Sinus	

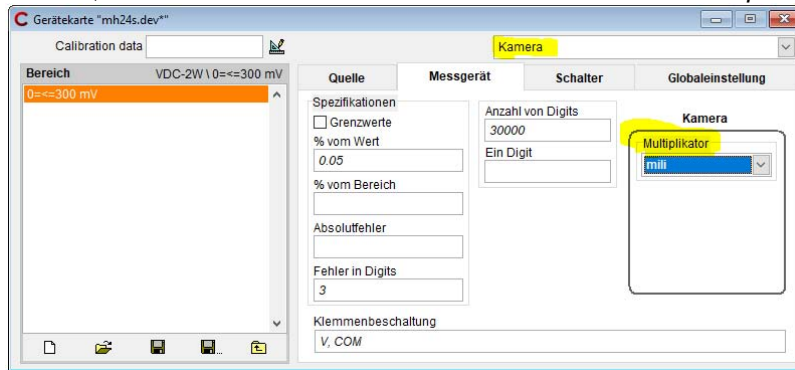


- Mit Doppelklick auf die Funktion *VDC-2W* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 300 mV.

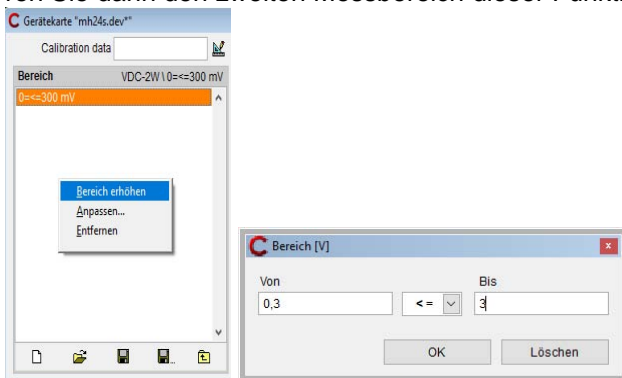


Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 0 bis 0,3 V einschließt.


- Damit das Programm später weiß, dass es sich bei den von der Kamera ausgelesenen Werten um milliVolt handelt, wählen Sie rechts oben *Kamera* aus und im Feld *Multiplikator milli*.



- Die Einstellungen im Tab Messgerät ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.
- Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste wieder in das Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den zweiten Messbereich dieser Funktion - gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 3 V.

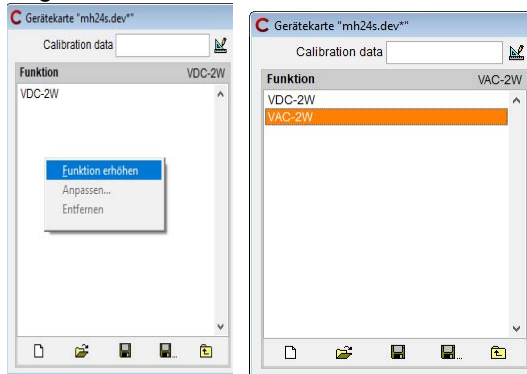


Als Operand wird hier <= gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von größer 0,3 V bis einschließlich 3 V abdeckt.

- Die in diesem Bereich vom Multimeter angezeigten Werte sind in Volt, daher ist kein Multiplikator für die Kamera erforderlich.
- Die Einstellungen im Tab Messgerät ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.
- Fügen Sie nun die weiteren Bereiche bis 30, 300 und 1000 V hinzu.
- Drücken Sie abschließend auf das Symbol  unten rechts, um wieder eine Ebene höher zu gelangen.

B) VAC

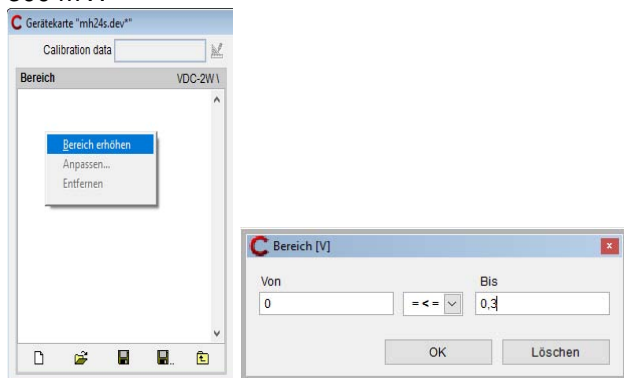
- Fügen Sie nun die nächste Funktion VAC-2W hinzu



- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab Messgerät nun wieder Voreinstellungen vornehmen. Laut Datenblatt beträgt die Genauigkeit des 24S bei Wechselspannung meist 0,2 % vom Messwert + 30 Digits

Messbereich	Eigenabweichung der höchsten Auflösung bei Referenzbedingungen ²⁾		Überlastbarkeit ⁷⁾	
	$\pm(\dots \% \text{ v. M.} + \dots \text{ D})$	$\pm(\dots \% \text{ v. M.} + \dots \text{ D})$	Wert	Zeit
300 mV	$0,05 + 3^{10)}$	$0,5 + 30$ (> 300 D)	1000 V	dauernd
3 V	$0,05 + 3$	$0,2 + 30$ (> 300 D)	DC	
30 V	$0,05 + 3$	$0,2 + 30$ (> 300 D)	AC	
300 V	$0,05 + 3$	$0,2 + 30$ (> 300 D)	eff	
1000 V	$0,05 + 3$	$0,2 + 30$ (> 300 D)	Sinus	

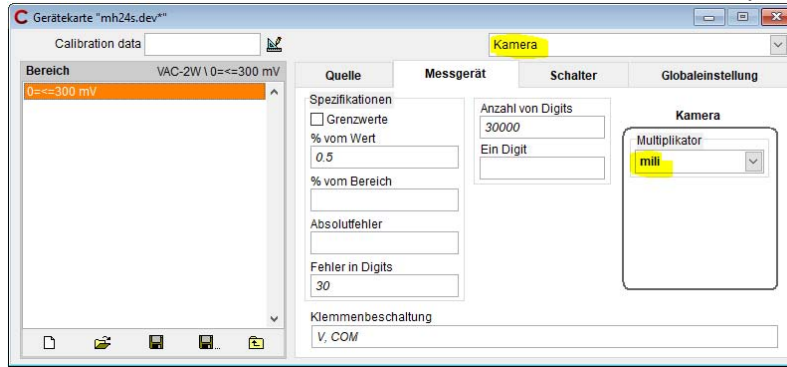
- Mit Doppelklick auf die Funktion VAC-2W gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 300 mV.



Als Operand wird hier $=<=$ gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 0 bis 0,3 V einschließt.

- Die Einstellungen im Tab Messgerät ändern sich gemäß Datenblatt im 300 mV Bereich auf 0,5 % vom Wert + 30 Digits und werden entsprechend angepasst. Damit das Programm später weiß, dass es sich bei den von der Kamera ausgelesenen Werten um milliVolt

handelt, wählen Sie rechts oben *Kamera* aus und im Feld *Multiplikator milli*.

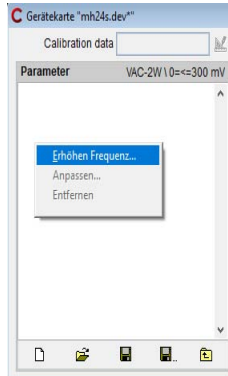


- Bei Wechselspannung sind die Spezifikationen typischerweise abhängig von der Frequenz. Das Datenblatt definiert hierzu Einflussgrößen und Einflüsseffekte:

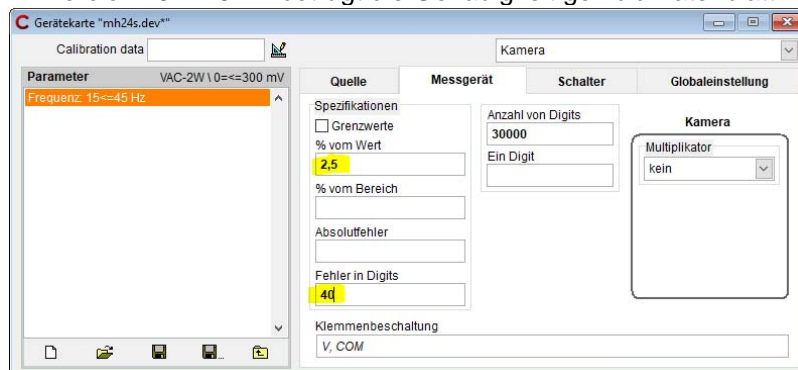
METRA HIT 26 MIL: TRMS AC und (AC+DC) 15 Hz bis 100 kHz
 METRA HIT 26 S/M: TRMS AC und (AC+DC) 15 Hz bis 20 kHz
 METRA HIT 25S: TRMS AC 20 Hz bis 1 kHz
METRA HIT 22/23/24: Mittelwertgleichrichtung AC, 20 Hz bis 1 kHz

Einflussgröße	Einflussbereich (max. Auflösung)	Frequenz	Eigenabweichung ²⁾ ± (... % v. M. + ... D)
Frequenz V _{AC}	300,00 mV	> 15 Hz ... 45 Hz	2,5 + 40 (> 300 D)
		> 65 Hz ... 1 kHz	1,0 + 30 (> 300 D) ³⁾
		> 1 kHz ... 20 kHz	3,0 + 50 (> 300 D)
		> 20 kHz ... 100 kHz	10,0 + 50 (> 300 D)
		> 15 Hz ... 45 Hz	2,2 + 40 (> 300 D)
		> 65 Hz ... 1 kHz	0,7 + 30 (> 300 D) ³⁾
	3,0000 V ... 300,00 V ⁴⁾	> 1 kHz ... 20 kHz	2,2 + 50 (> 300 D)
		> 20 kHz ... 100 kHz	10,0 + 50 (> 300 D)
		> 15 Hz ... 45 Hz	2,2 + 40 (> 300 D)
		> 65 Hz ... 1 kHz	2 + 30 (> 300 D)
		> 1 kHz ... 10 kHz	10 + 50 (> 300 D)
		1000,0 V ⁴⁾	> 1 kHz ... 10 kHz

- Um dies abzubilden, wird bei Wechselspannung unter jedem Spannungsbereich eine weitere Ebene mit Frequenzbereichen definiert. Doppelklicken Sie hierzu auf den Bereich 0=<=300 mV und fügen in der leeren Parameter Liste den ersten Frequenzbereich hinzu:

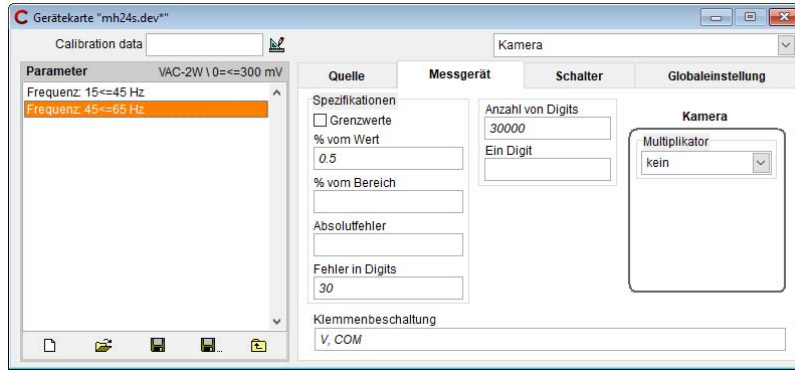


Im Bereich 15<=45 Hz beträgt die Genauigkeit gemäß Datenblatt 2,5 % vom Wert + 40 Digits

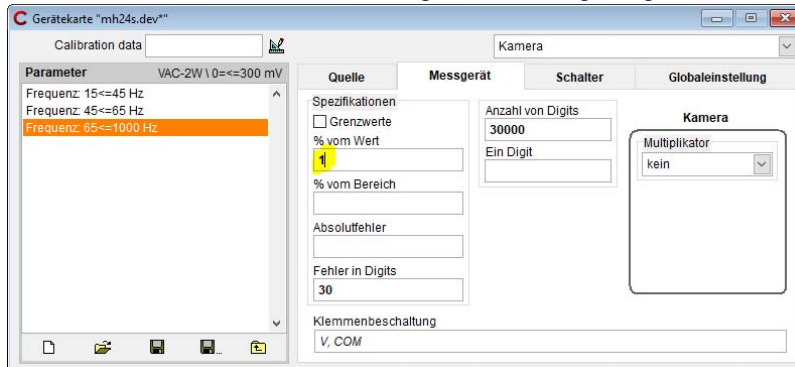



der Bereich 45<= 65 Hz besitzt keine besonderen Einflüsse und verbleibt daher bei der Voreinstellung 0,5 %

vom Wert + 30 Digits



und im Bereich 65<=1000 Hz beträgt die Genauigkeit gemäß Datenblatt 1,0 % vom Wert + 30 Digits



- Über das Symbol  unten rechts gelangen Sie wieder eine Ebene höher und können dort (wie bereits unter VDC erläutert) die weiteren Spannungsbereiche hinzufügen - und unter jedem Spannungsbereich drei Frequenzbereiche.

Beachten Sie dabei, dass sich die frequenzabhängigen Einflüsse in den verschiedenen Spannungsbereichen unterscheiden:

METRA HIT 26 MIL: TRMS AC und (AC+DC) 15 Hz bis 100 kHz
 METRA HIT 26S/M: TRMS AC und (AC+DC) 15 Hz bis 20 kHz
 METRA HIT 25S: TRMS AC 20 Hz bis 1 kHz
METRA HIT 22/23/24: Mittelwertgleichrichtung AC, 20 Hz bis 1 kHz

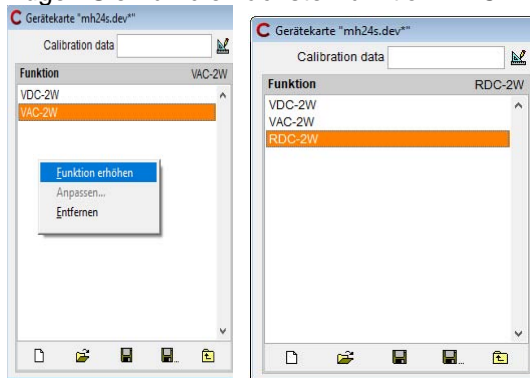
Einflussgröße	Einflussbereich (max. Auflösung)	Frequenz	Eigenabweichung ²⁾ ± (... % v. M. + ... D)
Frequenz V _{AC}	300,00 mV	> 15 Hz ... 45 Hz	2,5 + 40 (> 300 D)
		> 65 Hz ... 1 kHz	1,0 + 30 (> 300 D) ³⁾
		> 1 kHz ... 20 kHz	3,0 + 50 (> 300 D)
		> 20 kHz ... 100kHz	10,0 + 50 (> 300 D)
		> 15 Hz ... 45 Hz	2,2 + 40 (> 300 D)
		> 65 Hz ... 1 kHz	0,7 + 30 (> 300 D) ³⁾
	3,0000 V ... 300,00 V ⁴⁾	> 1 kHz ... 20 kHz	2,2 + 50 (> 300 D)
		> 20 kHz ... 100kHz	10,0 + 50 (> 300 D)
		> 15 Hz ... 45 Hz	2,2 + 40 (> 300 D)
		> 65 Hz ... 1 kHz	2 + 30 (> 300 D)
		> 1 kHz ... 10 kHz	10 + 50 (> 300 D)

Im Bereich 300 mV gelten eigene Werte, in den Bereichen 3 V, 30 V und 300 V gleiche Werte und im Bereich 1000 V wieder eigene Werte.

C) RDC-2W

Um die Signalleitungen nicht unnötig oft zwischen den Buchsen für V, mA und A wechseln zu müssen, fahren wir mit der Funktion Widerstand fort und definieren die Strom-Bereiche ganz am Schluss.

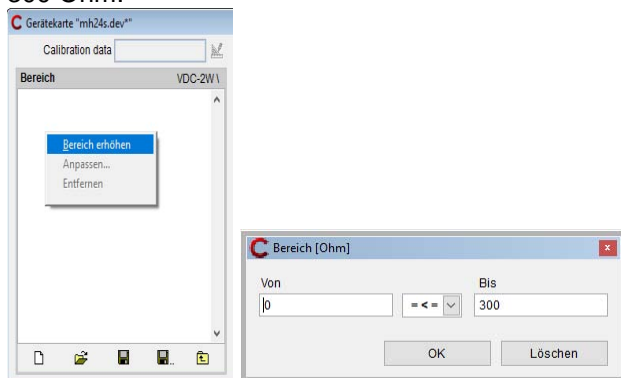
- Fügen Sie nun die nächste Funktion RDC-2W hinzu



- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab Messgerät nun wieder Voreinstellungen vornehmen. Laut Datenblatt beträgt die Genauigkeit des 24S bei Widerstand meist 0,1 % vom Messwert + 5 Digits

300 Ω	0,1 + 5 ¹⁰	1000 V DC AC eff Sinus	5 min
3 kΩ	0,1 + 5 ¹⁰		
30 kΩ	0,1 + 5		
300 kΩ	0,1 + 5		
3MΩ	0,1 + 5		
30MΩ	2 + 5		

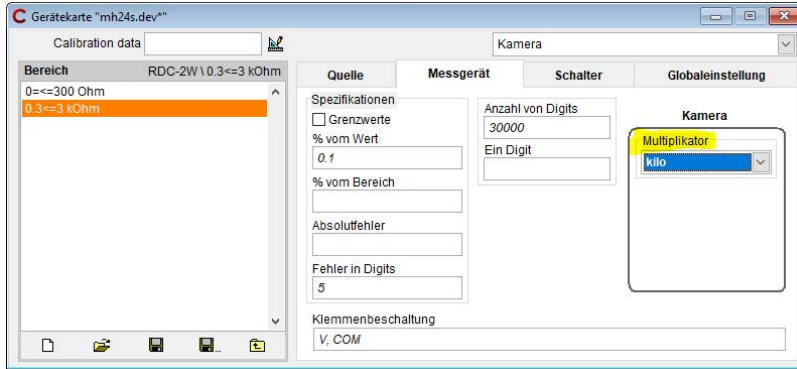
- Mit Doppelklick auf die Funktion *RDC-2W* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 300 Ohm.



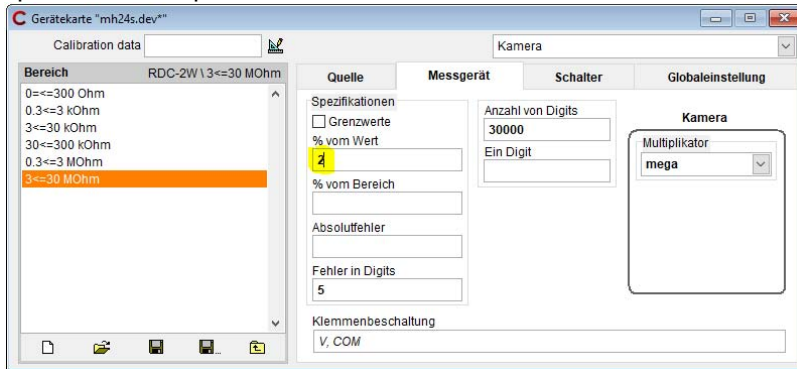
Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 0 bis 300 Ohm einschließt.

- Die Einstellungen im Tab Messgerät ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.
- Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste wieder in das Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den zweiten Messbereich dieser Funktion - gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 3 kOhm.

- Damit das Programm später weiß, dass es sich bei den von der Kamera ausgelesenen Werten um kiloOhm handelt, wählen Sie rechts oben *Kamera* aus und im Feld *Multiplikator kilo*.

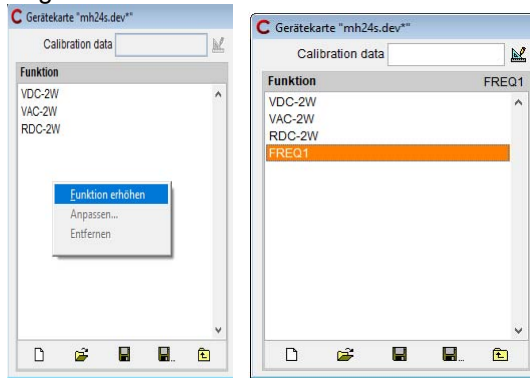


- Die Einstellungen im Tab Messgerät ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.
- Fügen Sie nun die weiteren Bereiche 30 kOhm und 300 kOhm (jeweils mit Multiplikator *kilo*) sowie 3 MOhm und 30 MOhm (jeweils mit Multiplikator *mega*) hinzu.
- Gemäß Datenblatt ändert sich nur im Bereich 30 MOhm die Genauigkeit von den Vorgabewerten und ist entsprechend anzupassen:



D) FREQ1

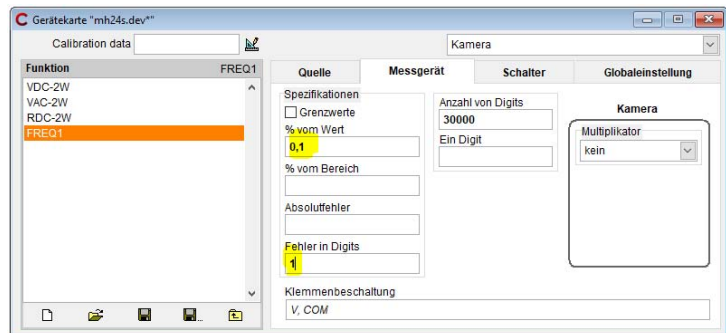
- Fügen Sie nun die nächste Funktion FREQ1 hinzu



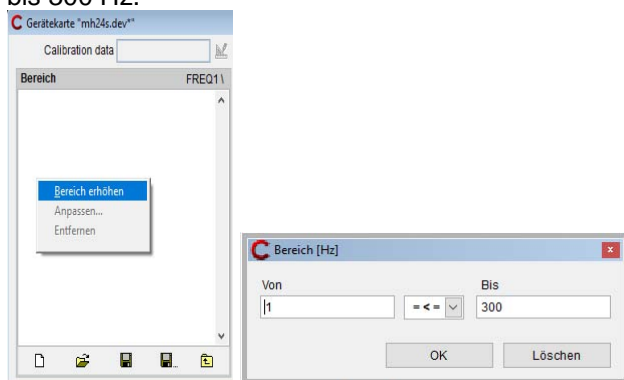
- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab Messgerät nun wieder Voreinstellungen vornehmen. Laut Datenblatt gibt es drei Bereiche mit identischer Genauigkeit von 0,1 % vom Messwert + 1 Digit

		$f_{min}^{(3)}$
Hz	300,00 Hz	1 Hz
	3,0000 kHz	1 Hz
	100,00 kHz	1 Hz

		max. Messspannung		
300,00 Hz	0,1 + 1 ⁽¹⁾	1000 V	1000 V	dauernd
3,0000 kHz		1000 V		
< 30 kHz		300 V		
> 30 kHz		30 V		



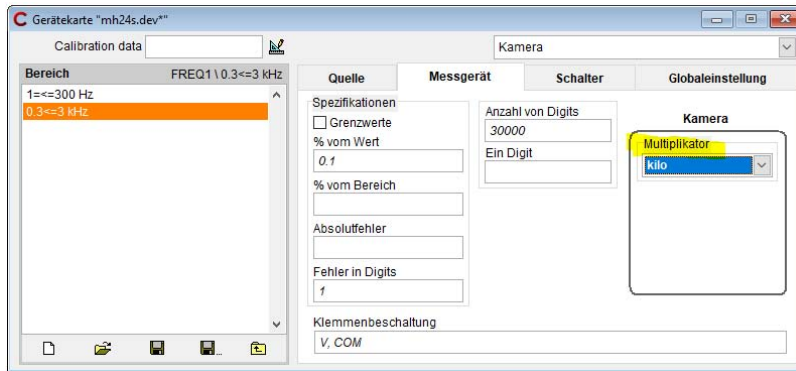
- Mit Doppelklick auf die Funktion *FREQ1* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt ist dieser Bereich von 1 bis 300 Hz.



Als Operand wird hier $=<=$ gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 1 bis 300 Hz einschließt.

- Die Einstellungen im Tab Messgerät ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.
- Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste wieder in das Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den zweiten und dritten Messbereich dieser Funktion - gemäß Datenblatt bis 3 kHz und 100 kHz.

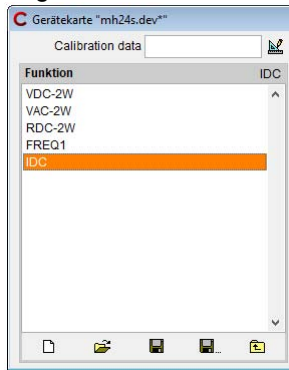
- Damit das Programm später weiß, dass es sich bei den von der Kamera ausgelesenen Werten um kiloHertz handelt, wählen Sie in den Bereichen 3 kHz und 100 kHz rechts oben *Kamera* aus und im Feld *Multiplikator* *kilo*.



- Die Einstellungen im Tab *Messgerät* ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.

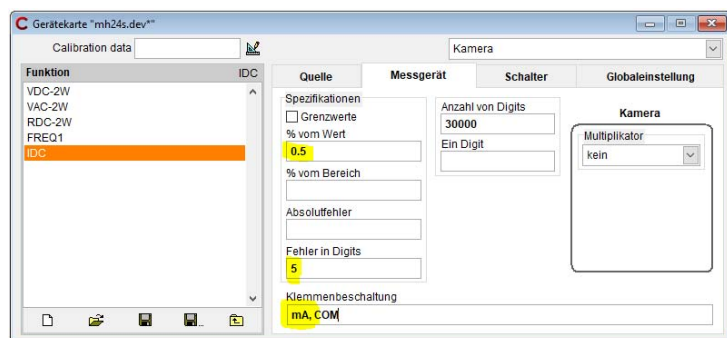
E) IDC

- Fügen Sie nun die nächste Funktion IDC hinzu

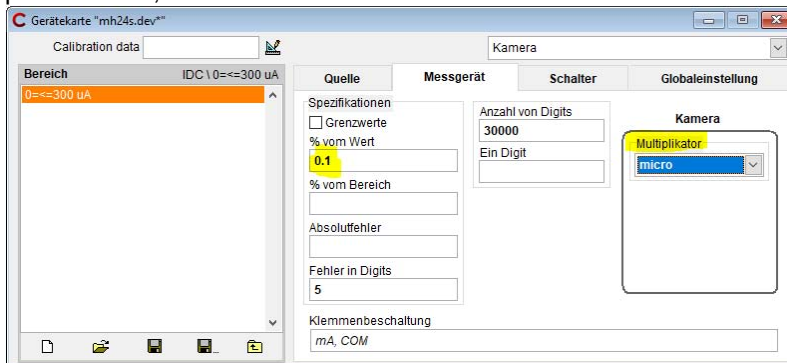


- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab *Messgerät* nun wieder Voreinstellungen vornehmen. Laut Datenblatt finden sich oft 0,5 % vom Messwert und 5 Digits. Auch sind nun erstmals die Signalleitungen umzustecken und die Klemmenbeschaltung entsprechend zu ändern - da es mehr mA als A Bereiche gibt, am besten auf mA.

	—	~ / $\overline{\text{R}}$		
300 μA	0,1 + 5	0,5 + 30	0,36 A	dauernd
3 mA	0,1 + 5	0,5 + 30		
30 mA	0,05 + 5	0,5 + 30		
300 mA	0,5 + 5	0,5 + 30	10 A	dauernd
3 A	0,5 + 10	0,75 + 30		
10 A	0,5 + 10	0,75 + 30		




- Mit Doppelklick auf die Funktion *IDC* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 300 μA . Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 0 bis 300 μA einschließt.
- Die Einstellungen im Tab *Messgerät* ändern sich gemäß Datenblatt auf 0,1 % vom Wert + 5 Digits und werden entsprechend angepasst.
- Damit das Programm später weiß, dass es sich bei den von der Kamera ausgelesenen Werten um microAmperere handelt, wählen Sie rechts oben *Kamera* aus und im Feld *Multiplikator* *micro*.



- Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste wieder in das Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann die weiteren Messbereiche dieser Funktion und passen ggf. die Genauigkeit, den Multiplikator und die Klemmenbeschaltung an:

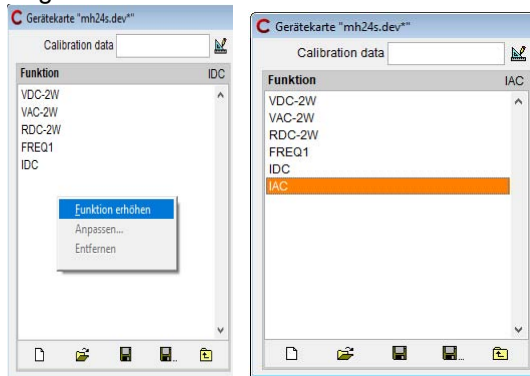
3 mA 0,1 % + 5 Digits Multiplikator milli Klemmenbeschaltung mA

30 mA	0,05 % + 5 Digits	Multiplikator milli	Klemmenbeschaltung mA
300 mA	0,5 % + 5 Digits	Multiplikator milli	Klemmenbeschaltung mA
3 A	0,5 % + 10 Digits	Multiplikator kein	Klemmenbeschaltung A
10 A	0,5 % + 10 Digits	Multiplikator kein	Klemmenbeschaltung A

- Drücken Sie dann auf das Symbol  unten rechts, um wieder eine Ebene höher zu gelangen.

F) IAC

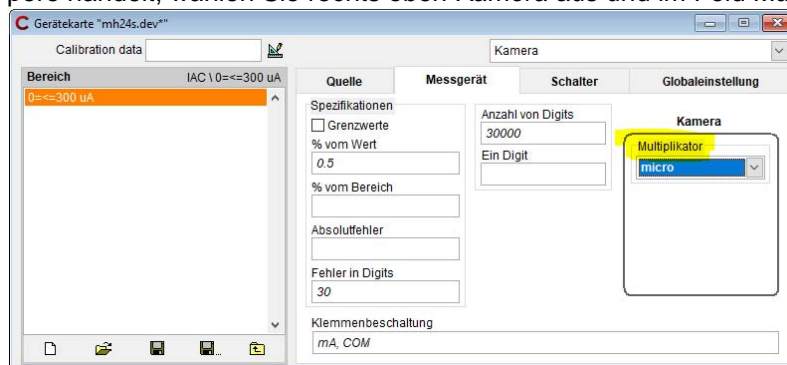
- Fügen Sie nun die nächste Funktion IAC hinzu



- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab *Messgerät* nun wieder Voreinstellungen vornehmen. Laut Datenblatt beträgt die Genauigkeit des 24S bei Wechselstrom 0,5 % vom Messwert + 30 Digits. Auch ist nun wieder die Klemmenbeschaltung zu ändern.

	—	~ / $\overline{\text{RMS}}$		
300 μA	0,1 + 5	0,5 + 30	0,36 A	dauernd
3 mA	0,1 + 5	0,5 + 30		
30 mA	0,05 + 5	0,5 + 30		
300 mA	0,5 + 5	0,5 + 30	10 A ⁹⁾	dauernd
3 A	0,5 + 10	0,75 + 30		
10 A	0,5 + 10	0,75 + 30		

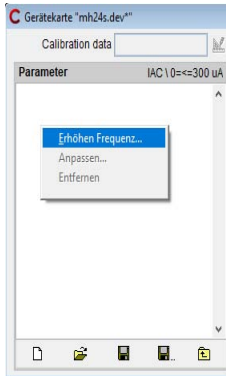
- Mit Doppelklick auf die Funktion *IAC* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt ist dieser Bereich bis 300 μA . Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 0 bis 300 μA einschließt.
- Die Einstellungen im Tab *Messgerät* ändern sich gemäß Datenblatt in diesem Bereich nicht.
- Damit das Programm später weiß, dass es sich bei den von der Kamera ausgelesenen Werten um microAm-pere handelt, wählen Sie rechts oben *Kamera* aus und im Feld *Multiplikator* *micro*.



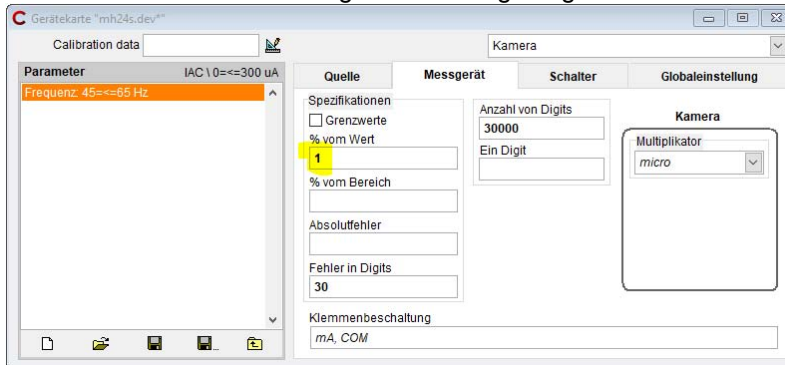
- Bei Wechselstrom sind die Spezifikationen typischerweise abhängig von der Frequenz. Das Datenblatt definiert hierzu Einflussgrößen und Einflüsseffekte:

Einflussgröße	Einflussbereich (max. Auflösung)	Frequenz	Eigenabweichung ^{?)} ±(... % v. M. + ... D)
Frequenz I_{AC} I_{AC+DC}	300,00 μ A ...	> 15 Hz ... 45 Hz	1 + 30
		> 65 Hz ... 1 kHz	
	300,00 mA ...	> 15 Hz ... 45 Hz	1 + 30
		> 65 Hz ... 1 kHz	

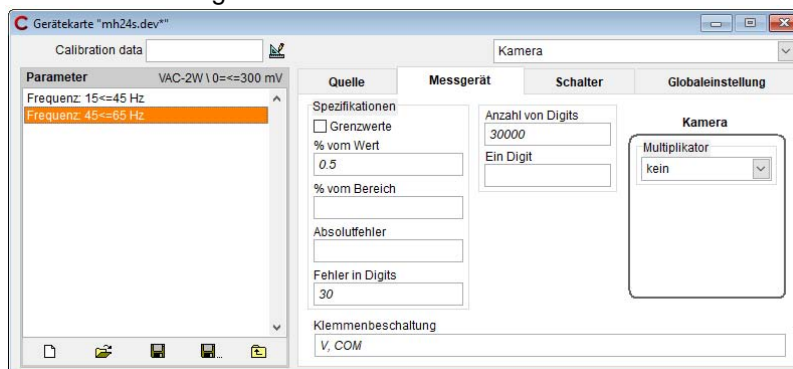
- Um dies abzubilden, wird bei Wechselstrom unter jedem Strombereich eine weitere Ebene mit Frequenzbereichen definiert. Doppelklicken Sie hierzu auf den Bereich $0 \leq 300 \mu A$ und fügen in der leeren Parameter Liste den ersten Frequenzbereich hinzu:



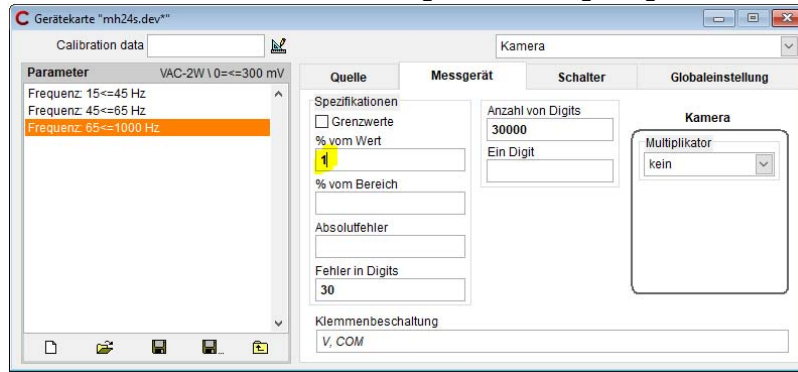
Im Bereich $15 \leq 45$ Hz beträgt die Genauigkeit gemäß Datenblatt 1 % vom Wert + 30 Digits




der Bereich $45 \leq 65$ Hz besitzt keine besonderen Einflüsse und verbleibt daher bei der Voreinstellung 0,5 % vom Wert + 30 Digits



und im Bereich $65 \leq 1000$ Hz beträgt die Genauigkeit gemäß Datenblatt 1,0 % vom Wert + 30 Digits



- Über das Symbol  unten rechts gelangen Sie wieder eine Ebene höher und können dort die weiteren Strombereiche hinzufügen - und unter jedem Strombereich drei Frequenzbereiche.
- Beachten Sie dabei Folgendes:

Beim Anlegen der weiteren Strombereiche müssen Sie ggf. die Genauigkeit, den Multiplikator und die Klemmenbeschaltung anpassen:

3 mA	0,5 % + 30 Digits	Multiplikator milli	Klemmenbeschaltung mA
30 mA	0,5 % + 30 Digits	Multiplikator milli	Klemmenbeschaltung mA
300 mA	0,5 % + 30 Digits	Multiplikator milli	Klemmenbeschaltung mA
3 A	0,75 % + 30 Digits	Multiplikator kein	Klemmenbeschaltung A
10 A	0,75 % + 30 Digits	Multiplikator kein	Klemmenbeschaltung A

Und dass sich die frequenzabhängigen Einflüsse in den verschiedenen Strombereichen unterscheiden:

Einflussgröße	Einflussbereich (max. Auflösung)	Frequenz	Eigenabweichung ²⁾ ±(... % v. M. + ... D)
Frequenz	300,00 µA	> 15 Hz ... 45 Hz	1 + 30
	...	> 65 Hz ... 1 kHz	
I _{AC}	300,00 mA	> 15 Hz ... 45 Hz	1 + 30
	...	> 65 Hz ... 1 kHz	
I _{AC+DC}	3,0000 A	> 15 Hz ... 45 Hz	3 + 30
	10,000 A	> 65 Hz ... 1 kHz	

Die Werte in den Bereichen 300 µA, 3 mA, 30 mA und 300 mA unterscheiden sich von denen in den Bereichen 3 A und 10 A.

Die Gerätekarte ist nun fertiggestellt und kann gespeichert werden.

G) Optionale Einstellungen

- Optionale Grundeinstellung: Speicherort für Dateien wählen.
Öffnen Sie den Menüpunkt *Änderung - Konfiguration...* Wenn Sie den unten gezeigten Standard-Pfad zur Speicherung von Gerätekarten und Prozeduren verändern möchten, klicken Sie auf das Feld rechts und wählen diesen aus.




Um die Änderungen zu übernehmen, klicken Sie anschließend ganz unten auf *Speichern*.



3. Prozeduren erstellen

A) Basis-Prozedur erstellen

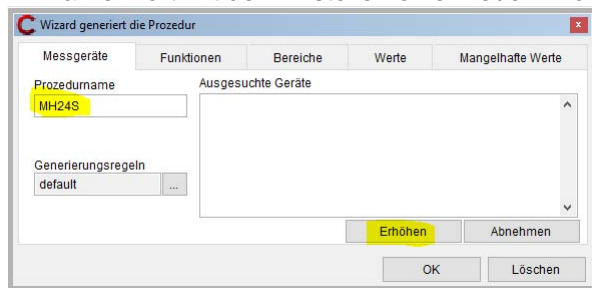
Beispiel: Multimeter Gossen Metrawatt Metrahit 24S mit manueller Einstellung der Funktionen und Messbereiche und Ablesen der Messwerte per Kamera, Kalibrator M143 mit Steuerung und Auslesen der tatsächlichen Ausgabewerte über RS232 Schnittstelle

Starten Sie das Programm und öffnen den Menüpunkt *Fenster - Prozeduren*.

- Um eine neue Prozedur zu erstellen, klicken Sie auf  und geben den gewünschten Namen der Prozedur-Datei ein, z.B. M143_MH24S

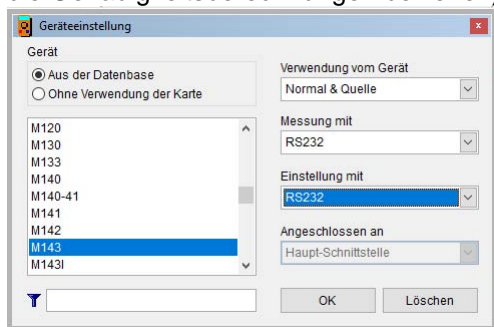
- Um eine bestehende Prozedur als Vorlage für eine neue zu verwenden, klicken Sie auf , wählen die Vorlage-Prozedur aus (mit Doppelklick auf den Namen oder einfachen Klick, gefolgt von OK) und klicken dann auf  und geben den gewünschten Namen der neuen Prozedur-Datei ein, z.B. M143MH24S

- Wir fahren fort mit dem Erstellen einer neuen Prozedur.



Hinweis: Folgen Sie den weiteren Schritten, ohne in dem Prozedur-Wizard zwischendurch unten auf OK zu klicken - anderenfalls wird die Prozedur sofort geschlossen, ohne die weiteren Funktionen und Parameter bestimmt zu haben.

- Links unten sehen Sie das Feld *Generierungsregeln*. Die vom Hersteller mitgelieferte Generierungsregel für Prozeduren heißt *default* und entspricht den gängigen Normen (siehe auch weiter unten in dieser Anleitung). Falls Sie eigene Generierungsregeln erstellen möchten, lesen Sie bitte Kapitel 3D.
- Klicken Sie nun auf *Erhöhen*, um das erste für die Prozedur benötigte Gerät auszuwählen.
- In unserem Beispiel verwenden wir den Kalibrator M143 **als Signalquelle und gleichzeitig als Normal** (d.h. der rückführbar kalibrierte M143 ist das Gerät, dessen Werte als korrekt angesehen werden und auf das sich die Genauigkeitsberechnungen beziehen).



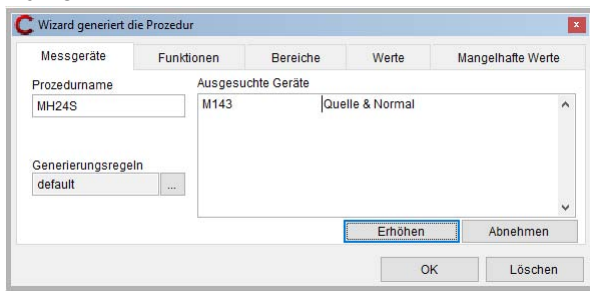
Wählen Sie links in der Liste den M143 aus und als *Verwendung vom Gerät* **Normal & Quelle**.

Der M143 ist über RS232 Schnittstelle mit dem PC verbunden; hierüber wird er gesteuert und meldet seine Einstellwerte zurück. Daher wird sowohl unter *Messung mit* als auch unter *Einstellung mit* **RS232** gewählt. Fügen Sie das Gerät mit OK hinzu.

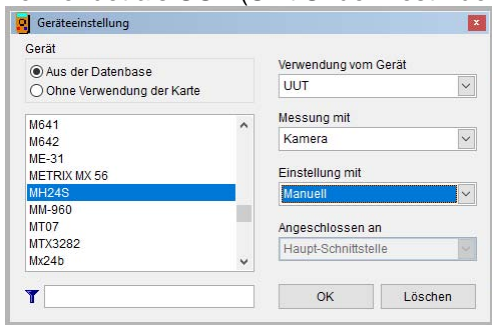
Hinweis: Wenn Sie mit einem PC ohne RS232 Schnittstelle arbeiten, verwenden Sie einen RS232 / USB Umsetzer und schließen diesen an eine USB Schnittstelle des PC an. Der Umsetzer wird dann im PC als

virtueller COM Port erkannt, und Sie können für die o.g. Einstellungen ebenfalls die RS232 Schnittstelle auswählen.

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard wieder auf *Erhöhen*, um das zweite für die Prozedur benötigte Gerät auszuwählen.



- Dieses ist das Multimeter MH24S, für das wir ja im vorherigen Kapitel die Gerätekarte erstellt haben. Es wird verwendet als UUT (Unit Under Test - der Prüfling).



Wählen Sie links in der Liste das MH24S aus und als *Verwendung vom Gerät* **UUT**.

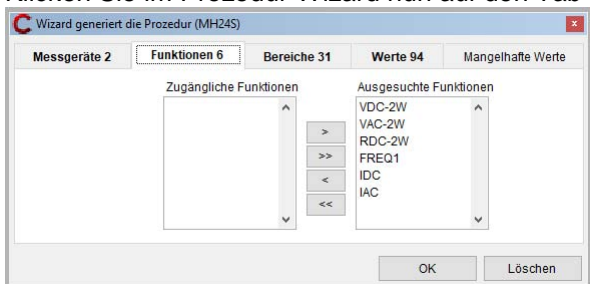
Die 7-Segment-Digitalanzeige des Multimeters soll über Kamera ausgelesen werden und die Bedienung des Gerätes (Auswahl der Messfunktionen und -bereiche) erfolgt manuell durch den Anwender. Daher wird unter *Messung mit* die Kamera und unter *Einstellung mit* Manuell gewählt.

Optional können Sie auch ohne Kamera arbeiten. Der Anwender müsste dann während der Kalibrierung die Anzeigewerte des Multimeters ablesen und manuell in das Kalibrierprotokoll eintragen.

Fügen Sie das Gerät mit OK hinzu.

Hinweis: Erneut der Hinweis: **klicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst ganz zum Schluss !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Funktionen*.

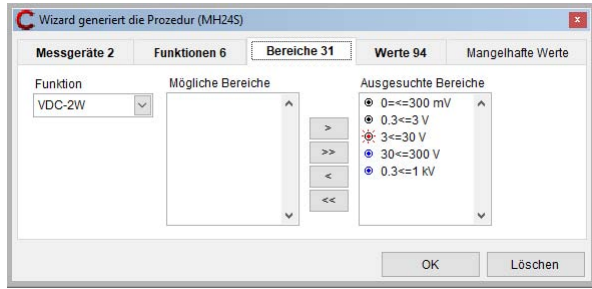


- Alle 6 Funktionen aus der Gerätekarte des MH24S wurden automatisch ausgewählt, um sie in der Kalibrier-Prozedur zu verwenden.

Wenn Sie bestimmte Funktionen nicht kalibrieren möchten, können Sie diese anklicken und mit der nach links zeigenden Pfeiltaste abwählen.

Hinweis: Erneut der Hinweis: **klicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst ganz zum Schluss !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Bereiche*.



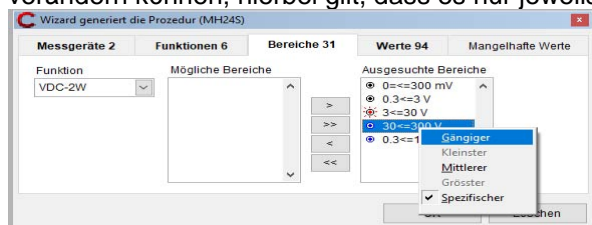
- Alle 31 Messbereiche der zuvor ausgewählten Funktionen wurden automatisch ausgewählt, um sie in der Kalibrier-Prozedur zu verwenden. Die Bereiche sind nach Funktionen sortiert; in der Auswahlbox links lässt sich die Funktion auswählen, deren Bereiche aktuell angezeigt werden.

Wenn Sie bestimmte Bereiche nicht kalibrieren möchten, können Sie diese anklicken und mit der nach links zeigenden Pfeiltaste abwählen.

Hinweis: Ein nur intern benutztes Multimeter, das nur im Laborbereich mit DC Spannungen bis 10 oder 24 V arbeitet, muss ja nicht unbedingt für Spannungen im mV Bereich oder im kV Bereich kalibriert werden. Oder: ein Gerät, mit dem nur Netzspannungen bei 50 Hz gemessen werden, muss ja nicht unbedingt für Frequenzen unter 45 Hz oder über 65 Hz kalibriert werden ... die Kalibrierung eines jeden Bereiches bzw. Wertes kostet schließlich Arbeitszeit.

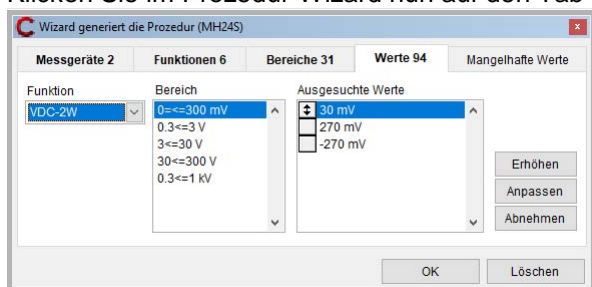
- Die ausgesuchten Bereiche sind unterschiedlich gekennzeichnet. Vom Programm werden mehrere Bereichstypen unterschieden, deren Handhabung in den Grundeinstellungen "Bereichstyp" und "Generierungsregeln" festgelegt werden. Die Standard-Einstellungen (entsprechend der Spezifikation gemäß Dokument EA 10/15, das die Testmethodik für digitale Multimeter beschreibt) sehen folgende Bereichstypen vor:
 - schwarzer Punkt: Gängiger Bereich. Hier sieht das Programm drei Messwerte bei +10%, +90% und -90% des jeweiligen Bereiches vor.
 - roter Punkt mit Strahlen: Mittlerer Bereich. In dem mittleren Bereich sieht das Programm weitere Messwerte vor, um auch die Linearität des Prüflings zu testen.
 - blauer Punkt: Spezifischer Bereich. In spezifischen Bereichen wie z.B. größer als 200 V oder größer als 2 A sieht das Programm einen zusätzlichen Messwert bei +50% des jeweiligen Bereiches vor.

Mit Rechtsklick auf einen ausgesuchten Bereich öffnet sich ein Kontextmenü, in dem Sie den Bereichstyp verändern können; hierbei gilt, dass es nur jeweils einen mittleren Bereich geben kann.



Hinweis: Erneut der Hinweis: **clicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst ganz zum Schluss !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Werte*.



- Alle 94 Messwerte der zuvor ausgewählten Funktionen und Bereiche wurden automatisch ausgewählt, um sie in der Kalibrier-Prozedur zu verwenden.

Die Werte sind nach Funktionen und Bereichen sortiert; in der Auswahlbox links lässt sich die Funktion auswählen und in der mittleren Liste der Bereich, dessen Messwerte aktuell angezeigt werden.

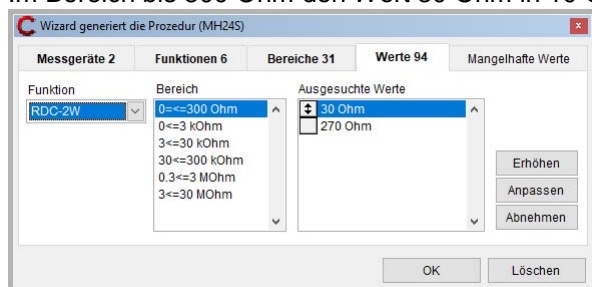
Auch hier lassen sich Messwerte noch verändern (*Anpassen*), entfernen (*Abnehmen*) oder hinzufügen (*Erhöhen*) bzw. ihre Reihenfolge innerhalb der Kalibrier-Prozedur verändern (auf die Pfeiltaste klicken und den Eintrag an die gewünschte Position ziehen).

Hinweis:

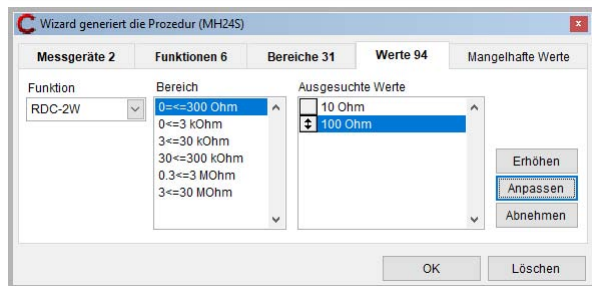
Bei Verwendung des Kalibrators M143 in unserem Beispiel sind nur dekadische, feste Widerstandswerte einstellbar; das *Caliber* Programm berücksichtigt dies jedoch nicht, weil die Basis-Informationen des Kalibrators lediglich besagen, dass Werte von 10 Ohm bis 100 MOhm möglich sind, aber die einzelnen Schritte nicht definiert sind.

Die für die Funktion Widerstand automatisch generierten Werte müssen daher entsprechend angepasst werden (bei den Kalibrator-Modellen 9010, M140 und M142 wäre dies nicht erforderlich, da diese jeden beliebigen Widerstandswert erzeugen können):

Im Bereich bis 300 Ohm den Wert 30 Ohm in 10 Ohm und den Wert 270 Ohm in 100 Ohm ändern:



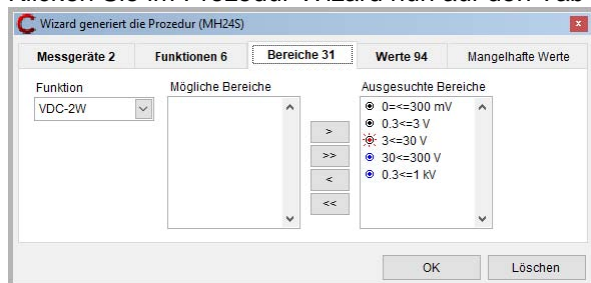
--->



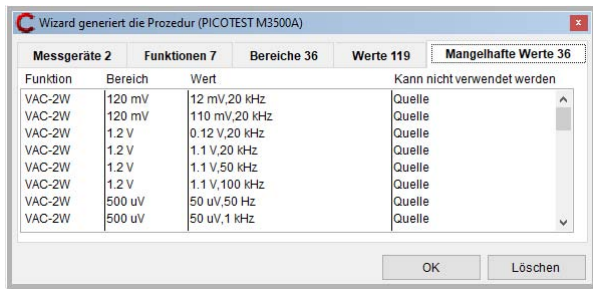
im Bereich bis 3 kOhm den Wert 0,3 kOhm entfernen und den Wert 2,7 kOhm in 1 kOhm ändern, im Bereich bis 30 kOhm den Wert 3 kOhm entfernen und den Wert 27 kOhm in 10 kOhm ändern, im Bereich bis 300 kOhm den Wert 30 kOhm entfernen und den Wert 270 kOhm in 100 kOhm ändern, im Bereich bis 3 MOhm den Wert 0,3 MOhm entfernen und den Wert 2,7 MOhm in 1 MOhm ändern, im Bereich bis 30 MOhm den Wert 3 MOhm entfernen und den Wert 27 MOhm in 10 MOhm ändern.

Hinweis: Erneut der Hinweis: **klicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst ganz zum Schluss !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Mangelhafte Werte*.



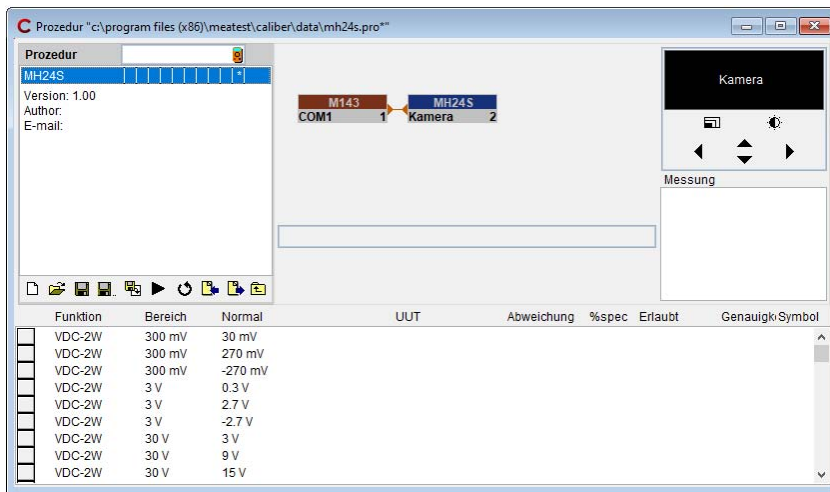
- Hier finden sich Werte, die nicht abgearbeitet werden können. Um dies darzustellen, verlassen wir für einen Moment unsere Beispiel-Prozedur für das MH24S und verwenden stattdessen ein Picotest M3500A.



Hier ergibt sich eine Liste mit 36 Mangelhaften Werten, die wir ein wenig näher betrachten:
 VAC 12 mV, 20 kHz ... der M143 generiert VAC bis 10 kHz (max. 10 V) bzw. 1 kHz (>10 V),
 d.h. alle Werte mit zu hohen Frequenzen müssen entfernt oder angepasst werden.
 Hinzu kommen Widerstandswerte für 4-Leiter ... der M143 unterstützt nur 2-Leiter.

Alle Mangelhaften Werte müssen durch Entfernen oder Anpassen der entsprechenden Werte eliminiert werden.

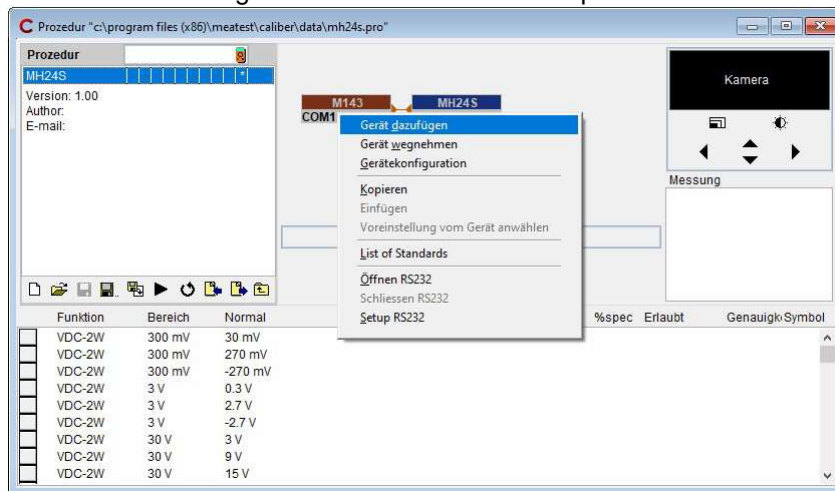
- Nun ist die Prozedur fertig konfiguriert und der Prozedur-Wizard kann mit der OK Taste unten beendet werden.
 Das Prozedur-Fenster enthält nun die Liste aller Messwerte.



- Sicherheitshalber sollten Sie die Prozedur speichern, bevor Sie mit den nächsten Schritten fortfahren.

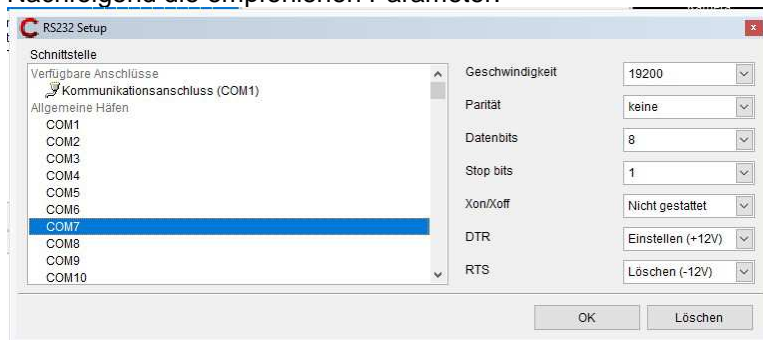
B) Prozedur ausprobieren und optimieren

- Öffnen Sie die zuvor erstellte Prozedur (falls diese nicht bereits geöffnet ist).
- Um die Verbindung zum Kalibrator M143 herzustellen, führen Sie einen Rechtsklick auf das braune Element mit der Bezeichnung M143 aus und wählen Setup RS232.



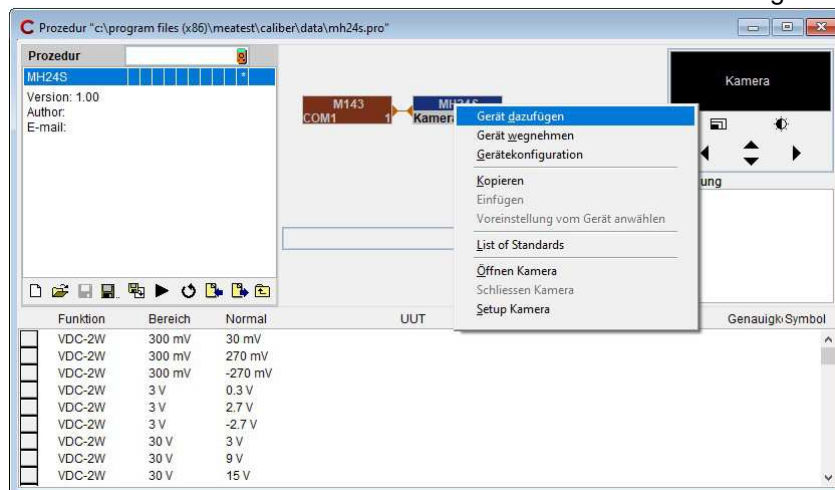
Wenn Sie nur ein einzelnes Gerät angeschlossen haben, sollte dieses links oben in der Liste *Verfügbare Anschlüsse* erscheinen. Klicken Sie dann auf den entsprechenden Eintrag (im Beispiel oben: auf Kommunikationsanschluss (COM1)) und stellen rechts die Parameter ebenso ein wie im Gerät M143.

Nachfolgend die empfohlenen Parameter:



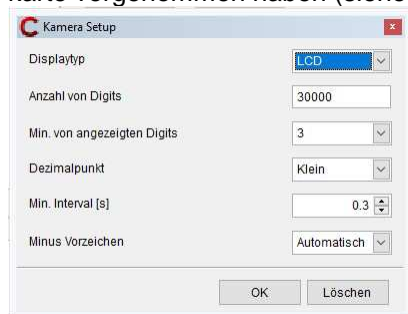
Führen Sie danach erneut einen Rechtsklick auf das braune Element mit der Bezeichnung M143 aus und wählen *Öffnen RS232*. Wenn die Kommunikation mit dem Gerät erfolgreich ist, färbt sich auch die untere Hälfte des Elements braun.


- Um die Verbindung zur Kamera herzustellen, die zusammen mit der Kalibrier-Software geliefert wurde, führen Sie einen Rechtsklick auf das blaue Element mit der Bezeichnung Kamera aus und wählen *Setup Kamera*.




Falls auf Ihrem PC mehrere Kameras installiert sind (typ. bei mobilen PCs mit eingebauter Kamera), kann dies zu Konflikten führen. Im Idealfall können Sie nun wählen, mit welcher Kamera Sie arbeiten möchten; im schlimmsten Fall müssen Sie die anderen Kameras im Geräte-Manager deaktivieren.

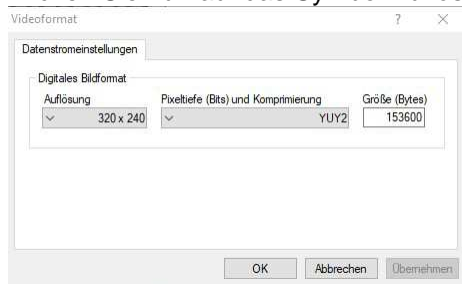
Im *Kamera Setup* Dialog sollten nun die Einstellungen erscheinen, die Sie bereits beim Erstellen der Gerätekarte vorgenommen haben (siehe Seite 3); sonst geben Sie die nachfolgenden Werte ein.



Führen Sie danach erneut einen Rechtsklick auf das blaue Element mit der Bezeichnung *Kamera* aus und wählen *Öffnen Kamera*. Wenn die Kommunikation mit der Kamera erfolgreich ist, färbt sich auch die untere Hälfte des Elements blau  und Sie sehen rechts ein Kamera-Livebild



Klicken Sie nun auf das Symbol Auflösung  und wählen eine Auflösung von 320 x 240 Pixel.




In der mittleren Auswahlbox sind mehrere Komprimierverfahren aufgelistet. Je nach mitgeliefertem Kameramodell wählen Sie hier I420 (gem. Cam Ocr Manual) oder YUY2 (für das im Jahr 2021 mitgelieferte Kameramodell FaceCam 1000X).

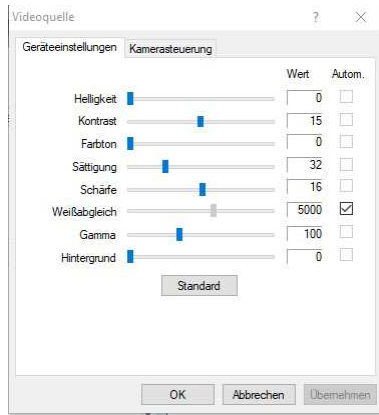
Die Montage und Ausrichtung der Kamera unterscheidet sich sehr je nach den Lichtverhältnissen vor Ort.

Mit der Kamera wird eine gebogene Metallplatte geliefert, an der seitlich der Kamera-Haltearm montiert werden kann. Zum Lieferumfang gehört auch eine Plexiglas-Abschirmung, die vor direkter Lichteinstrahlung auf das abzulesende Display des Prüflings schützen soll und die an der Kopfseite der gebogenen Metallplatte montiert werden kann - bei Tageslicht oder indirekter Beleuchtung wird diese aber nicht unbedingt benötigt.

In einer Umgebung mit Tageslicht hat es sich bewährt, die Auflösung 320 x 240 zu verwenden und den Kamera-Haltearm leicht schräg zu stellen, um den optimalen Abstand zum Display herzustellen: die Anzeige einschl. Minuszeichen soll den Anzeigebereich in der *Caliber* Software möglichst ausfüllen, jedoch nicht überstehen. Ebenso empfiehlt es sich, die Kamera leicht nach vorne / oben aus der Senkrechten zu schwenken, damit diese keinen Schatten auf dem Display erzeugt.



Klicken Sie nun auf das Symbol Einstellung  und übernehmen die nachfolgenden Einstellungen



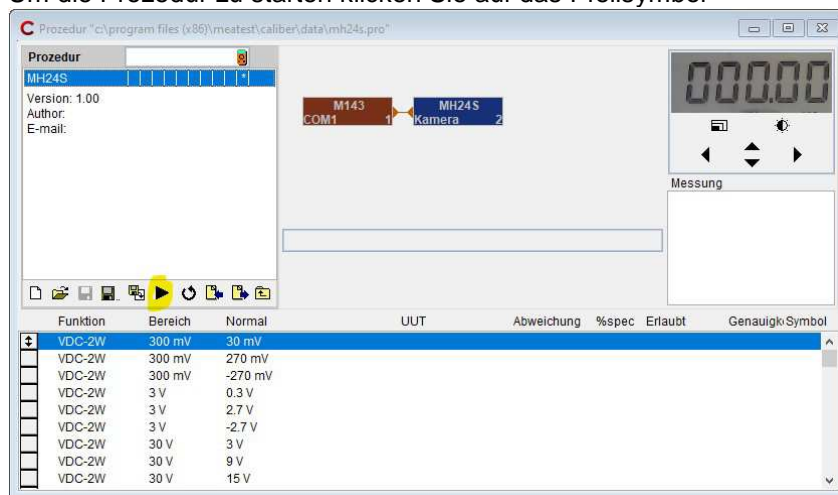
Das Kamerabild muss klar zu erkennen und scharf abgebildet werden, einschl. Minuszeichen und Dezimalzeichen. Richten Sie das Messgerät so unter der Kamera aus, dass die Anzeige einschl. Minuszeichen den Anzeigebereich in der *Caliber* Software möglichst ausfüllt, jedoch nicht deren Rand berührt oder gar übersteht.

Feinjustierungen können Sie auch mit den Pfeiltasten unterhalb des Anzeigebereiches vornehmen.



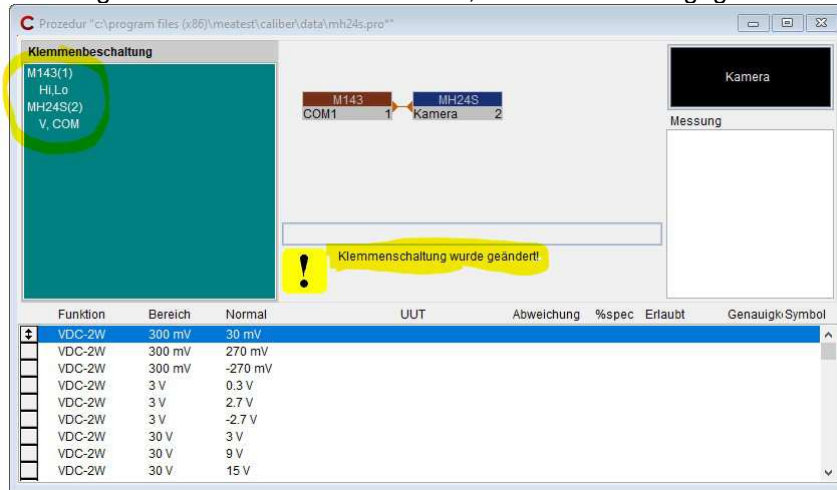
Ggf. müssen Sie probieren, welche Einstellungen für die Lichtverhältnisse vor Ort am besten geeignet sind.

- Um die Prozedur zu starten klicken Sie auf das Pfeilsymbol



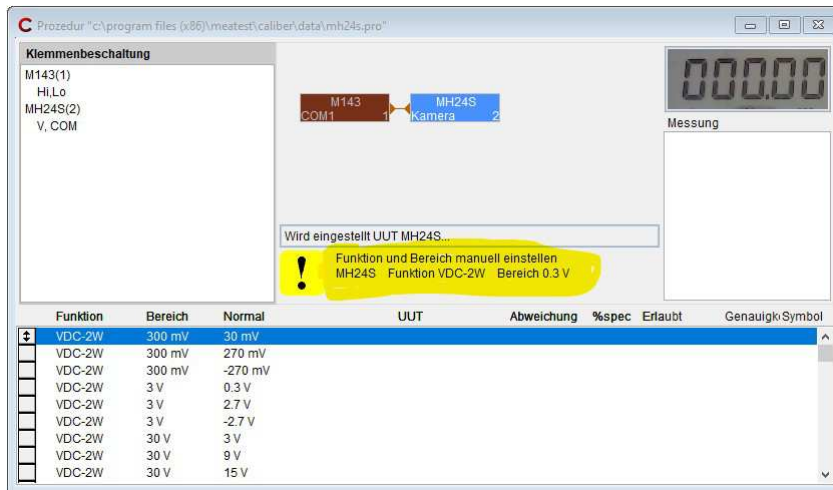
Die Prozedur startet dann in der blau hinterlegten Zeile (typ. ganz oben).

- Das Programm fordert Sie zunächst auf, die links oben angegebene Klemmenbeschaltung herzustellen.



In diesem Beispiel: Die Ausgänge Hi und Lo des Kalibrators M143 mit den Anschlüssen V und COM des Prüflings MH24S zu verbinden.

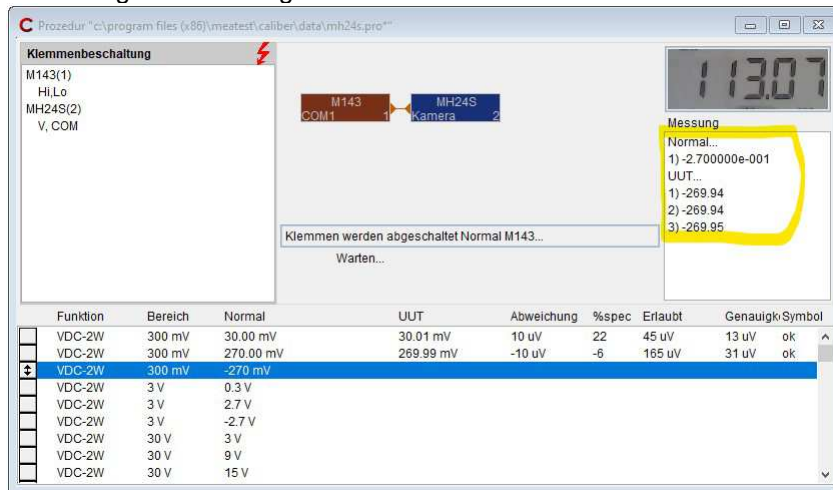
- Klicken Sie nun in das Anzeigefeld rechts neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen (oder drücken die ENTER Taste), um den nächsten Schritt einzuleiten. Das Programm fordert Sie nun auf, am Prüfling die passende Funktion und den passenden Bereich einzustellen:



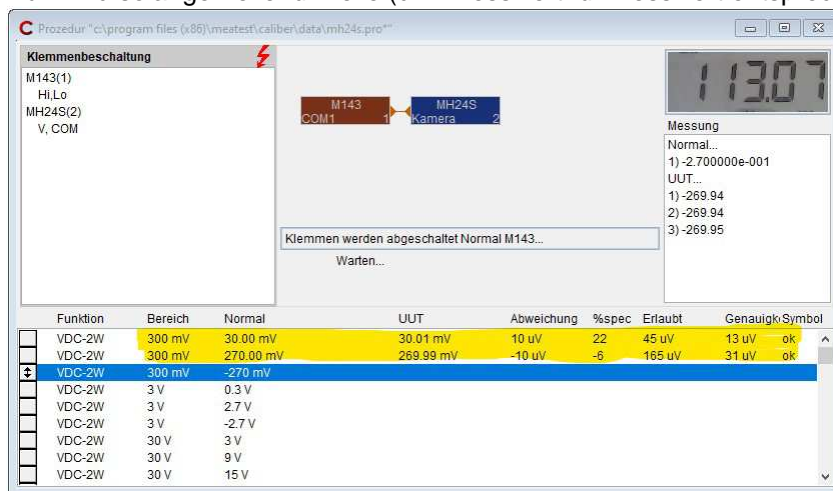
Hinweis: Verwenden Sie bei einer Kalibrierung niemals die Auto Range Bereiche des Prüflings, sondern immer den passenden, manuellen Bereich. Es kann sonst passieren, dass der Prüfling einen unpassenden Bereich wählt und die Ergebnisse nicht auswertbar sind. Beispiel beim MH24S: Der Bereich 3 V soll mit 10 % Aussteuerung gemessen werden, d.h. das Kalibratorsignal beträgt 0,3 V. Der Prüfling kann hierzu in den Bereich 300 mA schalten und den Wert 300.00 anzeigen oder in den Bereich 3 V schalten und den Wert 0.3000 anzeigen - hier fehlt die passende und eindeutige Zuordnung mV bzw. V.

- Klicken Sie dann wieder in das Anzeigefeld rechts neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen (oder drücken die ENTER Taste), um den nächsten Schritt einzuleiten. Die Kalibrier-Prozedur beginnt, d.h. der Kalibrator gibt das erste Kalibriersignal aus und die Kamera beginnt,

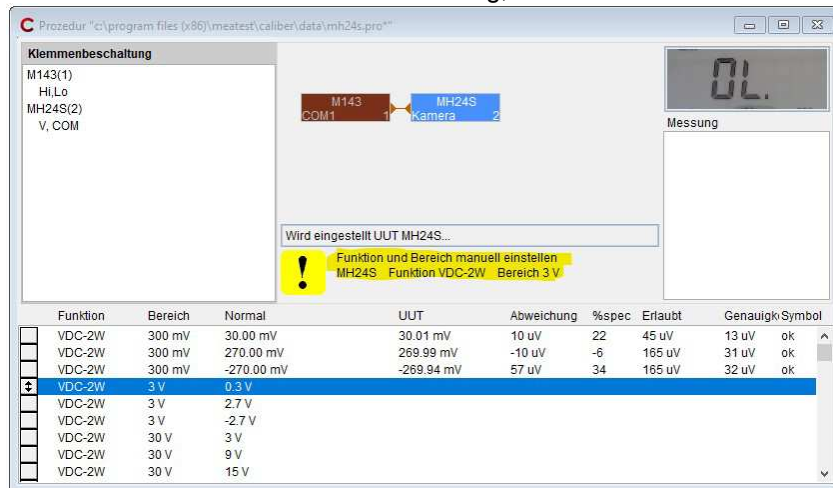
die Anzeige des Prüflings auszulesen:



- Nun wird solange Zeile für Zeile (d.h. Messwert für Messwert entsprechend der Prozedur) abgearbeitet ...

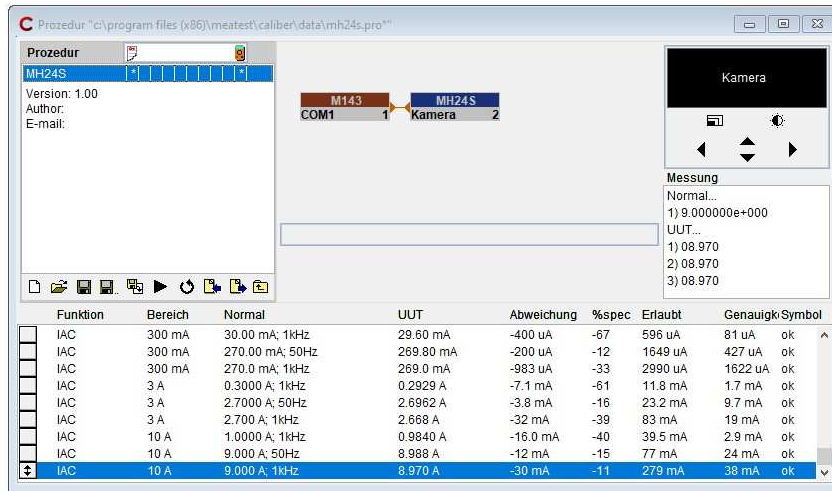



- ... bis entweder die Klemmenbeschaltung, die Funktion oder der Bereich geändert werden muss.



Folgen Sie dann den Hinweisen bzw. Anweisungen und klicken wieder in das Anzeigefeld rechts neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen (oder drücken die ENTER Taste), um die Prozedur fortzusetzen.

- Wenn die Prozedur komplett abgearbeitet ist, wird die Kamera abgeschaltet und die Verbindung zum Kalibrator beendet:

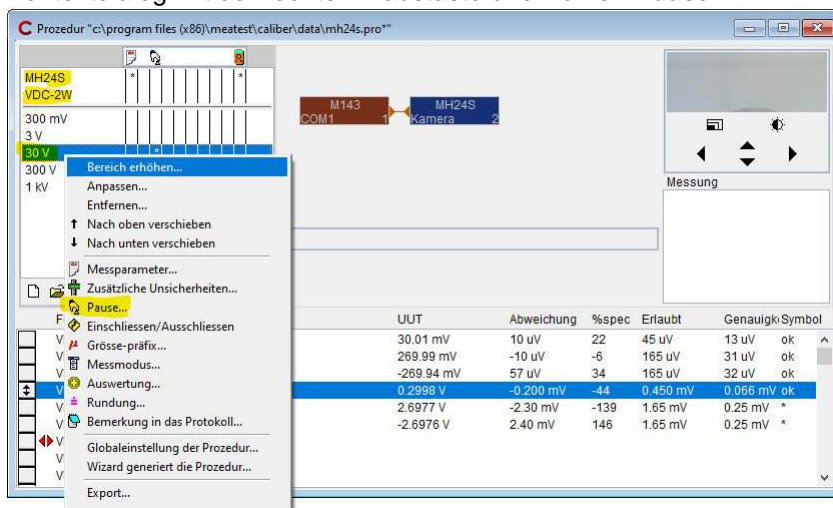


- Falls Sie die Prozedur in der *Caliber* Software erstellt haben, können Sie sie nun mit einem Klick auf  exportieren, um sie später in die *WinQBase* Software zu importieren.

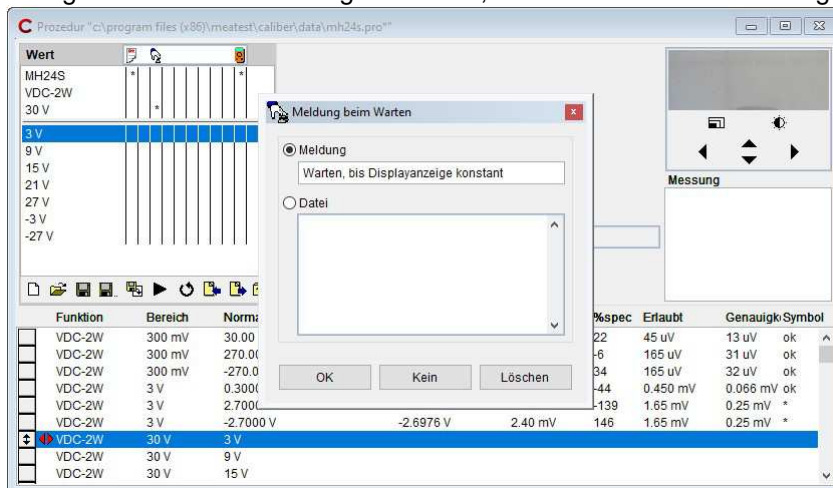
C) Gestörter Ablauf einer Prozedur

Es gibt verschiedene Ursachen für einen gestörten Prozedur-Ablauf:

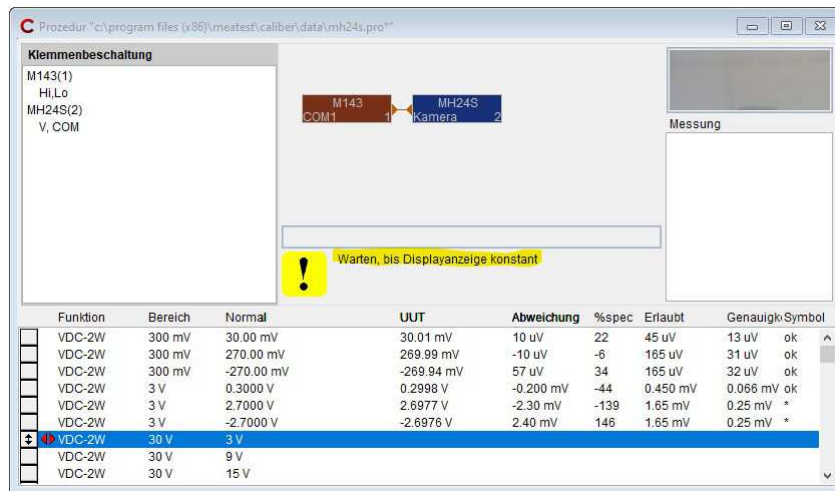
- Das Kamerabild zeigt keine oder falsche Werte an:
 - sind Kalibrator und Prüfling eingeschaltet?
 - sind die Klemmen von Kalibrator und Prüfling korrekt verbunden?
 - sind Funktion und Bereich am Prüfling korrekt eingestellt?
- Während der Messung wird die Kamera ständig kalibriert:
 - die Einstellungen für die Kamera sind noch nicht optimal gewählt. Leider gibt es hierfür keine allgemein gültigen Werte; die Einstellungen müssen je nach Kameratyp, Prüfling und den aktuellen Lichtverhältnissen individuell gewählt werden.
- Ablesefehler der Kamera:
 - ist am Prüfling der korrekte (manuelle) Bereich eingestellt?
 - ist in der Gerätekarte für den aktuellen Bereich der korrekte Multiplikator (micro, milli, kilo ...) eingestellt?
- kein Kamerabild oder nicht erkennbares Kamerabild:
 - ist der Prüfling noch eingeschaltet?
 - ist das Display des Prüflings korrekt unter der Kamera platziert?
 - sind die Kameraeinstellungen passend gewählt?
- liest die Kamera bereits (falsche) Werte ab, bevor der Prüfling die korrekten Messwerte anzeigt?
 - Sie können an beliebigen Stellen innerhalb der Prozedur Pausen einfügen; doppelklicken Sie dafür links oben auf den Namen der Prozedur, auf die Funktion, den Bereich und ggf. den Messwert, öffnen dann den Kontextdialog mit der rechten Maustaste und wählen *Pause ...*



Hier geben Sie einen beliebigen Test an, welcher an dieser Stelle angezeigt wird;



der Anwender muss dann wieder in das Feld neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen klicken, um die Prozedur fortzusetzen.



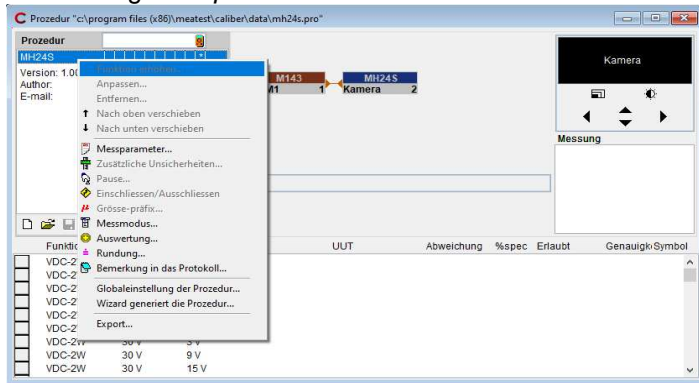
Hinweis:

Die Pause-Funktion kann auch dazu verwendet werden, dem Anwender weitere Hinweise oder Anweisungen zu übermitteln (Beispiel: einen Shunt, eine Stromspule oder anderes Equipment für eine bestimmte Messung zu verwenden). Grundsätzlich könnte eine Prozedur auch verschiedene Kalibratoren verwenden, um den Prüfling zu kalibrieren (Beispiel: den M143 für Ströme bis 20 A und den M151 für Ströme bis 120 A). Oder: einen Kalibrator wie die Modelle M140, M142 oder 9010 zu kalibrieren, die sowohl Geben und Messen können; hier ließe sich eine Prozedur erstellen, welche zunächst die Ausgabefunktionen des Kalibrators und danach seine Messfunktionen prüft.

D) Optionale Einstellungen

a) Messparameter

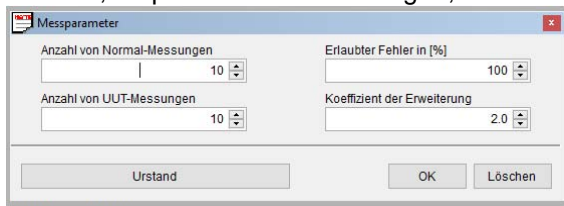
- Klicken Sie nun mit der rechten Taste auf den Prozedur-Namen *M143MH24S* und wählen im Kontextmenü den Eintrag *Messparameter*



Hier lässt sich u.a. einstellen, wie oft die Einstellwerte des Kalibrators und die Anzeige des Multimeters gelesen werden.

Der Kalibrator (Normal) ist über RS232 mit dem PC verbunden; er wird bei der ersten Anfrage den eingestellten Wert zuverlässig zurückliefern, man kann die *Anzahl von Normal-Messungen* daher auf 1 reduzieren - normgerecht (s.u.) sind aber 10 Abfragen erforderlich !

Die Anzeige des Multimeters (UUT) wird über die Kamera ausgelesen; die angezeigten Werte können schwanken, daher empfiehlt es sich, einige Mittelungen vorzunehmen. Die entsprechende Anzahl können Sie frei wählen; 10 Wiederholungsmessungen werden empfohlen, um der Kalibrierunsicherheit des Typs A gemäß dem Dokument EA-4/02 zu entsprechen; für Kalibrierungen, die nicht normgerecht ausgeführt werden müssen, empfehlen wir 3 Messungen, um den Prozess zu beschleunigen.



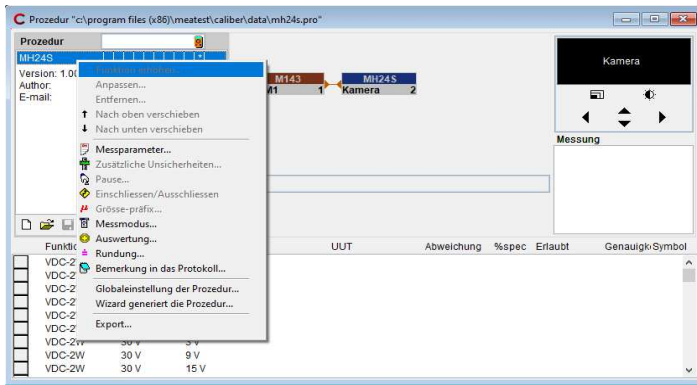
Die beiden rechten Werte dienen der Genauigkeitsberechnung.

Erlaubter Fehler in [%] gibt an, welcher Prozentsatz der in der Gerätekarte angegebenen Genauigkeit als "gut" bewertet wird: geben Sie hier anstelle der impliziten 100 % z.B. 70 % an, wird das Kalibrierergebnis bereits als fraglich oder schlecht beurteilt, wenn nur 70 % der in der Gerätekarte angegebenen Genauigkeit überschritten werden (Beispiel: Messwert 10 V, Genauigkeitsangabe in der Gerätekarte 0,1 % (+ n Digits lassen wir einmal unberücksichtigt), Erlaubter Fehler 70 %: $10 \text{ V} * 0,1 \% = 10 \text{ mV} * 70 \% = 7 \text{ mV}$. Ein Messwert, der außerhalb von $10 \text{ V} \pm 7 \text{ mV}$ liegt, wird nicht mehr als gut bewertet.

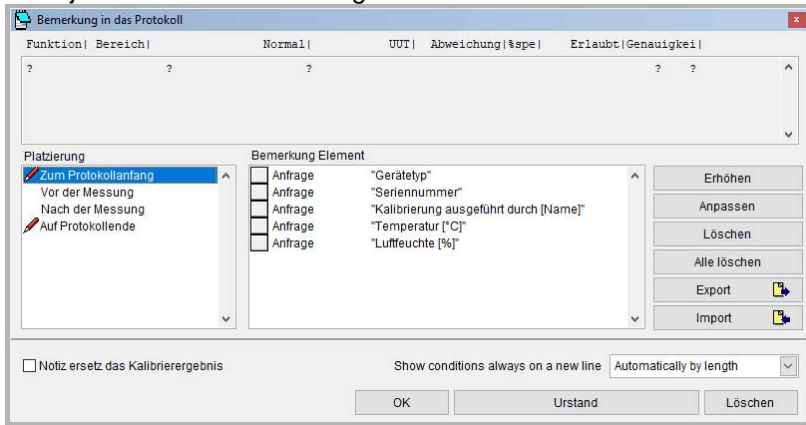
Koeffizient der Erweiterung gibt den Erweiterungskoeffizient an, der zur Berechnung einer erweiterten Standardkalibrierunsicherheit verwendet wird. Der implizit angepasste Wert beträgt 2,0. Details hierzu siehe das *Caliber Manual* Kapitel 2.1.1

b) Abfragen und Bemerkungen

- Optional können Sie in die Prozedur Abfragen (wie z.B. nach Gerät, Seriennummer, Anwender, Datum und Uhrzeit usw.) einfügen. An dieser Stelle ist dies ratsam, wenn Sie ohne die *WinQBase* Software arbeiten, sonst ist es effektiver, die entsprechenden Infos dort einzugeben. Klicken Sie hierzu mit der rechten Taste auf den Prozedur-Namen *MH24S* und wählen im Kontextmenü den Eintrag *Bemerkung in das Protokoll*



Unter Platzierung wählen Sie, wo die Infos im Protokoll platziert (und damit auch, zu welchem Zeitpunkt sie ggf. abgefragt) werden sollen; nur einmal am Anfang oder Ende der Prozedur / des Protokolls oder ggf. vor / nach jeder einzelnen Messung.



c) Pausen einfügen

- Optional können Sie in die Prozedur Pausen oder spezielle Hinweise oder Anweisungen an den Anwender einfügen.

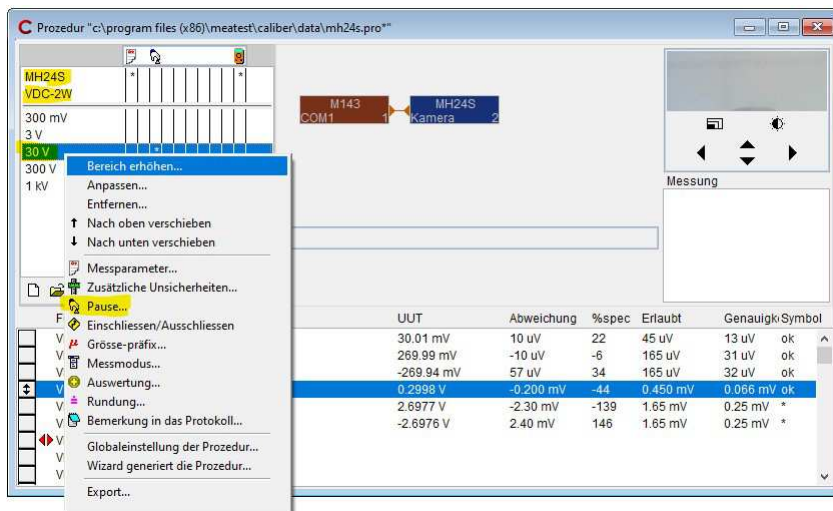
Eine Pause kann sinnvoll sein, wenn der Prüfling bei bestimmten Funktionen, Bereichen oder Werten besonders lange benötigt, um den Messwert anzuzeigen.

Ein Hinweis kann erforderlich sein, wenn während der Prozedur weitere Werkzeuge wie ein Shunt, eine Stromspule o.ä. benötigt werden.

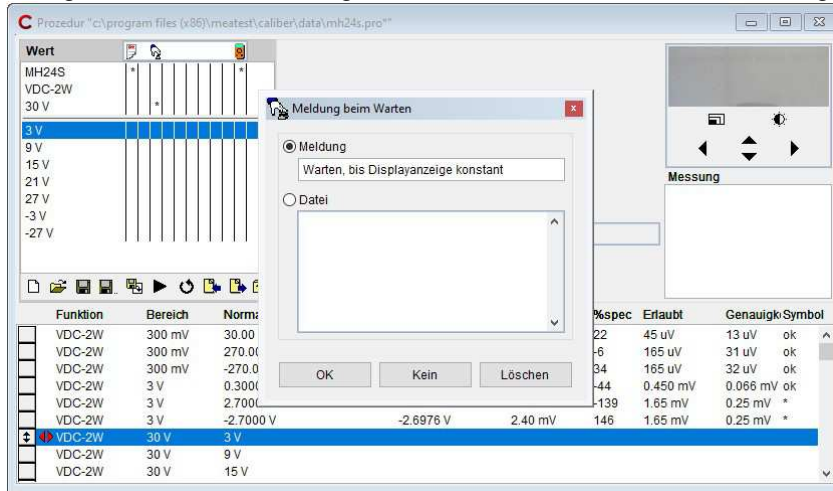
Grundsätzlich könnte eine Prozedur auch verschiedene Kalibratoren verwenden, um den Prüfling zu kalibrieren (Beispiel: den M143 für Ströme bis 20 A und den M151 für Ströme bis 120 A).

Oder: einen Kalibrator wie die Modelle M140, M142 oder 9010 zu kalibrieren, die sowohl Geben und Messen können; hier ließe sich eine Prozedur erstellen, welche zunächst die Ausgabefunktionen des Kalibrators und danach seine Messfunktionen prüft.

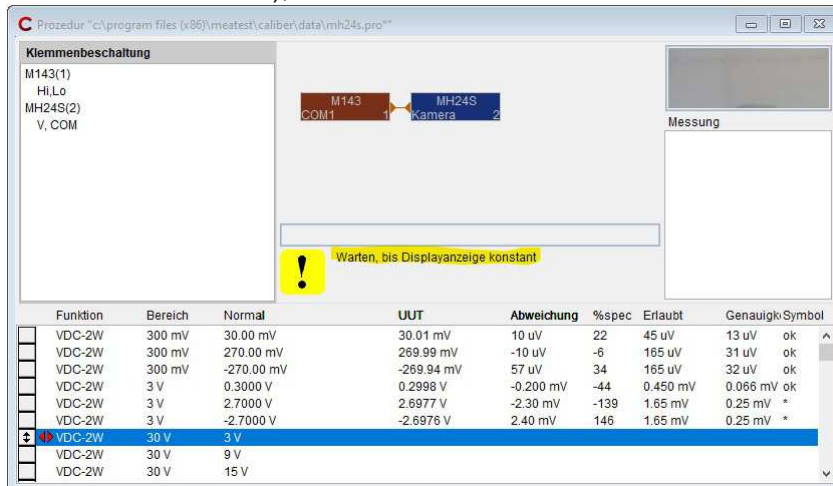
- Doppelklicken Sie dafür links oben auf den Namen der Prozedur, auf die Funktion, den Bereich und ggf. den Messwert, öffnen dann den Kontextdialog mit der rechten Maustaste und wählen *Pause ...*



Hier geben Sie einen beliebigen Test an, welcher an dieser Stelle angezeigt wird;

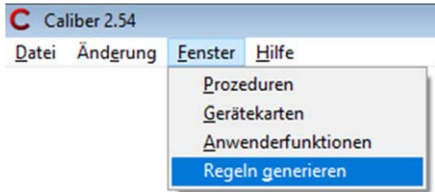


der Anwender muss dann wieder in das Feld neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen klicken (oder die ENTER Taste drücken), um die Prozedur fortzusetzen.

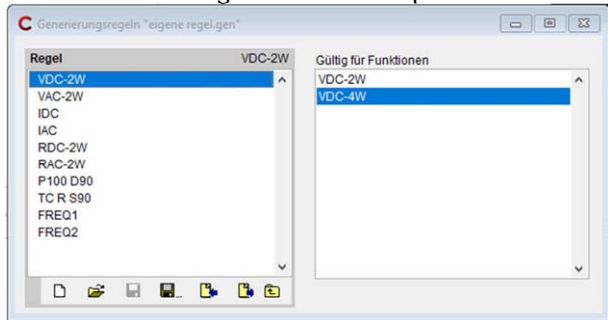


d) Eigene Generierungsregeln erstellen

- Wählen Sie im Menü Fenster den Eintrag Regeln generieren



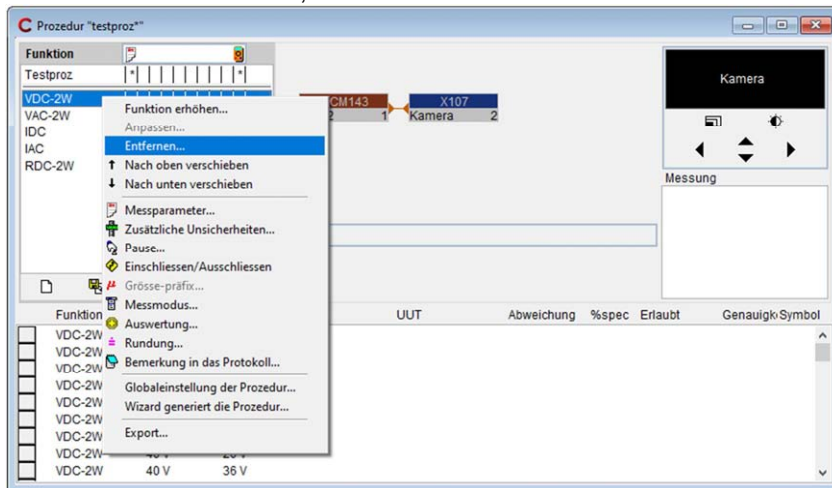
- Öffnen Sie die Regel default und speichern sie unter einem neuen Namen



- Nun können Sie mit Doppelklicks auf die Funktionen und Bereiche in die Details verzweigen und diese nach Ihrem Bedarf anpassen.
- Beachten Sie beim Anlegen neuer Prozeduren, die entsprechende Regel auszuwählen.

e) Bestehende Prozeduren modifizieren

- Wählen Sie auf der obersten Ebene (Prozedurname) oder tieferen Ebenen (Funktionen und Bereiche) aus, was Sie ändern möchten, und klicken dann mit der rechten Maustaste darauf, um das Kontextmenü zu öffnen:



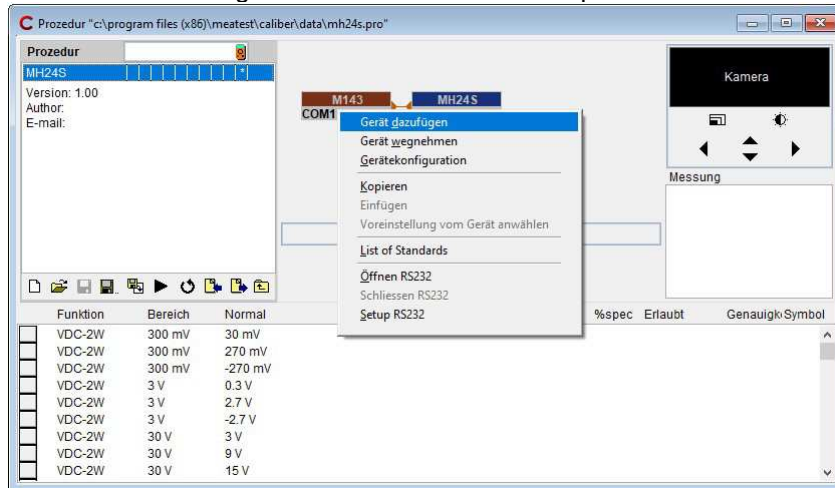
- Hier können Sie Funktionen entfernen, weitere Funktionen hinzufügen (*Funktion erhöhen*) oder den Wizard starten (*Wizard generiert die Prozedur*), um automatisch die Prozedur neu zu erstellen. Die neu erstellten Funktionen und Bereiche werden unten an die bestehende Liste angehängt, danach müssen Sie ggf. alte oder überzählige Funktionen und Bereiche wieder manuell entfernen.

4. Geräte kalibrieren

A) Durchführen der Kalibrierung mittels Prozedur

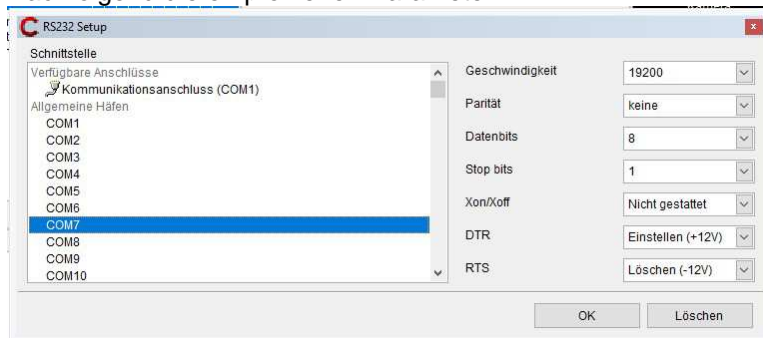
Um eine neue Kalibrierung durchzuführen, gehen Sie vor wie bereits in Kapitel 3B beschrieben:

- Öffnen Sie die zuvor erstellte Prozedur (falls diese nicht bereits geöffnet ist).
- Um die Verbindung zum Kalibrator M143 herzustellen, führen Sie einen Rechtsklick auf das braune Element mit der Bezeichnung M143 aus und wählen Setup RS232.



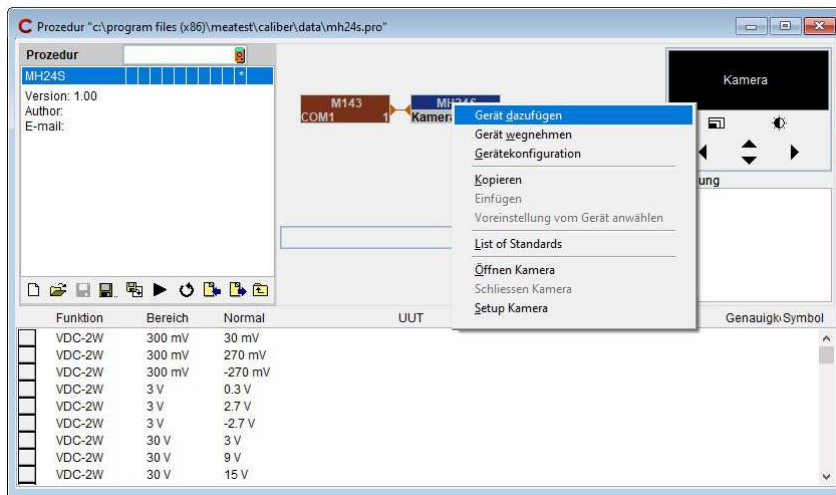
Wenn Sie nur ein einzelnes Gerät angeschlossen haben, sollte dieses links oben in der Liste *Verfügbare Anschlüsse* erscheinen. Klicken Sie dann auf den entsprechenden Eintrag (im Beispiel oben: auf Kommunikationsanschluss (COM1)) und stellen rechts die Parameter ebenso ein wie im Gerät M143.

Nachfolgend die empfohlenen Parameter:



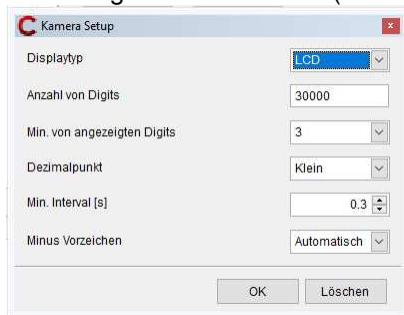
Führen Sie danach erneut einen Rechtsklick auf das braune Element mit der Bezeichnung M143 aus und wählen *Öffnen RS232*. Wenn die Kommunikation mit dem Gerät erfolgreich ist, färbt sich auch die untere Hälfte des Elements braun.

- Um die Verbindung zur Kamera herzustellen, die zusammen mit der Kalibrier-Software geliefert wurde, führen Sie einen Rechtsklick auf das blaue Element mit der Bezeichnung *Kamera* aus und wählen *Setup Kamera*.



Falls auf Ihrem PC mehrere Kameras installiert sind (typ. bei mobilen PCs mit eingebauter Kamera), kann dies zu Konflikten führen. Im Idealfall können Sie nun wählen, mit welcher Kamera Sie arbeiten möchten; im schlimmsten Fall müssen Sie die anderen Kameras im Geräte-Manager deaktivieren.

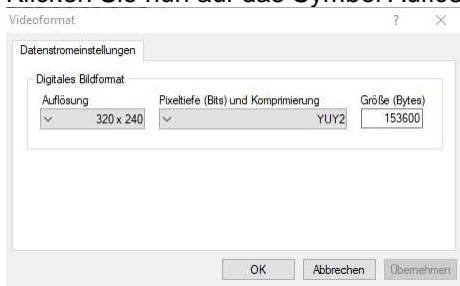
Im *Kamera Setup* Dialog sollten nun die Einstellungen erscheinen, die Sie bereits beim Erstellen der Gerätekarte vorgenommen haben (siehe Seite 3); sonst geben Sie die nachfolgenden Werte ein.



Führen Sie danach erneut einen Rechtsklick auf das blaue Element mit der Bezeichnung *Kamera* aus und wählen *Öffnen Kamera*. Wenn die Kommunikation mit der Kamera erfolgreich ist, färbt sich auch die untere Hälfte des Elements blau und Sie sehen rechts ein Kamera-Livebild



Klicken Sie nun auf das Symbol *Auflösung* und wählen eine Auflösung von 320 x 240 Pixel.



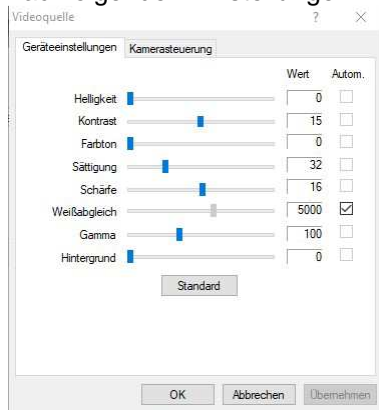
In der mittleren Auswahlbox sind mehrere Komprimierverfahren aufgelistet. Je nach mitgeliefertem Kameramodell wählen Sie hier I420 (gem. Cam Ocr Manual) oder YUY2 (für das im Jahr 2021 mitgelieferte Kameramodell FaceCam 1000X).

Die Montage und Ausrichtung der Kamera unterscheidet sich sehr je nach den Lichtverhältnissen vor Ort. Mit der Kamera wird eine gebogene Metallplatte geliefert, an der seitlich der Kamera-Halterarm montiert werden kann. Zum Lieferumfang gehört auch eine Plexiglas-Abschirmung, die vor direkter Lichteinstrahlung auf das abzulesende Display des Prüflings schützen soll und die an der Kopfseite der gebogenen Metallplatte

montiert werden kann - bei Tageslicht oder indirekter Beleuchtung wird diese aber nicht unbedingt benötigt.
 In einer Umgebung mit Tageslicht hat es sich bewährt, die Auflösung 320 x 240 zu verwenden und den Kamera-Halteam leicht schräg zu stellen, um den optimalen Abstand zum Display herzustellen: die Anzeige einschl. Minuszeichen soll den Anzeigebereich in der *Caliber* Software möglichst ausfüllen, jedoch nicht überstehen. Ebenso empfiehlt es sich, die Kamera leicht nach vorne / oben aus der Senkrechten zu schwenken, damit diese keinen Schatten auf dem Display erzeugt.



Klicken Sie nun auf das Symbol Einstellung  und übernehmen die nachfolgenden Einstellungen



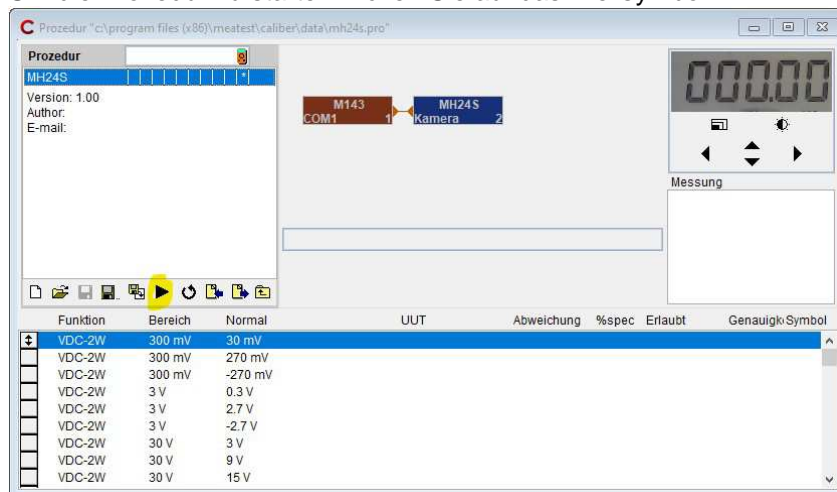
Das Kamerabild muss klar zu erkennen und scharf abgebildet werden, einschl. Minuszeichen und Dezimalzeichen. Richten Sie das Messgerät so unter der Kamera aus, dass die Anzeige einschl. Minuszeichen den Anzeigebereich in der *Caliber* Software möglichst ausfüllt, jedoch nicht deren Rand berührt oder gar übersteht.

Feinjustierungen können Sie auch mit den Pfeiltasten unterhalb des Anzeigebereiches vornehmen.



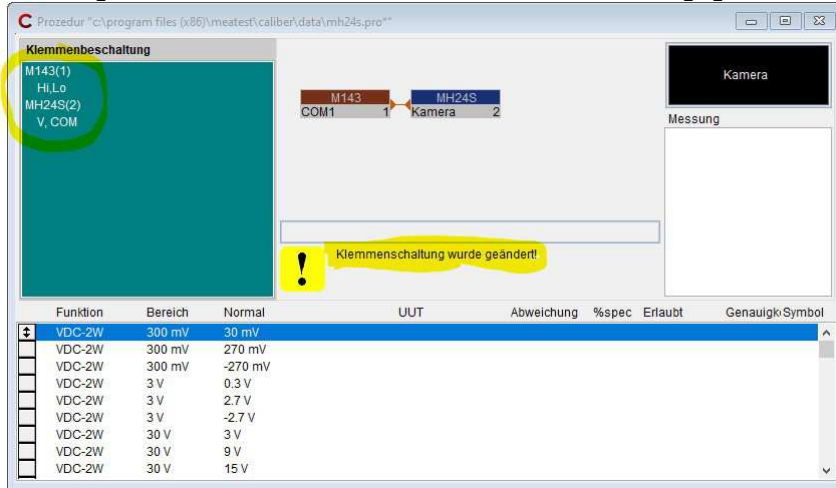
Ggf. müssen Sie probieren, welche Einstellungen für die Lichtverhältnisse vor Ort am besten geeignet sind.

- Um die Prozedur zu starten klicken Sie auf das Pfeilsymbol



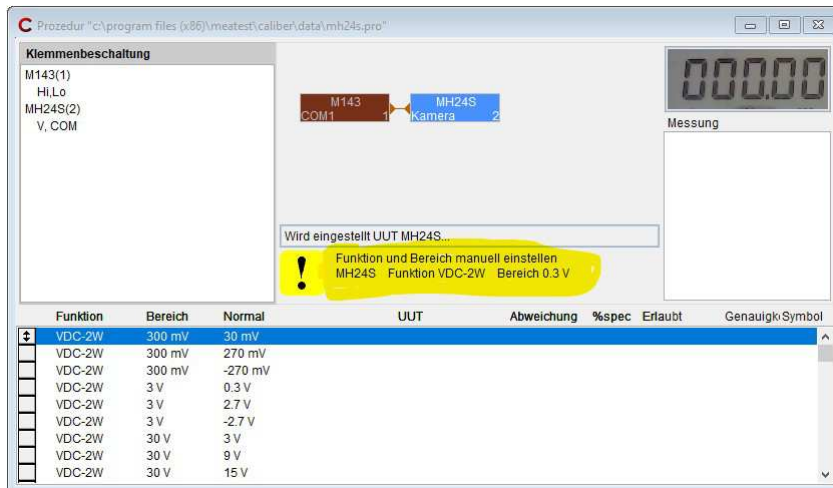
Die Prozedur startet dann in der blau hinterlegten Zeile (typ. ganz oben).

- Das Programm fordert Sie zunächst auf, die links oben angegebene Klemmenbeschaltung herzustellen.



In diesem Beispiel: Die Ausgänge Hi und Lo des Kalibrators M143 mit den Anschlüssen V und COM des Prüflings MH24S zu verbinden.

- Klicken Sie nun in das Anzeigefeld rechts neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen (oder drücken die ENTER Taste), um den nächsten Schritt einzuleiten. Das Programm fordert Sie nun auf, am Prüfling die passende Funktion und den passenden Bereich einzustellen:

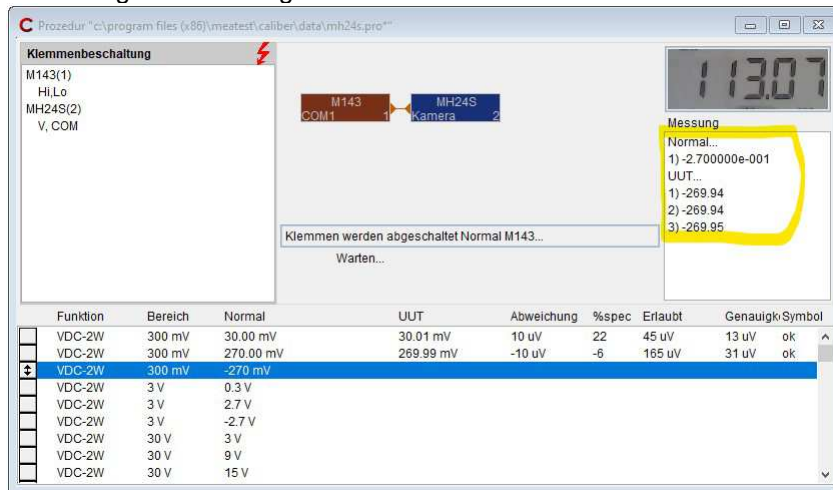


Hinweis: Verwenden Sie bei einer Kalibrierung niemals die Auto Range Bereiche des Prüflings, sondern immer den passenden, manuellen Bereich. Es kann sonst passieren, dass der Prüfling einen unpassenden Bereich wählt und die Ergebnisse nicht auswertbar sind.

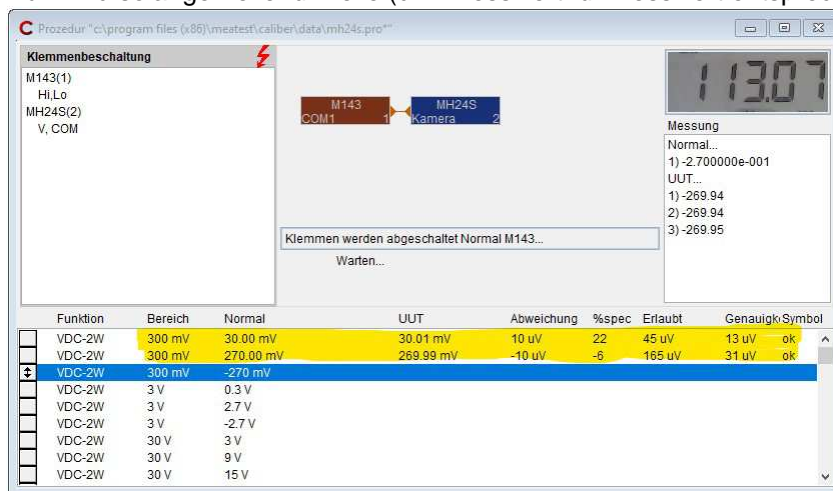
Beispiel beim MH24S: Der Bereich 3 V soll mit 10 % Aussteuerung gemessen werden, d.h. das Kalibratorsignal beträgt 0,3 V. Der Prüfling kann hierzu in den Bereich 300 mA schalten und den Wert 300.00 anzeigen oder in den Bereich 3 V schalten und den Wert 0.3000 anzeigen - hier fehlt die passende und eindeutige Zuordnung mV bzw. V.

- Klicken Sie dann wieder in das Anzeigefeld rechts neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen, um den nächsten Schritt einzuleiten. Die Kalibrier-Prozedur beginnt, d.h. der Kalibrator gibt das erste Kalibriersignal aus und die Kamera beginnt,

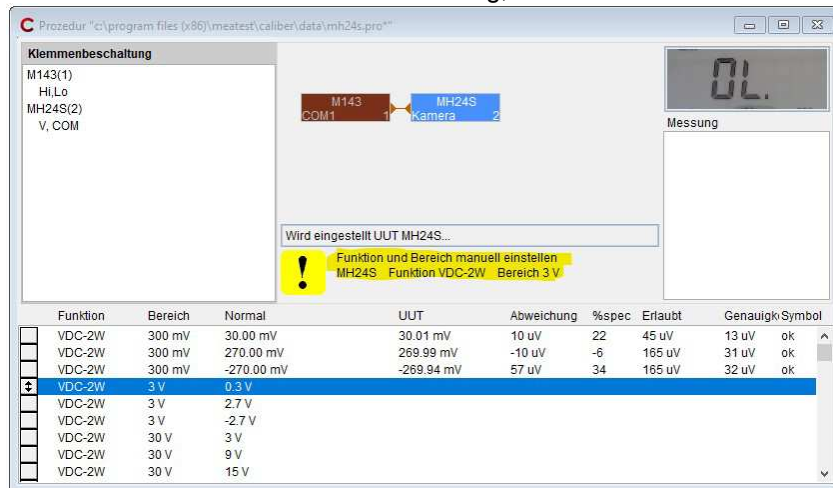
die Anzeige des Prüflings auszulesen:



- Nun wird solange Zeile für Zeile (d.h. Messwert für Messwert entsprechend der Prozedur) abgearbeitet ...

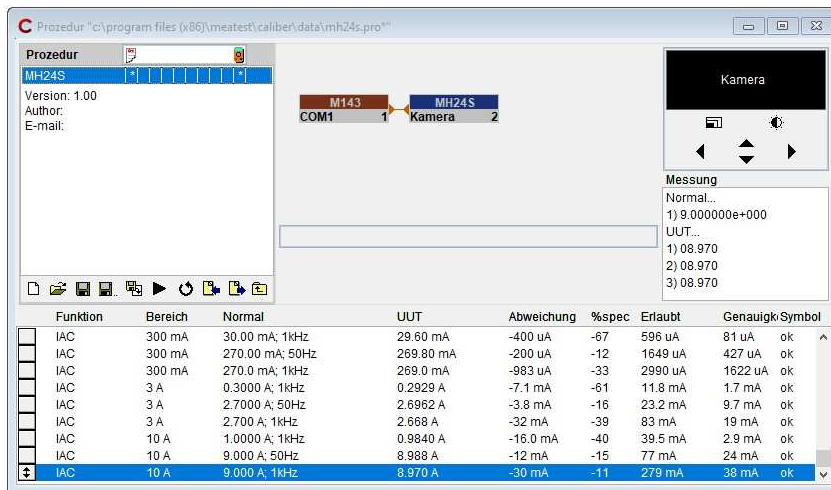



- ... bis entweder die Klemmenbeschaltung, die Funktion oder der Bereich geändert werden muss.

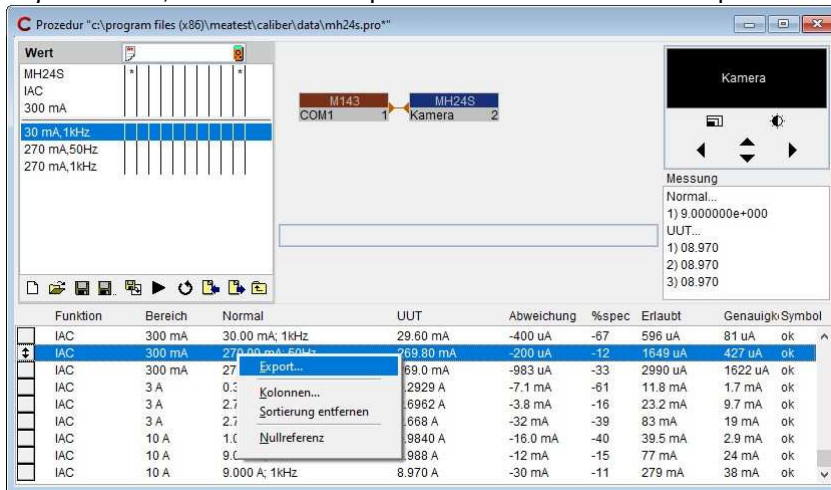


Folgen Sie dann den Hinweisen bzw. Anweisungen und klicken wieder in das Anzeigefeld rechts neben dem gelb unterlegten Ausrufezeichen, um die Prozedur fortzusetzen.

- Wenn die Prozedur komplett abgearbeitet ist, wird die Kamera abgeschaltet und die Verbindung zum Kalibrator beendet:



- Falls Sie die Prozedur in der *Caliber* Software erstellt haben, können Sie sie nun mit einem Klick auf  exportieren, um sie später in die *WinQBase* Software zu importieren.
- Klicken Sie nun mit der rechten Maustaste in die Liste der Kalibrierergebnisse und wählen im Kontextmenü *Export ...* aus, um das Kalibrierprotokoll als TXT Datei abzuspeichern.



B) Inhalt des Kalibrierprotokolls

Die einzelnen Spalten im Protokoll haben folgende Bedeutung:

Funktion	Bereich	Normal	UUT	Abweichung	%spe	Erlaubt	Genauigkeit	
VDC-2W	300 mV	30.00 mV	30.00 mV	3 uV	7	45 uV	15 uV	ok
VDC-2W	300 mV	270.00 mV	269.96 mV	-40 uV	-24	165 uV	31 uV	ok
VDC-2W	300 mV	-270.00 mV	-269.93 mV	70 uV	42	165 uV	31 uV	ok
VDC-2W	3 V	0.3000 V	0.2997 V	-0.300 mV	-67	0.450 mV	0.066 mV	ok
VDC-2W	3 V	2.7000 V	2.6975 V	-2.50 mV	-152	1.65 mV	0.25 mV	*
VDC-2W	3 V	-2.7000 V	-2.6975 V	2.50 mV	152	1.65 mV	0.25 mV	*
VDC-2W	30 V	3.000 V	2.997 V	-3.00 mV	-67	4.50 mV	0.64 mV	ok
VDC-2W	30 V	9.000 V	8.992 V	-8.00 mV	-107	7.50 mV	0.89 mV	?
VDC-2W	30 V	15.000 V	14.986 V	-14.3 mV	-137	10.5 mV	2.4 mV	*
VDC-2W	30 V	21.000 V	20.981 V	-19.0 mV	-141	13.5 mV	2.7 mV	*
VDC-2W	30 V	27.000 V	26.977 V	-23.0 mV	-139	16.5 mV	3.1 mV	*
VDC-2W	30 V	-3.000 V	-2.997 V	3.00 mV	67	4.50 mV	0.64 mV	ok
VDC-2W	30 V	-27.000 V	-26.981 V	19.0 mV	115	16.5 mV	3.1 mV	?
VDC-2W	300 V	30.00 V	29.97 V	-30.0 mV	-67	45.0 mV	6.6 mV	ok
VDC-2W	300 V	270.00 V	269.76 V	-240 mV	-146	165 mV	55 mV	*
VDC-2W	300 V	-270.00 V	-269.79 V	207 mV	125	165 mV	55 mV	?
VDC-2W	1 kV	0.10000 kV	0.09990 kV	-0.100 V	-67	0.150 V	0.021 V	ok
VDC-2W	1 kV	0.90000 kV	0.89930 kV	-0.70 V	-127	0.55 V	0.13 V	*
VDC-2W	1 kV	-0.90000 kV	-0.89940 kV	0.60 V	109	0.55 V	0.13 V	?
VAC-2W	300 mV	30.00 mV; 50Hz	29.97 mV	-30 uV	-7	450 uV	93 uV	ok
VAC-2W	300 mV	30.00 mV; 1kHz	29.92 mV	-80 uV	-13	599 uV	133 uV	ok
VAC-2W	300 mV	270.00 mV; 50Hz	269.74 mV	-263 uV	-16	1649 uV	214 uV	ok
VAC-2W	300 mV	270.00 mV; 1kHz	270.98 mV	983 uV	33	3010 uV	334 uV	ok
VAC-2W	3 V	0.3000 V; 50Hz	0.2996 V	-0.40 mV	-11	3.60 mV	0.24 mV	ok
VAC-2W	3 V	0.3000 V; 1kHz	0.2982 V	-1.80 mV	-35	5.09 mV	0.36 mV	ok
VAC-2W	3 V	2.7000 V; 50Hz	2.6974 V	-2.6 mV	-31	8.4 mV	2.1 mV	ok
VAC-2W	3 V	2.7000 V; 1kHz	2.7040 V	4.0 mV	18	21.9 mV	5.6 mV	ok

Funktion: Messfunktion (siehe Gerätekarte)

Bereich: Messbereich (siehe Gerätekarte)

Normal: ausgegebener Wert des Kalibrators (dieser wurde beim Anlegen der Prozedur als Normal gekennzeichnet, d.h. seine Werte sind rückführbar und dienen als Referenz für die Genauigkeitsberechnung)

UUT: abgelesener Wert des Prüflings

Abweichung: Differenz zwischen den Werten von Normal und UUT

%spe: Prozentsatz der tatsächlichen von der zulässigen Abweichung gemäß Gerätekarte

Erlaubt: zulässige Abweichung gemäß Gerätekarte

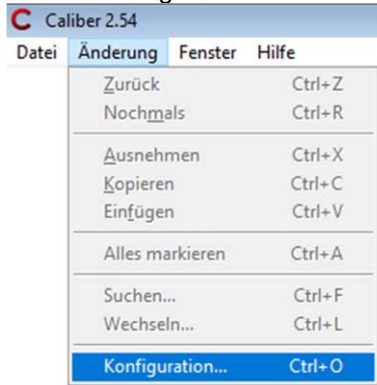
Genauigkeit: Messunsicherheit des Normals

Symbol (am Ende der Zeile): siehe Beschreibung am Ende des Protokolls

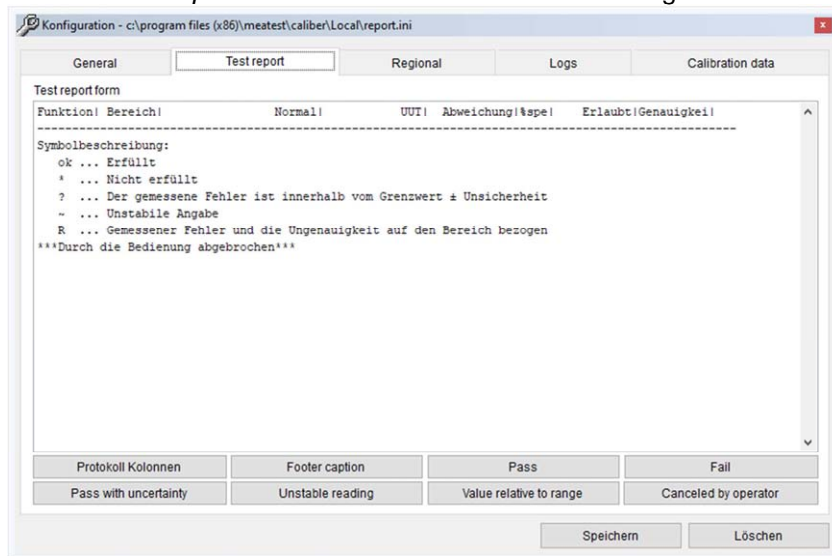
- ok ... Erfüllt (die Abweichung des Messwertes ist geringer als Erlaubt ± Genauigkeit)
-> die Abweichung ist so gering, dass sie selbst unter Berücksichtigung der Unsicherheit des Normals innerhalb der Genauigkeit gemäß Gerätekarte liegt
Beispiel: 1. Zeile des Protokolls oben; die Abweichung von 3 µV ist geringer als 45 µV ± 15 µV
- ? ... Der gemessene Fehler ist innerhalb vom Grenzwert ± Unsicherheit
-> die Abweichung des Messwertes liegt innerhalb des Bereiches von Erlaubt ± Genauigkeit, d.h. sie liegt im Grenzbereich der Genauigkeit des UUT gemäß Gerätekarte und könnte daher auch teilweise auf die Unsicherheit des Normals zurückzuführen sein
Beispiel: 8. Zeile des Protokolls oben; die Abweichung von 8 mV liegt im Bereich von 7,5 V ± 0,89 V
- * ... Nicht erfüllt (die Abweichung des Messwertes ist größer als Erlaubt ± Genauigkeit)
-> die Abweichung ist so groß, dass sie selbst unter Berücksichtigung der Unsicherheit des Normals außerhalb der Genauigkeit gemäß Gerätekarte liegt
Beispiel: 5. Zeile des Protokolls oben; die Abweichung von 2,5 mV ist größer als 1,65 mV ± 0,25 mV

Inhalte des Kalibrierprotokolls ändern

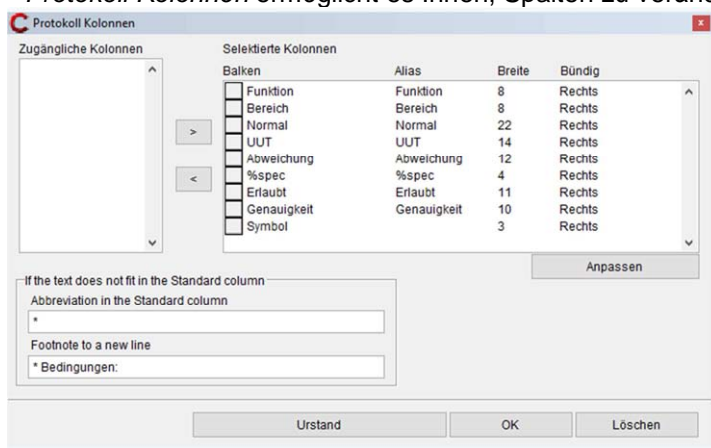
- Um die Reihenfolge der Spalten im Kalibrierprotokoll oder die Tests am Ende des Protokolls zu ändern, mit denen die Ergebnisse kommentiert werden, wählen Sie im Menü *Änderung* den Eintrag *Konfiguration ...*



- Im Tab *Test Report* finden Sie den aktuellen Inhalt und ganz unten Buttons, um diese anzupassen:



- *Protokoll Kolonnen* ermöglicht es Ihnen, Spalten zu verändern:



- Mit *Footer caption* ändern Sie die Überschrift

- Mit *Pass* ändern Sie den Test für das Kalibrierergebnis "Anforderungen erfüllt"

- Mit *Fail* ändern Sie den Test für das Kalibrierergebnis "Anforderungen nicht erfüllt"


- Mit *Pass with Uncertainty* ändern Sie den Test für das Kalibrierergebnis "Genauigkeit im Grenzbereich"

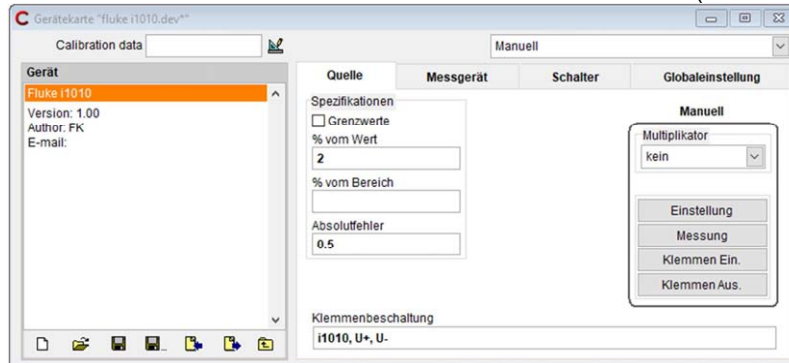
Anhang 1: Spezielle Konfigurationen

Beispiel: Stromzange ohne eigene Anzeige mit Kalibrator, Stromspule und Multimeter kalibrieren

Anmerkung: Dieses Beispiel beschreibt das Kalibrieren von Stromzangen (Zangenstromwandlern) ohne eigene Anzeige; hierbei wird ein Kalibrator als Signalquelle und Normal, eine Stromspule mit z.B. 50 Windungen als Hilfsmittel, die Stromzange als Prüfling und ein Multimeter als Hilfsmittel zum Messen des Ausgangssignals der Stromzange verwendet.

A) Gerätekarte erstellen für Stromzange Fluke i1010

- Starten Sie das Programm und öffnen den Menüpunkt *Fenster - Gerätekarten*.
- Um eine neue Gerätekarte zu erstellen, klicken Sie auf  und geben den gewünschten Namen der Gerätekarten-Datei ein, z.B. i1010
- Wir fahren fort mit dem Erstellen einer neuen Gerätekarte (Funktion *Generator*) und dem folgenden Dialog:



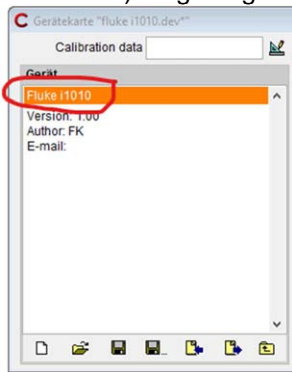
- Wählen Sie rechts den Tab *Quelle*. Hier können Sie Vorgabewerte über die Genauigkeit des Gerätes eingeben; diese Werte werden dann bei allen Funktionen und Bereichen des Geräte voreingestellt, können dort aber jederzeit überschrieben werden.
Gemäß Datenblatt des i1010 beträgt die typ. Genauigkeit 2 % + 0,5 A, die oben voreingestellt wurden.

	i410	i1010
Nennstrombereich:	1 - 400A Wechselstrom eff.* 1 - 400A Gleichstrom	1 - 600A Wechselstrom eff.* 1 - 1000A Gleichstrom
Benutzbarer Strombereich:	0,5 - 400A	0,5 - 1000A
Gleichstrom-Genauigkeit (nulljustiert, Leiter eingemittelt)	3,5 % + 0,5A (0 - 400A)	2,0 % + 0,5A (0 - 1000A)
Wechselstromgenauigkeit	3,5 % + 0,5A; 45 - 400 Hz; Spitzenfaktor ≤ 3. (0 - 400A)	2,0 % + 0,5A; 45 - 400 Hz; Spitzenfaktor ≤ 3. 3,0 % + 0,5A; 400 Hz - 2 kHz Sinuswelle. (0 - 600A)
Bandbreite	3 kHz	10 kHz
* Bei einem Voltmeter, das Effektivwerte mißt, ist die minimale Wechselstromstärke durch die Untergrenze des spezifizierten mV-Gleichstrombereichs begrenzt.		

- Für alle Funktionen werden die beiden Spannungsausgänge verwendet; auch diese werden hier eingegeben

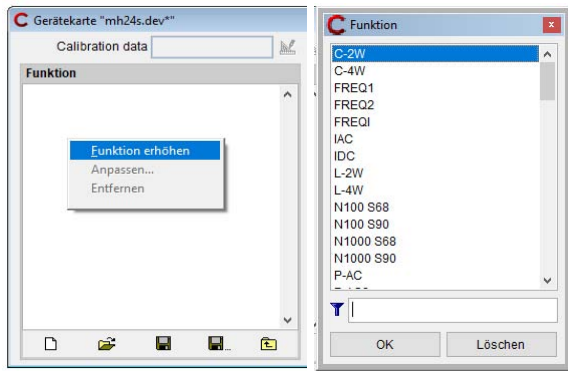


- Doppelklicken Sie nun links auf den gewählten Dateinamen, um eine Ebene tiefer (zur Definition der Messfunktionen) zu gelangen

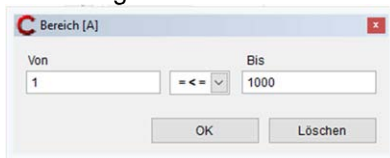


a) IDC


- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Funktion* und dann mit der linken Taste auf *Funktion erhöhen*. Wählen Sie dann die Funktion der Stromzange aus, mit der Sie beginnen möchten (typ. IDC)



- Für die gewählte Funktion ließen sich im Tab *Quelle* nun weitere Voreinstellungen vornehmen; bei der Stromzange i1010 ist dies jedoch nicht erforderlich (gem. Datenblatt beträgt die Genauigkeit im gesamten IDC Bereich 2 % + 0,5 A).
- Mit Doppelklick auf die Funktion *IDC* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion. Gemäß Datenblatt gibt es bei IDC nur einen einzigen Bereich von 1 A bis 1000 A.

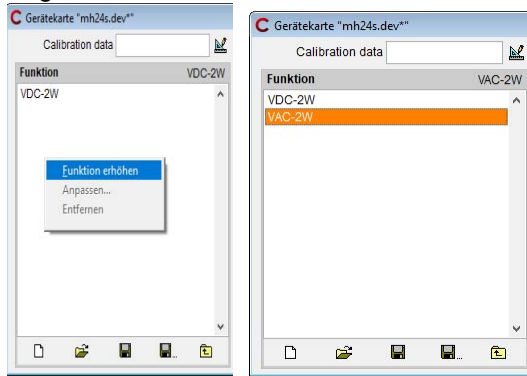


Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 1 bis 1000 A einschließt.

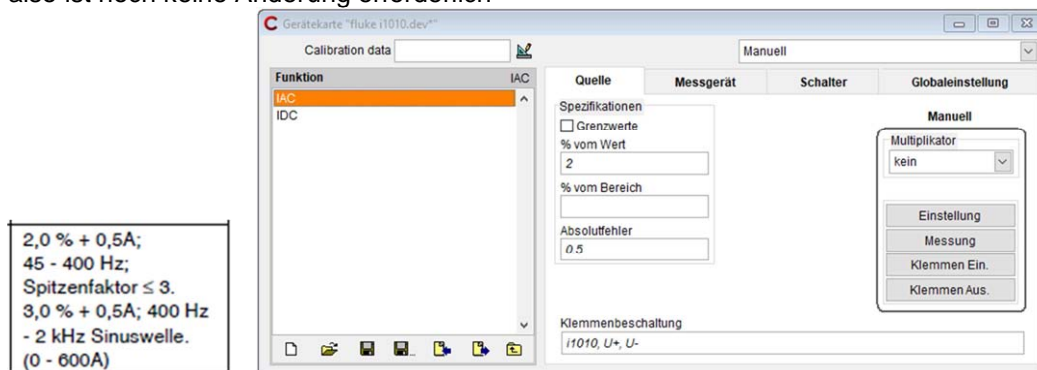
- Die Einstellungen im Tab *Quelle* ändern sich ja gemäß Datenblatt nicht gegenüber der Voreinstellung und bleiben daher unverändert.
- Weitere Bereiche sind nicht vorhanden.
- Drücken Sie abschließend auf das Symbol  unten rechts, um wieder eine Ebene höher zu gelangen.

b) IAC

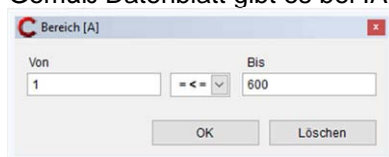
- Fügen Sie nun die nächste Funktion *IAC* hinzu



- Für die gewählte Funktion lassen sich im Tab *Quelle* nun wieder Voreinstellungen vornehmen. Laut Datenblatt beträgt die Genauigkeit der i1010 im Frequenzbereich bis 400 Hz die voreingestellten Werte, also ist noch keine Änderung erforderlich

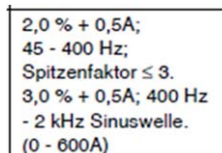


- Mit Doppelklick auf die Funktion *IAC* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den ersten (typ. den kleinsten) Messbereich dieser Funktion.
- Gemäß Datenblatt gibt es bei *IAC* nur einen einzigen Bereich von 1 A bis 600 A.

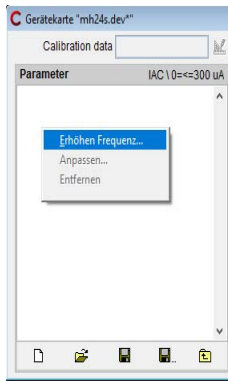


Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 1 bis 600 A einschließt.

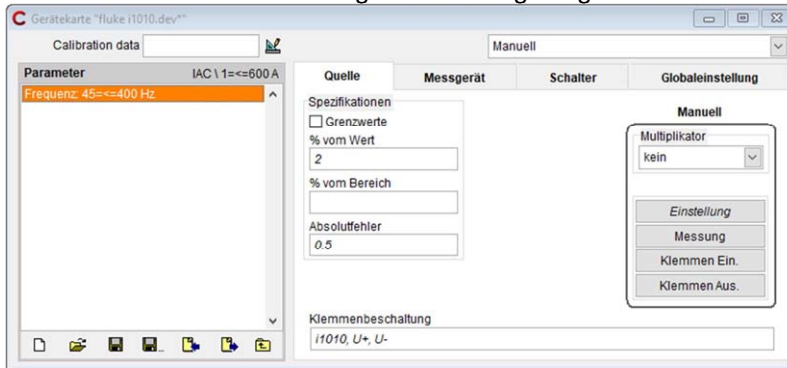
- Bei Wechselstrom sind die Spezifikationen typischerweise abhängig von der Frequenz. Das Datenblatt definiert hierzu Einflussgrößen und Einflüsseffekte:



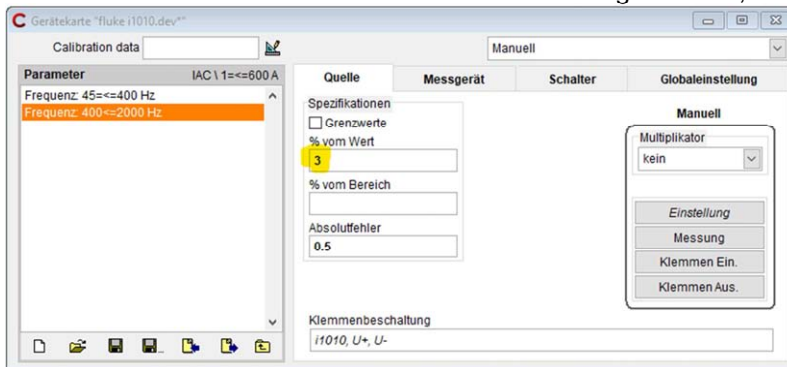
- Um dies abzubilden, wird bei Wechselstrom unter jedem Strombereich eine weitere Ebene mit Frequenzbereichen definiert. Doppelklicken Sie hierzu auf den Bereich $0 \leq 600$ A und fügen in der leeren Parameter Liste den ersten Frequenzbereich hinzu:




Im Bereich $45 \leq 400$ Hz beträgt die Genauigkeit gemäß Datenblatt die voreingestellten Werte $2\% + 0,5$ A



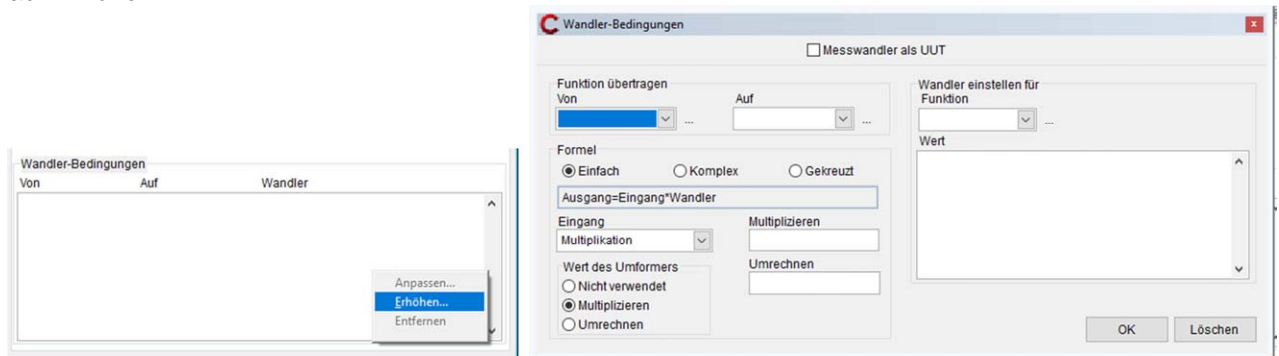
während im Bereich $400 \leq 2000$ Hz sich die Genauigkeit auf $3,0\% + 0,5$ A ändert



- Über das Symbol  unten rechts gelangen Sie wieder eine Ebene höher.

c) Wandler-Bedingungen

- Wählen Sie nun rechts den Tab *Globaleinstellung*.
Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Wandler-Bedingungen* und dann mit der linken Taste auf *Erhöhen*.



- Im Dialog *Wandler-Bedingungen* definieren Sie nun die Eigenschaften der Stromzange für die beiden Messbereiche IDC und IAC.

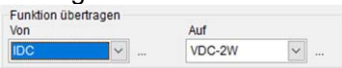
Gemäß Datenblatt beträgt das Ausgangssignal der Stromzange 1 mV pro A:

Ausgabesignal	1 mV pro Amp. Gleich- oder Wechselstrom
----------------------	--

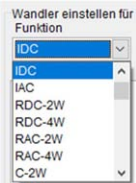
Diese Werte definieren wir nun für die Messbereiche IDC und IAC.

Je nach Stromzange ist darauf zu achten, ob ein Wechselstrom (wie bei der i1010) als Wechselspannung oder ggf. als Effektivwert der Wechselspannung ausgegeben wird.

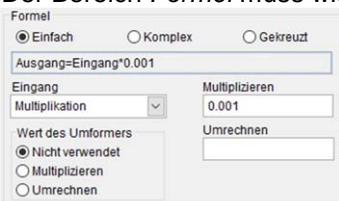
- Wählen Sie zunächst in der Auswahlliste *Funktion übertragen Von* den Eintrag *IDC* und in der Liste *Auf* den Eintrag *VDC-2W*.



- Wählen Sie nun in der Auswahlliste *Wandler einstellen für Funktion* den Eintrag *IDC*.

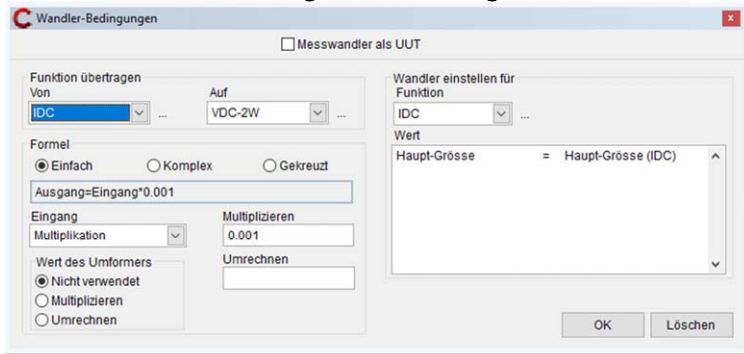


- Der Bereich *Formel* muss wie folgt eingestellt werden:

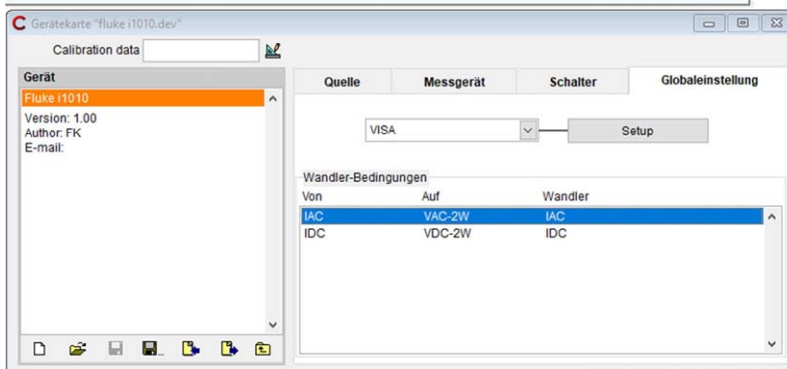
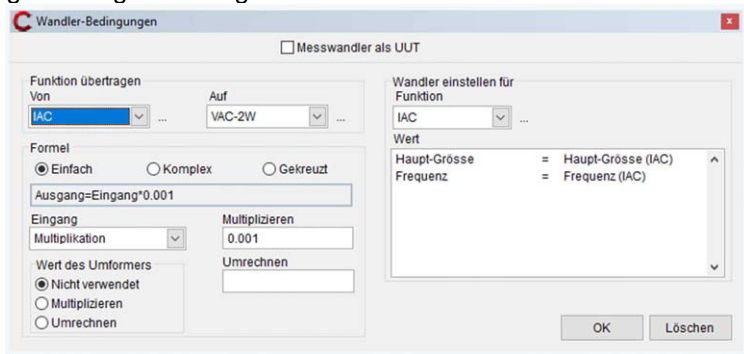


Hiermit wird der gemessene Strom mit dem Faktor 0,001 multipliziert und als Gleichspannung ausgegeben.

- Prüfen Sie alle Einstellungen und bestätigen diese dann mit **OK**




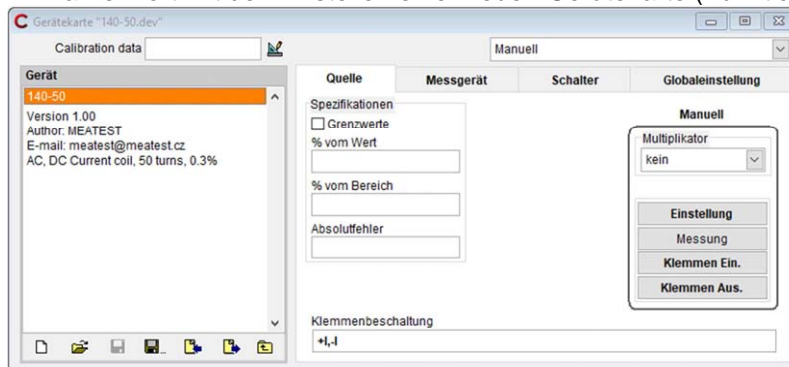
- Klicken Sie nun erneut mit der rechten Maustaste erneut in das Feld *Wandler-Bedingungen* und fügen einen gleichartigen Eintrag hinzu für die Funktion *IAC*.



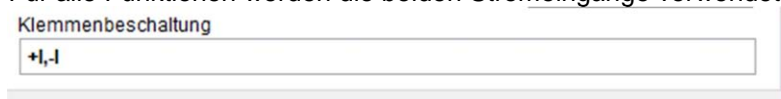
Die Gerätekarte ist nun fertiggestellt und kann gespeichert werden.

B) Gerätekarte erstellen für Stromspule Meatest 140-50

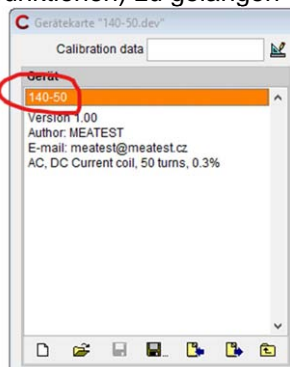
- Starten Sie das Programm und öffnen den Menüpunkt *Fenster - Gerätekarten*.
- Um eine neue Gerätekarte zu erstellen, klicken Sie auf  und geben den gewünschten Namen der Gerätekarten-Datei ein, z.B. 140-50
- Wir fahren fort mit dem Erstellen einer neuen Gerätekarte (Funktion *Generator*) und dem folgenden Dialog:



- Wählen Sie rechts den Tab *Quelle*.
- Für alle Funktionen werden die beiden Stromeingänge verwendet; diese werden hier eingegeben

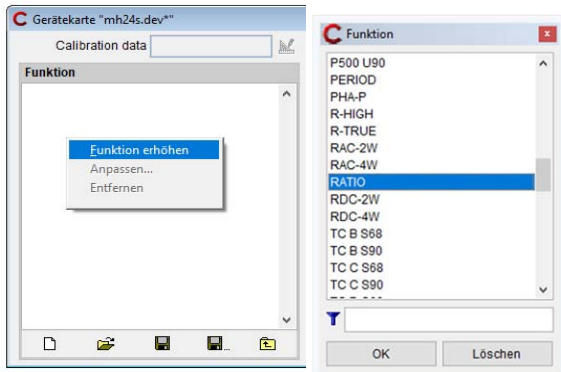


- Doppelklicken Sie nun links auf den gewählten Dateinamen, um eine Ebene tiefer (zur Definition der Messfunktionen) zu gelangen

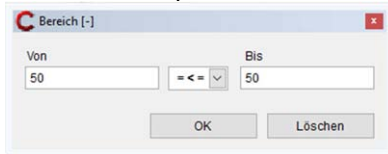


a) RATIO

- Die Stromspule vervielfacht ja lediglich den ausgegebenen Strom, daher ist ihre einzige Funktion *RATIO*. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Funktion* und dann mit der linken Taste auf *Funktion erhöhen*. Wählen Sie dann die Funktion *RATIO* aus



- Mit Doppelklick auf die Funktion *RATIO* gelangen Sie auf die nächste Ebene, die Definition der Messbereiche.
- In diesem Beispiel verwenden wir nur den Abgriff der Stromspule mit 50 Windungen. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Bereich* und wählen *Bereich erhöhen*, definieren Sie dann den entsprechenden Bereich

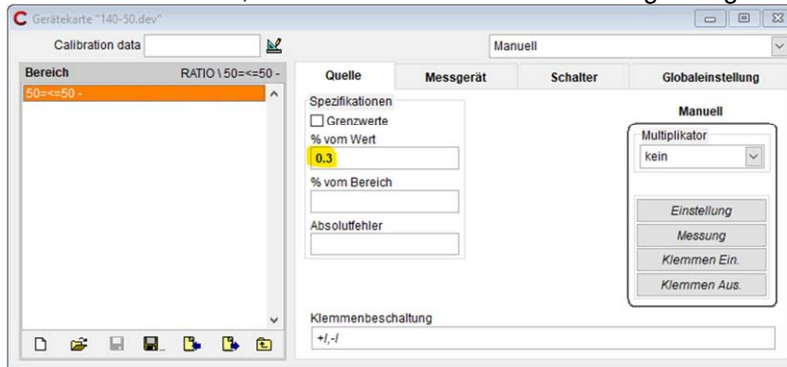



Als Operand wird hier \leq gewählt, damit dieser Bereich alle Werte von 50 bis 50 (und damit ausschließlich den Wert 50) einschließt.

- Gemäß Datenblatt der Stromspule beträgt die Ungenauigkeit 0,3 %:

<u>Technical data</u>	
Maximum input current	20 A unlimited, 30 A / 5 min
Number of windings	x 25, x 50
Accuracy:	$\pm 0.3\%$ for DC current $\pm 0.3\%$ for AC current to 100 Hz
Temperature range	5 °C - 40 °C
Weight	approx. 1,2 kg
Cross section area of the post	25 x 13 mm (25 turns) 24 x 26 mm (50 turns)
Dimensions:	195 x 125 x 40 mm
<p><i>Note: Range of applicable current versus frequency ratio can be limited by loading features of tested clamp ammeter, due to exceeding max. compliance voltage of the calibrator in current mode. Load impedance of current coil is created of combination of current coil impedance and magnetic coupling of ammeter jaws.</i></p>	

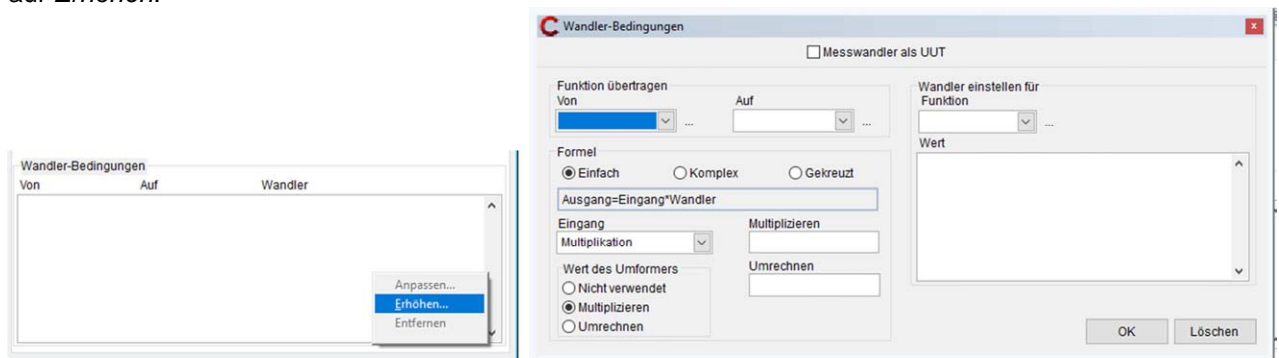
- Um dies abzubilden, wird rechts im Tab Quelle die Ungenauigkeit eingegeben:



- Über das Symbol  unten rechts gelangen Sie wieder eine Ebene höher.

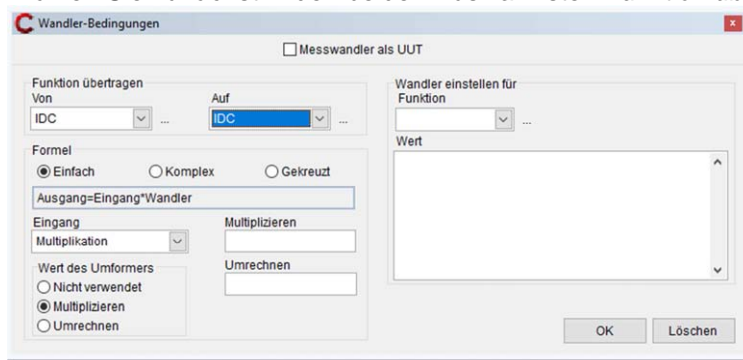
b) Wandler-Bedingungen

- Wählen Sie nun rechts den Tab *Globaleinstellung*.
Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das leere Feld *Wandler-Bedingungen* und dann mit der linken Taste auf *Erhöhen*.

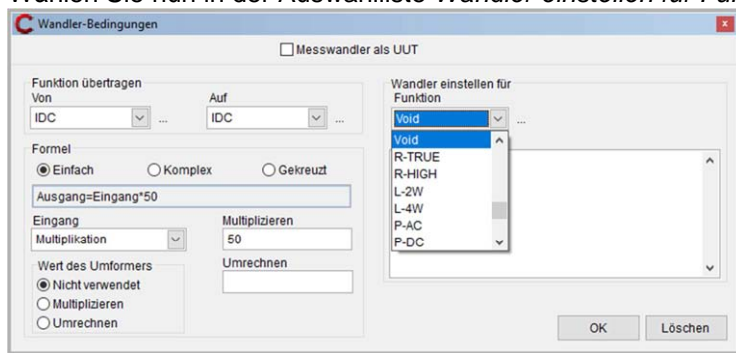


- Im Dialog *Wandler-Bedingungen* definieren Sie nun die Eigenschaften der Stromspule für die beiden Messbereiche IDC und IAC.

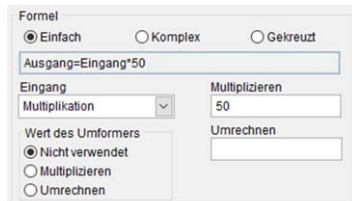
Wählen Sie zunächst in den beiden Auswahllisten *Funktion übertragen Von - Auf* jeweils *IDC*



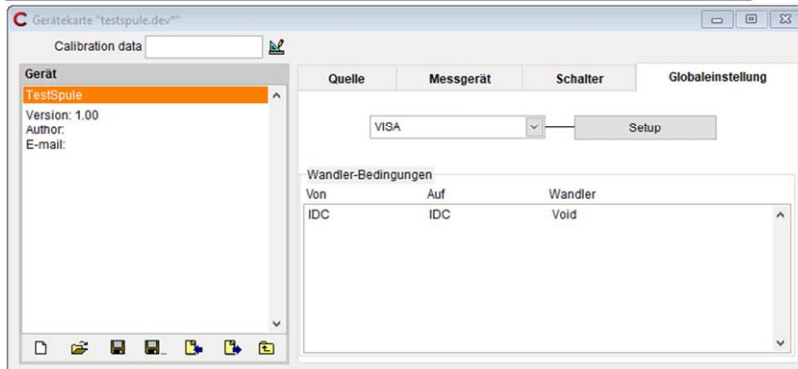
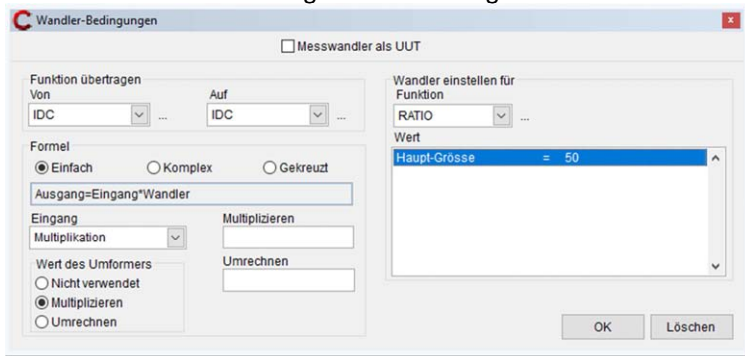
- Wählen Sie nun in der Auswahlliste *Wandler einstellen für Funktion* den Eintrag *Void*.



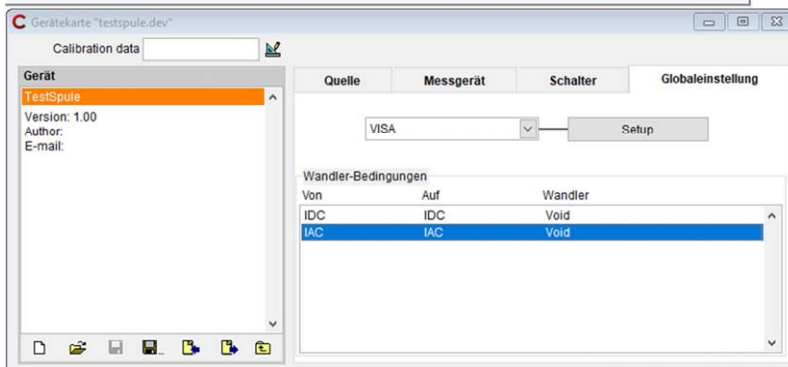
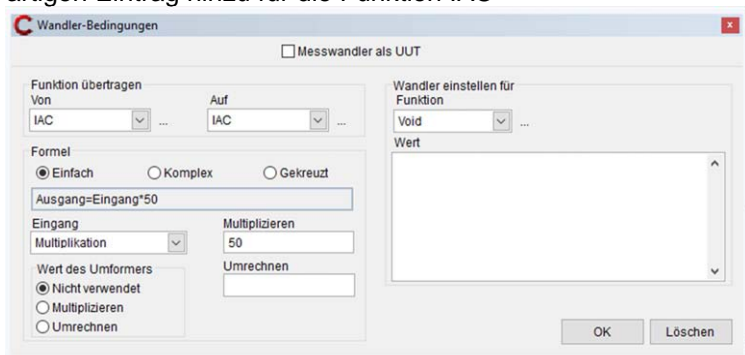
- Der Bereich *Formel* muss wie folgt eingestellt werden:



- Prüfen Sie alle Einstellungen und bestätigen diese dann mit **OK**



- Klicken Sie nun erneut mit der rechten Maustaste in das Feld *Wandler-Bedingungen* und fügen einen gleichartigen Eintrag hinzu für die Funktion IAC




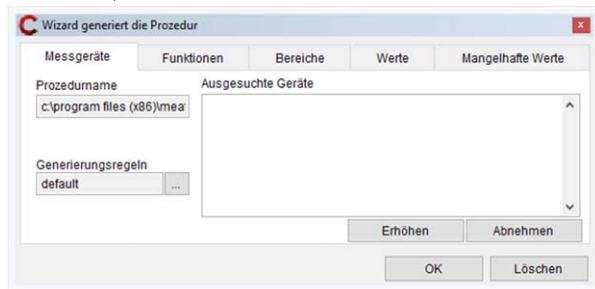
Die Gerätekarte ist nun fertiggestellt und kann gespeichert werden.

C) Prozedur erstellen für Kalibrator und Stromzange mit Stromspule und Multimeter als Hilfsmittel

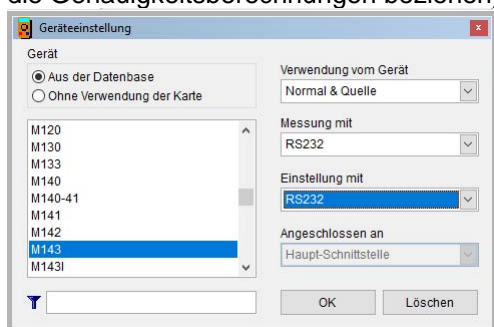
Um eine Stromzange (auch Zangenstromwandler genannt) zu kalibrieren, benötigen Sie verschiedene Hilfsinstrumente: einen Kalibrator als Stromquelle und Normal, eine Stromspule zur Verstärkung des vom Kalibrator ausgegebenen Stroms sowie - wenn die Stromzange keine eigene Messwertanzeige besitzt, sondern nur eine zum Strom proportionale Spannung ausgibt, zusätzlich ein kalibriertes Multimeter, welches das Ausgangssignal misst.

In der Caliber Software können Sie eine solche Prozedur nicht direkt erstellen, sondern müssen die Geräte in zwei Stufen hinzufügen.

- Starten Sie das Programm und öffnen den Menüpunkt *Fenster - Prozeduren*.
 - Um eine neue Prozedur zu erstellen, klicken Sie auf  und geben den gewünschten Namen der Prozedur-Datei ein, z.B. *M143i1010*



- Klicken Sie nun auf **Erhöhen**, um das erste für die Prozedur benötigte Gerät auszuwählen.
- In unserem Beispiel verwenden wir den Kalibrator M143 als **Signalquelle und gleichzeitig als Normal** (d.h. der rückführbar kalibrierte M143 ist ein Gerät, dessen Werte als korrekt angesehen werden und auf das sich die Genauigkeitsberechnungen beziehen).

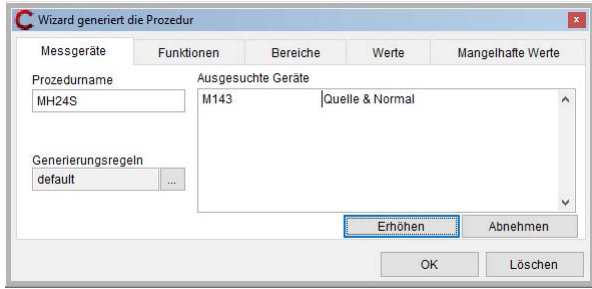


Wählen Sie links in der Liste den M143 aus und als **Verwendung vom Gerät Normal & Quelle**.

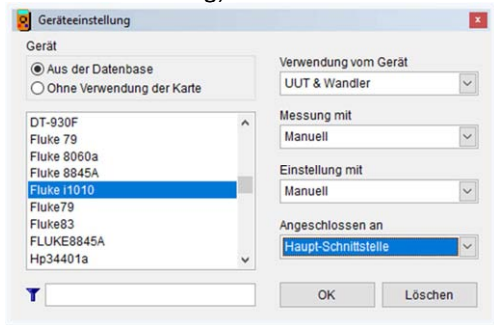
Der M143 ist über RS232 Schnittstelle mit dem PC verbunden; hierüber wird er gesteuert und meldet seine Einstellwerte zurück. Daher wird sowohl unter *Messung mit* als auch unter *Einstellung mit* RS232 gewählt. Fügen Sie das Gerät mit OK hinzu.

Hinweis: Wenn Sie mit einem PC ohne RS232 Schnittstelle arbeiten, verwenden Sie einen RS232 / USB Umsetzer und schließen diesen an eine USB Schnittstelle des PC an. Der Umsetzer wird dann im PC als virtueller COM Port erkannt, und Sie können für die o.g. Einstellungen ebenfalls die RS232 Schnittstelle auswählen.

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard wieder auf *Erhöhen*, um das zweite Gerät auszuwählen.



- Dieses ist die Stromzange Fluke i1010, die wir ja kalibrieren möchten. Sie wird verwendet als UUT (Unit Under Test - Prüfling) und Wandler.



Wählen Sie links in der Liste die i1010 aus und als *Verwendung vom Gerät* **UUT & Wandler**. Die Stromzange wird manuell bedient, daher wird unter *Messung mit* und unter *Einstellung mit* jeweils **Manuell** gewählt.

Angeschlossen wird das Gerät an die Haupt-Schnittstelle.

Fügen Sie das Gerät mit OK hinzu.

Hinweis: Erneut der Hinweis: **klicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst später !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Funktionen*.

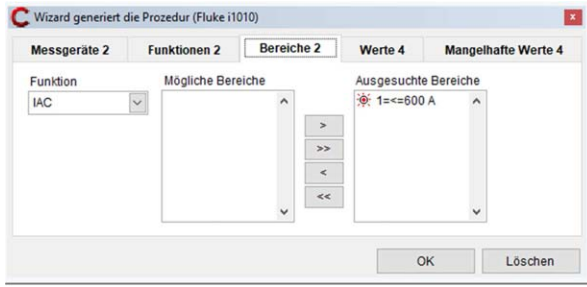


- Beide Funktionen aus der Gerätekarte der i1010 wurden automatisch ausgewählt, um sie in der Kalibrier-Prozedur zu verwenden.

Wenn Sie bestimmte Funktionen nicht kalibrieren möchten, können Sie diese anklicken und mit der nach links zeigenden Pfeiltaste abwählen.

Hinweis: Erneut der Hinweis: **klicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst später !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Bereiche*.

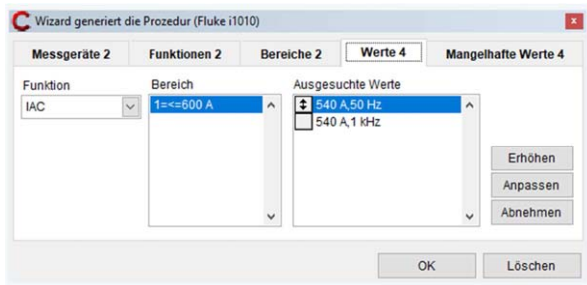


- Beide Messbereiche der zuvor ausgewählten Funktionen wurden automatisch ausgewählt, um sie in der Kalibrier-Prozedur zu verwenden. Die Bereiche sind nach Funktionen sortiert; in der Auswahlbox links lässt sich die Funktion auswählen, deren Bereiche aktuell angezeigt werden.

Wenn Sie bestimmte Bereiche nicht kalibrieren möchten, können Sie diese anklicken und mit der nach links zeigenden Pfeiltaste abwählen.

Hinweis: Erneut der Hinweis: **klicken Sie noch nicht im Prozedur-Wizard unten auf OK** - das kommt erst später !

- Klicken Sie im Prozedur-Wizard nun auf den Tab *Werte*.

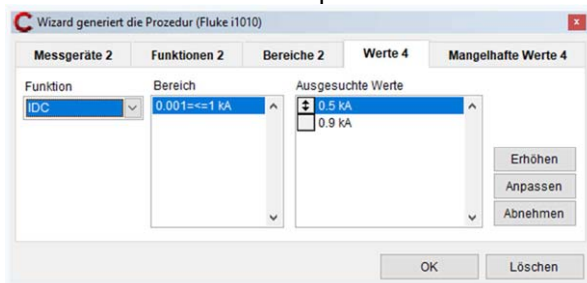


- 4 Messwerte der zuvor ausgewählten Funktionen und Bereiche wurden automatisch ausgewählt, um sie in der Kalibrier-Prozedur zu verwenden. Die Werte sind nach Funktionen und Bereichen sortiert; in der Auswahlbox links lässt sich die Funktion auswählen und in der mittleren Liste der Bereich, dessen Messwerte aktuell angezeigt werden.

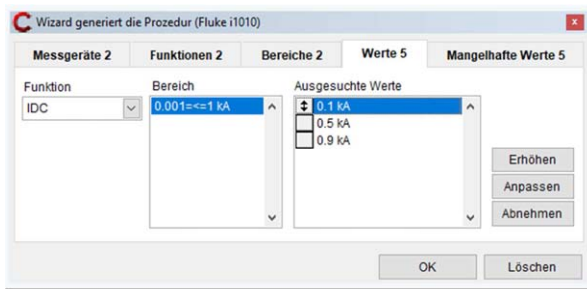
Auch hier lassen sich Messwerte noch verändern (*Anpassen*), entfernen (*Abnehmen*) oder hinzufügen (*Erhöhen*) bzw. ihre Reihenfolge innerhalb der Kalibrier-Prozedur verändern (auf die Pfeiltaste klicken und den Eintrag an die gewünschte Position ziehen).

- Wir würden hier einige Messwerte hinzufügen bzw. abändern, um sowohl im Gleichstrom- wie auch im Wechselstrombetrieb mindestens drei Werte zu testen.

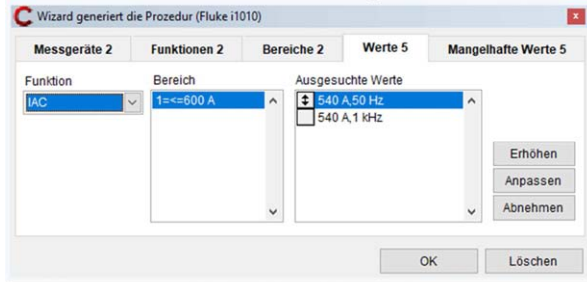
Wählen Sie in der linken Spalte die Funktion IDC.



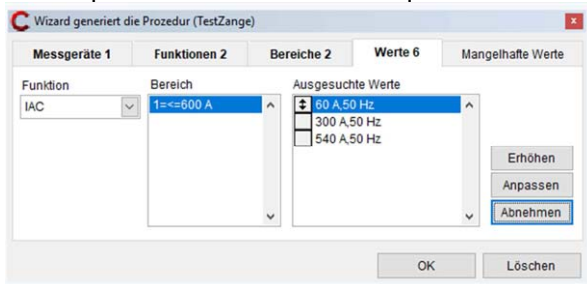
Um die Gleichstromfunktion mit jeweils 10, 50 und 90 % Aussteuerung zu testen, wählen Sie ganz rechts Erhöhen, geben den Wert 0,1 kA ein und bestätigen dies mit OK. Klicken Sie dann einmal auf den neuen Eintrag 0,1 kA und ziehen diesen mit dem Doppelpfeil Symbol ganz nach oben.



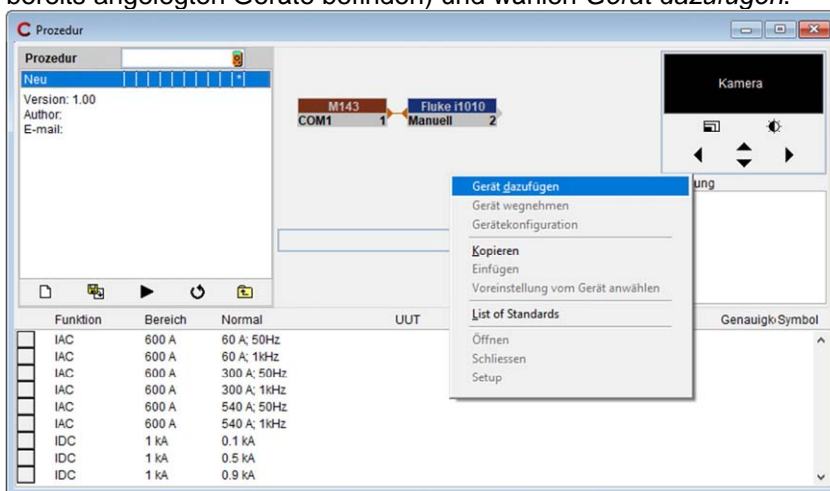
Wählen Sie nun in der linken Spalte die Funktion IAC.



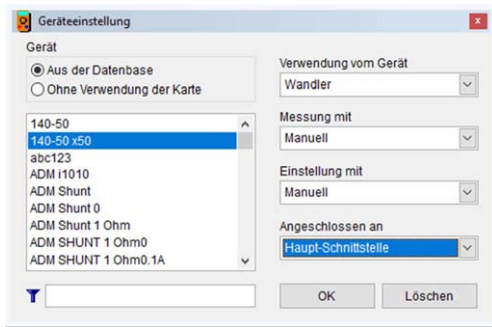
Um auch die Wechselstromfunktion mit jeweils 10, 50 und 90 % Aussteuerung zu testen, fügen Sie mit der *Erhöhen* Funktion die Werte 60 A 50 Hz und 300 A 50 Hz hinzu, löschen die Funktion 540 A 1000 Hz (die Stromspule 140-50 ist nur für Frequenzen bis 100 Hz bestimmt) und sortieren diese.



- Nun bestätigen Sie alle Eingaben mit OK; damit ist die Basis-Prozedur fertig konfiguriert und die beiden zusätzlichen Geräte können hinzugefügt werden.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Prozedur Dialog in das mittlere, obere Feld (dort, wo sich die beiden bereits angelegten Geräte befinden) und wählen *Gerät dazufügen*.

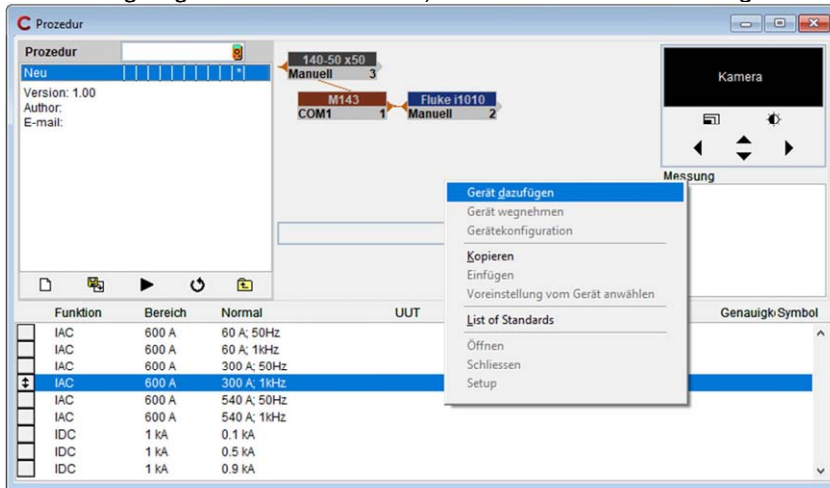


Dieses ist die Stromspule 140-50 x50, für die wir ja bereits eine Gerätekarte angelegt haben. Sie wird verwendet als Wandler, wird manuell bedient und an die Haupt-Schnittstelle angeschlossen.

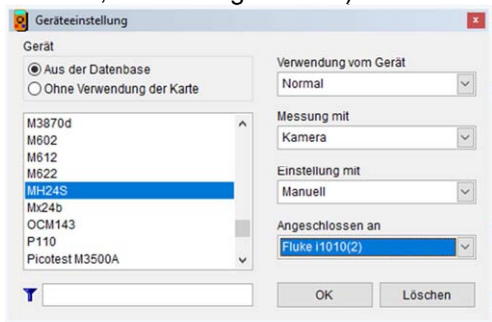


Fügen Sie das Gerät mit OK hinzu.

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste im Prozedur Dialog in das mittlere, obere Feld (dort, wo sich die beiden bereits angelegten Geräte befinden) und wählen *Gerät dazufügen*.

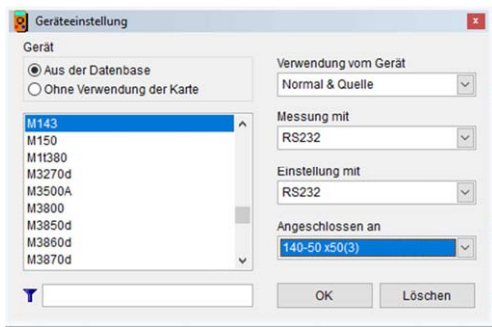


- Dieses ist das Multimeter, das wir zum Auslesen der Spannungssignale der Stromspule verwenden möchten; das Multimeter sollte hierfür rückführbar kalibriert sein. Als Beispiel verwenden wir das Multimeter MH24S, für das wir ja bereits eine Gerätekarte angelegt haben. Es wird verwendet als *Normal*, Messung und Einstellung nach Ihrer Wahl (in unserem Beispiel: Messung mit der Kamera, Einstellung manuell) und an das Fluke i1010 angeschlossen.



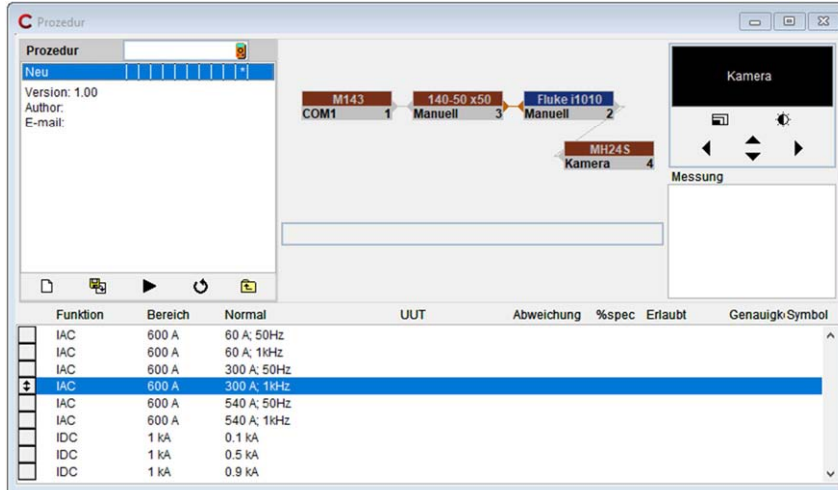
Fügen Sie das Gerät mit OK hinzu.

- Um die Verbindung zwischen dem Kalibrator M143 und der Stromspule 140-50 herzustellen, müssen Sie nun noch einmal mit Rechtsklick den M143 auswählen und dann *Gerätekonfiguration* auswählen.



Ändern Sie rechts unten in der Auswahlliste *Angeschlossen an* den Eintrag auf *140-50 x50* und schließen dies mit OK ab.

- Sie können nun die Geräte so verschieben, dass diese und ihre Verbindungen leicht erkennbar sind:



Die Verbindungen sollten dem Signalfluss entsprechen: Kalibrator - Stromspule - Stromzange - Multimeter.

Die Prozedur ist nun fertiggestellt und kann gespeichert werden.

Wir empfehlen, die Prozedur nun auszuprobieren, wie in Kapitel 3B beschrieben.