

Handbuch TRIME-GWs

TRIME-GWs mit externer GR-Sonde



IMKO Micromodultechnik GmbH
Am Reutgraben 2
D - 76275 Ettlingen

Telefon: +49 - (0)7243 - 5921 - 0
Fax: +49 - (0)7243 - 90856
e-mail: info@imko.de
http: [//www.imko.de](http://www.imko.de)

Bedienungsanleitung für TRIME-GWs

Vielen Dank, dass Sie dieses IMKO-Produkt erworben haben.

Bitte lesen Sie diese Anleitung sorgfältig durch, damit Sie mit Ihrem Feuchtemesssystem TRIME-GWs zur In-line Feuchtemessung optimale Ergebnisse erzielen. Sollten Sie nach der Lektüre Fragen oder Anregungen zu Ihrer neuen Messsonde haben, wenden Sie sich bitte an unsere Vertragshändler oder an IMKO direkt. Wir freuen uns wenn wir Ihnen weiterhelfen dürfen.

Inhaltsverzeichnis

1. Beschreibung FeuchteMessumformer TRIME-GWs	4
1.1.1. Das patentierte TRIME® TDR-Messverfahren	4
1.1.2. TRIME® im Vergleich zu anderen Messverfahren.....	4
1.1.3. Einsatzmöglichkeiten TRIME-GWs	4
1.2. Funktionsweise	5
1.2.1. Messwerterfassung mit physikal. Vorüberprüfung, Mittelwertbildung und Filterung	5
1.2.2. Material-Temperaturmessung	5
1.2.3. Temperaturkompensation beim Einsatz in höheren Temperaturen.....	5
1.2.4. Temperaturkompensation der internen SONO-Elektronik	5
1.2.5. Kompensation des Temperatur des zu vermessenden Materials.....	5
1.3. Die Analogausgänge zur Messwertausgabe	6
1.4. Die seriellen Schnittstellen RS485 und IMP-Bus	7
1.4.1. Der IMP-Bus zur praxisfreundlichen Sensorvernetzung	7
1.4.2. Fehlerausgabe und Fehlermeldungen	7
2. Anschlussmöglichkeiten an TRIME-GWs	8
2.1. TRIME-GWs auf die passende Betriebsart und Kalibrierstufe einstellen.....	8
2.2. Systemdarstellung TRIME-GWs mit GR-Sonde und SONO-VIEW	9
2.3. Anschlussplan zur SPS und Einsatz von SONO-VIEW	10
2.4. Steckerbelegung von TRIME-GWs	11
2.5. Analogausgang 0..10V mit Shunt-Widerstand	12
3. Der Einsatz in der Praxis.....	13
3.1.1. Überwachung bei der Getreideannahme	14
3.1.2. Manuelle Steuerung des Getreidetrockners.....	14
3.1.3. Automatische Regelung des Getreidetrockners.....	14
3.2. Wo bestehen für TRIME-GWs beste Einbaubedingungen <u>im Durchlauftrockner</u> ?	14
3.2.1. Wo bestehen für TRIME-GWs beste Einbaubedingungen <u>im Umlauftrockner</u> ?	15
4. Installation der GR-Sonde.....	16
4.1. Einbau der GR-Sonde in der Abluftseite der Trocknerwand	16
4.2. Einbau direkt im Abluftkanal eines Dächertrockners.....	17
4.3. Einbau in Umlauftrocknern	17
4.4. Austausch einer GR-Sonde.....	18
4.5. Gerätemontage Messumformer TRIME-GWs	18

5. Mechanische Abmessungen	19
5.1. Schutz der MIL-Steckers gegen Abrieb	19
6. Inbetriebnahme und Handhabung	20
6.1. Leitfaden für die Justierung zur Relativwert-Feuchtemessung (vor der Heizzone in der Trocknersäule)	21
6.2. Justierung zur Absolutwert-Feuchtemessung	21
6.2.1. Justierung bei Anlagen mit mehreren TRIME-GWs.....	22
6.3. Die Kalibrierstufen-Auswahl Cal1 bis Cal15	22
6.3.1. Kalibrierkurven mit oder ohne Temperaturkompensation.....	23
6.4. Auswahl und Anwendung des Referenzmessverfahrens	26
6.4.1. Messdatenerfassung im Probetrieb	26
6.4.2. Einstellung bzw. Anpassung der Messgut-Kalibrierkurve (Justierung).....	27
6.4.3. Beispiel für die Anpassung einer Weizen-Kalibrierkurve	27
7. Messmodus-Konfiguration	28
7.1.1. Betriebsart CA oder CF des TRIME-GWs bei nicht-kontinuierlichem Materialfluss	28
7.1.2. Mittelwertbildung im Messmodus CA und CF	30
7.1.3. Filterung bei Materiallücken im Messmodus CA und CF	31
7.1.4. Betriebsart CC – Automatische Aufsummierung einer Feuchte-Mengenmessung in einem Batchvorgang.....	31
7.2. Das Erstellen einer linearen Kalibrierkurve für ein spezielles Material	34
7.2.1. Kalibrierkurven Calculation für eine 2-Punkt Kalibrierung	34
7.2.2. Kalibrierkurven Kalkulation für eine Nichtlineare Kalibrierkurve	36
7.2.3. Kalibrierkurven Kalkulation für eine 1-Punkt Kalibrierung.....	36
8. Serieller Anschluss am SM-USB Modul von IMKO	37
9. Kurzanleitung für die Inbetriebnahme-Software SONO-CONFIG	39
9.1.1. Scan von angeschlossenen SONO-Sonden an der seriellen Schnittstelle	39
9.1.2. Einstellen der Sonden-Betriebsart und der seriellen SONO-Schnittstelle	40
9.1.3. Analogausgänge der SONO-Sonde.....	40
9.1.4. Einstellen der Sonden-Betriebsart	41
9.1.5. Einstellen der Präzision einer Einzelwertmessung	43
9.1.6. Auswahl der einzelnen Kalibrierungen in der SONO-Sonde	44
9.1.7. Testmessung in der jeweiligen Betriebsart	45
9.1.8. Messung im Datenloggerbetrieb	45
9.1.9. Basisabgleich in Luft und trockenen Glasperlen.....	46
9.1.10. Abgleich des Materialtemperatur-Fühlers	47
9.1.11. Abgleich der Electronic-Temperatur.....	47
10. Technische Daten TRIME-GWs	48
11. Sicherheitshinweise	49

1. Beschreibung FeuchteMessumformer TRIME-GWs

1.1.1. Das patentierte TRIME[®] TDR-Messverfahren

Die TDR-Technik (Time-Domain-Reflectometry) beruht auf einem Radar-basierten dielektrischen Messverfahren bei dem die Laufzeiten von elektromagnetischen Impulsen zur Messung der Dielektrizitätskonstanten bzw. des Wassergehaltes bestimmt werden.

Das TRIME-GWs Feuchtemesssystem besteht aus einem Messumformer und einer externen 2-Stab GR-Sonde mit 2,5m Kabellänge. Im TRIME-GWs ist ein integrierter TDR Messumformer aus der SONO-Serie der Firma IMKO eingebaut. Der im TRIME[®] Messumformer erzeugte hochfrequente TDR-Impuls (1 GHz) läuft entlang von Wellenleitern und baut ein elektromagnetisches Feld um diese Leiter und damit im Material um die Sonde auf. Mit einem patentierten Messverfahren ist es IMKO gelungen, die Laufzeit dieses Impulses mit einer Auflösung von einer Picosekunde (1×10^{-12}) zu messen um somit Feuchte und Leitfähigkeit zu bestimmen.

Der ermittelte Feuchtegehalt sowie die Leitfähigkeit bzw. die Temperatur kann entweder über zwei Analogausgänge 0(4) ...20 mA direkt in eine SPS eingespeist werden, oder über die serielle Schnittstelle abgefragt werden.

1.1.2. TRIME[®] im Vergleich zu anderen Messverfahren

Im Gegensatz zu Kapazitiven oder Mikrowellen Messverfahren bietet die TRIME[®]-Technologie (Time-Domain-Reflectometry with Intelligent Micromodule Elements) viele Vorteile bei der Feuchtemessung.

Das TRIME-TDR Verfahren arbeitet im optimalen Frequenzbereich zwischen 600MHz und 1,2 GHz.

Kapazitive Messverfahren (auch Frequency-Domain-Technology genannt) arbeiten je nach Gerät, in einem Frequenzbereich zwischen 5MHz und 40MHz und zeigen dadurch Beeinflussung durch Störgrößen wie Temperatur und hohe Mineraliengehalte im zu vermessenden Material.

Mikrowellen-Meßsysteme arbeiten mit hohen Frequenzen >2GHz. Bei diesen Frequenzen entstehen Nichtlinearitäten die aufwendig kompensiert werden müssen. Daher sind Mikrowellenmeßsysteme in stärkerem Maße gegenüber Temperaturschwankungen empfindlich.

Die modulare TRIME-Technologie ermöglicht Spezialanwendungen ohne großen Aufwand und kann variabel im Sondendesign an viele Anwendungen angepasst werden.

1.1.3. Einsatzmöglichkeiten TRIME-GWs

TRIME-GWs mit der GR-Sonde eignet sich zur Feuchtemessung direkt in einem Trockner für verschiedene Kornarten. Die GR-Stabsonde verlangt jedoch, dass das zu vermessende Material gut rieselfähig ist, damit es sich bei Schüttbewegungen gut an die Stäbe anlegen kann. Bei weniger gut rieselnden Materialien wäre der Einsatz von Oberflächensonden wie z.B. SONO-VARIO LD oder SONO-GS1 zu empfehlen.

Der Sondenkopf der GR-Sonde besteht aus PEEK und ist damit bis zu Temperaturen von >100°C einsetzbar. Das 2,5m lange Sondenanschlusskabel besteht aus Teflon. Sondenkopf und Anschlusskabel sind temperaturbeständig bis zu 130°C. Die Umgebungstemperatur des Messumformers TRIME-GWs sollte 80°C nicht überschreiten.

1.2. Funktionsweise

1.2.1. Messwerterfassung mit physikal. Vorüberprüfung, Mittelwertbildung und Filterung

TRIME und SONO-Sonden messen intern mit sehr hohen Zyklusraten im 10kHz Bereich, geben den Messwert aber mit einer Zykluszeit von 250 Millisekunden am Analogausgang aus. In diesen 280 Millisekunden erfolgt bereits eine Sonden-interne Vorüberprüfung des Feuchtwertes, d.h. es werden nur plausible und bereits physikalisch überprüfte und etwas vorgemittelte Einzel-Messwerte weiterverarbeitet, was die Zuverlässigkeit für die Erfassung der Messwerte an eine nachgeschaltete Steuerung erheblich erhöht.

Im **Messmodus CS** (Cyclic-Successive) erfolgt keine weitere Mittelwertbildung und die Zykluszeit beträgt hier 280 Millisekunden. Im **Messmodus CA, CF, CC und CK** werden nicht die momentan gemessenen Einzelwerte unmittelbar ausgegeben, sondern es wird ein Mittelwert über eine einstellbare Anzahl von Messungen (Average) gebildet um kurzzeitig auftretende Schwankungen herauszufiltern. Diese Schwankungen können durch inhomogene Feuchteverteilung im Material am Sondenkopf hervorgerufen werden. TRIME- und SONO-Systeme sind werkseitig mit passenden Parametern für die Mittelungszeit und mit einer leistungsfähigen Filterfunktion für gängige Anwendungen ausgeliefert. Die Zeit für die Mittelwertbildung sowie verschiedene Filterfunktionen können für Spezialanwendungen angepasst werden.

1.2.2. Material-Temperaturmessung

In der GR-Sonde ist an einer der zwei Stabspitzen ein Temperatfühler eingebaut der die Materialtemperatur bzw. Korntemperatur ermittelt. Die Temperatur kann am Analogausgang 2 ausgegeben werden.

1.2.3. Temperaturkompensation beim Einsatz in höheren Temperaturen

SONO-Sonden weisen eine generell niedrige Temperaturabhängigkeit auf. Trotzdem gibt es Applikationen, wo eine Temperaturkompensation notwendig ist. SONO Sonden bieten zwei Möglichkeiten der Temperaturkompensation.

1.2.4. Temperaturkompensation der internen SONO-Elektronik

Bei dieser Temperaturkompensation kann ein möglicher Temperaturgang der TRIME- bzw. SONO-Elektronik kompensiert werden. Da die SONO-Elektronik eine generell geringe Temperaturabhängigkeit aufweist, wird hier für „normale“ Umgebungstemperaturbereiche der Standardparameter **TempComp=0.2** in jeder SONO-Sonde voreingestellt. Dieser Parameter TempComp kann für den Einsatz bei hohen Temperaturen, je nach SONO-Sondentyp bis zu 80°C, auf Werte bis zu **TempComp=0.75** eingestellt werden. Nach einer Veränderung des Parameters TempComp>0.2 empfiehlt es sich allerdings, mit der SONO-Sonde eine Basiskalibrierung in Luft und Wasser durchzuführen. Die Einstellung des Parameters TempComp ist mit Hilfe des Softwaretools SONO-CONFIG, im Punkt „Calibrations“, im Menu „Electronic-Temperature-Compensation“ möglich.



Achtung: Bei Veränderung des Parameters TempComp verändert sich die Basiskalibrierung der Sonde, weshalb dann eine neue Basiskalibrierung der GR-Sonde erforderlich wäre!

1.2.5. Kompensation des Temperatur des zu vermessenden Materials

Beim Einsatz in höheren Temperaturbereichen zeigen Wasser und bestimmte zu vermessende Materialien eine Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten DK. Über die Dielektrizitätskonstante wird die Feuchte ermittelt, d.h. die DK ist der eigentliche Messparameter bei der Feuchtemessung mit SONO-Sonden. Zeigen zu vermessende Materialien wie z.B. Mais eine ganz spezielle Temperaturabhängigkeit der DK, wie z.B. eine Temperaturabhängigkeit in nur ganz bestimmten Feuchtebereichen, dann kann es erforderlich sein, eine wesentlich aufwendigere Material-Temperaturkompensation durchzuführen, die jedoch mit erheblichen Laborarbeiten verbunden ist. Dafür muss zusätzlich zur Feuchte die Temperatur des vermessenen Materials mit dem in einer

SONO-Sonde eingebauten Temperaturfühler gemessen werden. In jeder der 15 Kalibrierstufen Cal1 bis Cal15 können die Parameter t0 bis t5 gesetzt werden (siehe Kapitel „Auswahl der einzelnen Kalibrierungen..“). Bei Bedarf für diese sehr aufwendige materialspezifische Temperaturkompensation bitten wir um Kontaktaufnahme mit dem Service der IMKO GmbH.

1.3. Die Analogausgänge zur Messwertausgabe

Die Messwerte werden als Stromsignal über den Analogausgang ausgegeben. Die SONO-Sonde kann mit Hilfe des Service-Programms **SONO-CONFIG** auf die zwei Ausführungen für 0..20mA oder 4..20mA eingestellt werden. Weiterhin kann mit **SONO-CONFIG** der Feuchte-Dynamikbereich bei der Analogausgabe variabel eingestellt werden, z.B. 0-10%, **0-20%** oder 0-30%, je nach Anforderung.

Ausgang 1: Feuchte in % (variabel einstellbar)

Ausgang 2: Leitfähigkeit (EC-TRIME) 0...12dS/m oder wahlweise Temperatur 0...70°C,

oder wahlweise die Standardabweichung bei der Feuchtemessung.

Weiterhin besteht die Möglichkeit den Analogausgang 2 in zwei Bereiche aufzuteilen um sowohl Leitwert als auch Temperatur auszugeben, in 4..11mA für die Temperatur und 12..20mA für die Leitfähigkeit. Der Analogausgang 2 wechselt dabei automatisch im 5-Sekundenzyklus zwischen diesen beiden Stromfenstern.

Die beiden Analogausgänge können variabel mit der Software SONO-CONFIG angepasst werden. Für einen 0-10Vdc Spannungsausgang kann ein 500R Widerstand eingesetzt werden.

Für die Analogausgänge 1 und 2 ergeben sich für die SONO-Sonde damit mehrere Einstellmöglichkeiten:

Analog Output: Auswahl 0...20mA oder 4...20mA

0..20mA

4..20mA

Für spezielle Steuerungen und Anwendungen kann der Stromausgang auch invers eingestellt werden mit : **20mA...0mA** sowie **20mA...4mA**

Analog Output Channels: Die zwei Analogausgänge der SONO-Sonde können unterschiedlich auf eine von vier möglichen Varianten eingestellt werden.

<p>1. Moist, Temp</p>	<p>Analogausgang 1 für Feuchte, Ausgang 2 für die Materialtemperatur.</p>
<p>2. Moist, Conduct</p>	<p>Analogausgang 1 für Feuchte, Ausgang 2 für die Leitfähigkeit von 0..20dS/m bzw. 50dS/m</p>
<p>3. Moist, Temp/Conductivity</p>	<p>Analogausgang 1 für Feuchte, Ausgang 2 für die Materialtemperatur und die EC-TRIME Leitfähigkeit mit automatischem Stromfenster-Wechsel.</p>
<p>4. Moist / MoistSTdDev</p>	<p>Analogausgang 1 für Feuchte, Ausgang 2 für die Standardabweichung bei der Feuchtemessung (für den Einsatz z.B. in Wirbelschichttrockner).</p>

Der Feuchte-Dynamikbereich (Moisture-Range) und der Material-Temperatur-Ausgabebereich am Analogausgang 1 und 2 können variabel eingestellt werden. Der Moisture-Range darf 100% nicht überschreiten.

Moisture Range in %

Maximum: z.B. 20 für Sand (Set in %)

Minimum: 0

Temp. Range in °C:

Maximum: 70°C

Minimum: 0°C

Leitfähigkeit/Conductivity Range: 0..20dS/m oder 0...50dS/m

SONO-Sonden können je nach Sondentyp und abhängig von der Feuchte, die Porenwasserleitfähigkeit EC-TRIME von 5dS/m bis zu 50dS/m messen.

1.4. Die seriellen Schnittstellen RS485 und IMP-Bus

Der Messumformer TRIME-GWs besitzt ein Standard RS485-Interface sowie den IMP-Bus um einzelne Parameter oder Messwerte seriell auszulesen. Ein einfach zu implementierendes Datenübertragungs-Protokoll ermöglicht den Anschluss mehrerer Sonden an einer der seriellen Schnittstellen. Weiterhin kann der Messumformer TRIME-GWs über die RS485 oder die IMP-Bus Schnittstelle und das von IMKO lieferbare SM-USB Modul direkt am USB-Port eines PC's angeschlossen werden um einzelne Messparameter anzupassen oder Kalibrierungen durchzuführen.

Bitte beachten: Standardmäßig wird TRIME-GWs mit einer Aktivierung des IMP-Busses ausgeliefert. Um mit der RS485-Schnittstelle zu arbeiten, muss die Schnittstelle mit Hilfe der Software SONO-CONFIG über das Modul SM-USB vom IMP-Bus auf die RS485 umgeschaltet bzw. aktiviert werden.

Im Download-Bereich der IMKO-Homepage www.imko.de kann die Dokumentation des Datenübertragungsprotokolls heruntergeladen werden.

1.4.1. Der IMP-Bus zur praxisfreundlichen Sensorvernetzung

Bei externer Spannungsversorgung der Sonden vor Ort genügt eine 2-Drahtleitung zur Vernetzung. Bei Verwendung einer 4-Drahtleitung können TRIME und SONO-Sonden aber auch mit Spannung versorgt werden.

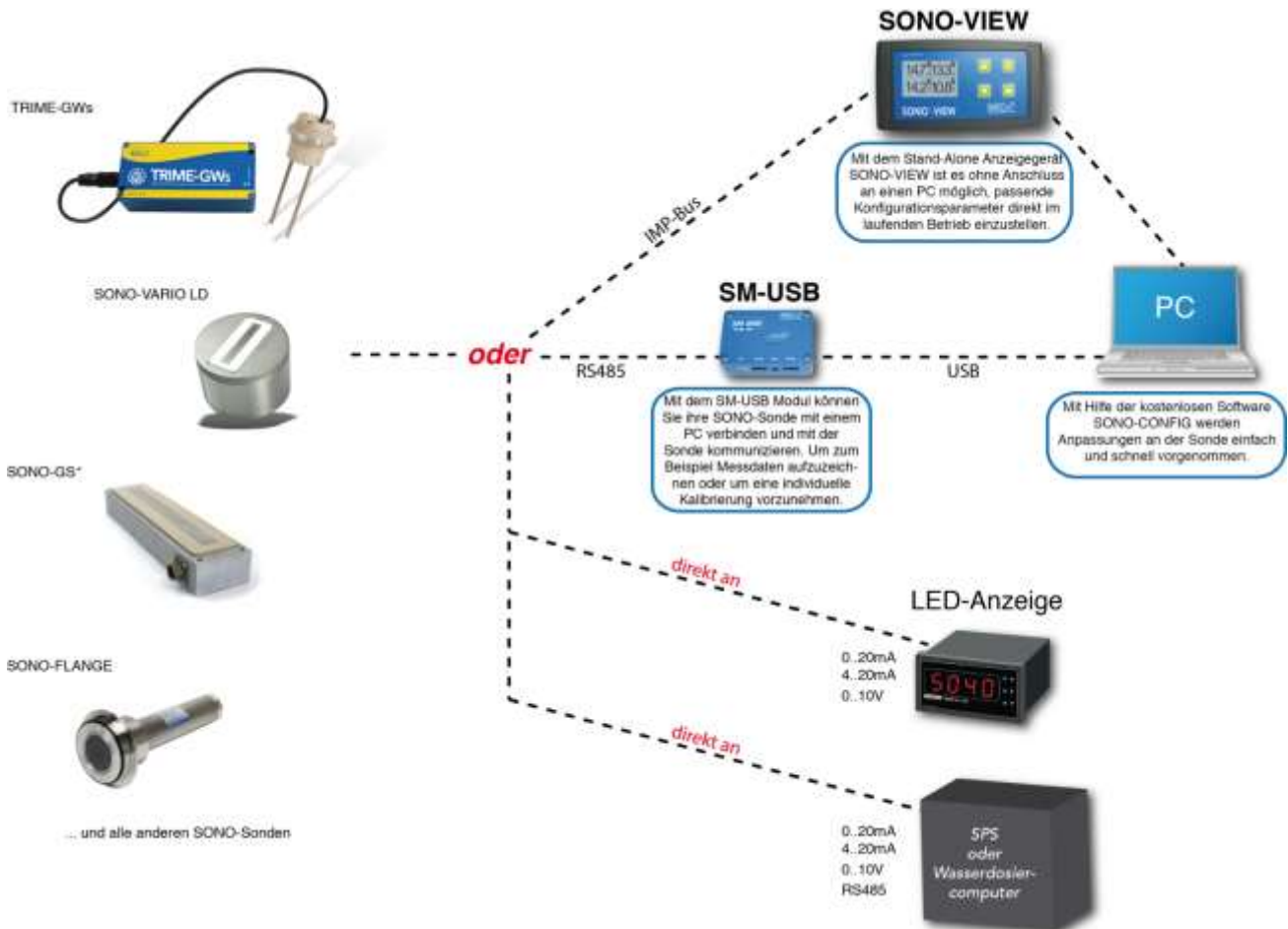
Standard RS485-Schnittstellen machen oft Probleme! Sie sind nicht galvanisch getrennt, d.h. es besteht immer die Gefahr von Masseschleifen oder Störimpulsen was zu erheblichen Sicherheitsproblemen führen kann. Weiterhin muss für die RS485, besonders bei größeren Kabellängen ein geschirmtes und verdrahtes Kabel eingesetzt werden. Je nach Verkabelungsplan (Topologie) mit einzelnen Stichleitungen muss dann an „sensiblen“ Stellen im RS485-Netzwerk ein 100Ohm Abschlusswiderstand angebracht werden. Für die Praxis bedeutet dies erheblichen Experten-Aufwand und nicht selten unüberwindliche Probleme.

Der robuste IMP-Bus sorgt für Sicherheit. TRIME- und SONO-Sonden haben parallel zur Standard RS485-Schnittstelle noch den robusten IMP-Bus, welcher galvanisch getrennt aufgebaut ist und für erhöhte Sicherheit sorgt. Das bedeutet, dass die serielle Signalleitung von der Betriebsspannung der Sonden galvanisch getrennt ist und ein Sensornetzwerk somit ganz unabhängig von einzelnen Massepotentialen mit unterschiedlichen Netzphasen aufgebaut werden kann. Weiterhin sendet der IMP-Bus seine Datenpakete nicht als Spannungsimpulse sondern vielmehr als Stromimpulse. Dies macht den IMP-Bus äußerst robust, d.h. das Ganze funktioniert auch bei großen Kabellängen mit bereits vorhandenen und verlegten Leitungen. Ein abgeschirmtes Kabel ist nicht erforderlich und auch Stichleitungen in unterschiedlichsten Netz-Topologien stellen kein Problem dar.

1.4.2. Fehlerausgabe und Fehlermeldungen

TRIME-GWs ist sehr fehlertolerant was einen störungsfreien Betrieb ermöglicht. Über die serielle Schnittstelle können Fehlermeldungen abgefragt werden.

2. Anschlussmöglichkeiten an TRIME-GWs



2.1. TRIME-GWs auf die passende Betriebsart und Kalibrierstufe einstellen

TRIME-GWs ist bereits bei Auslieferung für Anwendungen in Getreidetrocknern auf die Kalibrierstufe Cal1, Betriebsart CF mit einer Mittelungszeit von 3 Sekunden sowie Analogausgang 4..20mA voreingestellt. Mit dieser Einstellung kann TRIME-GWs ohne weitere Anpassungen direkt im Austrag für die Getreidesorte Mais eingesetzt werden. Für Anwendungen zur Feuchtemessung in der Heizzone muss TRIME-GWs dann noch auf die Kalibrierstufe Cal-x für die jeweilige Kornsorte und evtl. einen Nullpunkt-Offset, je nach Einbauort konfiguriert und justiert werden.

Es gibt zwei Möglichkeiten TRIME-GWs zu konfigurieren bzw. zu justieren:

A: Online-Konfiguration via SONO-VIEW

Mit dem Stand-Alone Anzeigegerät SONO-VIEW ist es ohne Anschluss an einen PC möglich, passende Konfigurationsparameter direkt im laufenden Betrieb einzustellen. SONO-VIEW passt sein LCD dynamisch betreffend der Anzahl der angeschlossenen TRIME-GWs's an (siehe Handbuch SONO-VIEW).

B: Konfiguration mit Hilfe des Moduls SM-USB

TRIME-GWs kann über das externe Modul SM-USB und die serielle Schnittstelle an einen PC angeschlossen werden. Mit dem Softwaretool SONO-CONFIG kann TRIME-GWs auf die passende Betriebsart mit den einzelnen Parametern eingestellt werden. Die Betriebsart kann abhängig von unterschiedlichen Anwendungen eingestellt werden. Für einen Einsatz im Getreidetrockner wurde TRIME-GWs auf die Betriebsart CF mit einer Mittelungszeit von 3 Sekunden voreingestellt (siehe Kapitel „Messmodus Konfiguration“).

Weiterhin ist es möglich eine der 15 Kalibrierkurven einzustellen. Eine Nullpunktkorrektur kann ebenfalls mit SONO-CONFIG durchgeführt werden.

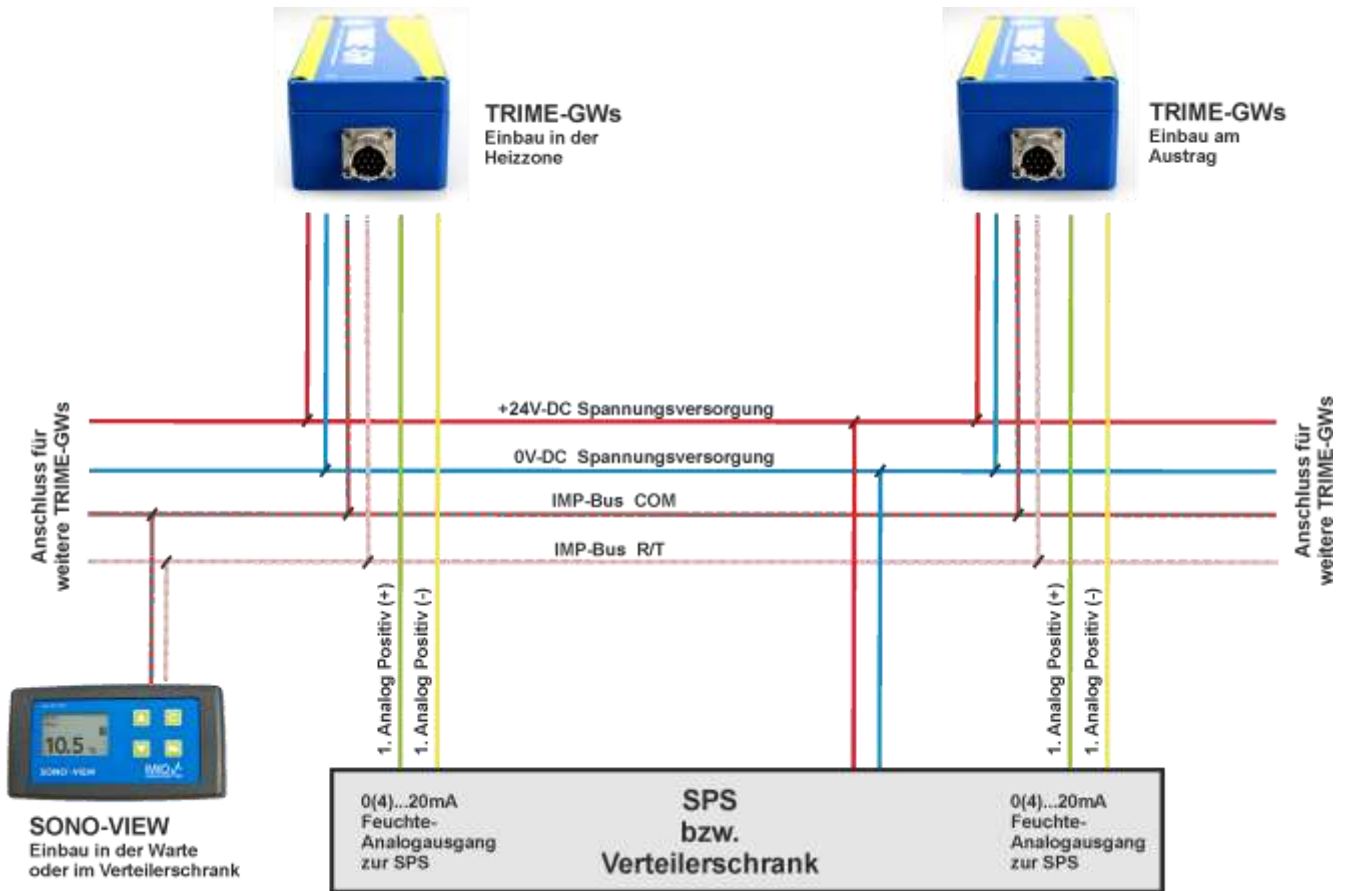
Alle eingestellten Konfigurationsparameter werden in TRIME-GWs nichtflüchtig gespeichert. Die eingestellten Parameter wirken sich unmittelbar auf den Analogausgang 0(4)..20mA aus, der parallel an eine SPS herausgeführt ist.

2.2. Systemdarstellung TRIME-GWs mit GR-Sonde und SONO-VIEW



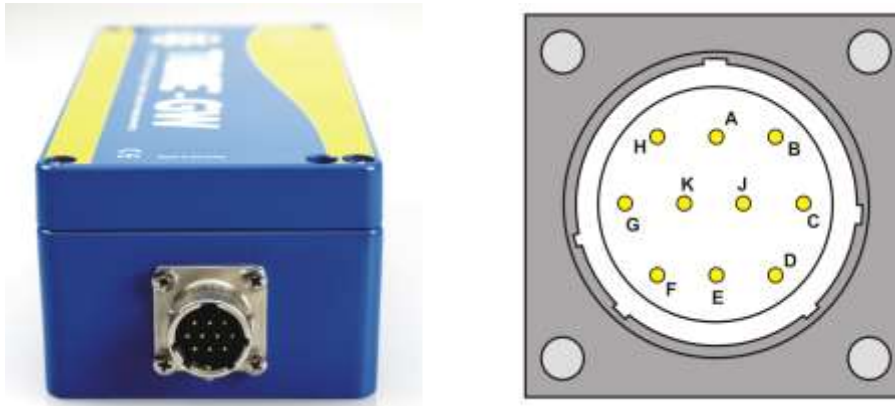
Das Anzeigegerät SONO-VIEW kann über den IMP-Bus an das TRIME-GWs angeschlossen werden.

2.3. Anschlussplan zur SPS und Einsatz von SONO-VIEW



2.4. Steckerbelegung von TRIME-GWs

TRIME-GWs wird mit einem 10-poligen MIL-Flanschstecker ausgeliefert.

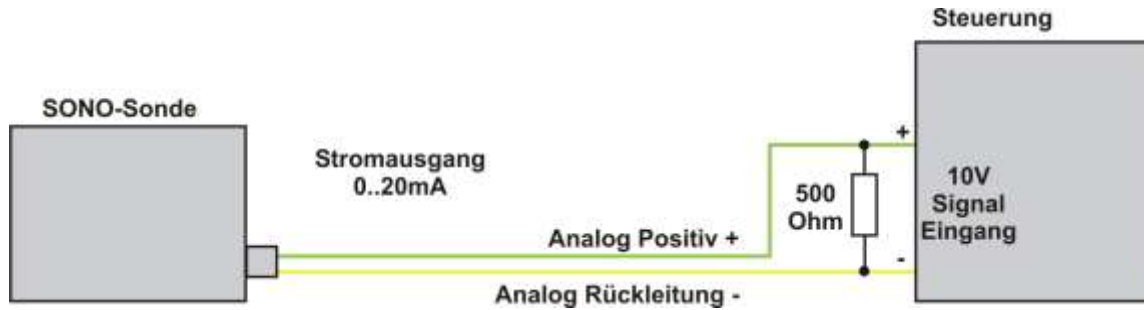


Belegung des 10-poligen MIL-Steckers und Kabelanschluss:

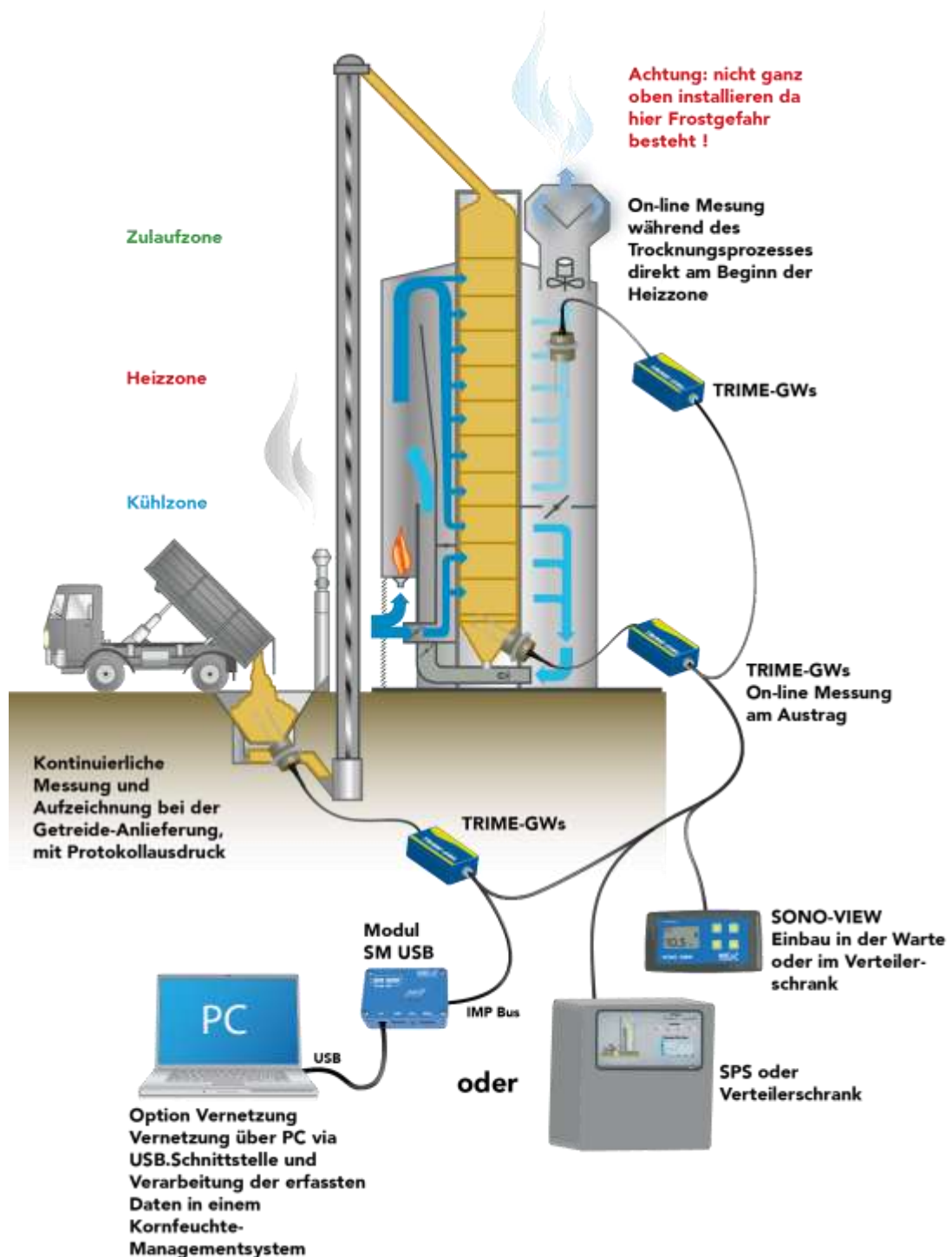
Stecker-PIN	Sensoranschlüsse	Leiterfarbe	Leiterfarbe
A	+12V....24VDC Spannungsversorgung	Rot	Rot
B	0V Spannungsversorgung	Blau	Blau
D	1. Analog Positiv (+) Feuchte	Grün	Grün
E	1. Analog Rückleitung (-) Feuchte	Gelb	Gelb
F	RS485 A (muss aktiviert werden)	Weiß	Weiß
G	RS485 B (muss aktiviert werden)	Braun	Braun
C	IMP-Bus RT	Grau/Rosa	Grau/Rosa
J	IMP-Bus COM	Blau/Rot	Blau/Rot
K	2. Analog Positiv (+)	Rosa	Rosa
E	2. Analog Rückleitung (-)	Grau	Grau
H	Schirmung (wird am Sensor geerdet. Die Anlage muss richtig geerdet sein!)	Transparent	Transparent

2.5. Analogausgang 0..10V mit Shunt-Widerstand

Es gibt Steuerungen welche keinen Stromeingang 0..20mA sondern einen Spannungseingang 0..10V haben. Mit Einsatz eines 500 Ohm Shunt-Widerstandes (im Lieferumfang enthalten) kann aus einem 0..20mA Stromsignal ein Spannungssignal 0..10V erzeugt werden. Der 500 Ohm Shunt-Widerstand sollte am Leitungsende bzw. am Steuerungseingang angebracht werden. Nachfolgende Skizze zeigt das Schaltungsprinzip.



3. Der Einsatz in der Praxis



Schemaskizze der Einsatzmöglichkeiten von TRIME-GWs in einer Trocknungsanlage

Es gibt verschiedene Einsatzgebiete für TRIME-GWs. Es kann einerseits für die Feuchteüberwachung des angelieferten Getreides verwendet werden, andererseits kann es zur Unterstützung oder zur Automatisierung der Getreidetrocknung verwendet werden. Abhängig von der zu vermessenden Getreidesorte und deren Dichte muss die passende Kalibrierkurve gewählt werden.

3.1.1. Überwachung bei der Getreideannahme

Das TRIME-GWs bietet die Möglichkeit, bei der Getreideannahme kontinuierlich die Feuchte zu messen. Somit erhält man ein Feuchteprofil, das mit einem PC oder mit einem Linienschreiber aufgezeichnet werden kann. Zusätzlich kann auch eine Anzeige für die Momentanwerte mit Hilfe von SONO-VIEW erfolgen. Das TRIME-GWs kann aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen kein geeichtes und für den Warenverkehr zugelassenes Gerät ersetzen. Deren einzelne, meist auf sehr kleinen Proben beruhende Messwerte, werden durch die kontinuierliche und wesentlich repräsentativere Messreihe des TRIME-GWs ergänzt. Somit wird eine bessere Qualitätskontrolle und höhere Transparenz erreicht.

3.1.2. Manuelle Steuerung des Getreidetrockners

Bei manuellen oder halbautomatischen Trocknersteuerungen kann der Einsatz des TRIME-GWs in Verbindung mit dem Anzeigegerät SONO-VIEW die Trocknungsergebnisse wesentlich optimieren. Der Anschluss eines Linienschreibers oder eines PCs ermöglicht zusätzlich die Dokumentation des Trocknungsverlaufs und bietet weiteres Optimierungspotential für die Trocknung.

3.1.3. Automatische Regelung des Getreidetrockners

Hierbei wird das TRIME-GWs an den Istwert-Eingang einer Steuerung angeschlossen. Im Idealfall werden mehrere TRIME-GWs verwendet. Bei der automatischen Steuerung und Regelung kann die höchste Effektivität bei der Trocknung erreicht werden.

3.2. Wo bestehen für TRIME-GWs beste Einbaubedingungen im Durchlauftrockner?

Direkt am Trockner Eintrag? Hier könnte zwar prinzipiell die Feuchte gemessen werden, da das Material frisch eingefüllt und soweit möglich, gut durchgemischt ist. Allerdings besteht hier die Gefahr, dass bei Temperaturen unter dem Nullpunkt gefrorenes Material eingetragen wird und da das System gefrorenes Wasser nicht detektieren kann, dann entsprechend der Messwert verfälscht wird, daher wird ein Einbau hier nicht empfohlen.

Am Übergang Heizzone zur Kühlzone? Hier ist es unter Umständen bereits zu spät um noch mit der SPS die Zielfeuchte nachzuregeln. Ebenfalls ist es so, dass je nach Trocknertyp, getrocknetem Material und Wetter ein homogenes Trocknungsergebnis nicht gewährleistet werden kann! Bei freistehenden Trocknern z.B. kann ein Wetterumschwung bewirken, dass der ohnehin vorhandene Feuchteunterschied zwischen Zu- und Abluftseite variiert. Daher wird auch hier der Einbau nicht empfohlen.

Am Beginn der Heizzone Hier sind die Bedingungen am besten wenn die Sonde etwas unterhalb des Eintrags installiert wird. Das Korn ist noch nicht getrocknet, aber auf Grund der aufsteigenden Wärme ist gesichert, dass das Korn nicht gefroren ist, was sehr wichtig ist um keine Fehlmessungen bei gefrorenem Wasser durchzuführen! Misst man hier nun die Feuchte kennt man zum einen die zu entfernende Wassermenge (Aktuellwert – Zielfeuchte = zu entfernende Wassermenge) und zum anderen kann man auf spontane Änderungen (Sprünge) der Eingangfeuchte reagieren, welche z.B. dann vorkommen wenn der Mais in Echtzeit verarbeitet und nicht im SILO zwischengelagert wird. Je nach Produktsorte wie Mais, Weizen, etc. kann eine passende Kalibrierstufe in TRIME-GWs eingestellt werden. Jedoch steht bei diesem Einbauort nicht die Anzeige der Absolutwertfeuchte im Vordergrund, vielmehr geht es darum, die einigermaßen abgeglichenen Relativfeuchte in dieser Zone als Regelparameter zu verwenden. Denn prinzipiell ist es schwierig an dieser Stelle des Prozesses zu probieren und der Absolutwert ist für die Regelung nur sekundär von Bedeutung!

Die eingestellte Kalibrierkurve (siehe Kapitel „Kalibrierkurven“) sollte falls vorhanden, an diesem Einbauort immer „mit TK“ ausgewählt werden, wodurch der Messwert des im GR-Sondenstab eingebauten Temperaturfühlers mit in die korrekte Feuchteermittlung eingeht.

Bei sehr großen Durchlauftrocknern ist es zu empfehlen, mehrere Sonden am oberen Ende der Heizzone anzubringen, um eine optimale Steuerung zur Erlangung der korrekten Feuchte zu erreichen.

In der Kühlzone? Hier ist von einem Einbau abzuraten, da die bereits zuvor beschriebenen Probleme mit Trocknertyp, getrocknetem Material und Wetterabhängigkeit sich in der Kühlzone weiter fortsetzen und somit auch hier keine gleichmäßigen Bedingungen herrschen.

Im Austragstrichter: Hier empfiehlt sich der Einbau eines weiteren TRIME-GWs Systems um die Endfeuchte nach erfolgter Trocknung und Kühlung zu kontrollieren. Gegebenenfalls kann über diesen Messwert auch noch einmal in die Regelschleife zurück gekoppelt werden, bzw. dieser Wert für die Dokumentation verwendet werden. Der Austragstrichter eignet sich besonders, da hier das Material aus der kompletten Trocknungssäule in den Trichter fällt und noch einmal durchmischt wird, somit misst die Sonde das Trocknungsergebnis über den kompletten Querschnitt des Trockners! Erfolgt der Austrag kontinuierlich und die GR-Sonde ist dauerhaft von Korn bedeckt, dann ist auch hier, sofern vorhanden bzw. nach erfolgter Justierung, eine Kalibrierkurve „mit TK“ einzustellen.

Erfolgt der Austrag jedoch schubweise und die GR-Sonde ist die meiste Zeit nicht mit Material bedeckt, würde die Kompensation über den Temperaturfühler eher zu einer Verfälschung der Messwerte führen, da der Temperatursensor mehr durch die Umgebungstemperatur als durch die Getreidetemperatur beeinflusst wird. Daher sollte bei schubweisem Austrag eine Kalibrierkurve „ohne TK“ verwendet werden (siehe Kapitel „Die Kalibrierstufen-Auswahl“).

Häufig ist es der Fall, dass aus Budget-Gründen auf den Kauf eines 2. Systems verzichtet wird und nur das System im Austragstrichter sowohl als Display für die Endfeuchte verwendet wird, als auch zur Regelung der Feuchte. Dies kann, vorausgesetzt dass das Material in seiner Eingangsfeuchte sehr stabil ist, auch zum Erfolg führen.

Gibt es allerdings Schwankungen in der Eingangsfeuchte, sieht ein singulärer Austrags-Sensor dies erst sehr spät, wenn das in seiner Feuchte abweichende Material komplett durch den Trockner gelaufen ist und anschließend im Trichter ankommt. Geht man z.B. von dem Fall aus, dass Mais mit einer Eingangsfeuchte von 25% getrocknet werden muss, dann müssen mit der Steuerung 12% Wasser entfernt werden um die Zielfeuchte von ca. 13% zu erreichen.

Würde sich nun die Eingangsfeuchte spontan um 5% auf 20% reduzieren, dann würde die Steuerung so lange 13% Wasser entfernen bis das Material 1x komplett den Trockner durchquert hat. Dies würde bedeuten, man hätte eine komplette Ladung von der Heizzone bis in den Trichter auf 7% übertrocknet. Bei Mengen >20 Tonnen kann dies durch den Gewichtsverlust zu erheblich weniger Ertrag bei höheren Energiekosten führen!

Ebenfalls sollte man hier den Sicherheitsaspekt nicht außer Acht lassen, da die Brenntemperatur in aller Regel weit über 100°C liegt, was bei Übertrocknung auch riskant werden kann!

Der Einsatz eines TRIME-GWs Sensors am Beginn der Heizzone ist bei größeren Anlagen unbedingt zu empfehlen.

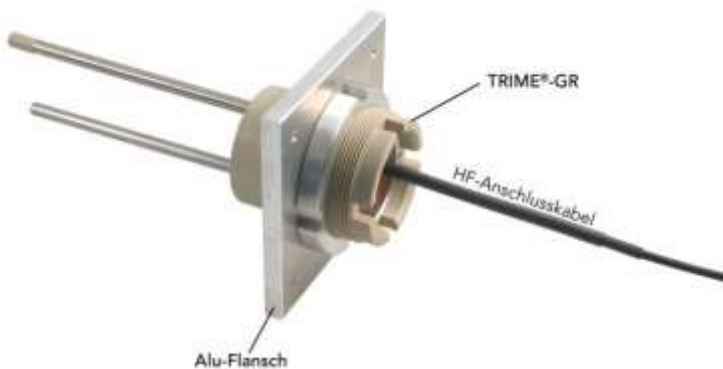
3.2.1. Wo bestehen für TRIME-GWs beste Einbaubedingungen im Umlauftrockner?

Empfohlen wird der Einbau am Trichter, wo das umlaufende Getreide wieder nach oben befördert wird und die GR-Sonde dauernd mit Material bzw. Korn bedeckt ist.

4. Installation der GR-Sonde

Die Installationsbedingungen sind stark von den Gegebenheiten der Anlage abhängig. Der optimale Einbauort muss individuell ermittelt werden. Die folgenden Richtlinien sollen dabei als Hilfestellung dienen.

Die Stabsonde GR besteht aus einem zylindrischen Sondenkopf aus hitzebeständigem Spezialkunststoff, der mit einem Schraubgewinde zur Befestigung in einer Silo- oder Gehäusewandung versehen ist. In diesem GR-Sondenkopf sind zwei parallele Stahlstäbe befestigt, die den eigentlichen Messfühler darstellen. Der für die Feuchtemessung relevante Bereich befindet sich um die Stäbe herum. Um die Korntemperatur ohne Beeinflussung durch die Behälterwandung präzise messen zu können, ist an einer Stabspitze der GR-Sonde ein Temperaturfühler angebracht.



Bitte beachten: Sonden und Kabel verschiedener TRIME-GWs Systeme dürfen nicht untereinander ausgetauscht werden, da sonst Messwertabweichungen zu erwarten sind. Bitte die Seriennummernbeschriftungen beachten! GR-Sonde und TRIME-GWs müssen dieselbe Seriennummer haben.

4.1. Einbau der GR-Sonde in der Abluftseite der Trocknerwand



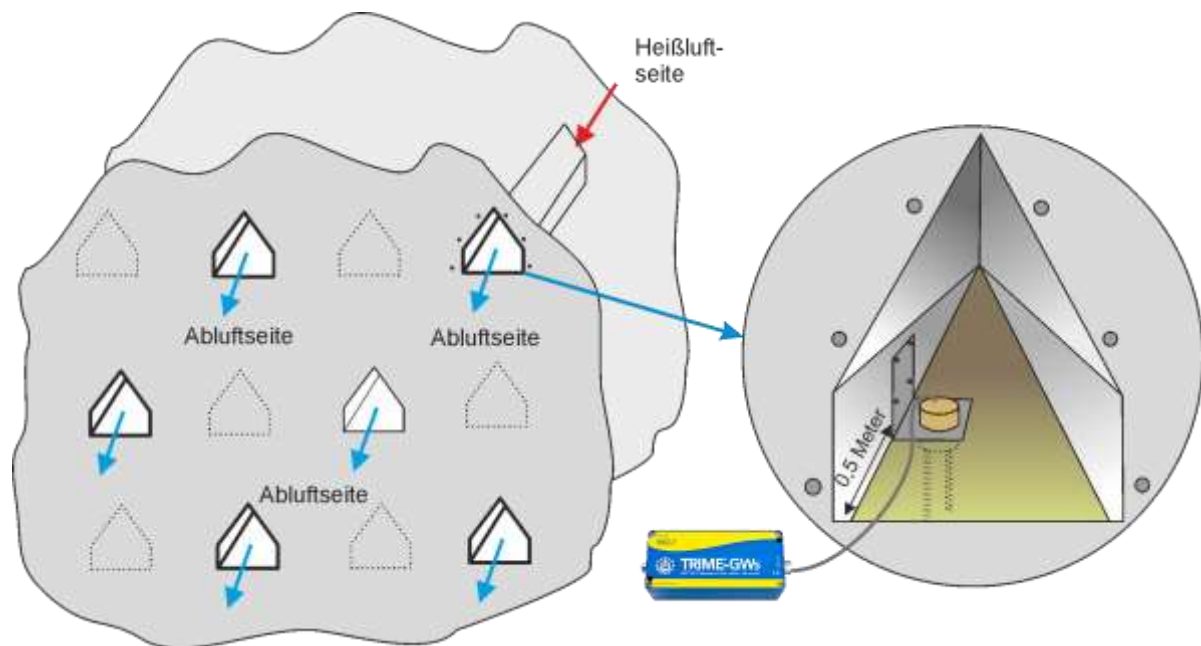
Prinzipiell ist der Einbau direkt an der Abluftseite der Trocknerwand möglich. **Dieser Einbauplatz hat jedoch zwei Nachteile:**

Nachteil 1: Direkt an der Wand herrschen u.U. etwas andere Temperaturverhältnisse als weiter innen im Trockner. Daher kann die Kornfeuchte hier u.U. nicht repräsentativ sein.

Nachteil 2: An den quer in den Trockner hineinragenden Stäben der GR-Sonde können Pflanzenreste haften bleiben, was zu Problemen beim Materialfluss bis hin zur Verstopfung führt und eine Messung dann unmöglich macht!

Nachteil 3: Metallflächen in der Nähe und längs der GR-Stäbe können die Messung beeinflussen.

4.2. Einbau direkt im Abluftkanal eines Dächertrockners



Schemaskizze eines Dächertrockners mit eingebauter Sonde an der Abluftseite.

Ein Einbau der GR-Sonde direkt innerhalb des Abluftkanals wirkt sich vorteilhaft aus:

Vorteil1: der Einbau **mit einem Abstand von 0,3 bis 0,5 Meter** von der Abluftseite der Trocknerwand sorgt dafür, dass die Kornfeuchte repräsentativ innerhalb des Trockners gemessen wird.

Vorteil2: An den senkrecht nach unten zeigenden Stäben der GR-Sonde können keine Pflanzenreste hängen bleiben.

Vorteil3: Weiterhin wirkt sich ein aufstauender Materialfluss direkt unter dem Abluftkanal positiv aus.

IMKO liefert einen passenden Haltewinkel für diesen Einbauplatz.

4.3. Einbau in Umlauftrocknern

Bei **Umlauftrocknern** und in Annahmehbereichen sollte die Sonde dort eingebaut werden, wo das Getreide die geringste Transportgeschwindigkeit aufweist, da sich bei hohen Transportgeschwindigkeiten nachteilige Turbulenzen um die Messstäbe der GR-Sonde bilden können. Es empfiehlt sich ein Einbau im Vorratsbehälter oder in der Nähe des Austrags am Trichter, wo das umlaufende Getreide wieder nach oben befördert wird und die GR-Sonde dauernd mit Material bzw. Korn bedeckt ist.

Die Sondeninstallation kann in folgenden Schritten erfolgen:

1. In die Behälterwand wird ein Loch mit ca. 72mm Durchmesser gebohrt bzw. ein quadratischer Ausschnitt geflext.
2. Mit vier M5-Schrauben wird der Aluminiumflansch an der Wandung befestigt (M5-Gewinde in Wandung schneiden).
3. Die Sonde wird möglichst weit in den Flansch hineingeschraubt.
4. Mit Hilfe der Nutmutter muss die Sonde so fixiert werden, dass die Stäbe vertikal leicht aus dem Lot versetzt (10° bis 15°) ausgerichtet sind (siehe Schemaskizze).

4.4. Austausch einer GR-Sonde

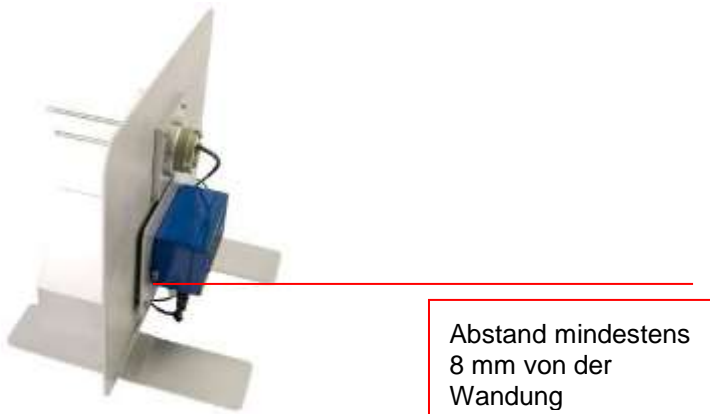
Sollte es durch einen mechanischen Defekt notwendig sein, die GR-Sonde auszutauschen, dann ist nach dem Anschluss einer neuen GR-Sonde am TRIME-GWs Messumformer eine Basis-Kalibrierung mit einem Nullpunkt-Abgleich in Luft erforderlich (siehe Kapitel „Basis-Kalibrierung mit Nullpunkt-Abgleich“). Dies kann mit dem Modul SM-USB und der Software SONO-CONFIG oder direkt online mit Hilfe des Bedien- und Anzeigemoduls SONO-VIEW erfolgen.

4.5. Gerätemontage Messumformer TRIME-GWs

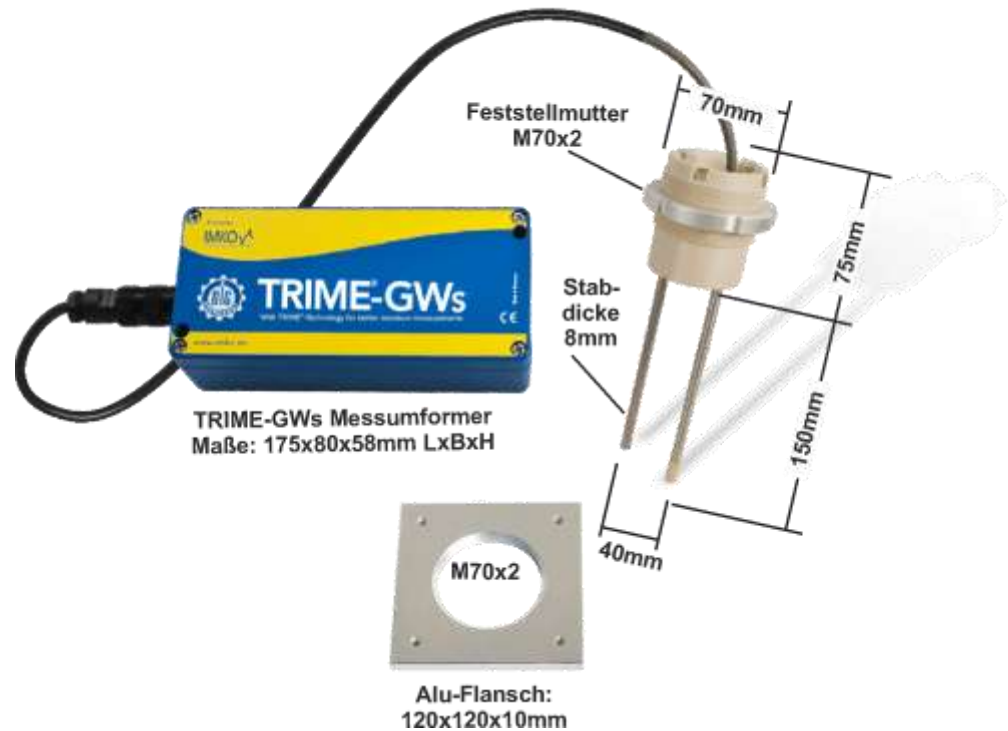
Der TRIME-GWs Messumformer muss in der Nähe der Sonde installiert werden, da die Sonden-Kabellänge aus messtechnischen Gründen nur 2,5 Meter beträgt. Die Umgebungstemperatur sollte aber 70°C nicht überschreiten. Der ideale Einbauort liegt an der Abluftseite, Trockneraußenwand. Das Gerät kann über zwei diagonal angebrachte Löcher im Gehäuse an einer geeigneten Stelle mit Schrauben befestigt werden. Als Zubehör ist auch eine Aluminiummontageplatte erhältlich.

Falls das Gerät an einer Wandung montiert werden soll, deren Temperatur 70°C überschreitet, muss TRIME-GWs auf Abstandsbolzen zwecks Hinterlüftung (min. 8mm) befestigt werden, um eine direkte Wärmeübertragung von der Wandung auf das Gerätegehäuse zu vermeiden.

Trotz der Schutzart IP65 sollte das Gerät nicht dauerhaft direktem Niederschlag ausgesetzt werden. Bei Einsatz im Freien wird die Montage unter einem Schutzdach, z.B. einem waagrecht über dem Gerät montierten Blech empfohlen.



5. Mechanische Abmessungen



5.1. Schutz der MIL-Steckers gegen Abrieb

Falls Wasser über das Kabel an den MIL-Stecker gelangen könnte, wird empfohlen, einen zusätzlichen Schutz über dem Sondenstecker anzubringen. Machbar ist dies z.B. mit einem handelsüblichen biegsamen (Garten)Schlauch mit einem Innendurchmesser von 27mm. Der Schlauch kann längs aufgeschlitzt werden und um Sondenstecker und Kabel mit Hilfe von Kabelbindern befestigt werden. Nachfolgendes Foto zeigt diese Lösung auf.

Alternativ kann der mit dem Kabel mitgelieferte Schrumpfschlauch als Schutz verwendet werden. Nach dem Einbau der Sonde und Anschluss des MIL-Steckers kann der Schrumpfschlauch mit einem Heißluftfön über Stecker und Kabel geschrumpft werden.



Das Bild zeigt eine Sonde SONO-VARIO!



6. Inbetriebnahme und Handhabung


Achtung Gefahr von Überspannungen!

Bei Schweißarbeiten an der Anlage müssen alle Sonden komplett elektrisch abgeklemmt werden.

TRIME-Sonden benötigen eine stabilisierte Versorgungsspannung von 12V-DC bis max. 24 V-DC. Bei unstabilierten Netzteilen besteht die Gefahr von Überspannungen, weshalb wir vom Einsatz unstabilierteter Netzteile unbedingt abraten müssen!

Achtung Gefahr von Fehlfunktionen!

1. Es gibt Anlagen in denen die Netzspannungen unterschiedliche Masse-Potentiale haben können, was dazu führen kann, dass das Analogsignal 0(4)..20mA in einer SPS nicht korrekt gemessen werden kann. Hier empfehlen wir den Einsatz einer galvanisch getrennten Spannungsversorgung bzw. eines Trennungs-Kopplers für die Spannungsversorgung der SONO-Sonden. Auf Anfrage lieferbar von IMKO.
2. Achten Sie darauf, dass sich keine anderen elektromagnetischen Felder in unmittelbarer Nähe des Sondenkopfes befinden. Z.B. sollten keine anderen Feuchtesonden, insbesondere Mikrowellensonden direkt neben oder gegenüber SONO-Sonden installiert werden.

3.  ***Wichtig:*** *Während der Installationsarbeiten darf die GR-Sonde nicht an den Messumformer TRIME-GWs angeschlossen sein, da sonst die Elektronik zerstört werden kann!*

Schäden welche durch fehlerhaften Einbau verursacht wurden, fallen nicht unter die Garantie!

Verschleiß an Sondenteilen fällt nicht unter die Garantie!

6.1. Leitfaden für die Justierung zur Relativwert-Feuchtemessung (vor der Heizzone in der Trocknersäule)

Bitte lesen Sie zunächst die ausführliche Beschreibung und verwenden Sie dann diese Leitsätze als Checkliste für die Justierung.

1. **Probenentnahme möglichst nah an der Sonde wählen.**
2. **Kalibrierstufe gemäß der Kalibriertabelle einstellen. Entweder mit Hilfe von SONO-VIEW oder über das SM-USB.**
Anmerkung: TRIME-GWs ist bei Auslieferung auf Kalibrierstufe Cal2 voreingestellt und kann mit Cal2 ohne weitere Änderungen in der Heizzone für Mais, aber auch für Weizen oder Roggen eingesetzt werden, da es bei der Feuchtemessung in der Heizzone um präzise Relativmessungen geht und die Absolutwert-Feuchtemessung nicht im Vordergrund steht.
3. **Trockner zum Probelauf starten, kontinuierlich etwa jede halbe Stunde Referenzproben am Austrag nehmen und sowohl die Messwerte als auch die Kalibrierkurve in das Justierungsprotokoll eintragen.**
4. **Differenz zwischen Soll- und Istwert ermitteln und den Offset für die entsprechende Kalibrierstufe einstellen.**
5. **Vorgang für die unterschiedlichen Kornarten wiederholen.**

6.2. Justierung zur Absolutwert-Feuchtemessung

Mit „Justierung“ ist in diesem Zusammenhang die richtige Einstellung des TRIME-GWs gemeint, wenn das TRIME-GWs eine Absolutwertmessung mit einer Genauigkeit von $\pm 0,3\%$ durchführen soll.

Was kann am TRIME-GWs eingestellt und justiert werden:

A: Die Kalibrierkurve kann je nach Getreidesorte eingestellt werden.

B: Je nach Einbauort, kann eine Nullpunkt Offset-Korrektur dieser unter Punkt A eingestellten Kalibrierkurve vorgenommen werden.

Zur Justierung empfiehlt sich der Einsatz von SONO-VIEW. Das TRIME-GWs kann nur im eingebauten Zustand in der Anlage justiert werden, da der Einbauort und die Lagerungsdichte des Getreides einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Feuchtemessung hat. Die Justierung muss mit jeder Getreidesorte getrennt durchgeführt werden.

Die Absolut-Feuchtwertmessung ist von folgenden Parametern abhängig:

- Einbauort (z.B. metallische Gegenstände im Messbereich)
- Schüttdichte des Getreides
- Getreidesorte

Sobald sich einer dieser Parameter verändert, muss eine andere Kalibrierkurve gewählt werden, wenn man die Feuchte als Absolut-Feuchtwert anzeigen möchte. Ist das TRIME-GWs einmal für alle möglichen Getreidesorten justiert, bleiben diese Parameter nichtflüchtig im TRIME-GWs gespeichert. Bei Änderung der Getreidesorte muss während des Betriebs dann nur die entsprechende Kalibrierstufe ausgewählt werden, denn der Einfluss des Einbauortes bleibt konstant und die Schüttdichte ist innerhalb eines Produkts ebenfalls weitgehend gleich.

6.2.1. Justierung bei Anlagen mit mehreren TRIME-GWs

Wenn die Anlage mit nur einem TRIME-GWs ausgerüstet ist, werden bei der Justierung einbaubedingte Einflüsse gleichzeitig mit der Getreideprodukt-Justierung durchgeführt.

Bei Anlagen mit mehreren TRIME-GWs's kann es außerdem erforderlich sein, die Abweichungen der TRIME-GWs's untereinander zu korrigieren. Diese Maßnahme ist nur dann sinnvoll, wenn alle TRIME-GWs's einen genauen Absolut-Feuchtwert liefern sollen. Wenn die einbaubedingte konstante Abweichung von $\pm 1-2\%$ kein Problem darstellt wie z.B. bei der Sonde in der Heizzone, reicht es, nur die Kontroll-Sonde z.B. am Austrag zu justieren. Zur Justierung empfiehlt sich der Einsatz von SONO-VIEW bzw. SM-USB über einen PC.

Um die erweiterte Justierung für alle TRIME-GWs' durchführen zu können, muss in drei Stufen vorgegangen werden:

1. Zunächst ist das für den Betrieb wichtigste TRIME-GWs auszuwählen (siehe Handbuch SONO-VIEW). Es könnte zum Beispiel die Sonde am Austrag sein. In jedem Fall muss die Probenentnahme direkt an diesem Sonden-Einbauort möglich sein.
2. Dieses TRIME-GWs ist der Justierung mit Probenahme zu unterziehen. Gleichzeitig müssen auch für alle anderen Geräte die Messdaten ermittelt werden. Die Proben-Entnahme sollte hierbei möglichst nah an den Sonden sein.
3. Anhand der Messwertdifferenzen der Geräte untereinander kann die Justierung der einzelnen TRIME-GWs's durch eine Offset-Korrektur mit Hilfe von SONO-VIEW durchgeführt werden (siehe Handbuch SONO-VIEW).

6.3. Die Kalibrierstufen-Auswahl Cal1 bis Cal15

TRIME-GWs wird mit mehreren Kalibrierungen ausgeliefert. Maximal sind 15 verschiedene Kalibrierungen (Cal1...Cal15) im TRIME-Messumformer speicherbar. Zur Einstellung einer passenden Kalibrierkurve bieten sich zwei Möglichkeiten an:

A: Mit dem Stand-Alone Anzeigegerät **SONO-VIEW** kann die Kalibrierkurve im TRIME-GWs ausgewählt aktiviert werden.

B: Die Aktivierung der Kalibrierkurve kann über das **Modul SM-USB** erfolgen, welches an einem PC angeschlossen wird. Mit der Software **SONO-CONFIG** können im Menüpunkt „**Calibration**“ und im Fenster „**Material Property Calibration**“ einzelne Kalibrierkurven (Cal 1 ...15) ausgewählt (per Maus) und mit dem Button „**Set Active Calib**“ aktiviert und mit dem zu vermessenden Material getestet werden. Die gewünschte und evtl. veränderte Kalibrierkurve die nach dem Einschalten der Sonden-Betriebsspannung zur Messung aktiviert wird, kann durch Anklicken des Buttons „**Set Default Calib**“ eingestellt werden.

Die Feuchtemessung mit TRIME-GWs und der GR-Sonde ist von folgenden Parametern abhängig:

- Einbauort (z.B. metallische Gegenstände im Messbereich)
- Schüttdichte des Getreides
- Getreidesorte

Sobald sich einer dieser Parameter verändert, muss eine andere Kalibrierkurve gewählt werden, wenn es darum geht, den Absolut-Feuchtwert am Austrag korrekt anzuzeigen. Während des Betriebs muss die Justierung lediglich angepasst werden, wenn sich die zu vermessende Kornsorte ändert, denn der Einfluss des Einbauortes bleibt konstant und die Schüttdichte ist innerhalb eines Produkts ebenfalls weitgehend gleich.

6.3.1. Kalibrierkurven mit oder ohne Temperaturkompensation

Einbau von TRIME-GWs am Beginn der Heizzone: Je nach Produktart wie z.B. Mais, Weizen, etc. kann eine passende Kalibrierstufe in TRIME-GWs eingestellt werden. Jedoch steht beim Einbau in der Heizzone nicht die Anzeige des Absolut-Feuchtwertes im Vordergrund, vielmehr geht es darum, die Relativfeuchte in dieser Zone mit eingestellter Temperaturkompensation TK korrekt zu messen. Die eingestellte Kalibrierkurve sollte also immer „mit TK“ ausgewählt werden.

Einbau im bzw. am Austragstrichter: Zu berücksichtigen ist hier die Einstellung einer passenden Kalibrierstufe je nach Kornsorte, damit die Endfeuchte als Absolut-Feuchtwert korrekt angezeigt wird. Wenn der Austrag kontinuierlich erfolgt und die GR-Sonde immer kontinuierlich von Korn bedeckt ist, dann ist auch hier eine Kalibrierkurve „mit TK“ einzustellen. Erfolgt der Austrag jedoch schubweise und die GR-Sonde ist die meiste Zeit ohne Material bedeckt, dann würde sich der in der GR-Sonde eingebaute Temperaturfühler auf die Lufttemperatur einstellen und nicht auf die Getreidetemperatur, was dann zu Messfehlern führen würde. Bei schubweisem Austrag wird deshalb die Einstellung einer Kalibrierkurve „ohne TK“ empfohlen.

Das TRIME-GWs lässt sich mit den bereits voreingestellten Parametern mit geringem Aufwand für Relativmessungen in der Heizzone installieren. Es kann Änderungen in der Feuchte mit einer relativen Genauigkeit von bis zu $\pm 0,3\%$ messen.

Um Absolut-Feuchtwertmessungen am Austrag präzise durchführen und anzuzeigen, muss die jeweilige Kalibrierstufe richtig eingestellt und justiert sein.

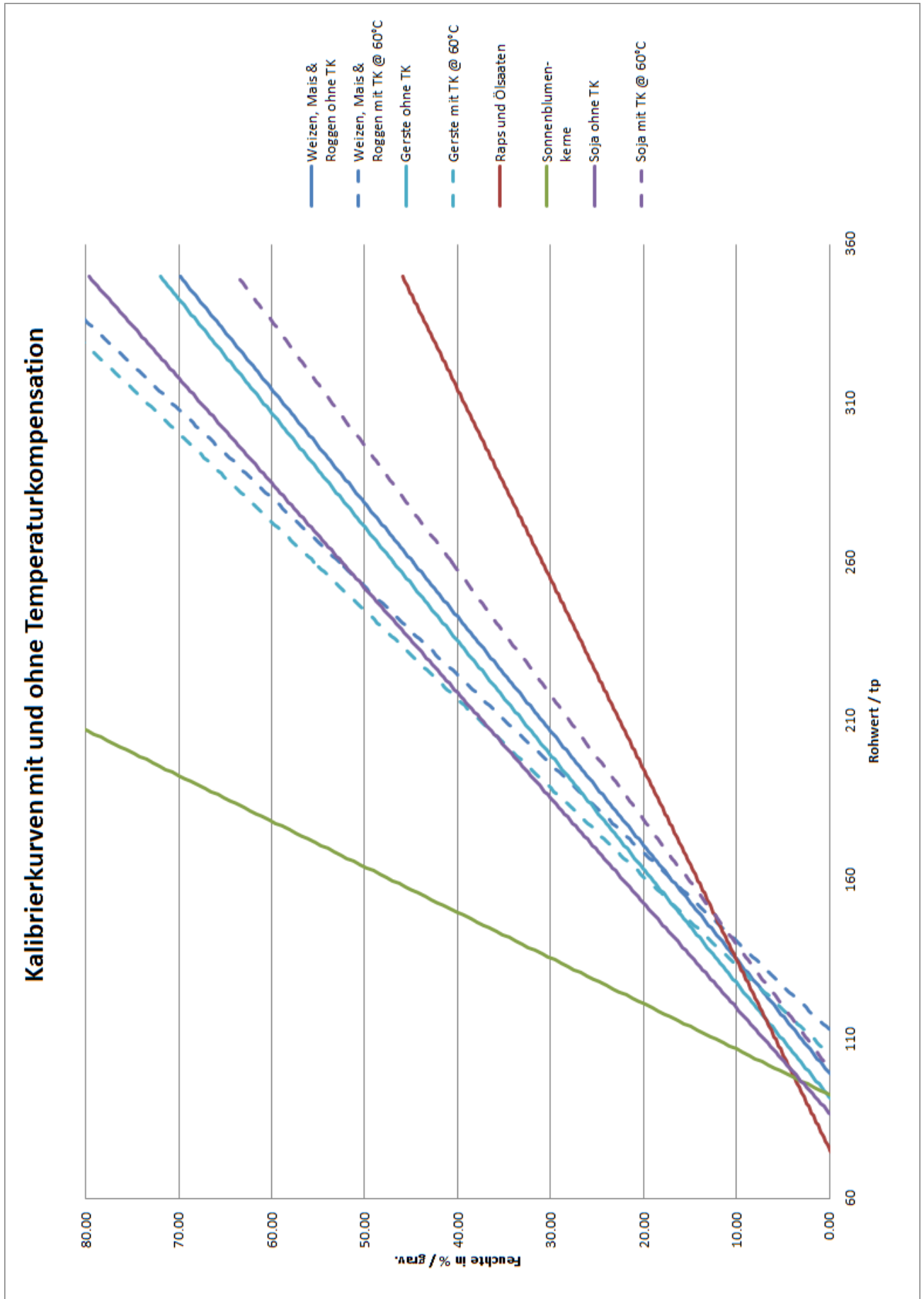
Die auf den nächsten Seiten folgenden Kalibrierkurven mit Grafiken (Cal.1..15) zeigen die in TRIME-GWs abgespeicherten und auswählbaren linearen Kalibrierkurven für unterschiedliche Materialien. Auf der y-Achse wird die gravimetrische Feuchte (**MoistAve**) dargestellt, auf der x-Achse die je nach Kalibrierkurve zugehörige Radarlaufzeit **tpAve** in Picosekunden. Die Radarlaufzeit **tpAve** wird bei der Feuchtemessung parallel zum Feuchtwert (**MoistAve**) mit der Software SONO-CONFIG am Bildschirm ausgegeben (siehe Kapitel „Kurzanleitung für die Software SONO-CONFIG“). In Luft messen SONO-Sonden i.d.R. 60 Picosekunden Radarlaufzeit, in trockenen Glasperlen 145 Picosekunden.

Kalibrierkurve	Empfohlen für Getreidesorte	Schüttdichte (ca.)	Anwendung
Cal1 (Voreinstellung nach Auslieferung)	Mais ohne TK (TK = Temperaturkompensation)	0,75	Einbau z.B. am Austragstrichter bei schubweisem Austrag, wenn die GR-Sonde nicht kontinuierlich mit Material bedeckt ist.
Cal2	Mais mit TK (Temperaturkompensation)	0,75	A: Einbau in der Heizzone, wenn die GR-Sonde kontinuierlich mit Material bedeckt ist. B: Einbau am Austragstrichter bei kontinuierlichem Austrag, wenn die GR-Sonde ständig mit Material bedeckt ist.
Cal3	Weizen ohne TK	0,75	
Cal4	Weizen mit TK	0,75	
Cal5	Roggen ohne TK	0,72	
Cal6	Roggen mit TK	0,72	
Cal7	Gerste ohne TK	0,63	
Cal8	Gerste mit TK	0,63	
Cal9	Raps und Ölsaaten ohne TK	0.60	Keine Temperaturkompensation erforderlich!
Cal10	Sonnenblumenkerne ohne TK	0,30	Keine Temperaturkompensation erforderlich!
Cal11	Sojabohnen ohne TK	0,65	
Cal12	Soja mit TK	0,65	
Cal13			
Cal14			
Cal15	1/10 tp		Radarlaufzeit, Referenzkalibrierung für Test

Die Kalibrierkurven Cal1, Cal3 und Cal5 (alle ohne Temperaturkompensation) sowie Cal2, Cal4 und Cal6 (alle mit TK) sind erst einmal vollkommen identisch.

Für den Einsatz in der Heizzone bei der es um eine präzise relative Feuchtemessung mit einer Genauigkeit von $\pm 0,3\%$ geht, können mit TRIME-GWs nahezu alle Getreidesorten mit der Cal2 (mit TK) Kalibrierkurve eingesetzt werden.

Für Absolutwert-Feuchtemessungen am Austrag, mit einer Genauigkeitsanforderung von $\pm 0,3\%$ muss jede Kalibrierkurve je nach Einbauort einzeln eingestellt werden.



6.4. Auswahl und Anwendung des Referenzmessverfahrens

Um das TRIME-GWs In-line präzise für Absolutwertmessungen am Austrag justieren zu können, muss ein off-line Messverfahren als Referenz zur Verfügung stehen. Dieses muss eine hohe Absolutgenauigkeit aufweisen und mit großem Probenvolumen arbeiten.

Die meisten handelsüblichen Getreidefeuchtemessgeräte zeigen in beiden Punkten große Schwächen!

Das TRIME-GWs misst den Mittelwert fortlaufend über ein Messvolumen von 1-2 Litern. Bei bewegtem Getreide erhöht sich das in der Mittelungszeit erfasste Messvolumen um ein Vielfaches. Deshalb ist es zeit- und arbeitsaufwendig diesen sehr repräsentativen Messwert, mit einem Referenzgerät zu überprüfen, das eine Probenmenge im Milli-Literbereich aufweist. Hinzu kommen Messbeeinflussungen durch elektrische Leitfähigkeit, die beim TRIME-GWs aufgrund der TDR Messmethode weitgehend auszuschließen sind.

Die geeignetste Methode, um die exakte Feuchte des Getreides ermitteln zu können, ist daher die Verwendung eines Trocknungsofens. Das Probenvolumen ist auch hier entscheidend und sollte mindestens 0,5 Liter betragen.

Bei der Probenentnahme und den Referenzmessungen ist folgendes zu beachten:

- Die Proben für die Referenzmessungen sollten möglichst nah an der Sonde entnommen werden. Die Feuchteverteilung kann im Getreidetrockner sehr unterschiedlich sein.
- Bei der Verwendung eines geeichten Gerätes mit kleinem Probenvolumen müssen mehrere Proben entnommen und daraus der Mittelwert gebildet werden.
- Bitte beachten Sie, dass auch geeichte Geräte Messfehler aufweisen, die bis zu 2% im unteren, und sogar 5% im oberen Feuchtebereich betragen können.

6.4.1. Messdatenerfassung im Probetrieb

Die Einstellung der Kalibrierkurve kann nur im praktischen Betrieb bzw. durch einen praxisnahen Probetrieb erfolgen. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf den Einsatz des TRIME-GWs am Austrag oder im Annahme- oder Lagerbereich.

Grundsätzlich ist für den Probetrieb nur der Feuchtebereich in der Nähe des Sollwertes von Bedeutung. D.h. bei Ermittlung der Schalterstellung für Mais sollte die Überprüfung bei ca. 15% Feuchte erfolgen. Es ist wichtiger, dass das TRIME-GWs in diesem unteren Feuchtemessbereich genau stimmt. Ob TRIME-GWs im Trockner im oberen Feuchtebereich 26% anstatt 28% misst, ist weniger wichtig! Bei der Beprobung bzw. Überprüfung des unteren Sollwertes (z.B. 15%) genügt es natürlich nicht, dies mit nur einer Probe zu tun. Eine Einzelprobe, vielleicht noch an einer ganz anderen Stelle gezogen als direkt bei der Sonde, stellt keine Repräsentativität dar, d.h. Sie müssen mehrmals Proben direkt an der Sonde ziehen und mitteln!

Zu Beginn des Probetriebs kann die passende Kalibrierkurve eingestellt werden.

Wenn alle Vorbereitungen zur Probenentnahme und zur Messung der Proben getroffen sind, kann der Getreidetrockner angefahren werden. Nun muss kontinuierlich, idealerweise jede Viertelstunde, eine Getreideprobe entnommen werden. Zu jeder Probe ist zeitgleich der TRIME-GWs-Messwert **und die Nummer der Kalibrierkurve** zu notieren. Diesem Messwert wird jeweils der off-line ermittelte Referenzwert gegenüber gestellt und ebenfalls notiert. Sobald sich die Feuchte der Zielfeuchte nähert, muss die jeweils günstigste Stellung der Kalibrierkurve eingestellt werden, so dass der gemessene Wert dem Referenzwert am nächsten kommt.

Nachfolgend finden Sie ein vorgefertigtes Formular für die Eintragung der Messwerte.

- Beim **Durchlaufrockner** (Dachrockner) sollten mindestens 10 bis 20 Messwerte zur Verfügung stehen, die sich im Bereich zwischen der minimal und der maximal zulässigen Feuchte nach der Trocknung befinden. Die Messwerte des noch sehr feucht ausgetragenen Getreides während der Einfahrphase sollten zwar dokumentiert aber nicht für die Justierung herangezogen werden.
- Beim **Umlaufrockner** sind für die Justierung nur die Messwerte gegen Ende der Trocknung für die Justierung relevant. Auch hier sollten mindestens 10 Messwerte dokumentiert worden sein.

Dichte- und Feuchteverteilungseffekte des Getreides können zu verringerten Messwerten innerhalb der ersten ein bis zwei Stunden führen. Deshalb sollten diese Werte nicht für die Justierung herangezogen werden.

6.4.2. Einstellung bzw. Anpassung der Messgut-Kalibrierkurve (Justierung)

Anhand des so erstellten Justierungsprotokolls wird die günstigste Einstellung der Kalibrierkurve gewählt. Die Einstellung sollte ausschließlich auf den Messwerten im Zielfeuchtebereich beruhen.

6.4.3. Beispiel für die Anpassung einer Weizen-Kalibrierkurve

Anmerkung: TRIME-GWs ist bei der Lieferung standardmäßig für den Einbau in der Heizzone auf die Kalibrierstufe Cal2 für Mais (mit TK) eingestellt. In der Heizzone kann diese Cal2 aber auch für Weizen, Roggen und andere Getreidesorten eingesetzt werden, da in der Heizzone nicht der Absolutwert im Vordergrund steht.

TRIME-GWs am Austrag soll für Weizen justiert werden. Es ist ein TRIME-GWs installiert, dessen Sonde sich in unmittelbarer Nähe des Austrags befindet. Zunächst wird die Kalibrierkurve Cal3 (ohne TK) eingestellt. Der Trockner wird angefahren und die Aufzeichnung der Messwerte beginnt. Erst wenn die Feuchte am Austrag etwa 18% unterschreitet, sind die Messwerte wirklich interessant und können zur Justierung herangezogen werden. Ab diesem Zeitpunkt wird mit jeder Messung die Einstellung der Kalibrierkurve überprüft und gegebenenfalls per Offset-Korrektur mit SONO-VIEW korrigiert.

Justierungsprotokoll

Referenzmessung	Anzeige SONO-VIEW	Einstellung des Offset
17,9%	19,5%	-1,6%
15,5	15,7	-0,2%
14,3	14,4	Warten
13,8	14,0	Warten
13,5	13,8	Warten
13,6	13,8	-0,2%

Die Justierung bezieht sich jedoch nur auf den Fall, dass die Messung in einem bekannten Medium mit bereits passender Kalibrierung durchgeführt wird. Geht es darum ein neues Material zu vermessen, sollten die Messwerte immer in Kalibrierstufe Cal1 gesammelt werden, da in dieser Kalibrierstufe die Temperaturkompensation deaktiviert ist.

Des Weiteren muss auch zwingend zu jedem Messwert und Referenzwert die von TRIME-GWs ermittelte und im SONO-VIEW angezeigte Temperatur erfasst werden. Nur mit diesen drei Werten ist es möglich die Messwertbeeinflussung durch Feuchte bzw. Temperatur zu unterscheiden und so eine Kalibrierung zu erstellen.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte unter der E-Mail-Adresse info@imko.de an uns.

7. Messmodus-Konfiguration

Die in diesem Kapitel beschriebenen Einstellmöglichkeiten und Sonderfunktionen des TRIME-GWs werden nur in seltenen Fällen benötigt. Zu berücksichtigen ist, dass das Verändern der Einstellungen oder Ausführen dieser Spezialfunktion zu einem Fehlverhalten der Sonde führen kann!

TRIME- und SONO-Sonden können in den unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt werden, weshalb es mehrere unterschiedlich passende Betriebsmodi (Measure-Mode) gibt. Die Sondenkonfiguration ist vor Auslieferung des Messumformers TRIME-GWs werkseitig für jede entsprechende Anwendung voreingestellt.

Eine prozessbedingte Optimierung bzw. Konfiguration dieser geräteinternen Einstellung für Sonderanwendungen kann noch vorgenommen werden. Hierzu kann TRIME-GWs über das von IMKO lieferbare SM-USB-Modul direkt am USB-Port eines PC's angeschlossen werden. Wahlweise kann die Einstellung aber auch über das Stand-Alone Anzeigegerät SONO-VIEW erfolgen.

Folgende Einstellungen des Messumformers TRIME-GWs können verändert werden.

Measure-Mode und Parameter:

- Messmodus A-OnRequest (nur im Netzwerkbetrieb für das Abrufen von Messwerten über die serielle Schnittstelle).
- Messmodus **C-Cyclic** (Standardeinstellung für TRIME-GWs mit zyklischer Messung)

TRIME-GWs wird werkseitig in Mode CF mit einer Mittelungszeit von 5 Sekunden ausgeliefert.

Mode CS: (Cyclic-Successive) Ohne Mittelwertbildung und ohne Filterfunktionen, für sehr kurze Messabläufe im Sekundenbereich (z.B. 1...10 Sekunden) mit intern bis zu 100 Messungen pro Sekunde und einer Zykluszeit von 250 Millisekunden am Analogausgang.

Mode CA: (Cyclic Average Filter) Standard Mittelwertbildung für relativ schnelle aber kontinuierliche Messvorgänge, mit einfacher Filterung und einer Genauigkeit bis zu 0,1%. Die Betriebsart CA dient auch zur Aufnahme von Rohwerten ohne Mittelwertbildung und Filterung, um anschließend die Messdaten analysieren zu können und eine optimale Betriebsart finden zu können.

Mode CF: (Cyclic Floating Average mit Filter) Floating Mittelwertbildung für sehr langsame und kontinuierliche Messvorgänge, mit einfacher Filterung und einer Genauigkeit bis zu 0,1%. Geeignet für Anwendungen z.B. in Wirbelschichttrockner, auf dem Transportband, etc.

Mode CK: (Cyclic mit Boost-Filter) für komplexe Anwendungen in Mischern und Trocknern.

Mode CC: (Cyclic Cumulated) mit automatischer Aufsummierung der Feuchte-Mengenmessung in einem Batchvorgang, wenn keine SPS-Steuerung verwendet wird.

Mode CH: (Cyclic Hold) Standard-Betriebsart für Anwendungen in der Bauindustrie. Ähnlich wie Mode CC jedoch mit Filterung, aber ohne Aufsummierung. Mode CH ist ideal bei sehr kurzen Batchzeiten bis herunter zu 2 Sekunden, wenn die TRIME-Sonde unter der Siloklappe installiert wurde. Mode CH führt eine automatische Filterung durch, womit z.B. das sich im Silo gebildete Tropfwasser im Messwert ausgefiltert wird.

- Mittelungszeit (Average-Time, Reaktionsgeschwindigkeit der Messwerte)
- Kalibrierung (bei Verwendung von unterschiedlichen Materialien)
- Filterfunktion
- Präzision einer Einzelwertmessung (siehe im Kapitel „Software SONO-CONFIG“ unter Punkt: „Einstellen der Präzision einer Einzelwertmessung“).

Jede dieser Einstellungen bleibt auch nach Abschalten des Systems erhalten, ist also nicht-flüchtig im TRIME Messumformer gespeichert.

7.1.1. Betriebsart CA oder CF des TRIME-GWs bei nicht-kontinuierlichem Materialfluss

TRIME-GWs wird werkseitig mit passenden Parametern für die Mittelungszeit und mit einer universellen Filterfunktion für gängige Anlagen eingestellt und ausgeliefert.

Die nachfolgenden in diesem Zusammenhang erwähnten Einstellungen können mittels dem Service-Programm **SONO-CONFIG** verändert werden.

Für Anwendungen bei nicht-kontinuierlichem Materialfluss besteht die Möglichkeit, das Messwertverhalten über die einstellbaren Filterwerte **Filter-Lower-Limit-Offset**, **Filter-Upper-Limit-Offset** zu optimieren. Die Mittelwertbildung kann mit dem Parameter **Average-Time** eingestellt werden. Die nachfolgend beschriebenen Standardeinstellungen für die Filterfunktion im **Messmodus CA** haben sich in vielen Fällen bewährt und sollten nur für spezielle Anwendungen verändert werden.

Parameter in Messmodus CA, CC, CF, CH und CK	Funktion
Average-Time (Mittelwertbildung) Standardeinstellung: 2s Einstellbereich: 1...20s Einheit: Sekunden	CA/CF: Die Zeit für die Bildung des Mittelwertes kann mit diesem Parameter eingestellt werden. CC/CH/CK: Die Zeit für die Bildung des Trendwertes/ Erwartungswertes für die Gewichtungsfunktion (Boost & Offset) kann eingestellt werden.
Filter-Upper-Limit Offset Standardeinstellung: 25% Einstellbereich: 1...100% Einheit: % Absolut	CA/CC/CF/CH/CK: Zu große Messwerte hervorgerufen durch z.B. metallische Abstreifer oder Schaufeln am Sondenkopf werden herausgefiltert. Der Offset-Wert in % wird zum dynamisch aktuellen Mittelwert addiert.
Filter-Lower-Limit Offset Standardeinstellung: 25% Einstellbereich: 0...100% Einheit: % Absolut	CA/CC/CF/CH/CK: Zu kleine Messwerte wegen zu wenig Material oder unzureichendem Materialfluss am Sondenkopf werden herausgefiltert. Der Offset-Wert in % wird vom dynamisch aktuellen Mittelwert subtrahiert.
Upper-Limit-Keep-Time Standardeinstellung: 10s Einstellbereich: 1...100s Einheit: Sekunden	CA/CC/CF/CH/CK: Die Dauer der Filterfunktion für Upper-Limit-Störungen (z.B. durch metallische Abstreifer) kann mit diesem Parameter zeitlich begrenzt werden um die Gefahr von undefinierten Zuständen zu vermeiden.
Lower-Limit-Keep-Time Standardeinstellung: 10s Einstellbereich: 1...100s Einheit: Sekunden	CA/CC/CF/CH/CK: Die Dauer der Filterfunktion für Lower-Limit-Störungen, (z.B. durch unzureichenden Materialfluss oder länger andauernde „Materiallücken“), kann mit diesem Parameter zeitlich begrenzt werden um die Gefahr von undefinierten Zuständen zu vermeiden, bzw. die Nachhaltezeit am Ende eines Batches zu definieren.
Moisture Threshold (Startschwelle) in %-Feuchte Standardeinstellung: 0.1% Einstellbereich: 0...100% Einheit: % Absolut	CA/CF/CK: Inaktiv CC/CH: Wird die eingestellte Schwelle überschritten startet die Sonde den Messvorgang. Fällt der Sondenwert wieder unter diese Schwelle zurück „friert“ der Messwert ein und die No-Material-Delay Zeit beginnt zu laufen. Dies dient dazu, dass Unterbrechungen im Materialfluss als Störgröße eliminiert werden.
No-Material-Delay (Ablaufzeit) Standardeinstellung: 10s Einstellbereich: 1...100s Einheit: Sekunden	CA/CF/CK: Inaktiv CC/CH: Der Sensor erkennt über den als Moisture Threshold definierten Messwert wenn kein Material mehr (d.h. Luft) an der Sonde anliegt. Der zuletzt gemessene Mittelwert wird dann „eingefroren“ und für die die Dauer der No-Material-Delay Zeit am Analogausgang ausgegeben. Wird nach Ablauf der No-Material-Delay Zeit kein gültiger Feuchtwert erfasst, beginnt der Algorithmus neu zu konvergieren. Dies dient dazu, dass für ein neues Batch der Messwertspeicher gelöscht wird und somit nicht ein Mischwert aus aufeinanderfolgenden Batches gemessen wird und nicht bei jeder auch nur kurzen Unterbrechung innerhalb eines Batches die Messung neu gestartet wird!
Boost Standardeinstellung: 35nn Einstellbereich: 0...100nn Einheit: Keine!	CA/CF: Inaktiv CC/CH/CK: Definition wie stark Einzelwerte in Abhängigkeit der Abweichung zum aktuellen Erwartungswert gewichtet werden. Weicht zum Beispiel der aktuelle Einzelwert um 1% vom Erwartungswert ab bei Boost=35 wird dieser nur zu $100\% - (1\% * 35) = 65\%$ für den neuen Mittelwert berücksichtigt.

<p>Offset Standardeinstellung: 0.5% Einstellbereich: 0...5% Einheit: % Absolut</p>	<p>CA/CF: Inaktiv CC/CH/CK: Prozess-Nichtlinearitäten (z.B. Dichteschwankungen) können ausgeglichen werden indem der Erwartungswert angepasst wird (sprich der Wert der über die Average-Time gebildet wird), indem dieser angehoben wird, kann hohen Werten mehr Gewichtung zugemessen werden, da bei z.B. der Sandfeuchtemessung unter dem SILO die geringeren Werte eher unwahrscheinlicher sind, da durch Dichteschwankung verursacht (ungleichmäßiger Materialfluss).</p>
<p>Weight Standardeinstellung: 5 Werte Einstellbereich: 0...50 Einheit: Messwerte <i>bei Abfragezyklen einer SONO-Sonde von ca. 3 Messwerten je Sekunde, wobei jeder Einzelmesswert bereits vorgemittelt ist.</i></p>	<p>CA/CC/CF: Inaktiv CH: Mittelwertbildung für die Analoge Messwert-Ausgabe. Dieser Parameter beeinflusst die Reaktionszeit (Ansprechdauer) des Sensors, bei Mode CH kann hier die Reaktionszeit in Echtzeit angenommen werden (z.B. 15 Werte wären 15/3=5 Sekunden). CK: Hier kann grob angenommen werden, dass Anzahl Werte = Ansprechdauer in Sekunden ist, da der Mittelwert statistisch verrechnet wird, allerdings gilt, je homogener das vermessene Material, desto schneller die Reaktionszeit des Algorithmus!</p>
<p>Invalid Measure Count Standardeinstellung: 2 Werte Einstellbereich: 0...10 Einheit: Messwerte (bei ca. 3 Einzelwerten je Sekunde)</p>	<p>CA/CF/CK: Inaktiv CC/CH: Anzahl der ersten verworfenen Messwerte nach einem Batch-Neustart, wenn „No-Material-Delay“ ausgelöst hat. Die ersten fehlerhaften Messwerte, z.B. durch trägen Materialfluss zu Beginn oder freies Wasser werden vollständig verworfen!</p>
<p>Moisture Std. Deviation Count Standardeinstellung: 5 Werte Einstellbereich: 0...20 Einheit: Messwerte (bei ca. 3 Einzelwerten je Sekunde)</p>	<p>CA/CC/CF/CH/CK: Werden die Parameter Temperatur und RbC bzw. EC-TRIME nicht benötigt kann der Sensor in den Analog-Modus Moist/Moist Std. Deviation geschaltet werden, dann wird auf dem 2. Analogkanal die ermittelte Standard-Abweichung aller Feuchte-Einzelwerte ausgegeben. Achtung: die Dauer dieses Parameters kann nicht länger als die Average-Time eingestellt werden! Über diesen Parameter kann dann die Homogenität der Einzelwerte überprüft werden, was zur Validierung der Feuchtwerte oder der Überwachung eines Regelprozesses verwendet werden kann!</p>
<p>Quick und Quick-Precision mit Meas Time (no. values) Einheit: Keine!</p>	<p>CA/CC/CF/CH/CK/CS: Empfohlen wird hier standardmäßig Quick Precision und Meas Time = 2 mit einer präziseren Detektion des TDR-Impulses. Für noch etwas bessere Messgenauigkeiten kann Meas Time vergrößert werden, allerdings dauert eine Einzelmessung mit interner Mittelung dann nicht ca. 280ms sondern erhöht sich pro Step um 60 Millisekunden. Ältere SONO-Sonden kennen die Funktion Quick Precision noch nicht.</p>

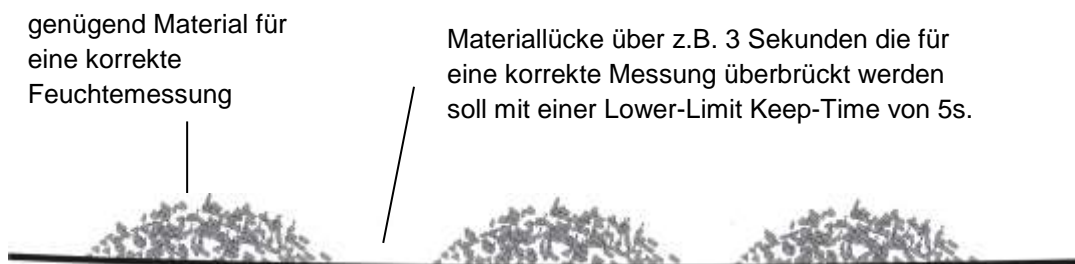
7.1.2. Mittelwertbildung im Messmodus CA und CF

Der Messumformer TRIME-GWs ermittelt alle 200 Millisekunden einen neuen Messwert aus mehreren Einzelmesswerten der in die Mittelwertbildung eingeht und gibt in diesem Zeittakt den jeweiligen Mittelwert am Analogausgang aus. Die Mittelungszeit entspricht also dem „Gedächtnis“ des TRIME-GWs. Je länger diese Zeit gewählt wird, desto träger ist die Reaktionszeit wenn unterschiedlich feuchtes Material über der Sonde vorbeifließt. Eine längere Mittelungszeit bewirkt einen stabileren Messwert. Dies ist vor allem beim Betrieb des TRIME-GWs in unterschiedlichen Anlagen zu berücksichtigen um Messwertschwankungen durch unterschiedlich feuchtes Material auszugleichen. Die Mittelungszeit **Average-Time** wird bei Auslieferung auf 5 Sekunden eingestellt. In vielen Anlagen hat sich dieser Wert bewährt. Bei Anwendungen die eine schnellere Reaktionszeit erfordern, kann ein kleinerer Wert eingestellt werden. Bei zu „unruhiger“ Anzeige sollte ein größerer Wert gewählt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass **Average-Time** und **R-Parameter** sich ähnlich auf das Messverhalten auswirken.

7.1.3. Filterung bei Materiallücken im Messmodus CA und CF

Mit einem ausgeklügelten Algorithmus können TRIME- und SONO-Sonden fehlerhafte Einzelmesswerte ausfiltern. Es wird erkannt wenn sich kein oder weniger Material am Sondenkopf befindet. Besonderer Beachtung bedürfen diejenigen Zeitperioden, in denen das Messvolumen der Sonde längere Zeit nur zum Teil mit Messgut gefüllt ist, d.h. wenn das Material (z.B. Korn) nicht mehr den GR-Sondenkopf komplett bedeckt. Während dieser Zeiten würde die Sonde einen zu geringen Messwert ermitteln.

Um diese Materiallücken überbrücken zu können empfiehlt sich die Betriebsart CA mit Upper- und Lower-Limit wobei das Lower-Limit bei 2% eingestellt werden kann bei einer Lower-Limit-Keep-Time von z.B. 5 Sekunden. Ermittelt TRIME-GWs jetzt während einer Lücke einen Feuchtwert der 2% unterhalb des Mittelwertes von z.B. 8% liegt (d.h.<6%), dann wird der Mittelwert für 5 Sekunden „eingefroren“ und die Materiallücke kann somit überbrückt werden. Diese leistungsfähige Funktion in von TRIME-GWs fungiert hier als eine Art Hochpassfilter wo die höheren Feuchtwerte zur Mittelwertbildung verwendet werden und kleinere bzw. fehlerhafte Messwerte herausgefiltert werden. Nachfolgend ist diese Funktion mit Parametern dargestellt.



Nachfolgende Parameter-Einstellung in der Betriebsart CA oder CF eignet sich für diese Filterfunktion um Materiallücken überbrücken zu können.

Average Mode under Mode C	
	CA-Cyclic Average
Average Parameters:	
Average Time(s)	1
Filter Upper Limit Offset	20
Filter Lower Limit Offset	2
Upper Limit Keep Time	10
Lower Limit Keep Time	5

Das Filter Upper-Limit wird hier mit einem Wert von 20 deaktiviert, das Filter Lower-Limit mit 2% eingestellt. Bei einer Lower-Limit Keep-Time von 5 Sekunden wird der Mittelwert bei Unterschreitung von 2% für 5 Sekunden eingefroren, nach diesen 5 Sekunden wird der Mittelwert gelöscht und eine neue Mittelwertbildung gestartet. Bei Messwerten innerhalb des Limits wird die Filterfunktion zurückgesetzt.

7.1.4. Betriebsart CC – Automatische Aufsummierung einer Feuchte-Mengenmessung in einem Batchvorgang

Einfachere Steuerungen sind oft nicht in der Lage, automatisch die Feuchtwerte eines kompletten Batchvorgangs aufzuzeichnen, einen Mittelwert zu bilden und abzuspeichern. Weiterhin gibt es Anwendungen ohne Steuerung, wo die aufsummierte Feuchte eines kompletten Batchvorganges für das Bedienpersonal an einer Display-Anzeige über eine längere Zeit ausgegeben werden soll. Bisher am Markt etablierte Mikrowellen-Feuchtesonden haben diesbezüglich drei Nachteile:

1. Diese Mikrowellen-Sonden benötigen ein Schaltsignal von der Steuerung das an die Sonde gelegt werden muss, damit diese einen Mittelwert berechnet. Dies erhöht den Verkabelungsaufwand.
2. Durch das Schaltsignal können sich Verzögerungszeiten und damit Messfehler bei der Aufsummierung ergeben, die sich besonders bei kleineren Batches sehr nachteilig auswirken und zu Rezepturfehlern führen.
3. Wenn während eines Batchvorganges eine kurzzeitige Materiallücke entsteht, dann gehen diese Null-Messwerte mit in die Aufsummierung ein und verfälschen das aufsummierte Messsignal erheblich, was sich dann in Rezepturfehlern auswirkt.

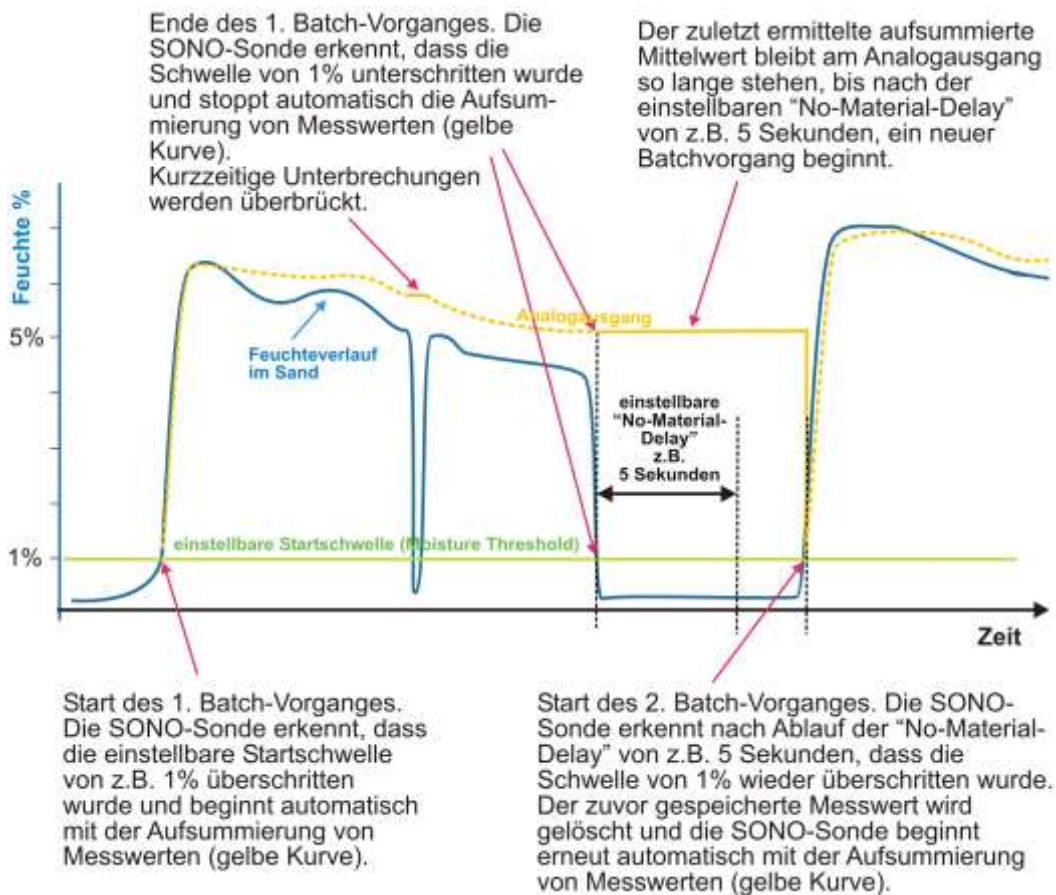
Anders als bei bisherigen Mikrowellen-Feuchtesonden werden bei TRIME- und SONO-Sonden in der Betriebsart CC automatisch nur die Zeiten aufsummiert, an denen wirklich Material an der Sonde anliegt. Dies erhöht die Zuverlässigkeit bei der Feuchteermittlung eines Batchvorganges. Durch die präzise Feuchtemessung auch im unteren Feuchtebereich können TRIME- und SONO-Sonden ohne Auslösesignal bzw. Triggersignal die Feuchtwerte eines kompletten Batchvorganges aufnehmen, aufsummieren und als Analogsignal so lange ausgeben, bis ein neuer Batchvorgang startet. Die Steuerung hat dann genügend Zeit, den aufsummierten und „eingefrorenen“ Feuchtwert des kompletten Batch abzuholen. Eine Displayanzeige wie SONO-VIEW kann damit den aufsummierten Feuchtwert so lange am Display stehen lassen, bis ein neuer Batchvorgang beginnt. Mit dem Parameter **Moisture Threshold** kann die Startschwelle, ab wo die Aufsummierung starten soll, eingestellt werden. Dadurch dass TRIME- und SONO-Sonden sich automatisch nachkalibrieren, wird dafür gesorgt, dass der Nullpunkt bei TRIME- und SONO-Sonden präzise eingehalten wird. Die Startschwelle sollte abhängig von der Anlage ermittelt werden, empfohlen wird z.B. 0,5%..1%. Mit dem Parameter **No-Material-Delay** kann ein Zeitbereich vorgegeben werden, ab welchem TRIME-GWs wieder bereit ist, einen neuen Batchvorgang zu starten. Treten während eines laufenden Batchvorganges kurzzeitige Materiallücken auf die kürzer als die „No-Material_Delay“ sind, d.h. der Feuchtwert unterschreitet die Startschwelle und es liegt kein Material an der Sonde an, dann erfolgt nur eine kurze Pause bei der Aufsummierung. Ist die Pause länger als die „No-Material-Delay“ dann ist die Sonde bereit, einen neuen Batch-Vorgang zu starten.

Wie kann die Betriebsart CC genutzt werden, wenn über der Sonde keine Material-Entleerung erfolgen kann, d.h. wenn vor der Materialbeschickung immer oder über längere Zeit, Material an der Sonde anliegt: In diesem Falle kann die Sonde den Start des Materialtransportes nicht selbständig erkennen. Hier kann mit einer kurzen Unterbrechung der Betriebsspannung von TRIME-GWs (z.B. 0,5 Sekunden mit Hilfe eines Relaiskontaktes der SPS) TRIME-GWs zurückgesetzt werden. Nach Anliegen der Betriebsspannung beginnt die Sonde dann sofort mit der Aufsummierung und Mittelwertbildung.

Bitte beachten: Es sollte darauf geachtet werden, dass kein Material an der Sonde festbackt. Ansonsten würde sich der Feuchte-Nullpunkt zwischen den Batches nach oben verschieben und die Sonde könnte das Unterschreiten der Feuchteschwelle nicht mehr erkennen.

Nachfolgend die einstellbaren Parameter in Betriebsart CC:

Parameter im Messmodus CC	Funktion
Moisture Threshold (Startschwelle) in %-Feuchte Standardeinstellung: 1 (in%) Einstellbereich: 0...20	Ab der eingestellten Schwelle startet die kumulierte Aufsummierung. Ab dem Start wird das aufsummierte Messsignal ausgegeben. Die Aufsummierung stoppt, wenn die Startschwelle unterschritten wird.
No-Material-Delay (Ablaufzeit) Standardeinstellung: 5 (in Sekunden) Einstellbereich: 1...20	Die Aufsummierung stoppt, wenn die Schwelle länger als die „No-Material-Delay“ unterschritten wird. Nach Ablauf der „No-Material-Delay“ ist die Sonde bereit, eine neue Aufsummierung in einem neuen Batch zu starten.



7.2. Das Erstellen einer linearen Kalibrierkurve für ein spezielles Material

Die Kalibrierkurven Cal1 bis Cal15 können für spezielle Materialien mit Hilfe von **SONO-CONFIG** einfach erstellt bzw. angepasst werden. Hierzu müssen zwei Referenz-Messpunkte ermittelt werden, **Punkt P1 bei trockenem Material** und **Punkt P2 bei feuchtem Material**, wobei die Punkte P1 und P2 weit genug auseinander liegen sollten um eine bestmögliche Kalibrierkurve zu erhalten. Die Feuchtwerte des zu vermessenden Materials bei den Punkten P1 und P2 können mit einem Labormessverfahren (Trockenschrank, etc.) ermittelt werden, wobei zu berücksichtigen wäre, dass genügend Material vermessen wird um einen repräsentativen Wert zu bekommen.

Unter dem Menüpunkt „**Calibration**“ werden im Fenster „**Material Property Calibration**“ die in der SONO-Sonde gespeicherten Kalibrierkurven Cal1 bis Cal15 aus der Sonde geladen und am Bildschirm dargestellt (dauert max. 1 Minute). Mit dem Mauszeiger können einzelne Kalibrierkurven ausgewählt und mit dem Button „**Set Active Calib**“ aktiviert werden. Die Messung des Sensor-Feuchtwertes **MoistAve** mit der zugehörigen Radarlaufzeit **tpAve** in Punkt P1 und P2 wird mit Hilfe des Programms **SONO-CONFIG** im Untermenü „**Test**“ und „**Test in Mode CA**“ gestartet (siehe Kapitel „Kurzanleitung für die Software SONO-CONFIG“).

Schritt 1: Die Radarlaufzeit **tpAve** der Sonde wird mit trockenem Material gemessen. Idealerweise erfolgt dies im laufenden Betrieb eines Mischers/Trockners um mögliche Dichteschwankungen des Materials zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich mehrere Messungen von **tpAve** zu machen damit sich daraus ein optimaler Mittelwert für **tpAve** bilden kann. Als Ergebnis erhält man den ersten Kalibrierpunkt P1 (z.B. 70,0). D.h. eine Radarlaufzeit **tpAve** von 70ps entspricht 0% Materialfeuchte. Möglich wäre aber auch ein darüber liegender Punkt P1` (z.B. 190,7) wobei dann 190ps einer Feuchte von 7% entsprechen würde. Der gravimetrische Feuchte-Istwert des Materials von z.B. 7% muss mit einem Labormessverfahren (Trocknungsöfen) ermittelt werden.

Schritt 2: Die Radarlaufzeit **tpAve** der Sonde wird mit feuchtem Material gemessen. Idealerweise erfolgt dies ebenfalls im laufenden Betrieb eines Mischers/Trockners. Auch hier empfiehlt es sich, mehrere Messungen durchzuführen um daraus einen Mittelwert für **tpAve** bilden zu können. Als Ergebnis erhält man den zweiten Kalibrierpunkt P2 mit X2/Y2 (z.B. 500,25). D.h. eine Radarlaufzeit **tpAve** von 500ps entspricht 25% Materialfeuchte. Der gravimetrische Feuchte-Istwert des Materials von z.B. 25% muss mit einem Labormessverfahren (Trocknungsöfen) ermittelt werden.

Schritt 3: Mit den beiden Kalibrierpunkten P1 und P2 können die Kalibrierkoeffizienten m_0 und m_1 für das untersuchte Material berechnet werden (siehe nachfolgende Seite).

Schritt 4: Die Koeffizienten $m_1 = 0,0581$ und $m_0 = -4,05$ für die Kalibrierkurve (z.B. Cal15) werden einzeln mit Hilfe von **SONO-CONFIG** direkt per Hand eingegeben und in der Sonde gespeichert. Der Name der Kalibrierung kann ebenfalls per Hand eingegeben werden. Die selektierte Kalibrierkurve (z.B. Cal15) die nach dem Einschalten der Sonden-Betriebsspannung automatisch aktiviert wird, wird mit dem Button „**Set Default Calib**“ eingestellt.



Achtung: Bei der Eingabe mit Hilfe der Software SONO-CONFIG muss als Trennzeichen für die Koeffizienten m_0 bis m_5 ein Punkt verwendet werden, kein Komma!

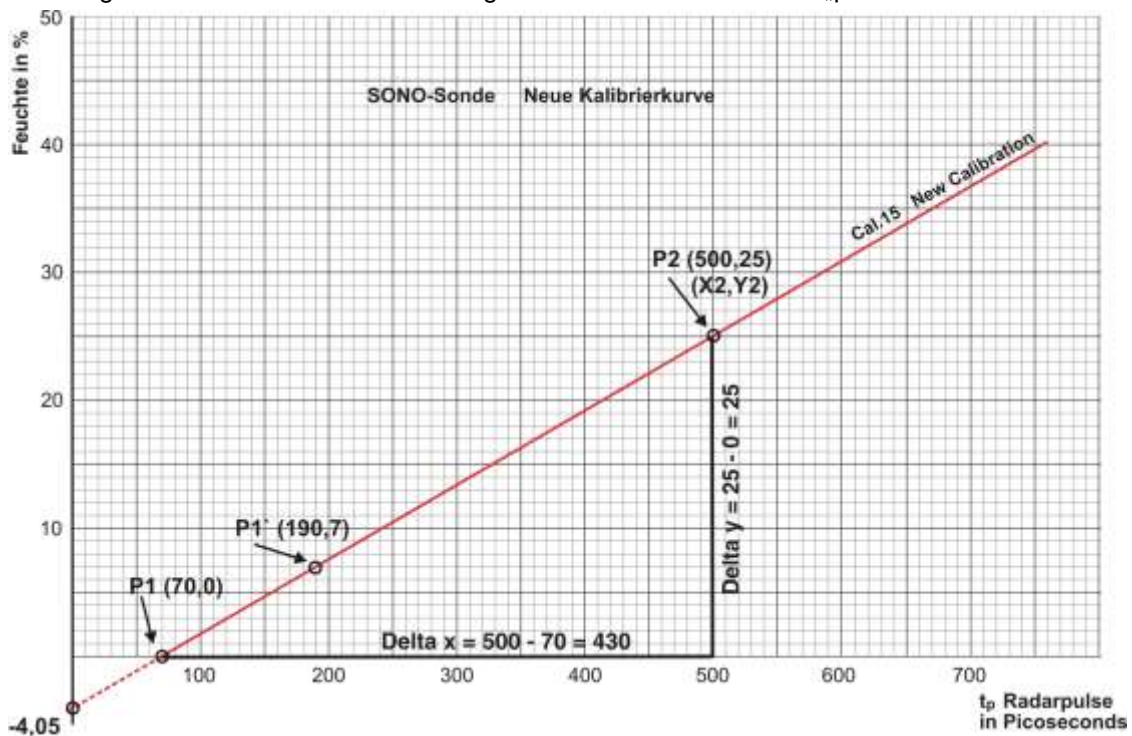
7.2.1. Kalibrierkurven Calculation für eine 2-Punkt Kalibrierung

SONO-Sonden können mit linearen und nichtlinearen Kalibrierpolynomen bis 5ten Grades arbeiten. Zur Berechnung der Koeffizienten für nichtlineare Polynome bis 5ten Grades kann ein EXCEL-Tool von IMKO eingesetzt werden. Aber auch mit mathematischen Programmen wie MATLAB können passende nichtlineare Kalibrierkurven und die zugehörigen Koeffizienten m_0 bis m_5 berechnet und mit SONO-CONFIG in die Sonde eingegeben werden. Nachfolgendes Diagramm zeigt eine Beispielberechnung für ein spezielles Material für die Koeffizienten m_0 und m_1 für eine lineare Kalibrierkurve.

Ermittlung der beiden Parameter m_0 und m_1 mit dem Excel-Sheet „SONO 2-Point LinearCalibration_Calculation“ von IMKO:

1. Downloaden Sie das Excel-Sheet „SONO 2-Point LinearCalibration_Calculation“ von der Homepage von IMKO unter „Support Software“.
2. Tragen Sie die beiden TP-Werte mit den jeweiligen Feuchte-Referenzen in das Excel-Sheet ein.
3. Lesen Sie die beiden Parameter m_0 und m_1 aus dem Excel-Sheet aus.
4. Speichern Sie mit Hilfe des Programmes „SONO-CONFIG“ im Menüpunkt „Calibration“ und im Fenster „Material Property Calibration“ in der ausgewählten Kalibrierkurve die beiden Koeffizienten bzw. Parameter m_0 und m_1 mit „Set and Save“ ein.

Nachfolgend eine klassische Berechnung der Parameter m_0 und m_1 „per Hand“:



Der Koeffizient m_1 wird aus der Steigung der Kurve Cal.15 berechnet:

$$\text{Koeffizient } m_1 = \frac{\text{Delta } y}{\text{Delta } x} = \frac{25 - 0}{500 - 70} = 0,0581$$

Der Koeffizient m_0 ist der Offset auf der y-Achse bei $x=0$ und errechnet sich aus:

$$\text{Koeffizient } m_0 = Y_2 - (m_1 \cdot X_2) = 25 - (0,0581 \cdot 500) = -4,05$$

7.2.2. Kalibrierkurven Kalkulation für eine Nichtlineare Kalibrierkurve

Für eine nichtlineare Materialkalibrierung können die Parameter m_0 bis m_5 mit dem Excel-Sheet „**SONO_NonlinearCalibration_Calculation**“ von IMKO ermittelt werden:

1. Downloaden Sie das Excel-Sheet „**SONO_NonlinearCalibration_Calculation**“ von der Homepage von IMKO unter „Support Software“.
2. Tragen Sie die jeweiligen TP-Werte mit den jeweilig zugehörigen Feuchte-Referenzwerten in das Excel-Sheet ein.
3. Lesen Sie die Parameter m_0 bis m_5 aus dem Excel-Sheet aus.
4. Speichern Sie mit Hilfe des Programmes „SONO-CONFIG“ im Menüpunkt „**Calibration**“ und im Fenster „**Material Property Calibration**“ in der ausgewählten Kalibrierkurve die Koeffizienten bzw. Parameter m_0 bis m_5 mit „Set and Save“ ein.

7.2.3. Kalibrierkurven Kalkulation für eine 1-Punkt Kalibrierung

In der Praxis kann es häufig vorkommen, dass bei der Inbetriebnahme einer SONO-Sonde im Prozess, das zu vermessende Material nur mit einem einzigen relativ konstanten Feuchtwert zur Verfügung steht. Eine lineare 2-Punkt Kalibrierung ist dann natürlich nicht möglich.

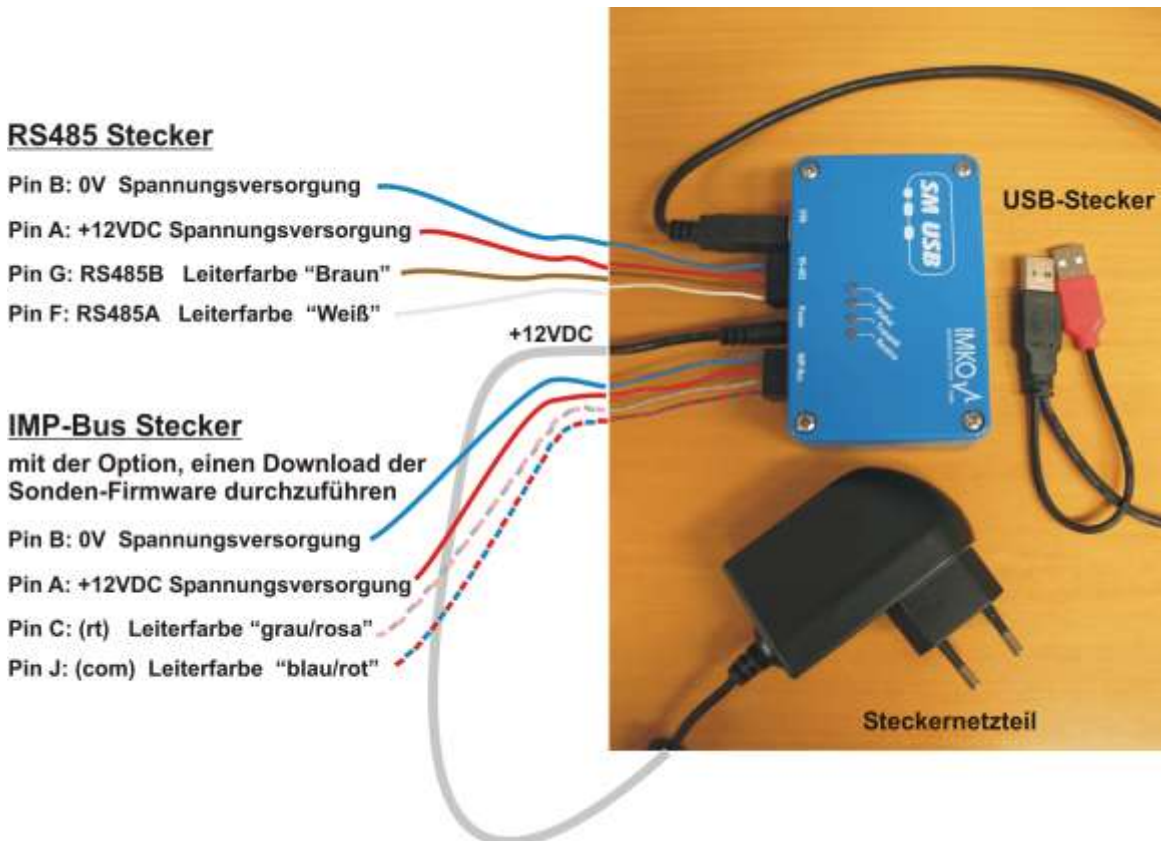
Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise zur Ermittlung einer linearen Kalibrierkurve ist nicht so präzise wie eine 2-Punkt Kalibrierung, kann jedoch ein Kompromiss sein um überhaupt zu einer passenden Kalibrierkurve zu kommen.

Nachfolgend aufgezählte Schritte beschreiben die Vorgehensweise:

1. Messung der Radarlaufzeit **T_p** im laufenden Prozess der Anlage während sich das Material über der Sonde befindet. T_p kann entweder mit Hilfe des Moduls SM-USB und der Software SONO-CONFIG oder mit dem Anzeigemodul SONO-VIEW ermittelt werden.
2. Ermittlung der Referenzfeuchte **M** (Moisture) des vermessenen Materials welches während der T_p -Messung über der Sonde liegt bzw. lag. Die Referenzfeuchte M des Materials (falls sie nicht bereits vorliegt) kann z.B. mit einem Infrarot- oder Mikrowellen Trocknungsofen bestimmt werden.
3. Ermittlung der Schüttdichte **D** (bulk density) des Materials (in kg pro dm^3) welches über der Sonde liegt bzw. lag. Die Schüttdichte kann z.B. durch das Wiegen von exakt einem Liter bzw. einem Kubikdezimeter Materialvolumen bestimmt werden.
4. Downloaden Sie das Excel-Sheet „**SONO 1-Point LinearCalibration_Calculation**“ von der Homepage von IMKO unter „Support Software“. Geben Sie die drei ermittelten Referenzwerte **T_p** (Radarlaufzeit), **M** (Moisture) und **D** (Dichte) in das Excel-Sheet ein. Als Ergebnis erhalten Sie die beiden berechneten Koeffizienten bzw. Kalibrierparameter m_0 und m_1 .
5. Speichern Sie mit Hilfe der Software „SONO-CONFIG“ im Menüpunkt „**Calibration**“ und im Fenster „**Material Property Calibration**“ in der ausgewählten Kalibrierkurve die Parameter m_0 bis m_5 mit „Set and Save“ in die Sonde ein. Die Eingabe der drei Parameter T_p , M und D kann auch ohne PC mit dem Anzeigemodul SONO-VIEW erfolgen (siehe Handbuch SONO-VIEW).

8. Serieller Anschluss am SM-USB Modul von IMKO

Beim SM-USB Modul von IMKO werden die Versorgungsspannung sowie die Übertragungssignale beim Datentransfer mit LED's angezeigt. Das SM-USB bietet die Möglichkeit die SONO-Sonde entweder an der Standard RS485-Schnittstelle oder am IMKO IMP-Bus zu betreiben. **Aufgrund der Robustheit und der Möglichkeit einen Download einer neuen Firmware auf der SONO-Sonde durchzuführen, werden SONO-Sonden bei Auslieferung auf die IMP-Bus-Übertragung voreingestellt. Es ist also empfohlen eine Anbindung über den IMP-Bus vorzunehmen.** Beide Anschlüsse sind im nachfolgenden Foto dargestellt und es besteht die Möglichkeit die Übertragung in der Sonde per SONO-CONFIG auf RS485 umzustellen. Bei Verwendung eines Doppel-USB-Steckers am PC besteht die Möglichkeit, die Stromversorgung der SONO-Sonde direkt vom USB-Port des PC's abzugreifen, ohne Verwendung des externen Steckernetzteils.



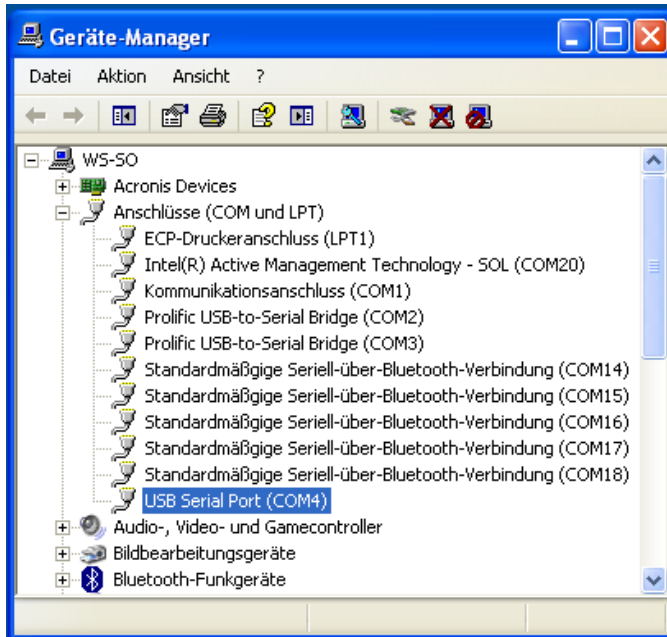
Installation des SM-USB Moduls von IMKO

- Installieren des USB-Drivers vom USB-Stick.
- Mit dem Anschluss des SM-USB am USB-Port des PC's wird die Installation automatisch durchgeführt.
- Installieren der Software **SONOConfig-Setup.msi** vom USB-Stick.
- Anschluss der SONO-Sonde am SM-USB an die Betriebsspannung sowie den IMP-Bus (oder RS485).
- Check des COM-Ports im Windows Geräte-Manager. (siehe **Hinweis 1** auf der nächsten Seite)
- Setup des COM-Ports in SONOConfig. Unter dem Menüpunkt „Bus“ kann im Fenster „**Configuration**“ der PC auf einen verfügbaren **COMx-Port** und die Baudrate **9600 Baud** der SONO-Sonde eingestellt werden. (COM1-COM15 sind möglich).
- Start „**Scan Probes**“ in SONOConfig.
- Die SONO-Sonde meldet sich nach max. 30 Sekunden mit ihrer Seriennummer im Fenster „**Probe List**“.

Hinweis 1:

In den Geräte-Manager gelangt man wie folgt:

Systemsteuerung → System → Hardware → Geräte-Manager

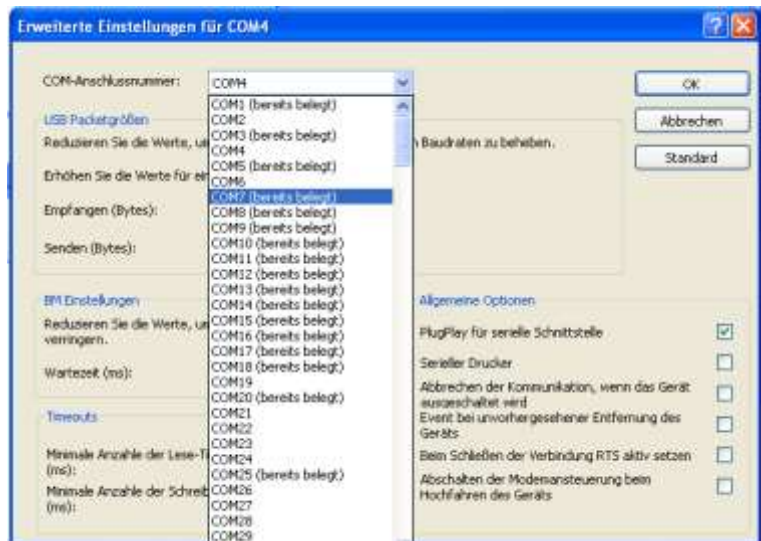


Unter dem Eintrag „Anschlüsse (COM und LPT)“ ist nun der Unterpunkt „USB Serial Port (COMx)“ zu finden.

COMx muss im Bereich von COM1..COM15 eingestellt sein und es darf keine Doppelbelegung der Anschlüsse vorliegen.

Falls es zu Konflikten unter den seriellen Anschlüssen kommen sollte oder das SM-USB unter einem höheren COM-Port gefunden wurde, kann die COM-Anschlussnummer auch manuell angepasst werden:

Durch einen Doppelklick auf „USB Serial Port“ gelangt man in das Eigenschaftsmenü, in dem man unter „Anschlusseinstellungen“ – Schaltfläche „Erweitert“ die COM-Anschlussnummer auf eine freie Nummer legen kann.

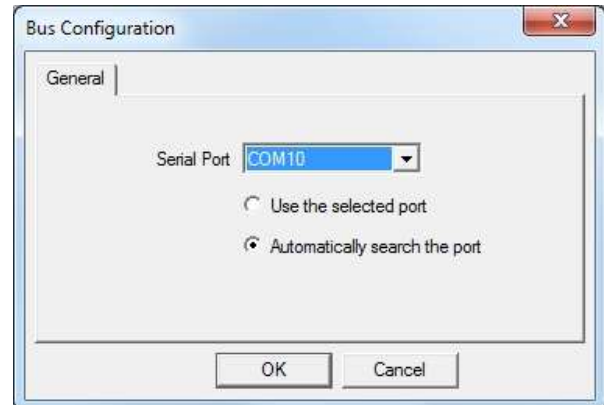


Nach Änderungen dieser Einstellungen muss SONO-CONFIG neu gestartet werden.

9. Kurzanleitung für die Inbetriebnahme-Software SONO-CONFIG

Mit SONO-CONFIG ist es möglich, prozessbedingte Einstellungen und Optimierungen einzelner Sondenparameter vorzunehmen. Weiterhin können mit SONO-CONFIG die Messwerte der SONO-Sonde seriell ausgelesen, am PC ausgegeben und abgespeichert werden. Hierzu kann die SONO-Sonde über das von IMKO lieferbare USB-Modul direkt am USB-Port eines PC's angeschlossen werden.

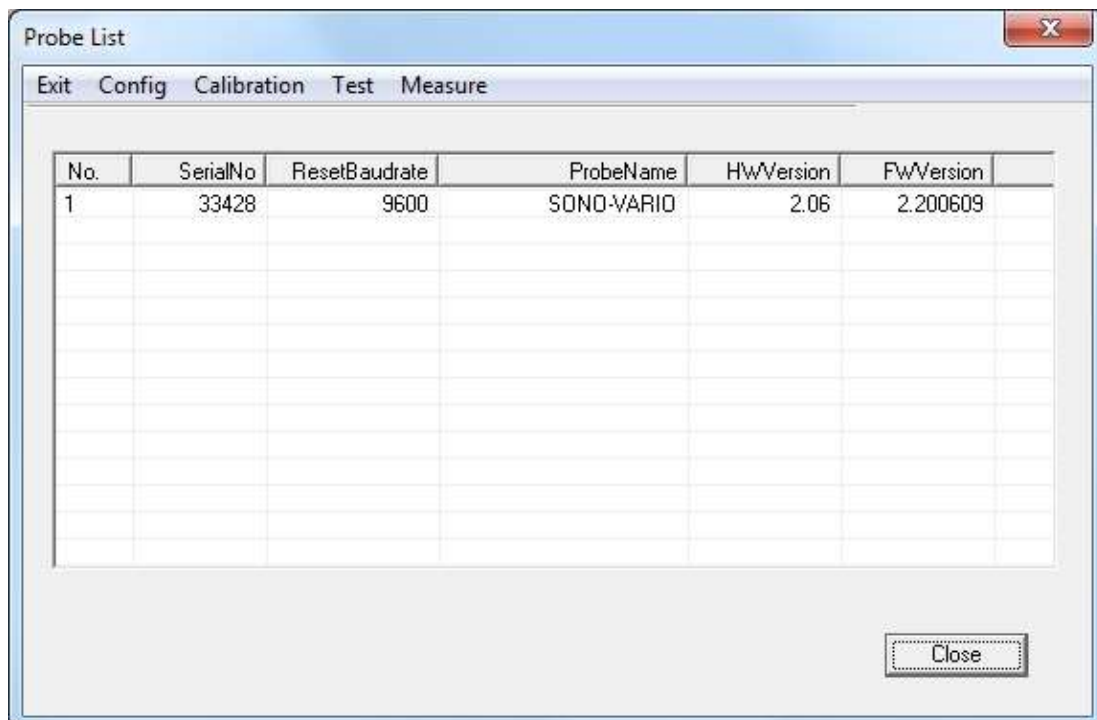
Unter dem Menüpunkt „**Bus**“ kann im Fenster „**Configuration**“ der PC mit „Use the selected port“ auf einen verfügbaren **COMx-Port** (den Sie evtl. zuvor ermittelt oder eingestellt haben) und die Baudrate **9600 Baud** der SONO-Sonde eingestellt werden. Mit „Automatically search the port“ stellt sich der PC selbst auf einen COMx-Port mit 9600 Baud ein.



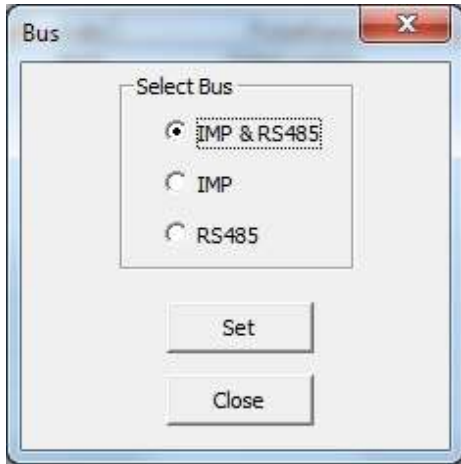
9.1.1. Scan von angeschlossenen SONO-Sonden an der seriellen Schnittstelle

Unter dem Menüpunkt „**Bus**“ kann im Fenster „**Scan Probes**“ der serielle Bus nach mehreren angeschlossenen SONO-Sonden abgescannt werden (dauert max. 30 Sekunden).

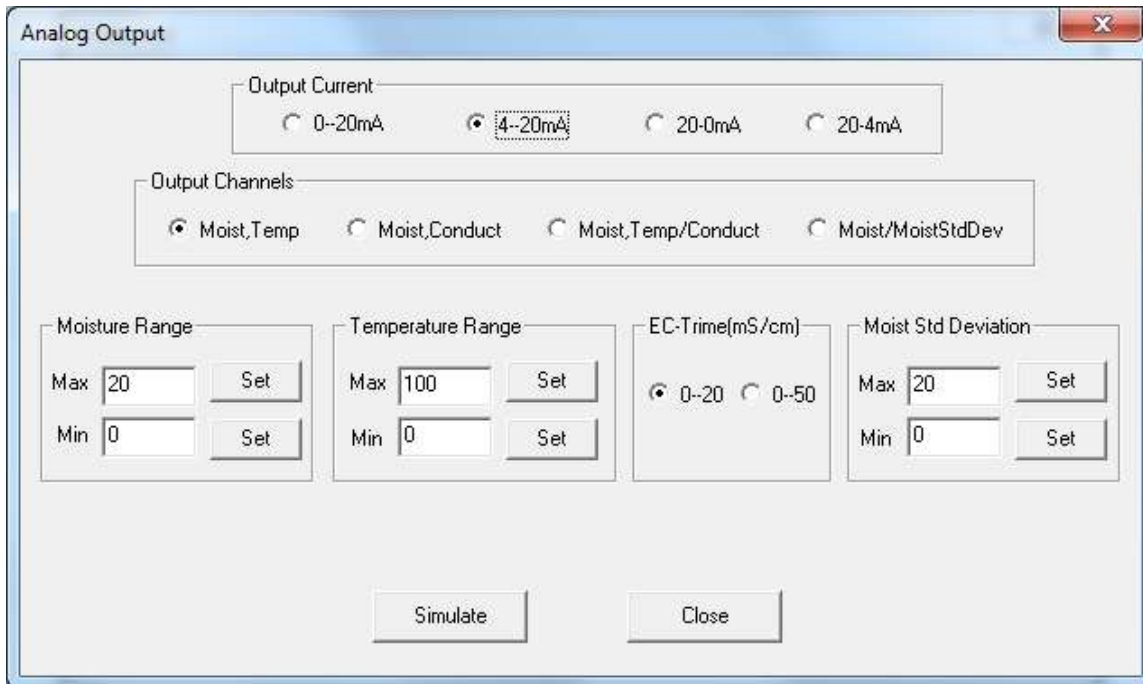
SONO-CONFIG meldet bei gefundenen SONO-Sonden die Seriennummer von einer oder mehreren Sonden im Fenster „**Probe List**“. Eine SONO-Sonde kann durch Anklicken selektiert werden.



9.1.2. Einstellen der Sonden-Betriebsart und der seriellen SONO-Schnittstelle

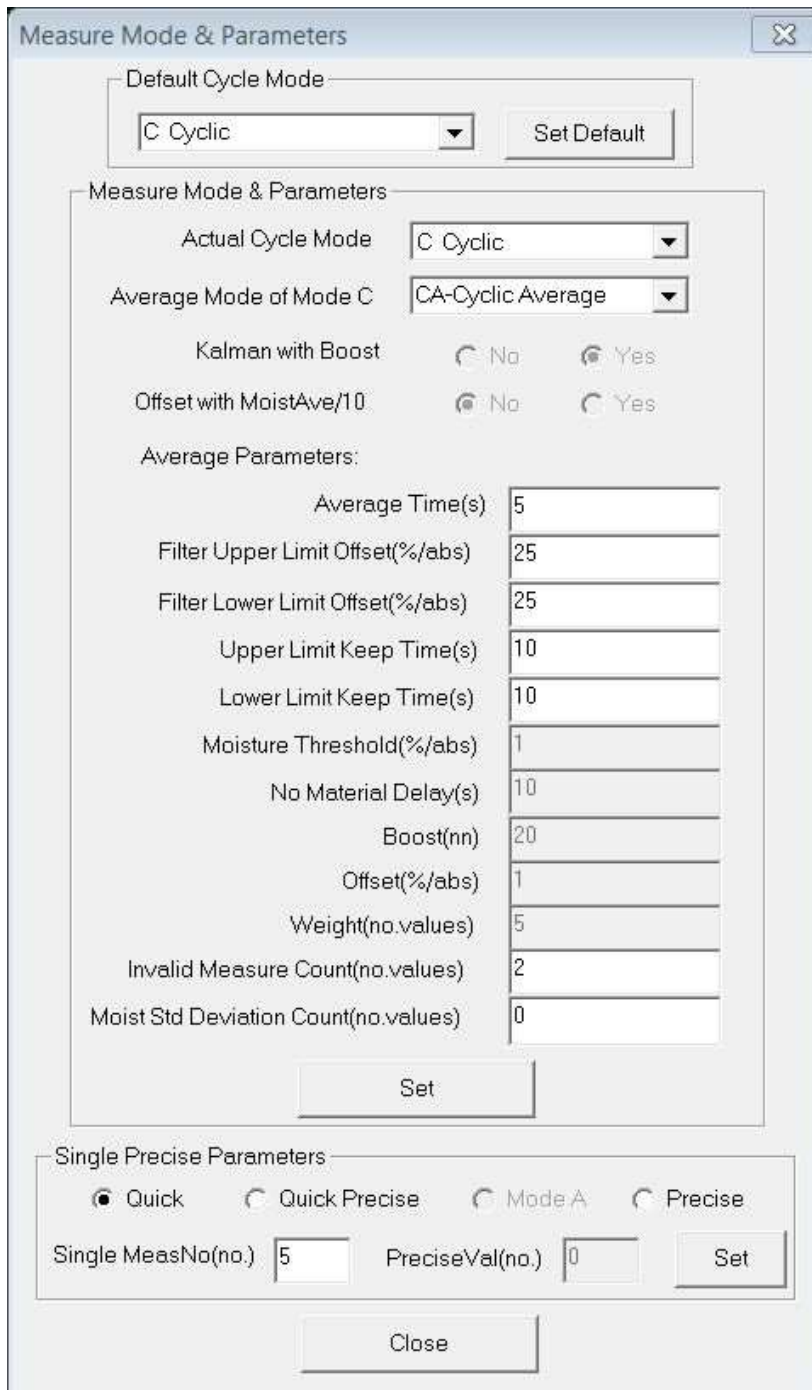


Im Fenster „**Probe List**“ kann unter dem Menüpunkt „**Config**“ im Fenster „**Measure Mode & Parameters**“ die SONO-Sonde auf die gewünschte Betriebsart CA bis CH (siehe Kapitel „Messmodus Konfiguration“) eingestellt werden. Weiterhin kann die serielle Schnittstelle in der SONO-Sonde auf IMP-Bus, RS485 oder auf beide Schnittstellen eingestellt werden. Empfohlen wird die Einstellung auf den robusten IMP-Bus.



9.1.3. Analogausgänge der SONO-Sonde

Unter dem Menüpunkt „**Config**“ können im Fenster „**Analog Output**“ die Analog-Ausgänge der SONO-Sonde (siehe Kapitel „Die Analog-Ausgänge zur Messwert-Ausgabe“) konfiguriert werden.



Measure Mode & Parameters

Default Cycle Mode: C Cyclic [Set Default]

Measure Mode & Parameters:

Actual Cycle Mode: C Cyclic

Average Mode of Mode C: CA-Cyclic Average

Kalman with Boost: No Yes

Offset with MoistAve/10: No Yes

Average Parameters:

Average Time(s)	5
Filter Upper Limit Offset(%/abs)	25
Filter Lower Limit Offset(%/abs)	25
Upper Limit Keep Time(s)	10
Lower Limit Keep Time(s)	10
Moisture Threshold(%/abs)	1
No Material Delay(s)	10
Boost(nn)	20
Offset(%/abs)	1
Weight(no.values)	5
Invalid Measure Count(no.values)	2
Moist Std Deviation Count(no.values)	0

[Set]

Single Precise Parameters:

Quick Quick Precise Mode A Precise

Single MeasNo(no.) 5 PreciseVal(no.) 0 [Set]

[Close]

9.1.4. Einstellen der Sonden-Betriebsart

In "Probe List" unter "Config" und "Measure Mode & Parameters" kann die SONO-Sonde auf den in der Anwendung jeweilig erforderlichen Messmodus CA, CF, CS, CK, CC oder CH eingestellt werden (siehe Kapitel "Messmodus-Konfiguration").

Mit Auswahl der Betriebsart wird eingestellt, wie die SONO-Sonde aus mehreren Einzelmesswerten einen Mittelwert bildet, eine Filterung vornimmt und andere Funktionen ausführt. (siehe Kapitel "Messmodus-Konfiguration" in diesem Handbuch).

Weiterhin kann eine SONO-Sonde auf die in

der jeweiligen Anwendung erforderliche Präzision einer Einzel-Feuchtwertmessung „**Single Precise Parameters**“ eingestellt werden. Es geht hier um darum, wie der TDR-Radarimpuls für die Messung eingestellt und ausgewertet wird.

Im folgenden Kapitel wird beschrieben wie dies erfolgen kann.

9.1.5. Einstellen der Präzision einer Einzelwertmessung

Vorab ist zu erwähnen, dass SONO-Sonden mit voreingestellten Parametern ausgeliefert werden die für die jeweilig geplanten Anwendungen passen sollten.

Die SONO-Sonde kann über „**Single Precise Parameters**“ wahlweise betreffend der Präzision einer Einzelwertmessung eingestellt werden. Vorab ist zu erwähnen, dass die erforderliche Zeit für eine Einzelwertmessung umso länger dauert, je präziser die SONO-Sonde die Feuchte messen soll. Es gibt Anwendungen, wo die SONO-Sonde unter eine Siloklappe nur 2 bis 4 Sekunden Zeit hat, um mehrere Messungen mit Mittelwertbildung durchzuführen. Hier würde eine präzise Einzelwertmessung zu lange dauern, weshalb hier die Einstellung „Quick“ mit einer Einzelwertmesszeit von 280ms zu empfehlen ist, wobei hier zu erwähnen ist, dass in diesen 280ms bereits interne Mittelwertbildungen stattfinden. Bei stark schwankendem Materialfluss unter einer Siloklappe kann es sowieso zu keinen konstanten Bedingungen kommen um eine hochgenaue Einzelwertmessung durchführen zu können.

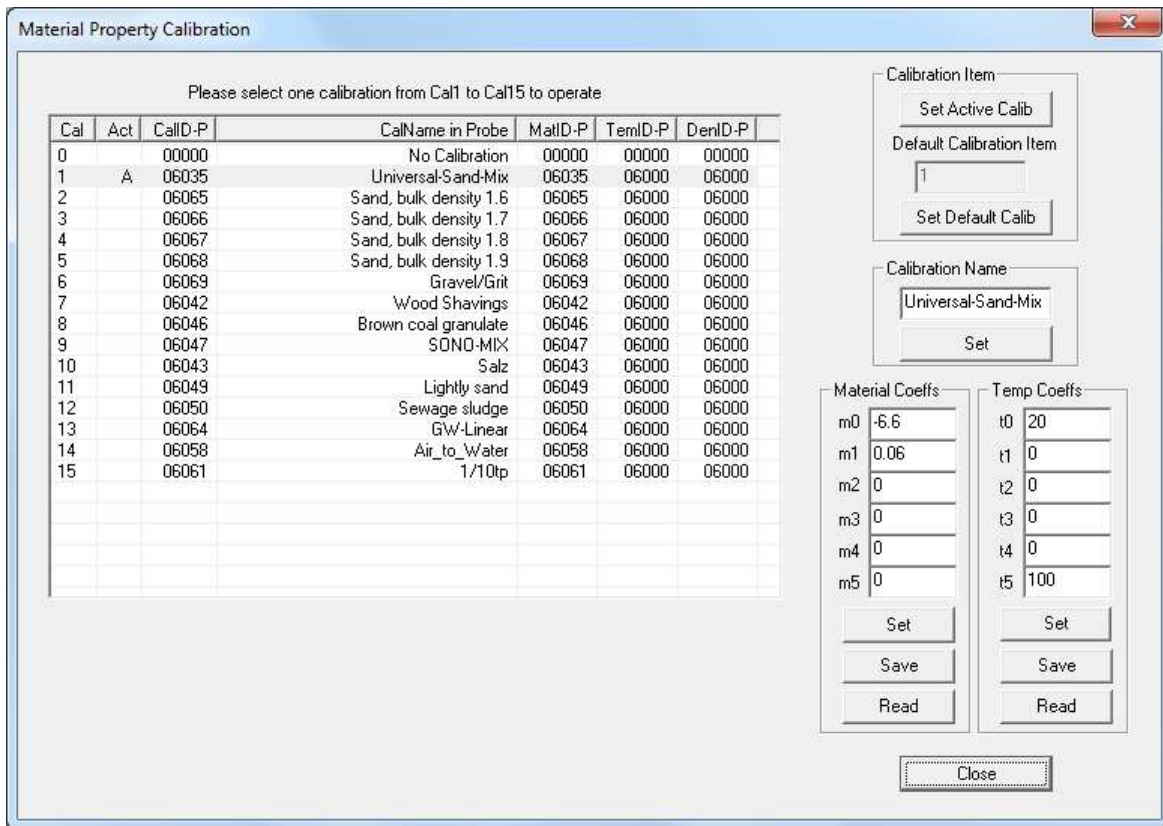
Es gibt jedoch Anwendungen wo es bei sehr stabilem und konstantem Materialfluss erforderlich ist, Messgenauigkeiten bis zu $\pm 0,05\%$ Feuchte zu erreichen, z.B. bei der Vermessung von Flüssigkeiten mit Anteilen von Wasser in Öl, aber auch bei der Vermessung von Emulsionen.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Einstellmöglichkeiten in der SONO-Sonde für eine Einzelwertfeuchtemessung:

Sonden-Einstellung für Einzelwertmessung	Sonden-Betriebsart	Funktion des Parameters	Anwendung
Quick:	Mode C d.h. CS, CF, etc.	sehr schnelle TDR-Impulsauswertung und sehr schnelle Einzelwertmesszeit von ca. 280ms	z.B. unter einer Siloklappe mit nur 2-4 Sekunden Messzeit.
Quick Precise:	Mode C d.h. CS, CF, etc.	Schnelle und genauere TDR-Impulsauswertung mit einer Einzelwertmesszeit von ca. 350ms.	Ähnlich wie „Quick“ jedoch nur wenn etwas längere Reaktionszeiten im Prozess möglich sind, z.B. 10 Sekunden.
Mode A:	Mode A	D.h. nur bei rein serieller Abfrage der Messwerte vom SONO-Sensor wie z.B. für Kalibrierungen.	Mode A für mobile Feuchtesonden mit Handbedienung beim Einsatz mit Handmessgerät HD2 oder SONO-DIS.
Precise: PreciseVal: Eingabewert 1...4	Mode C <u>und</u> Mode A	Sehr präzise Einzelwertmessungen, d.h. eine sehr präzise TDR-Impulsauslösung und Impulsauswertung. Je höher der Eingabewert desto präziser die Pulsauswertung aber desto länger die Einzelwert-Messzeit.	Nur für Prozessumgebungen wo ein kontinuierlicher Materialfluss gewährleistet ist, wo die Messzeit nicht sehr kritisch ist und allerhöchste Präzision gefordert ist.
Single MeasNo Defaultwert: 4 Eingabe bis max. 10	Mode C <u>und</u> Mode A	Zusätzliche Mittelung der Einzelwertmessung. Bei Eingabe von 10 kann eine Einzelwertmessung bis zu einer Sekunde dauern.	Nur für Prozessumgebungen wo ein kontinuierlicher Materialstrom gewährleistet ist, die Messzeit nicht sehr kritisch ist und allerhöchste Präzision gefordert ist.

9.1.6. Auswahl der einzelnen Kalibrierungen in der SONO-Sonde

SONO-Feuchtesonden werden mit 15 unterschiedlichen Kalibrierungen (Cal.1..15) ausgeliefert. Unter dem Menüpunkt „**Calibration**“ werden im Fenster „**Material Property Calibration**“ die in der SONO-Sonde gespeicherten Kalibrierkurven Cal1 bis Cal15 aus der Sonde geladen und am Bildschirm dargestellt (dauert max. 1 Minute).



Für einen Vorab-Test einer passenden Kalibrierkurve kann mit dem Mauszeiger eine der 15 Kalibrierkurven (Cal 1 ...15) ausgewählt werden, mit dem Button „**Set Active Calib**“ aktiviert und mit dem zu vermessenden Material getestet werden. Die gewünschte und evtl. veränderte Kalibrierkurve Cal1 bis Cal15, die automatisch nach dem Einschalten der Sonden-Betriebsspannung zur Messung aktiviert wird, kann mit dem Button „**Set Default Calib**“ eingestellt werden. Der Kalibriername kann im Fenster „Calibration-Name“ verändert werden. Weiterhin können mit den Buttons „**Set**“ und „**Save**“ für die einzelnen Kalibrierkurven Cal1...15 die Kalibrier-Koeffizienten m0 bis m1 (für lineare Kurven) und m0 bis m5 (für nichtlineare Kurven) angepasst bzw. verändert werden (siehe Kapitel „Das Erstellen einer linearen Kalibrierkurve“).

Nichtlineare Kalibrierungen sind mit Polynomen bis 5ten Grades möglich (Koeffizienten m0-m5).



Achtung: Als Trennzeichen für die Koeffizienten m0 bis m5 muss ein Punkt verwendet werden, kein Komma!

Für eine lineare Materialkalibrierung können die beiden Parameter m0 und m1 mit dem Excel-Sheet „SONO_LinearCalibration_Calculation“ von IMKO ermittelt werden (siehe auch Kapitel „Kalibrierkurven Calculation“):

1. Laden Sie das Excel-Sheet „SONO_LinearCalibration_Calculation“ von der Homepage von IMKO unter „Support Software“.
2. Tragen Sie die beiden TP-Werte mit den jeweiligen Feuchte-Referenzen in das Excel-Sheet ein.
3. Lesen Sie die beiden Parameter m0 und m1 aus dem Excel-Sheet aus.
4. Speichern Sie mit Hilfe des Programmes „SONO-CONFIG“ in der ausgewählten Kalibrierkurve die beiden Parameter m0 und m1 ein.

9.1.7. Testmessung in der jeweiligen Betriebsart

Unter dem Menüpunkt „**Test**“ werden im Fenster „**Test in Mode CA oder CS**“ die von der Sonde ermittelten Feuchtemesswerte mit kurzen Abtastraten abgerufen und am Bildschirm ausgegeben.



Achtung: bei einem Testlauf in Mode C (CA,CH, etc.) muss gewährleistet sein, dass die SONO-Sonde auch auf diese Betriebsart (Measure Mode C...) eingestellt wurde. Ist dies nicht gewährleistet dann liefert die Sonde Null-Werte!

No.	Time	Date	MoistAve	MatTemp	EC-Trime	TDRave	DeltaCnt	tpAve	Moist1	Moist2	Moist3	Moist4	TDR1	TDR2	TDR3	TDR4
1	10:34:41	25-06-2015	5.00	23.70	0.18	84.52	2	193.46	4.94	4.99	-1.00	-1.00	84.5	84.5	-1.0	84.5
2	10:34:40	25-06-2015	4.99	23.70	0.18	84.52	3	193.30	5.09	5.09	-1.00	-1.00	84.5	84.5	84.6	84.5
3	10:34:39	25-06-2015	4.98	23.70	0.17	84.56	3	193.20	4.95	4.94	-1.00	-1.00	84.6	84.5	84.5	84.5
4	10:34:38	25-06-2015	5.01	23.70	0.15	84.60	2	193.63	4.98	5.11	-1.00	-1.00	84.6	84.6	-1.0	84.5
5	10:34:37	25-06-2015	5.00	23.70	0.16	84.58	3	193.49	5.14	4.96	-1.00	-1.00	84.6	84.6	84.6	84.5
6	10:34:36	25-06-2015	4.97	23.70	0.16	84.58	3	192.95	4.89	4.96	-1.00	-1.00	84.6	84.6	84.5	84.5
7	10:34:35	25-06-2015	4.92	23.70	0.17	84.54	2	192.17	4.89	5.02	-1.00	-1.00	84.6	84.6	-1.0	84.5
8	10:34:34	25-06-2015	4.94	23.70	0.18	84.52	3	192.47	4.94	4.96	-1.00	-1.00	84.5	84.5	84.5	84.5
9	10:34:33	25-06-2015	4.97	23.70	0.17	84.56	3	193.00	4.97	4.95	-1.00	-1.00	84.6	84.6	84.5	84.5
10	10:34:32	25-06-2015	4.97	23.70	0.17	84.54	2	192.93	4.95	4.96	-1.00	-1.00	84.5	84.6	-1.0	84.5
11	10:34:31	25-06-2015	4.96	23.70	0.18	84.52	3	192.66	5.07	4.80	-1.00	-1.00	84.5	84.6	84.5	84.5
12	10:34:30	25-06-2015	4.89	23.70	0.17	84.56	3	191.60	4.87	4.84	-1.00	-1.00	84.6	84.5	84.5	84.5
13	10:34:29	25-06-2015	4.91	23.70	0.17	84.56	2	191.99	4.87	4.89	-1.00	-1.00	84.6	84.6	-1.0	84.5
14	10:34:28	25-06-2015	4.93	23.70	0.18	84.52	3	192.20	4.92	4.85	-1.00	-1.00	84.5	84.5	84.6	84.5
15	10:34:27	25-06-2015	4.90	23.70	0.17	84.54	3	191.84	4.96	4.99	-1.00	-1.00	84.6	84.5	84.5	84.5
16	10:34:26	25-06-2015	4.91	23.70	0.17	84.54	2	192.05	4.85	4.89	-1.00	-1.00	84.5	84.6	-1.0	84.5
17	10:34:25	25-06-2015	4.93	23.70	0.17	84.54	3	192.30	4.93	4.94	-1.00	-1.00	84.5	84.5	84.6	84.5
18	10:34:24	25-06-2015	4.88	23.70	0.17	84.56	3	191.39	4.98	4.96	-1.00	-1.00	84.5	84.6	84.5	84.5
19	10:34:23	25-06-2015	4.84	23.70	0.16	84.58	2	190.86	4.73	4.87	-1.00	-1.00	84.6	84.6	-1.0	84.5
20	10:34:22	25-06-2015	4.88	23.70	0.17	84.54	9	191.46	4.87	4.83	-1.00	-1.00	84.6	84.5	84.6	84.5

In den einzelnen Spalten werden die von der SONO-Sonde ermittelten Messwerte angezeigt:

MoistAve Feuchte als Mittelwert (Average)

MatTemp Temperatur in °C

EC-TRIME Radar-basierte-Leitfähigkeit in dS/m oder mS/cm.

TDRave TDR-Signalpegel (für Spezialanwendungen)

DeltaCount Anzahl Einzelmessungen welche für eine Mittelwertbildung verwendet wurden

tpAve die zum Feuchtwert zugehörige Radarlaufzeit tp Average (als Mittelwert)

Durch Anklicken von „**Save**“ werden die aufgenommenen Messdaten in einer Textdatei im nachfolgenden Pfad gespeichert: **\SONO-CONFIG.exe-Pfad\MD\Dateiname**

Der Name der Textdatei **Statis+SN+yyyymmddHHMMSS.sts** wird dabei automatisch mit Seriennummer und Datum/Uhrzeit vergeben, wobei SN die Seriennummer der SONO-Sonde ist. Mit Windows-EXCEL können die Messdaten anschließend ausgewertet werden.

9.1.8. Messung im Datenloggerbetrieb

Unter dem Menüpunkt „**Datalogging**“ können Messdaten von mehreren SONO-Sonden mit variablen und längeren Zyklusraten im Datenlogger-Betrieb aufgenommen und abgespeichert werden, z.B. um Messdaten der Sonde während eines längeren Trocknungsvorganges aufzuzeichnen.

9.1.9. Basisabgleich in Luft und trockenen Glasperlen

Nach einem Tausch eines GR-Sondenkopfes muss das System mit einem Basisabgleich neu kalibriert werden.

Beim Basis-Abgleich werden zwei Referenzmessungen in Medien mit jeweils bekanntem Sollwert ("RefValues") durchgeführt und eine eventuelle Abweichung der Sonde von diesen Referenz-Sollwerten korrigiert. Als Referenzmedien kommen je nach Sondentyp unterschiedliche Medien zum Einsatz. Für den GR-Sondenkopf sind dies Luft und trockene Glasperlen.



Achtung: Bei einem Basisabgleich muss gewährleistet sein, dass TRIME-GWs auf die Betriebsart A eingestellt wurde. Ist dies nicht gewährleistet dann liefert TRIME-GWs Null-Werte! Nach dem Basisabgleich muss TRIME-GWs für den Online-Betrieb wieder auf die Betriebsart C eingestellt werden, da sonst keine Dauermessungen durchführen würde.

Unter dem Menüpunkt „**Calibration**“ werden im Fenster „**Basic Balancing**“ die zwei Referenzwerte der Radarlaufzeit **tp** mit 60ps und 145ps angezeigt:

1. Referenz-Sollwert A: $tp=60ps$ in Luft (die Oberfläche der Sonde muss dabei trocken sein)
Nach Anklicken des Referenzwertes 60 wird mit dem Button „**Do Measurement**“ TRIME-GWs auf den ersten Basis-Referenzwert eingestellt. In der Spalte „MeasValues“ erscheint der hierbei gemessene Rohwert der Radarlaufzeit **t** in ps (z.B. 1532.05 Picosekunden).
2. Referenz-Sollwert B: $tp=145ps$ in Wasser. Der GR-Sondenkopf muss dabei in trockene Glasperlen getaucht werden. Nach Anklicken des Referenzwertes 145 wird mit dem Button „**Do Measurement**“ TRIME-GWs auf den zweiten Basis-Referenzwert eingestellt. Auch hier erscheint in der Spalte „MeasValues“ die hierbei gemessene Radarlaufzeit **t** als Rohwert in ps.
3. Mit Anklicken des Buttons „**Calculate Coeffs**“ und „**Coeffs → Probe**“ werden die Abgleichdaten automatisch berechnet und in der Sonde nichtflüchtig gespeichert. Die Radarlaufzeiten **tp** von TRIME-GWs sollten jetzt bei einer Testmessung (in Betriebsart A) in Luft 60ps und in trockenen Glasperlen 145ps betragen.

No	RefValues(tp)/ps	MoistValues(%)	MeasValues(t)/ps	Comments
1	60.0	0.0		air
2	1000.0	100.0		water

Coefficients	<Calculated>	<in File>	<in Probe>
b0			-1889.74
b1			1.24275

air and water

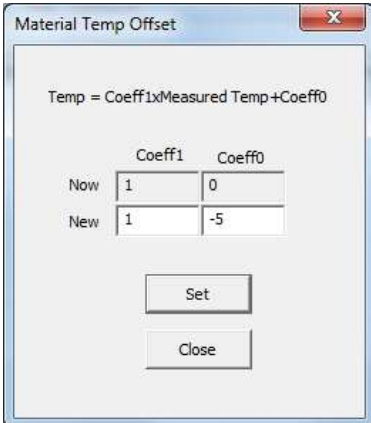
Do Measurement

Calculate Coeffs

Coeffs -> Probe

Close

9.1.10. Abgleich des Materialtemperatur-Fühlers



Material Temp Offset

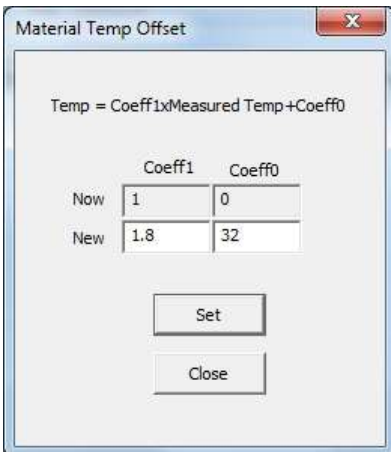
Temp = Coeff1xMeasured Temp+Coeff0

	Coeff1	Coeff0
Now	1	0
New	1	-5

Set

Close

Im Menu „**Calibration**“ kann im Untermenu „**Material Temp Offset**“ ein Nullpunkt-Abgleich für den Material-Temperaturfühler der in der GR-Sonde eingebaut ist, durchgeführt werden. In diesem Beispiel soll eine Temperaturabweichung von +5°C durch Eigenerwärmung des Sensors korrigiert werden, indem -5 im Coeff0 Feld eingetragen wird.



Material Temp Offset

Temp = Coeff1xMeasured Temp+Coeff0

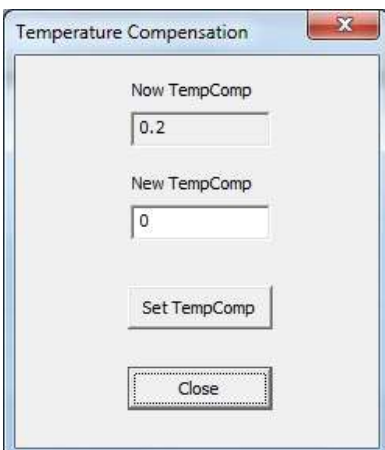
	Coeff1	Coeff0
Now	1	0
New	1.8	32

Set

Close

Nachfolgendes Beispiel zeigt die Parameter für eine Anzeige der Temperatur in ° Fahrenheit.

9.1.11. Abgleich der Electronic-Temperatur



Temperature Compensation

Now TempComp

0.2

New TempComp

0

Set TempComp

Close

Bei dieser Temperaturkompensation kann ein möglicher Temperaturgang der SONO-Elektronik kompensiert werden. Da die SONO-Elektronik eine generell geringe Temperaturabhängigkeit aufweist, wird hier für „normale“ Umgebungstemperaturbereiche der Standardparameter **TempComp=0.2** in jeder SONO-Sonde voreingestellt. Dieser Parameter TempComp kann für den Einsatz bei hohen Temperaturen, je nach SONO-Sondentyp bis zu 80°C, auf Werte bis zu **TempComp=0.75** eingestellt werden. Nach einer Veränderung des Parameters TempComp>0.2 empfiehlt es sich allerdings, mit der SONO-Sonde eine Basiskalibrierung in Luft und Wasser durchzuführen. Die Einstellung des Parameters TempComp ist mit Hilfe des Softwaretools SONO-CONFIG, im Punkt „Calibrations“, im Menu „Electronic-Temperature-Compensation“ möglich.



Achtung: Bei Veränderung des Parameters TempComp verändert sich die Basiskalibrierung der Sonde, weshalb dann eine neue Basiskalibrierung der SONO-Sonde erforderlich wäre!

10. Technische Daten TRIME-GWs

Spannungsversorgung:	12V..24V-DC 3W
Stromaufnahme:	Abhängig von der Versorgungsspannung: 12V to 24V-DC bei 150...200mA Stromverbrauch
Messbereich:	5 bis 45 Gew.% bezogen auf die Feuchtmasse (Abhängig vom zu vermessenden Material)
Standardabweichung:	Bereich 5..20 Gew.%: $\pm 0,6$ Gew.% Bereich 20..45 Gew.%: ± 1 Gew.% (Abhängig vom zu vermessenden Material)
Wiederholgenauigkeit:	$\pm 0,3$ Gew.% (Abhängig vom zu vermessenden Material)
Temperaturbereich Messumformer TRIME-GWs:	-10°C..80°C erweiterter Temperaturbereich auf Anfrage
Temperaturbereich GR-Sonde:	0..127°C; kurzzeitig bis 150°C
Messintervall:	Fließende Mittelwertbildung über einstellbaren Zeitraum (0,5s bis 20min)
Schnittstelle:	IMP-Bus und RS485
Analogausgang:	0(4)...20mA = 0 .. 100% grav. Feuchte (maximale Bürde: 500 Ω)
Sonden-Kabellänge:	Standard 2,5m
Schutzart Gehäuse:	Aluminium Druckguss IP65
Schutzart GR-Sonde:	IP68 wasserdicht vergossen

11. Sicherheitshinweise

In dieser Dokumentation sind Textstellen, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, entsprechend hervorgehoben.



ACHTUNG:

Das Warndreieck mit dem Ausrufungszeichen warnt Sie vor Personen- oder Sachschaden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Sensoren und Messsysteme der IMKO GmbH dürfen nur zu dem beschriebenen Zweck unter Berücksichtigung der technischen Daten eingesetzt werden. Zweckentfremdeter Einsatz ist nicht zulässig. Die Funktion und Betriebssicherheit eines Sensors oder Messsystems kann nur dann gewährleistet werden, wenn bei der Benutzung die allgemein üblichen Sicherheitsvorkehrungen, nationalen Vorschriften sowie die speziellen Sicherheitshinweise in dieser Bedienungsanleitung beachtet werden.

Die Feuchtesensoren und Messsysteme der IMKO GmbH dienen zum Messen von Feuchtigkeit gemäß dem in den Technischen Daten definierten und festgelegten Messzweck und Messbereich.

Nur die Einhaltung der im Handbuch beschriebenen Anleitung gilt als bestimmungsgemäßer Gebrauch.

Das Handbuch beschreibt Anschluss, Gebrauch und Pflege der IMKO-Sensoren und IMKO-Messsysteme.

Lesen Sie das Handbuch, bevor Sie einen Sensor oder Messsystem anschließen und betreiben.

Das Handbuch ist Teil des Produkts und muss griffbereit in der Nähe des Sensors oder Messsystems aufbewahrt werden.



Beeinträchtigung der Sicherheit

Der Sensor oder das Messsystem ist gemäß EN 61010 Sicherheitsbestimmungen für elektronische Messgeräte gebaut, geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Wenn der Sensor oder das Messsystem nicht mehr gefahrlos betrieben werden kann, so ist es außer Betrieb zu setzen und durch Kennzeichnung vor einer weiteren Inbetriebnahme zu sichern. In Zweifelsfällen muss der Sensor oder das Messsystem an den Hersteller oder dessen Vertragspartner zur Reparatur bzw. Wartung eingeschickt werden.

Veränderungen

Es ist aus Sicherheitsgründen nicht gestattet, ohne Zustimmung des Herstellers Umbauten oder Veränderungen am Sensor oder am Messsystem vorzunehmen.

Das Öffnen des Sensors oder Handmessgerät, Abgleich- und Reparaturarbeiten sowie alle Wartungsarbeiten außer den im Handbuch beschriebenen Arbeiten dürfen nur von einer von uns autorisierten Fachkraft ausgeführt werden. Vor Installations- oder Wartungsarbeiten muss der Sensor oder das Messsystem von der Spannungsversorgung getrennt werden.

Das Handmessgerät und das Netzteil dürfen nicht geöffnet oder repariert werden!



Gefahrenhinweise

Gefahr durch unsachgemäße Bedienung

Der Sensor oder das Messsystem darf ausschließlich von eingewiesenem Personal bedient werden. Das Bedienpersonal muss die Gebrauchsanleitung gelesen und verstanden haben.



Gefahr durch Elektrizität

Das Handmessgerät darf nicht in Wasser oder andere Flüssigkeiten getaucht werden. Der Sensor ist unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit, die in den typischerweise gemessenen Produkten enthalten ist.

Schließen Sie das Handmessgerät nur mit dem mitgelieferten Spannungsversorgungs- kabel an eine ordnungsgemäß installierte Steckdose an, deren Spannung den Technischen Daten entspricht.

Achten Sie darauf, dass die Steckdose gut zugänglich ist, damit Sie im Bedarfsfall schnell das Stecker-Netzteil ziehen können.

Verwenden Sie ausschließlich den für Ihre Steckdose passenden Adapter.

Betreiben Sie das Messgerät ausschließlich mit dem zum Lieferumfang gehörenden Original-Zubehör. Wenden Sie sich an den Hersteller, wenn Sie weiteres Zubehör oder Ersatz benötigen.

Benutzen Sie das Messgerät nicht:

- wenn Messgerät, Sensor, Stecker-Netzteil oder Zubehörteile beschädigt sind,
- der Sensor oder das Messsystem nicht wie vorgesehen arbeitet,
- das Stromkabel oder der Stecker beschädigt sind,
- der Sensor oder das Messsystem heruntergefallen ist.

Ziehen Sie das Stecker-Netzteil aus der Steckdose:

- wenn Sie der Sensor oder das Messsystem längere Zeit nicht benutzen,
- bevor Sie den Sensor oder das Messsystem reinigen, wegpacken oder umstellen,
- wenn Sie eine Arbeit am Sensor oder Messgerät durchführen, z.B. Geräte anschließen,
- wenn während des Betriebs offensichtlich eine Störung auftritt,
- bei Gewitter.



Achtung - Sachschäden

Achten Sie auf einen ausreichend großen Abstand zu starken Wärmequellen wie Heizplatten, Heizungsrohren.

Trennen Sie die Verbindung des Sensors oder Handmessgerätes zu anderen Geräten, bevor Sie es umstellen oder transportieren. Ziehen Sie die Stecker am Gerät heraus.

Verwenden Sie zum Reinigen keine aggressiven chemischen Reinigungsmittel, Scheuermittel, harte Schwämme o. ä.

Precise Moisture Measurement

**in hydrology, forestry, agriculture, environmental and earth science,
civil engineering, as well as individual applications!**