

Handbuch SONO-GS1

**SONO-GS1 für Schüttgüter niedriger Dichte wie
Holzhackschnitzel, Pellets, Teigwaren und andere
Materialien**



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 SONO-GS1

Danke für Ihre Entscheidung für eine IMKO Feuchtemesssonde.
 Bitte lesen Sie diese Anleitung sorgfältig durch, damit Sie mit Ihrer Feuchtesonde SONO-GS1 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 Feuchtesonde SONO-GS1	4
1.1.1. Das patentierte TRIME® TDR-Messverfahren	4
1.1.2. TRIME® im Vergleich zu anderen Messverfahren.....	4
1.1.3. Einsatzmöglichkeiten SONO-GS1	4
2. Einbauhinweise.....	5
2.1. Einbaumaße SONO-GS1	6
2.2. Schutz des MIL-Sondensteckers gegen Abrieb	6
2.3. Einbau der SONO-GS1 in einen Schneckenförderer.....	7
2.5. Was ist zu tun bei nicht-optimalem Materialfluss?	8
3. Funktionsweise.....	9
3.1.1. Messwerterfassung mit Vorüberprüfung, Mittelwertbildung und Filterung.....	9
3.1.2. Bestimmung der Mineralienkonzentration.....	9
3.1.3. Material-Temperaturmessung	9
3.1.4. Temperaturkompensation beim Einsatz in höheren Temperaturen.....	9
3.1.5. Temperaturkompensation der internen SONO-Elektronik	9
3.1.6. Kompensation des Temperatur des zu vermessenden Materials.....	10
3.1.7. Die Analogausgänge zur Messwertausgabe	10
3.1.8. Die serielle Schnittstelle der SONO-Sonde	11
3.1.9. Fehlerausgabe und Fehlermeldungen	11
4. Messmodus-Konfiguration	12
4.1. Betriebsart CA, CF, CH, CC und CK der SONO-Sonde	12
4.1.1. Mittelwertbildung im Messmodus CA und CF	14
4.1.2. Filterung bei Materiallücken im Messmodus CA und CF	14
4.1.3. Betriebsart CC – Automatische Aufsummierung einer Feuchte-Mengenmessung in einem längeren Batchvorgang.....	15
4.1.4. Betriebsart CH – Automatische Feuchtemessung in einem Batchvorgang	18
4.2. Überblick der einzelnen Betriebsarten in unterschiedlichen Anwendungen	18
5. Die Kalibrierstufen-Auswahl Cal1 bis Cal15	19
5.1. SONO-GS1 zur Feuchtemessung von Getreide	22
5.1.1. Kalibrierkurven mit oder ohne Temperaturkompensation	22
5.1.2. Auswahl und Anwendung des Referenzmessverfahrens für Getreide	25
5.1.3. Messdatenerfassung im Probebetrieb	25
5.1.4. Einstellung bzw. Anpassung der Messgut-Kalibrierkurve (Justierung).....	26

5.1.5.	Beispiel für die Anpassung einer Weizen-Kalibrierkurve	26
5.2.	Das Erstellen einer linearen Kalibrierkurve für ein spezielles Material	27
5.2.1.	Kalibrierkurven Calculation für eine 2-Punkt Kalibrierung	27
5.2.2.	Kalibrierkurven Calculation für eine 1-Punkt Kalibrierung	29
5.2.3.	Kalibrierkurven Calculation für eine Nichtlineare Kalibrierkurve	29
6.	Anschluss und Steckerbelegung der Sonde	30
6.1.1.	Analogausgang 0..10V mit Shunt-Widerstand.....	31
6.1.2.	Anschlussplan SONO-Sonden an SONO-VIEW und SPS	31
7.	Serieller Anschluss am SM-USB Modul von IMKO	32
8.	Kurzanleitung für die Inbetriebnahme-Software SONO-CONFIG	34
8.1.1.	Scan von angeschlossenen SONO-Sonden an der seriellen Schnittstelle	34
8.1.2.	Einstellen der Sonden-Betriebsart und der seriellen SONO-Schnittstelle	35
8.1.3.	Analogausgänge der SONO-Sonde	35
8.1.4.	Einstellen der Sonden-Betriebsart	36
8.1.5.	Einstellen der Präzision einer Einzelwertmessung	37
8.1.6.	Auswahl der einzelnen Kalibrierungen in der SONO-Sonde	38
8.1.7.	Testmessung in der jeweiligen Betriebsart	39
8.1.8.	Messung im Datenloggerbetrieb	39
8.1.9.	Basisabgleich in Luft und Wasser	40
8.1.10.	Abgleich des Materialtemperatur-Fühlers	41
8.1.11.	Abgleich der Electronic-Temperatur	41
9.	Zertifikate und Zulassungen	42
10.	Technische Daten SONO-GS1	43
11.	Sicherheitshinweise	45

1. Beschreibung Feuchtesonde SONO-GS1

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.

Die SONO-GS1 Feuchtesonde besteht je nach Ausführung aus einem Aluminium- oder Edelstahlgehäuse mit einem Fenster aus PEEK. In das Gehäuse ist ein integrierter TRIME TDR Messumformer 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 kann mit der TRIME®-Technologie (Time-Domain-Reflectometry with Intelligent Micromodule Elements) nicht nur die Feuchte gemessen werden, sondern auch eine Aussage über die Materialzusammensetzung wie z.B. die Mineralienkonzentration gemacht werden. Dies bedeutet erhöhte Sicherheit bei der Herstellung von Frischbeton, da hiermit überprüft werden kann ob die Mineralienkonzentration einer Rezeptur korrekt eingehalten wurde.

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.

SONO-Sonden kalibrieren sich durch eine neuartige und innovative Sondenkonstruktion bei Abrasion selbst nach, was verlängerte Wartungszyklen bei präziseren Messwerten bedeutet.

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

1.1.3. Einsatzmöglichkeiten SONO-GS1

Die SONO-GS1 Feuchtesonde eignet sich für den Einbau in Behälter, Schächte oder Silos. Durch die relativ großen Sondenabmessungen eignet sich SONO-GS1 mit einem sehr großen Messfeld für heterogene Schüttgüter wie Holzhackschnitzel, Pellets, Teigwaren und andere Materialien.

Idealerweise wird die Sonde in Förderschnecken eingebaut, da hier die Materialdichte relativ konstant ist. **Wird die Sonde an Stellen eingebaut, wo das Material sich lose bewegen kann, dann können erhebliche Dichteschwankungen auftreten, welche eine Anwendung problematisch machen können.** Dies gilt es zu berücksichtigen.

2. Einbauhinweise

Die Einbaubedingungen sind stark von den Gegebenheiten der jeweiligen Anlage abhängig. Der optimale Einbauort muss individuell ermittelt werden. Nachfolgende Richtlinien gilt es dabei zu beachten.

Idealerweise wird die Sonde in Förderschnecken eingebaut, da hier die Materialdichte relativ konstant ist. **Wird die Sonde an Stellen eingebaut, wo das Material sich lose bewegen kann, dann können erhebliche Dichteschwankungen auftreten, welche eine Anwendung problematisch machen können.** Dies gilt es zu berücksichtigen.

- Bei unebenem Boden muss die Sonde an der höchsten Stelle im Boden montiert werden. Es darf sich kein Wasser am Sondenkopf ansammeln, da sonst die Messung verfälscht werden könnte.
- Bereiche in denen starke Turbulenzen herrschen sind für den Einbau nicht optimal. Über dem Sondenkopf sollte ein relativ kontinuierlicher Materialfluss sein.
- Die Rührbewegung von Schaufeln und Abstreifern soll spaltfrei über dem Sondenkopf erfolgen.
- Die Sonde sollte nicht in unmittelbarer Nähe von elektrischen Störquellen wie Motoren installiert werden.
- Bei gekrümmten Einbauflächen in zylindrischen Behältern sollte die Mitte des Sondenkopfes mit dem Radius der Behälterwand bündig abschließen ohne den radialen Materialfluss im Behälter zu stören. Die Sonde darf nicht herausragen und von Schaufeln oder Abstreifern erfasst werden.

Achtung Gefahr von Überspannungen!

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

SONO-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!

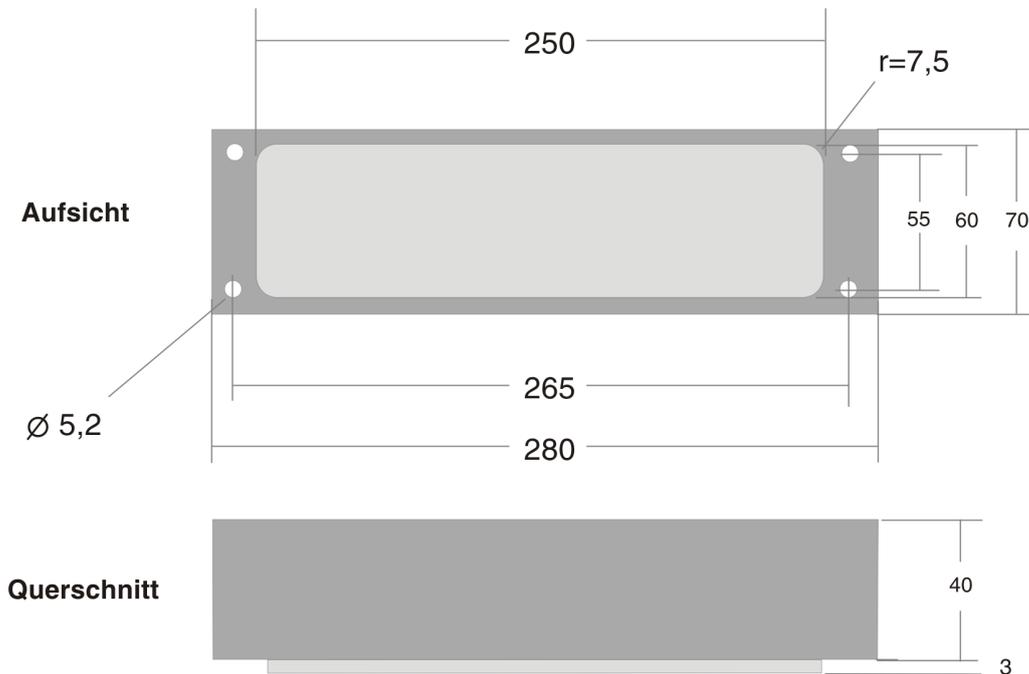
1. Es gibt Anlagen in denen die Netzspannungen unterschiedliche Masse-Potentiale haben können, was dazu führen kann, dass das Analogsignal 0(4)..20mA in einer SPS nicht korrekt gemessen werden kann. Hier empfehlen wir den Einsatz einer galvanisch getrennten Spannungsversorgung bzw. eines Trennungs-Kopplers 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.

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

Verschleiß an Sondenteilen fällt nicht unter die Garantie!

2.1. Einbaumaße SONO-GS1

Die Sonde SONO-GS1 kann direkt im Boden eines Behälters oder in einem Schneckenförderer eingebaut werden.



Ausschnitt aus 3mm Behälterwandung:
250 x 60 mit Radius 7,5mm

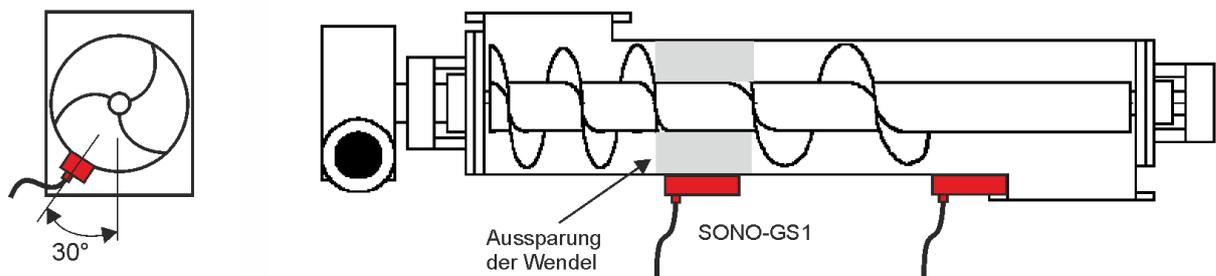
2.2. Schutz des MIL-Sondensteckers gegen Abrieb

Falls Material und Wasser über die Prallplatte den Sondenstecker der SONO-Sonde berühren könnten, 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 Schrumpflauch als Schutz verwendet werden. Nach dem Einbau der Sonde und Anschluss des MIL-Steckers kann der Schrumpfschlauch mit einem Heißluftfön über Stecker und Kabel geschrunpft werden (das Bild zeigt eine SONO-VARIO).



2.3. Einbau der SONO-GS1 in einen Schneckenförderer

Der Einbau der SONO-GS1 in einer Förderschnecke sorgt für optimale Verhältnisse betreffend Materialfluss und Materialdichte, da das zu vermessende Material nicht lose vermessen wird, sondern mit der Schnecke verdichtet wird.



Die Sonde SONO-GS1 kann entlang der Förderschnecke eingebaut werden. Es empfiehlt sich einen Einbauwinkel von 30° einzuhalten, wie in der Skizze dargestellt, um sicherzustellen, dass genügend Material an der Sonde liegt.

Optional kann die Wendel ausgespart werden, damit ein Pfropfen gebildet wird um das Material noch etwas zu verdichten.

Die SONO-GS1 kann aber auch am Ende der Schnecke eingebaut werden, wo sich ein Rückstau bildet, in einem Bereich mit ausgesparter Schneckenwendel.

Wird die SONO-GS1 ohne Wendelaussparung eingebaut, dann muss die Sonde mit entsprechenden Filteralgorithmen eingestellt werden, da das Metall der Wendel den Messwert verfälscht. Die Parameter der Betriebsart C müssen von Fall zu Fall, abhängig von der Schneckengeschwindigkeit mit einer entsprechenden Betriebsart mit Filterung gefunden werden.

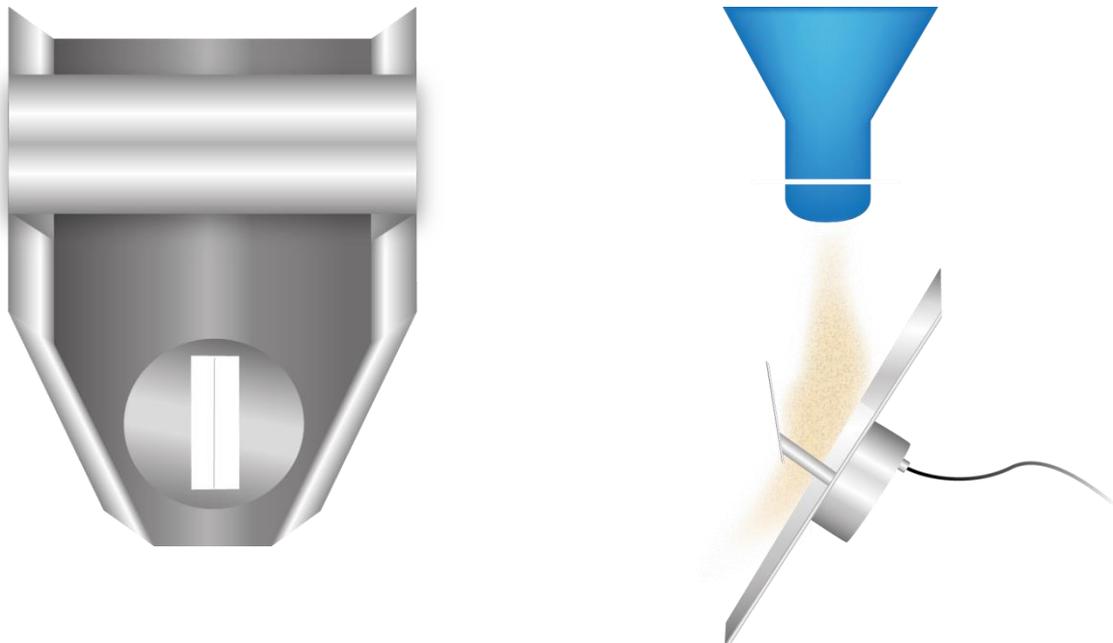
Zu empfehlen sind die zwei unterschiedliche Betriebsarten CK für den Einbau mit Störung durch die Wendel, oder Betriebsart CF für den Einbau mit ausgesparter Wendel, siehe Kapitel: „Überblick der einzelnen Betriebsarten in unterschiedlichen Anwendungen“.

2.5. Was ist zu tun bei nicht-optimalem Materialfluss?

Auch die beste Sensortechnologie kann nur präzise Ergebnisse liefern, wenn beim Einbau, den Umgebungsbedingungen und damit verbunden der Schüttdichte, bestimmte Grenzen eingehalten werden.

Ein zu schneller Materialfluss kann dazu führen, dass die Materialhöhe über der Sondenoberfläche zu gering ist. Eine Trichter-Rinne mit Leitblechen kann die Materialhöhe über einem Sondenkopf konzentrieren und erhöhen. Besonders bei feuchtem Sand sind die Leitbleche idealerweise PTFE-beschichtet damit kein Material anhaften kann.

Es gibt Anlagen, wo der Materialfluss relativ gering oder zu breit gefächert ist, sodass nicht sichergestellt ist, dass genügend Material über einer SONO-Sonde fließen kann. In solch einem Fall kann es erforderlich werden, den Materialfluss so zu „bündeln“, dass das Material beim Fließen über der Sonde gestaut wird. Nachfolgende Darstellung zeigt ein Beispiel für eine mögliche Vorrichtung, wo das Material seitlich an der Sonde sowie auch über der Sonde „gebündelt“ wird.



Zusätzlich besteht bei inhomogenem Materialfluss die Möglichkeit, die in der SONO-Sonde (hier dargestellt die Sonde SONO-VARIO) implementierten Filterfunktionen mit Upper- und Lower Limit zu verwenden (siehe unter Kapitel „Betriebsarten...“).

3. Funktionsweise

3.1.1. Messwerterfassung mit Vorüberprüfung, Mittelwertbildung und Filterung

SONO-Sonden messen intern mit sehr hohen Zyklusraten im 10kHz Bereich, geben den Messwert aber mit einer Zykluszeit von 280 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 250 Millisekunden. Im **Messmodus CA, CF, CH, CC oder 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. SONO-GS1 wird 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.

3.1.2. Bestimmung der Mineralienkonzentration

Mit der TRIME-Messmethode auf Radarbasis ist es erstmals möglich nicht nur die Feuchte zu messen, sondern auch eine Aussage über den Leitwert bzw. die Mineralienkonzentration zu machen. Hierbei wird die Dämpfung des Radarpulses in dem gemessenen Volumenanteil eines Materials bestimmt. Diese neuartige und innovative Messmethode liefert als Kennwert einen Radar-basierten Leitwert (RbC – **Radar-based-Conductivity**) in dS/m der in Abhängigkeit von der Mineralienkonzentration bestimmt und als nichtnormierter Wert ausgegeben wird. Der Leitfähigkeits-Messbereich der SONO-GS1 beträgt hierbei 0..12dS/m.

3.1.3. Material-Temperaturmessung

In der Sonde SONO-Sonde ist ein Temperaturfühler eingebaut der die Gehäusetemperatur 3mm unterhalb der Sondenkopf-Oberfläche ermittelt. Die Temperatur kann wahlweise am Analogausgang 2 ausgegeben werden. Da die Sonderelektronik mit ca. 1,5W Leistung arbeitet, erwärmt sich das Sondengehäuse in geringfügigem Maße. Eine sehr präzise Messung der Materialtemperatur ist somit nicht bzw. nur begrenzt möglich. Im eingebauten Zustand, bei guter Wärmeverteilung in einer Komplettanlage, kann aber die Materialtemperatur nach einer externen Kalibrierung und Kompensation der Sensor-Eigenerwärmung bestimmt werden.

Eine Verschiebung des Offset-Wertes der Temperatur durch die Eigenerwärmung kann mit dem Programm SONO-CONFIG durchgeführt werden.

3.1.4. 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.

3.1.5. Temperaturkompensation der internen SONO-Elektronik

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 Menü „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!

3.1.6. 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.

3.1.7. 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 /</p>	<p>Analogausgang 1 für Feuchte, Ausgang 2 für die Standardabweichung bei der Feuchtemessung</p>

MoistSTdDev	(für den Einsatz z.B. in Wirbelschichttrockner).
--------------------	--

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.

3.1.8. Die serielle Schnittstelle der SONO-Sonde

SONO-Sonden besitzen zwei serielle Schnittstellen, ein Standard RS485-Interface sowie den IMKO IMP-Bus um einzelne Parameter oder Messwerte seriell auszulesen. Ein einfach zu implementierendes Datenübertragungsprotokoll ermöglicht den Anschluss mehrerer Sonden am Bus. Die SONO-Sonde kann über die serielle 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. Standard RS485-Schnittstellen machen oft Probleme! Sie sind meistens nicht galvanisch getrennt, d.h. es besteht immer die Gefahr von Masseschleifen oder Störimpulsen was zu erheblichen Sicherheits-problemen führen kann. Weiterhin muss für die RS485, besonders bei größeren Kabellängen ein geschirmtes und verdrehtes 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 beim Verkabeln und nicht selten unüberwindliche Probleme.

Der robuste IMP-Bus sorgt für Sicherheit. 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 Masse-Potentialen, die bei unterschiedlichen Netzphasen Probleme bereiten, aufgebaut werden kann. Weiterhin sendet der IMP-Bus seine Datenpakete nicht als Spannungssignale sondern vielmehr als Stromsignale. 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 kaum ein Problem dar.

3.1.9. Fehlerausgabe und Fehlermeldungen

Die SONO-Sonde ist sehr fehlertolerant was einen störungsfreien Betrieb ermöglicht. Über die serielle Schnittstelle können Fehlermeldungen abgefragt werden.

4. Messmodus-Konfiguration

Die Sondenkonfiguration ist vor Auslieferung der SONO-Sonde werkseitig voreingestellt. Eine prozessbedingte Optimierung dieser geräteinternen Einstellung kann vorgenommen werden. Hierzu kann die SONO-Sonde über das von IMKO lieferbare **SM-USB Modul** oder **SONO-VIEW** direkt am USB-Port eines PC's angeschlossen werden.

Folgende Einstellungen der SONO-Sonde 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 SONO-Sonden mit zyklischer Messung).
- Betriebsarten: SONO-Sonden werden für Anwendungen in der Bauindustrie werkseitig mit **Mode CH** ausgeliefert, für allgemeine Prozess-Anwendungen in **Mode CA**. Je nach Anwendung stehen 6 unterschiedliche Betriebsarten im C-Modus zur Verfügung.

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 SONO-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 der Sonde erhalten, ist also nicht-flüchtig in der SONO-Sonde gespeichert.

4.1. Betriebsart CA, CF, CH, CC und CK der SONO-Sonde

Die SONO-Sonde wird werkseitig mit passenden Parametern für die Mittelungszeit und mit einer universellen Filterfunktion für gängige Anlagen eingestellt und ausgeliefert.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Einstellmöglichkeiten und Sonderfunktionen der SONO-Sonde 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!

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.
Offset Standardeinstellung: 0.5% Einstellbereich: 0...5% Einheit: % Absolut	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>Weight Standardeinstellung: 5 Werte <i>Einstellbereich: 0...50</i> 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 <i>Einstellbereich: 0...10</i> 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 <i>Einstellbereich: 0...20</i> 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>

4.1.1. Mittelwertbildung im Messmodus CA und CF

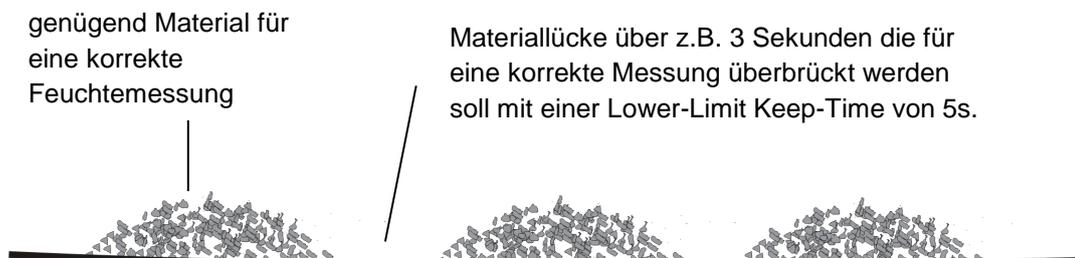
Die SONO- Feuchtesonde ermittelt alle 200 Millisekunden einen neuen Messwert aus mehreren Einzelmesswerten der in die Mittelwertbildung eingeht und gibt in diesem Zeittakt den jeweiligen Mittelwert am Analogausgang aus. Die Mittelungszeit entspricht also dem „Gedächtnis“ der SONO-Sonde. Je länger diese 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 der SONO-Sonde 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.

4.1.2. Filterung bei Materiallücken im Messmodus CA und CF

Mit einem ausgeklügelten Algorithmus können 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. Sand) nicht mehr den Sondenkopf komplett bedeckt. Während dieser Zeiten würde die Sonde einen zu geringen Messwert

ermitteln. Weiterhin kann in Zeitperioden beim Überstreichen des Sondenkopfes mit metallischen Schaufeln oder Abstreifern, ein zu hoher Messwert ermittelt werden der ausgefiltert werden muss. 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 die SONO-Sonde 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 der SONO-Sonde 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.

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

Einfachere Steuerungen sind oft nicht in der Lage, automatisch die Feuchtwerte eines kompletten längeren Batchvorgangs aufzuzeichnen, einen Mittelwert zu bilden und abzuspeichern. Weiterhin gibt es Anwendungen ohne Steuerung, wo die aufsummierte Feuchte eines kompletten längeren Batchvorganges für das Bedienpersonal an einer Display-Anzeige über eine längere Zeit ausgegeben werden soll. Bisher am Markt etablierte Mikrowellen-Feuchtesonden haben diesbezüglich zwei 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. 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 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 Feuchtermittlung eines Batchvorganges. Durch die präzise Feuchtemessung auch im unteren Feuchtebereich können SONO-Sonden ohne

Auslösesignal bzw. Triggersignal die Feuchtwerte eines kompletten Batchvorgang 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 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 SONO-Sonden sich automatisch nachkalibrieren, wird dafür gesorgt, dass der Nullpunkt bei 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 die SONO-Sonde 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.

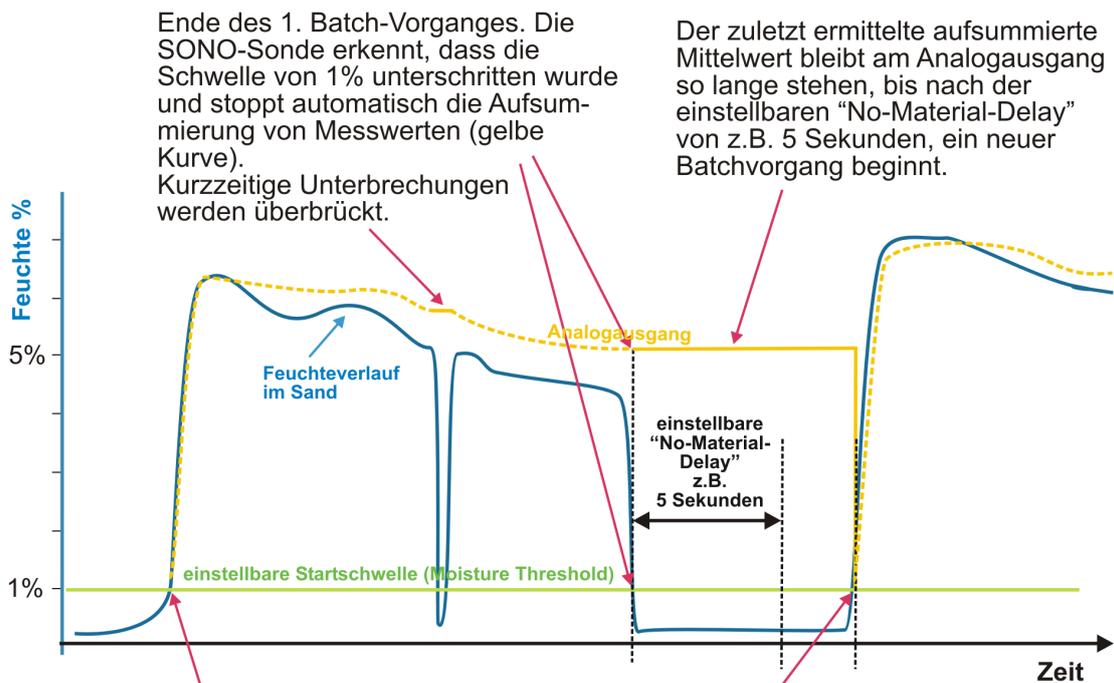
Wie kann die Betriebsart CC genutzt werden, wenn über der Sonde keine Material-Entleerung erfolgen kann, d.h. wenn vor der Materialbeschickung immer oder über längere Zeit, Material an der Sonde anliegt:

In diesem Falle kann die Sonde den Start des Materialtransportes nicht selbständig erkennen. Hier kann mit einer kurzen Unterbrechung der Betriebsspannung der SONO-Sonde (z.B. 0,5 Sekunden mit Hilfe eines Relaiskontaktes der SPS) die SONO-Sonde 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. Falls die SPS bereits eine automatische Aufsummierung durchführt, würde die Betriebsart CC zu Fehlern führen. In diesem Falle wäre die Betriebsart bzw. Mode CH in der Sonde einzustellen.

Zeitdiagramm für Mode CC:



Ende des 1. Batch-Vorganges. Die SONO-Sonde erkennt, dass die Schwelle von 1% unterschritten wurde und stoppt automatisch die Aufsummierung von Messwerten (gelbe Kurve). Kurzzeitige Unterbrechungen werden überbrückt.

Der zuletzt ermittelte aufsummierte Mittelwert bleibt am Analogausgang so lange stehen, bis nach der einstellbaren "No-Material-Delay" von z.B. 5 Sekunden, ein neuer Batchvorgang beginnt.

Start des 1. Batch-Vorganges. Die SONO-Sonde erkennt, dass die einstellbare Startschwelle von z.B. 1% überschritten wurde und beginnt automatisch mit der Aufsummierung von Messwerten (gelbe Kurve).

Start des 2. Batch-Vorganges. Die SONO-Sonde erkennt nach Ablauf der "No-Material-Delay" von z.B. 5 Sekunden, dass die Schwelle von 1% wieder überschritten wurde. Der zuvor gespeicherte Messwert wird gelöscht und die SONO-Sonde beginnt erneut automatisch mit der Aufsummierung von Messwerten (gelbe Kurve).

4.1.4. Betriebsart CH – Automatische Feuchtemessung in einem Batchvorgang

Mode CH ist die **Standard Betriebsart** für die Installation unter einer Siloklappe und ideal bei relativ kurzen Batchzeiten bis herunter zu 5 Sekunden wenn die SONO-Sonde unter der Siloklappe installiert wurde. In Mode CH führt die Sonde eine automatische Filterung durch, womit z.B. das sich im Silo gebildete Tropfwasser im Messwert ausgefiltert wird. In Betriebsart CH können mit **Invalid Measure Count** anfängliche „Fehlmeswerte“ nach dem Öffnen der Siloklappe ausgefiltert werden. Die Betriebsart CH ist vom Ablauf identisch mit der Betriebsart CC. Mit **Moisture Threshold** erfolgt ein automatischer Start der Messung, jedoch erfolgt keine Aufsummierung.

4.2. Überblick der einzelnen Betriebsarten in unterschiedlichen Anwendungen

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Parameter-Einstellungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Betriebsarten.

Anwendungen und Parameter	Sand/ Kies unter der Siloklappe	auf dem Transportband	im Betonmischer	im Wirbelschicht-trockner	Allgemeine einfache Anwendungen	in der Förderschnecke mit Störung durch Wendel	in der Förderschnecke ohne Störung durch Wendel
Betriebsart	CH	CH	CK	CK	CA	CK mit automatischer Filterfunktion	CF
Average-Time	2	2	5	5	10	10	10
Filter-Upper-Limit Offset	inaktiv 100	inaktiv 100	inaktiv 100	inaktiv 100	z.B. 20	inaktiv 100	z.B. 20
Filter-Lower-Limit Offset	inaktiv 100	inaktiv 100	inaktiv 100	inaktiv 100	z.B. 10	inaktiv 100	z.B. 5
Upper-Limit-Keep-Time	inaktiv 10	inaktiv 10	inaktiv 10	inaktiv 10	z.B. 10	inaktiv 10	z.B. 10
Lower-Limit-Keep-Time	inaktiv 10	inaktiv 10	inaktiv 10	inaktiv 10	z.B. 10	inaktiv 10	z.B. 10
Moisture Threshold	0.1	0.1	0.1	0.1	-	0.1	-
No-Material-Delay	10	10	10	10	-	inaktiv	-
Boost	35	35	20	20	-	20	-
Offset	0.5	0.5	1	1	-	1	-
Weight	5	5	25	25	-	50	-
Invalid Measure Count	2	2	inaktiv	inaktiv	-	inaktiv	-

Bei sehr schwierigen Anwendungen wenn es noch nicht sicher ist, welche Betriebsart die optimale ist, empfehlen wir die Betriebsart CA mit Mittelungszeit=1 Sekunde einzustellen. Mit der Software SONO-CONFIG kann dann ein Datensatz im Prozessbetrieb aufgenommen und abgespeichert werden. Bei Zusendung dieses Datensatzes steht Ihnen IMKO unterstützend zur Verfügung, um die optimale Betriebsart mit den optimalen Parametern zu finden.

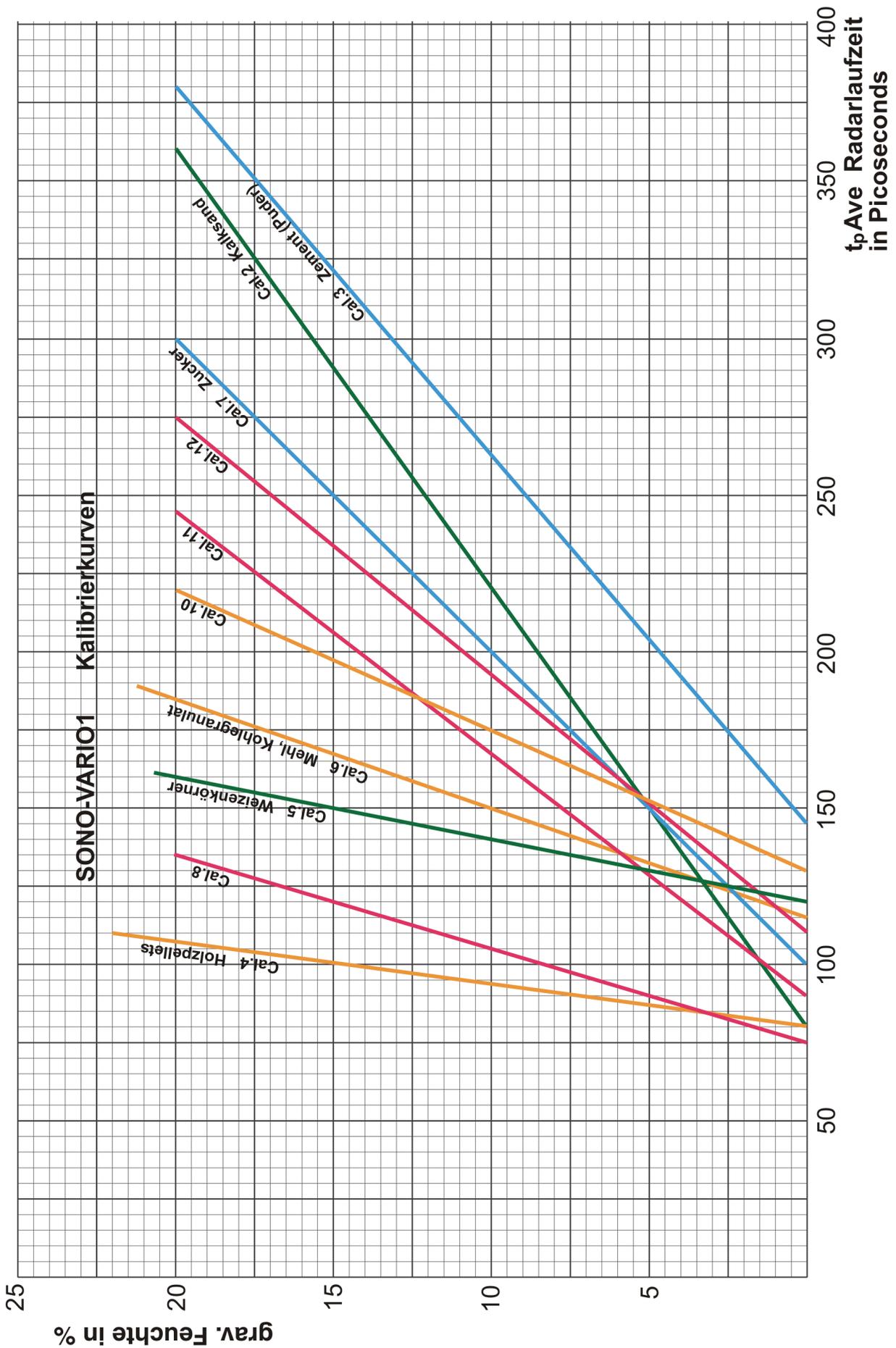
5. Die Kalibrierstufen-Auswahl Cal1 bis Cal15

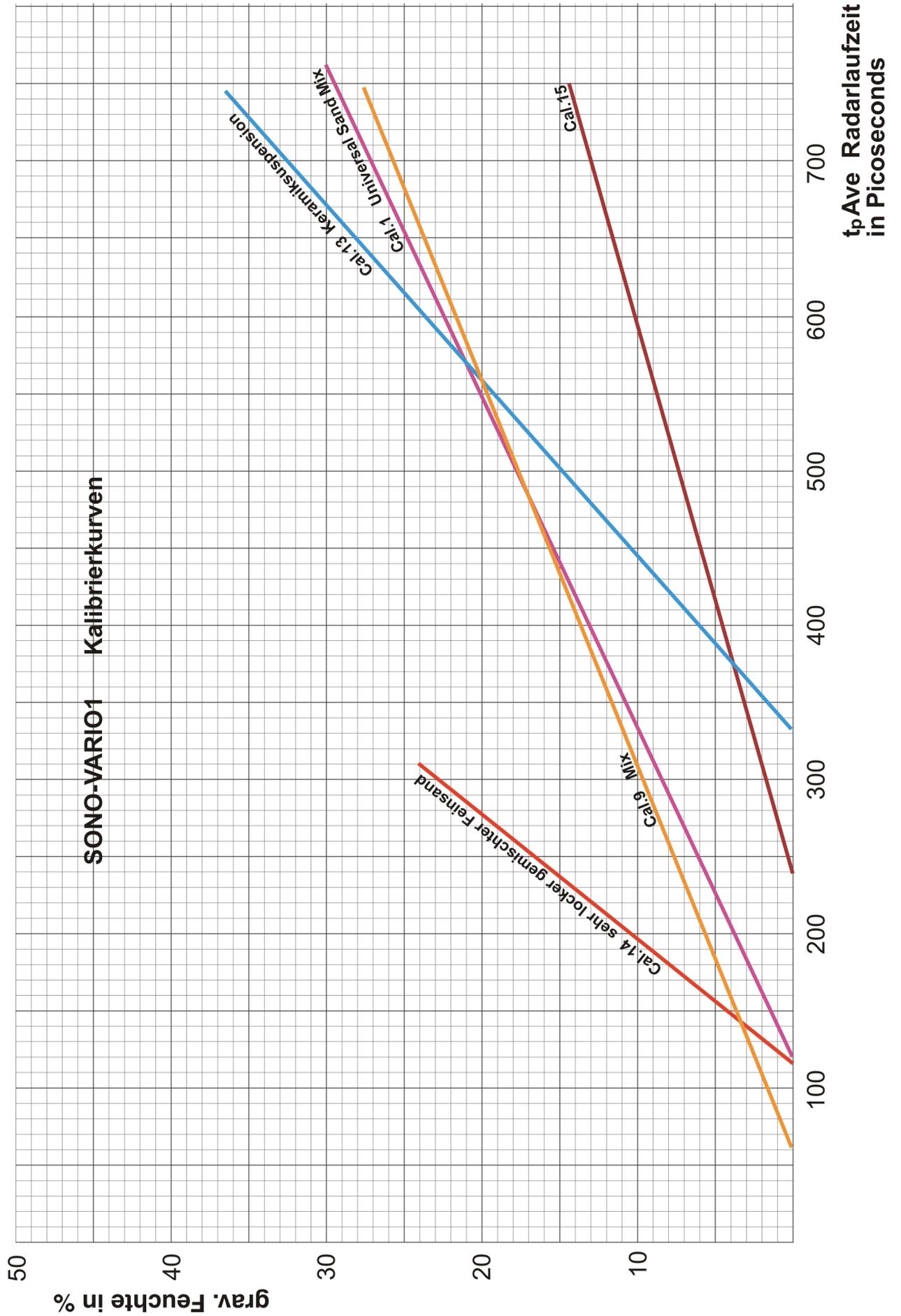
SONO-GS1 wird mit mehreren Kalibrierungen ausgeliefert. Maximal sind 15 verschiedene Kalibrierungen (Cal1...Cal15) im TRIME-Messumformer speicherbar. Zur Einstellung einer passenden Kalibrierkurve bieten sich zwei Möglichkeiten an:

A: Mit dem Stand-Alone Anzeigegerät **SONO-VIEW** kann die Kalibrierkurve im SONO-GS1 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 auf den nächsten Seiten folgenden Grafiken (Cal.1..15) zeigen die in der SONO-GS1 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.





5.1. SONO-GS1 zur Feuchtemessung von Getreide

Die Feuchtemessung mit SONO-GS1 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.

5.1.1. Kalibrierkurven mit oder ohne Temperaturkompensation

Zur Feuchtemessung von Getreide wird die SONO-GS1 mit einem speziellen Satz von 15 verschiedenen Kalibrierkurven ausgeliefert.

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 SONO-GS1 immer kontinuierlich von Korn bedeckt ist, dann ist auch hier eine Kalibrierkurve „mit TK“ einzustellen. Erfolgt der Austrag jedoch schubweise und die SONO-GS1 ist die meiste Zeit ohne Material bedeckt, dann würde sich der in der SONO-GS1 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.

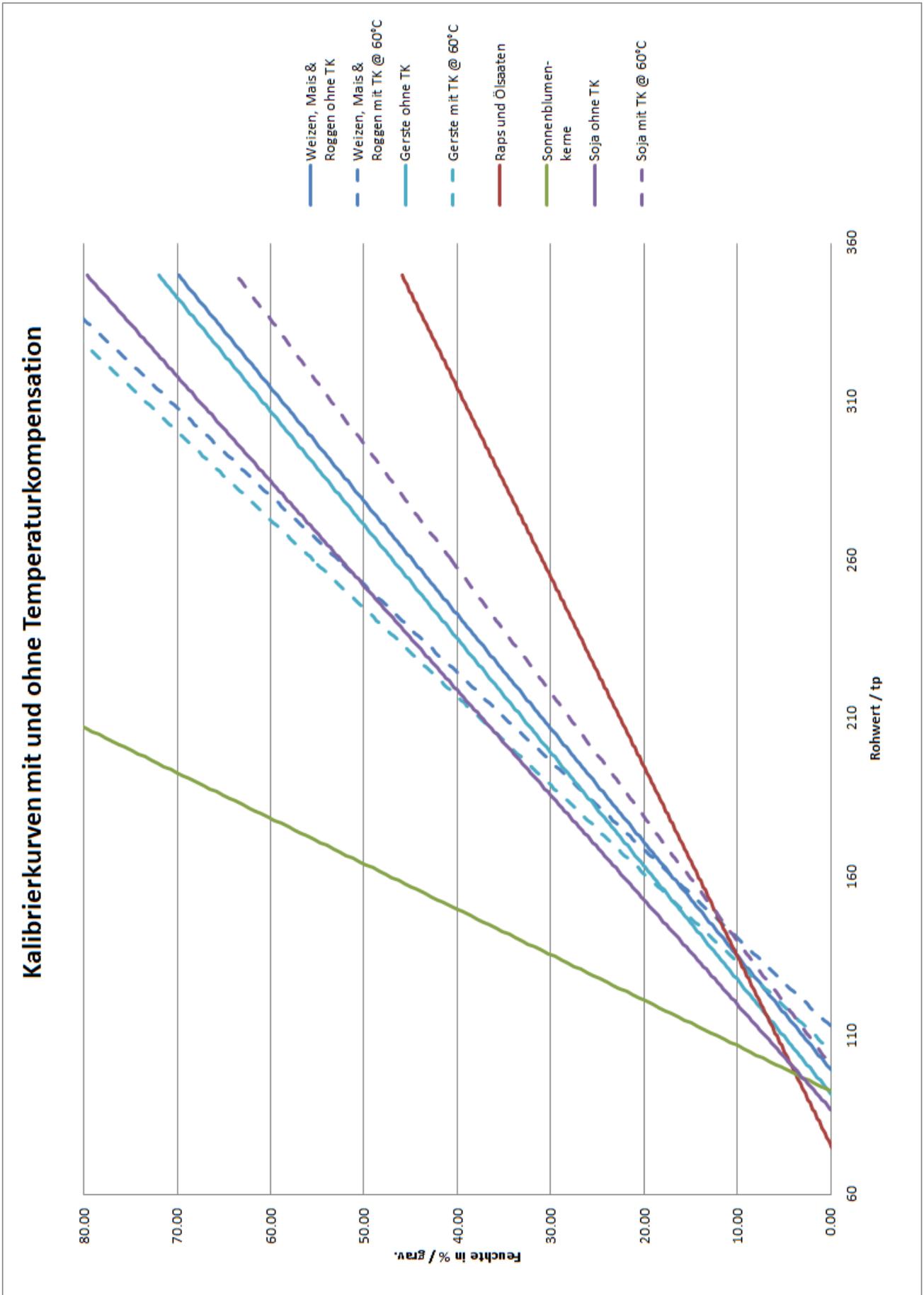
Um Absolut-Feuchtwertmessungen am Austrag präzise durchführen und anzuzeigen, muss die jeweilige Kalibrierstufe richtig eingestellt und justiert sein.

Die auf den nächsten Seiten folgenden Grafiken (Cal.1..15) zeigen die in der SONO-GS1 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	Mais ohne TK (TK = Temperaturkompensation)	0,75	Einbau z.B. am Austragstrichter bei schubweisem Austrag, wenn die SONO-GS1 nicht kontinuierlich mit Material bedeckt ist.
Cal2 (Voreinstellung nach Auslieferung)	Mais mit TK (Temperaturkompensation)	0,75	B: Einbau am Austragstrichter bei kontinuierlichem Austrag, wenn die SONO-GS1 kontinuierlich mit Material bedeckt ist.
Cal3	Weizen ohne TK	0,75	voreingestellt wie Cal1
Cal4	Weizen mit TK	0,75	voreingestellt wie Cal2
Cal5	Roggen ohne TK	0,72	voreingestellt wie Cal1
Cal6	Roggen mit TK	0,72	voreingestellt wie Cal2
Cal7	Gerste ohne TK	0,63	eigene Kalibrierkurve
Cal8	Gerste mit TK	0,63	eigene Kalibrierkurve
Cal9	Raps und Ölsaaten ohne TK	0,65 ?	Keine Temperaturkompensation erforderlich!
Cal10	Sonnenblumenkerne ohne TK	0,30	Keine Temperaturkompensation erforderlich!
Cal11	Sojabohnen ohne TK	0,65	eigene Kalibrierkurve
Cal12	Soja mit TK	0,65	eigene Kalibrierkurve
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 Absolutwert-Feuchtemessungen am Austrag, mit einer Genauigkeitsanforderung von $\pm 0,3\%$ muss jede Kalibrierkurve je nach Einbauort einzeln eingestellt werden.



5.1.2. Auswahl und Anwendung des Referenzmessverfahrens für Getreide

Um die SONO-GS1 präzise für Absolutwertmessungen z.B. 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!

Die SONO-GS1 misst den Mittelwert fortlaufend über ein Messvolumen von 0,5 Liter. 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 bei der SONO-GS1 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.

5.1.3. 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 von SONO-GS1 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 die SONO-GS1 in diesem unteren Feuchtemessbereich genau stimmt. 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 SONO-GS1-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 **Durchlauftrockner** 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 **Umlauftrockner** 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.

5.1.4. 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.

5.1.5. Beispiel für die Anpassung einer Weizen-Kalibrierkurve

SONO-GS1 am Austrag soll für Weizen justiert werden. 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 SONO-GS1 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.

5.2. 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!

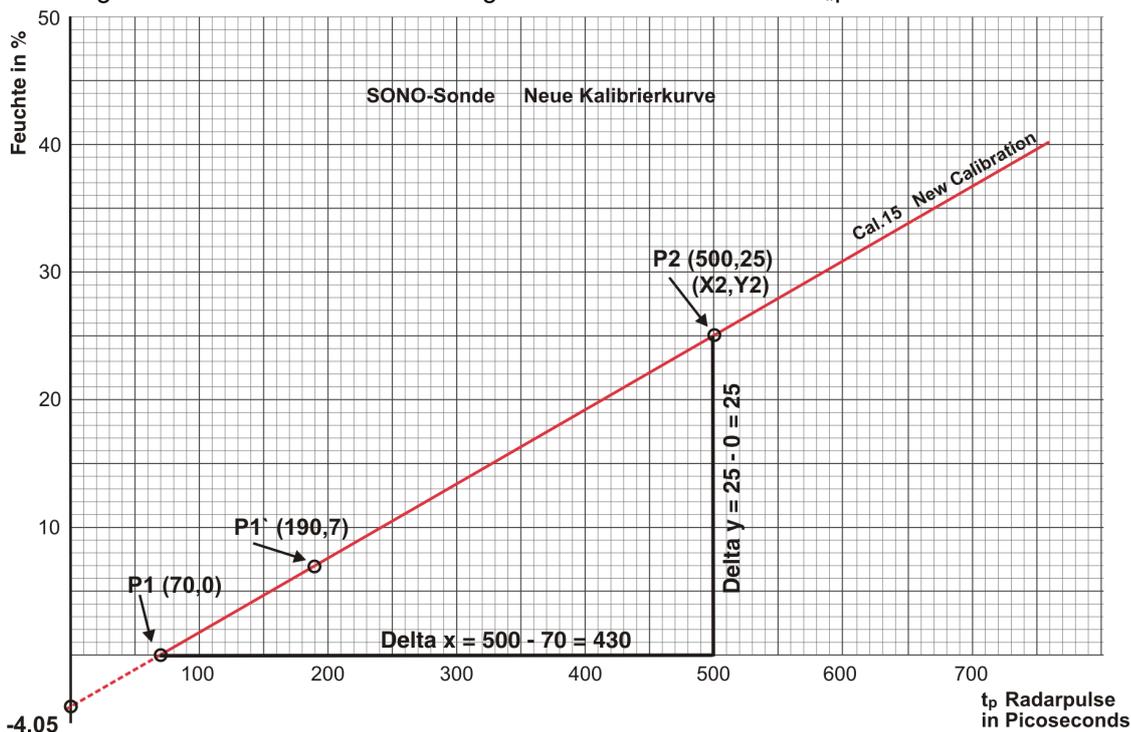
5.2.1. Kalibrierkurven Calculation für eine 2-Punkt Kalibrierung

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 Beispielergebnisberechnung 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:

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

5.2.2. Kalibrierkurven Calculation 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 Trocknungssofen bestimmt werden.
3. Ermittlung der Schüttdichte **D** (bulk density) des Materials (in kg pro dm³) 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 m0 und m1.
5. Speichern Sie mit Hilfe der Software „SONO-CONFIG“ im Menüpunkt „**Calibration**“ und im Fenster „**Material Property Calibration**“ in der ausgewählten Kalibrierkurve die Parameter m0 bis m5 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).

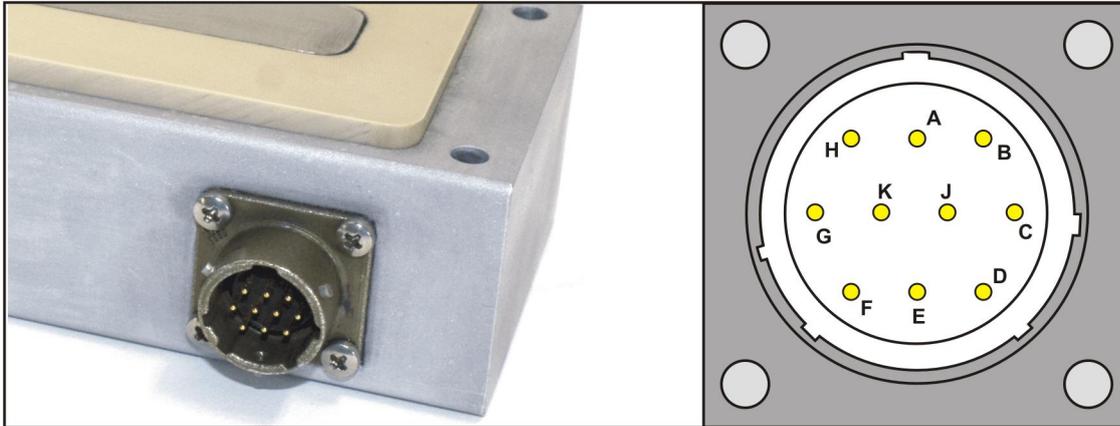
5.2.3. Kalibrierkurven Calculation für eine Nichtlineare Kalibrierkurve

Für eine nichtlineare Materialkalibrierung können die Parameter m0 bis m5 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 m0 bis m5 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 m0 bis m5 mit „Set and Save“ ein.

6. Anschluss und Steckerbelegung der Sonde

SONO-GS1 wird mit einem 10-poligen MIL-Flanschstecker ausgeliefert.

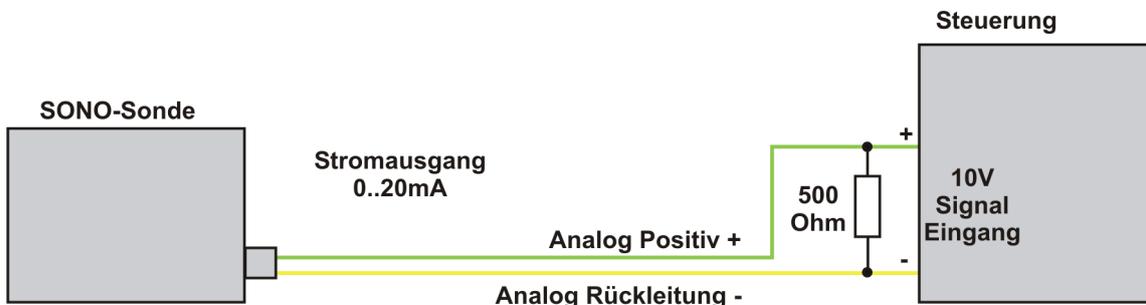


Belegung des 10-poligen MIL-Steckers und Kabelanschluss:

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

6.1.1. 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.



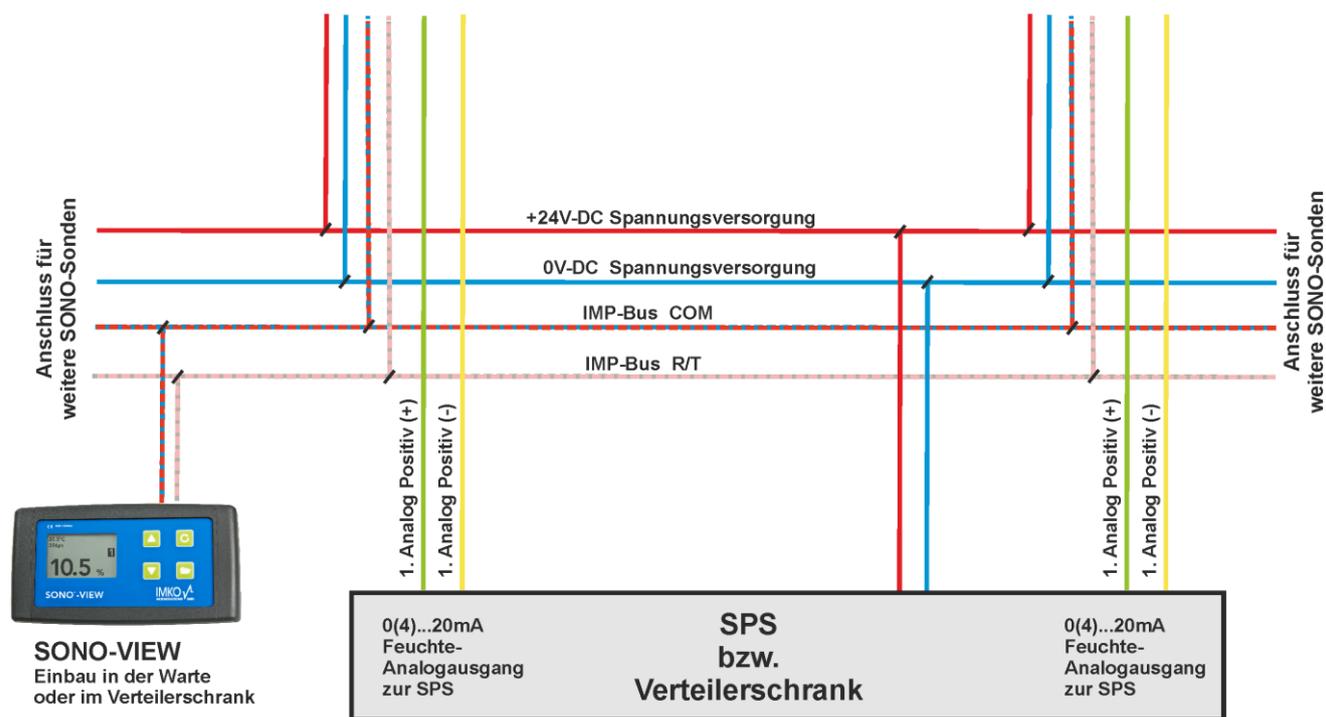
6.1.2. Anschlussplan SONO-Sonden an SONO-VIEW und SPS



SONO-VARIO



SONO-SILO



7. 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.

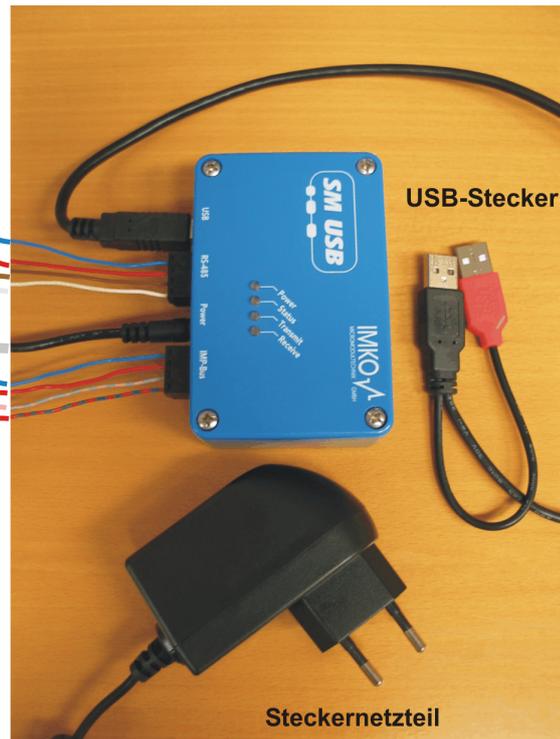
RS485 Stecker

Pin B: 0V Spannungsversorgung
 Pin A: +12VDC Spannungsversorgung
 Pin G: RS485B Leiterfarbe "Braun"
 Pin F: RS485A Leiterfarbe "Weiß"

IMP-Bus Stecker

mit der Option, einen Download der Sonden-Firmware durchzuführen

Pin B: 0V Spannungsversorgung
 Pin A: +12VDC Spannungsversorgung
 Pin C: (rt) Leiterfarbe "grau/rosa"
 Pin J: (com) Leiterfarbe "blau/rot"



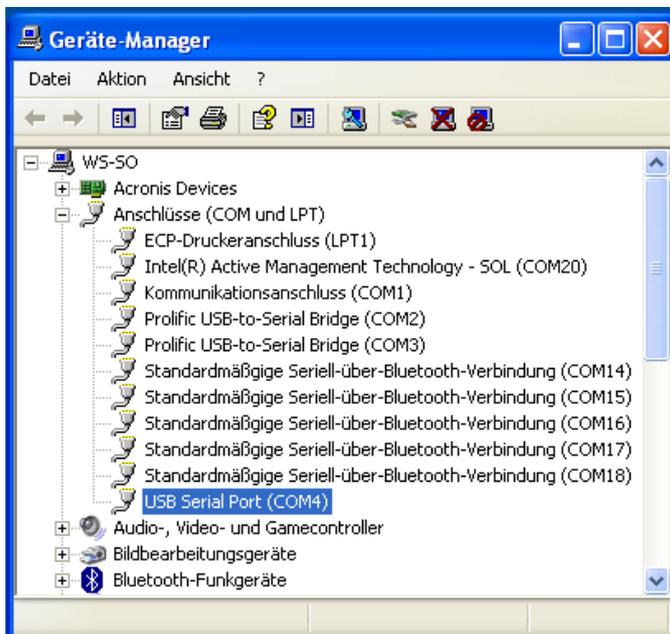
Installation des SM-USB Moduls von IMKO

- 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

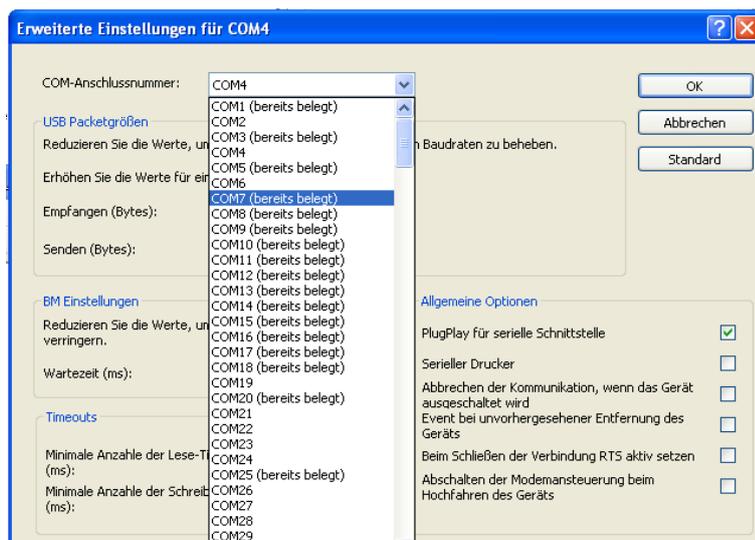


Unter dem Eintrag „Anschlüsse (COM und LPT)“ ist nun der Unterpunkt „USB Serial Port (COMx)“ zu finden.

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

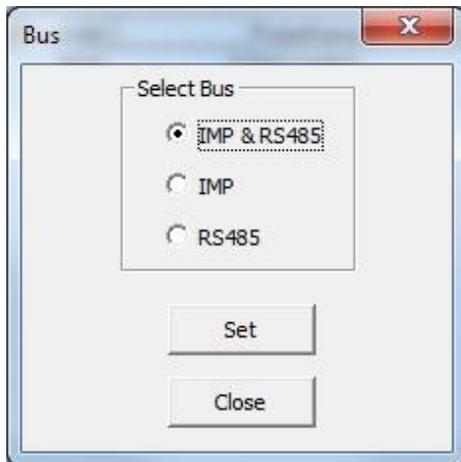
Falls es zu Konflikten unter den seriellen Anschlüssen kommen sollte oder das SM-USB unter einem höheren COM-Port gefunden wurde, kann die COM-Anschlussnummer auch manuell angepasst werden:

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.



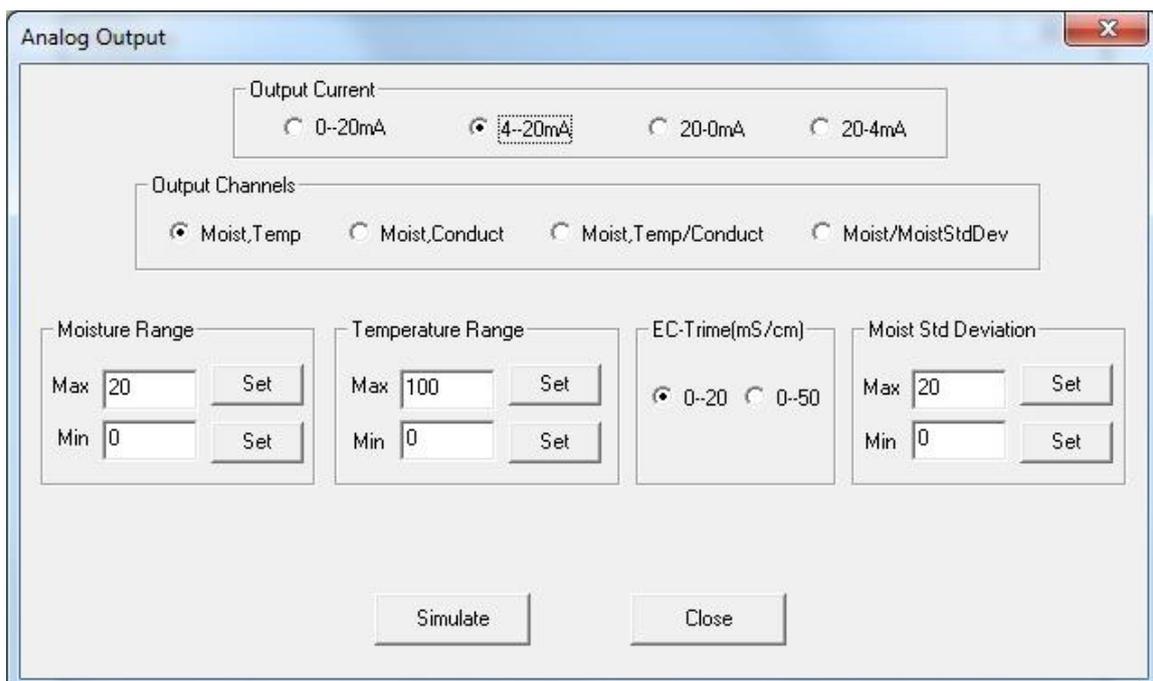
Nach Änderungen dieser Einstellungen muss SONO-CONFIG neu gestartet werden.

8.1.2. 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.

8.1.3. 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.

8.1.4. 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 Einzelmess-werten 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.

8.1.5. 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.

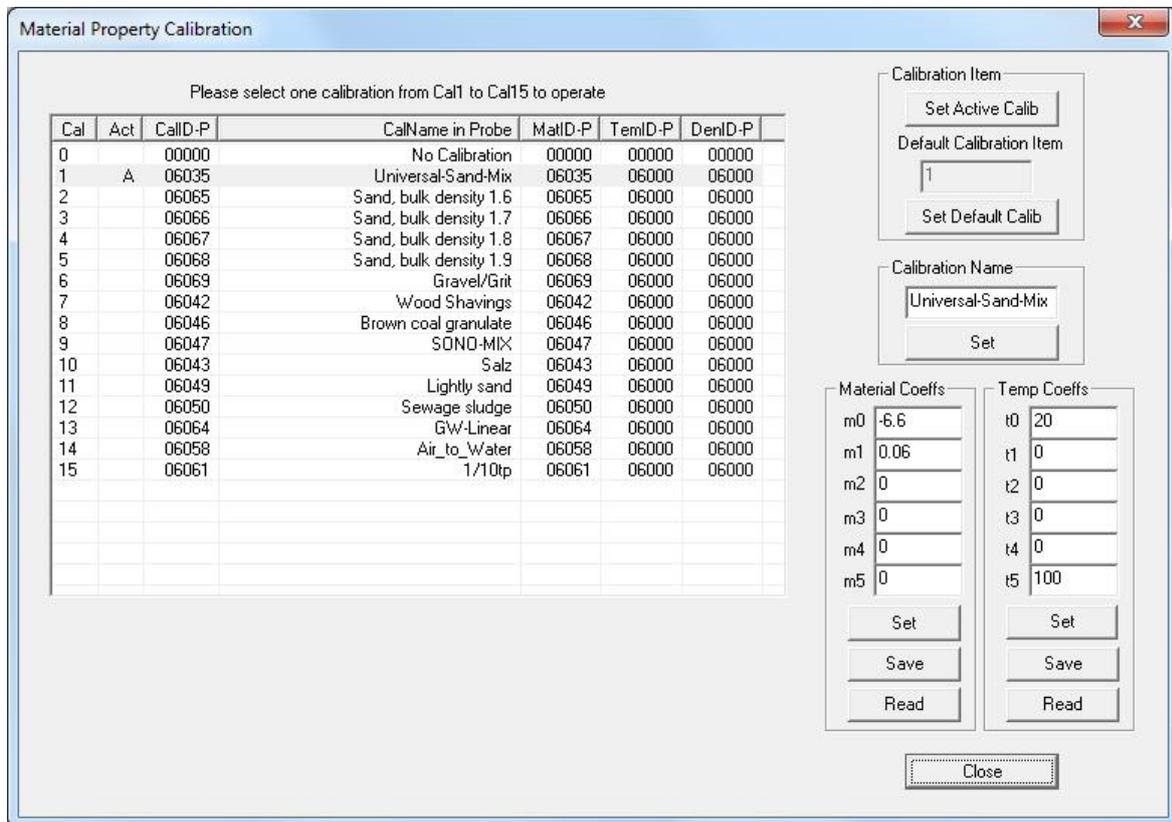
Es gibt jedoch Anwendungen wo es bei sehr stabilem und konstantem Materialfluss erforderlich ist, Messgenauigkeiten bis zu $\pm 0,05\%$ Feuchte zu erreichen, z.B. bei der Vermessung von Flüssigkeiten mit Anteilen von Wasser in Öl, aber auch bei der Vermessung von Emulsionen.

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.

8.1.6. 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 Kalibriernamen 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.

8.1.7. 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	-4,89	-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	4,94	-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	4,87	-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	5,09	-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	4,81	-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	5,05	-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	5,08	-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	4,99	-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	5,04	-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	4,84	-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	4,98	-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	4,85	-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	4,82	4,95	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.

8.1.8. 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.

8.1.9. Basisabgleich in Luft und Wasser

Obwohl SONO-Sondenköpfe präzise und identisch aufgebaut sind, empfiehlt es sich nach einem Tausch eines Sondenkopfes die Kalibrierung zu überprüfen und mit einem Basisabgleich zu korrigieren. 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 Standard SONO-Sonden mit Keramikmessfeld sind dies Luft und Wasser (Leitungswasser). Für spezielle SONO-Sonden wie z.B. die SONO-GS1 werden Glasperlen mit anderen Messpunkten zur Kalibrierung eingesetzt (auf Anfrage).



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

Unter dem Menüpunkt „**Calibration**“ werden im Fenster „**Basic Balancing**“ die zwei Referenzwerte der Radarlaufzeit **tp** mit 60ps und 1000ps angezeigt:

1. Referenz-Sollwert A: $t_p=60\text{ps}$ in Luft (die Oberfläche der Sonde muss dabei trocken sein)
Nach Anklicken des Referenzwertes 60 wird mit dem Button „**Do Measurement**“ die SONO-Sonde 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: $t_p=1000\text{ps}$ in Wasser. Die SONO-Sonde muss dabei in Leitungswasser getaucht werden und der Sondenkopf sollte mindestens 5cm mit Wasser bedeckt sein.
Nach Anklicken des Referenzwertes 1000 wird mit dem Button „**Do Measurement**“ die SONO-Sonde 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** der SONO-Sonde sollten jetzt bei einer Testmessung (in Betriebsart A) in Luft 60ps und in Wasser 1000ps betragen. Unter dem Menüpunkt „**Calibration**“ werden im Fenster „**Basic Balancing**“ die zwei Referenzwerte der Radarlaufzeit **tp** mit 60ps und 1000ps angezeigt:

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

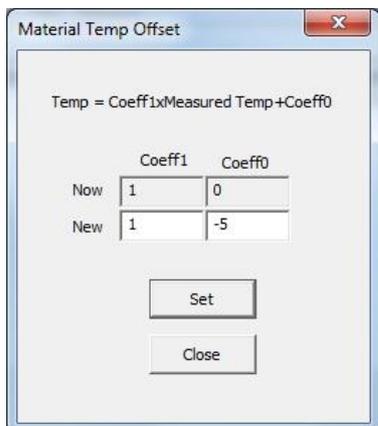
Do Measurement

Calculate Coeffs

Coeffs -> Probe

Close

8.1.10. Abgleich des Materialtemperatur-Fühlers



Material Temp Offset

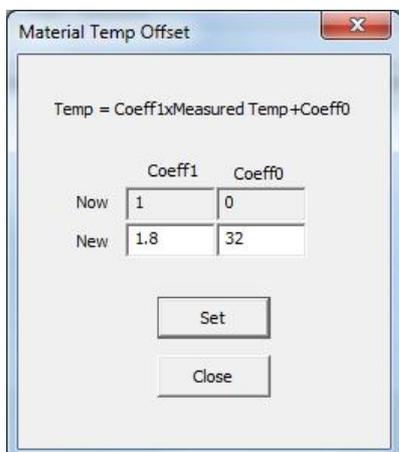
Temp = Coeff1xMeasured Temp+Coeff0

	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 SONO-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

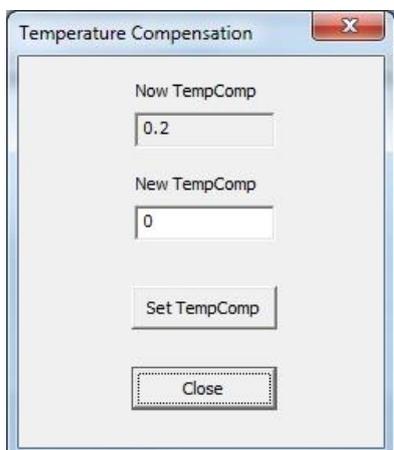
	Coeff1	Coeff0
Now	1	0
New	1.8	32

Set

Close

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

8.1.11. 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!

9. Zertifikate und Zulassungen

<p>CE-Zeichen</p>	<p>Das Messsystem erfüllt die gesetzlichen Anforderungen der anwendbaren EG-Richtlinien. Diese sind zusammen mit den angewandten Normen in der entsprechenden EG-Konformitätserklärung aufgeführt.</p> <p>Die IMKO Micromodultechnik GmbH bestätigt die erfolgreiche Prüfung des Geräts mit der Anbringung des CE-Zeichens.</p>
<p>RoHS</p>	<p>Das Messsystem entspricht den Stoffbeschränkungen der Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe 2011/65/EU (RoHS 2).</p>
<p>Funkzulassung</p>	<p>Erfüllt "Part 15" der FCC-Bestimmungen für einen "Unintentional Radiator". Alle Sonden erfüllen die Anforderungen an ein "Class A Digital Device".</p>
<p>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)</p>	<p>Elektromagnetische Verträglichkeit gemäß allen relevanten Anforderungen der EN 61326- Serie. Details sind aus der Konformitätserklärung ersichtlich.</p> <p>Maximale Messabweichung während EMV- Prüfungen: < 3,0% der Spanne.</p> <p>Beim Einbau der Sonden in Metall- und Betonbehälter sowie bei Verwendung einer Koaxsonde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Störaussendung nach EN 61326 - x Reihe, Betriebsmittel der Klasse B. • Störfestigkeit nach EN 61326 - x Reihe, Anforderungen für Industrielle Bereiche <p>Beim Einbau ohne schirmende/metallische Wand, z.B. in Kunststoff- und Holzsilos kann der Messwert durch die Einwirkung von starken elektromagnetischen Feldern beeinflusst werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Störaussendung nach EN 61326 - x Reihe, Betriebsmittel der Klasse A. • Störfestigkeit: der Messwert kann durch die Einwirkung starker elektromagnetischer Felder beeinflusst werden.

10. Technische Daten SONO-GS1

SONDENAUSFÜHRUNG

Gehäuse: je nach Ausführung aus Aluminium oder Edelstahl V2A und abriebfestem, temperaturbeständigem Kunststoff (PEEK). Blanke V2A Sensoroberfläche.

MONTAGE

Sondenabmessungen:

SONO-GS1: 280x70x40mm.

STROMVERSORGUNG

+12V bis +24V DC, 3W

Achtung: es dürfen keine unstabilisierten Netzteile verwendet werden!

UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

0 - 70°C

Auf Anfrage: Erhöhter Temperaturbereich bis zu 130°C mit externem Messumformer!

MESSBEREICH FEUCHTE

SONO-GS1 misst von 0% bis zur Materialsättigung. Mit Spezialkalibrierungen sind je nach Material Feuchtemessbereiche bis zu 40% möglich.

MESSBEREICH LEITFÄHIGKEIT

Die Sonde liefert als Kennwert einen Radar-basierten Leitwert (RbC – Radar-based-Conductivity) von 0...5dS/m, der in Abhängigkeit von der Mineralienkonzentration im vermessenen Material bestimmt wird. In Feuchtemessbereichen >30% reduziert sich der Leitfähigkeitsbereich.

MESSBEREICH TEMPERATUR

Messbereich: 0°C ...70°C

Die Temperatur wird 3mm unter der Sondenoberfläche im Sondengehäuse gemessen und am Analogausgang 2 ausgegeben. Da die Sonderelektronik ca. 3W Leistung verbraucht erwärmt sich das Sondengehäuse geringfügig. Eine präzise Messung der Materialtemperatur ist somit nur begrenzt möglich. Die Materialtemperatur kann nach einer externen Kalibrierung und Kompensation der Sensor-Eigenerwärmung bestimmt werden.

Auf Anfrage: Erhöhter Temperaturbereich bis zu 120°C

MESSDATEN-VORVERARBEITUNG

Mode CS: (Cyclic-Successive) Ohne Mittelwertbildung für sehr kurze Messvorgänge im Sekundenbereich (z.B. 5...20 Sekunden) mit intern bis zu 100 Messungen pro Sekunde und einer Zykluszeit von 250 Millisekunden am Analogausgang. Die Betriebsart CS dient auch zur Aufnahme von Rohwerten ohne Mittelwertbildung und Filterung.

Mode CA: (Cyclic Average Filter) Standard Mittelwertbildung für relativ schnelle aber kontinuierliche Messvorgänge, mit Filterung und einer Genauigkeit bis zu 0,1%.

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

Mode CK: (Cyclic mit Kalman-Filter) für komplexe Anwendungen.

Mode CC: (Cyclic Cumulated) mit automatischer Aufsummierung der Feuchte-Mengenmessung in einem Batchvorgang.

Mode CH: (Cyclic Hold) ähnlich wie Mode CC jedoch ohne Aufsummierung

SIGNALAUSGANG

2 x Analogausgang 0(4)...20mA

Ausgang 1: Feuchte in % (0..20% variabel einstellbar)

Ausgang 2: Leitfähigkeit (EC-TRIME / RbC) oder wahlweise Temperatur bzw. Standardabweichung.

Weiterhin besteht die Möglichkeit den Analogausgang 2 in zwei Bereiche aufzuteilen, in 4..11mA für die Temperatur und 12..20mA für die Leitfähigkeit. Der Analogausgang 2 wechselt dabei 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.

KALIBRIERUNG

Die Sonde wird mit 15 verschiedenen Kalibrierungen ausgeliefert. Für spezielle Materialien sind variable Kalibrierungen mit Polynomen bis 5.Grades möglich und können mit der Software SONO-CONFIG in die Sonde eingegeben werden. Eine Anpassung des Nullpunktes ist mit der Software SONO-CONFIG möglich.

KOMMUNIKATION

Die serielle RS485-Schnittstelle oder der IMP-Bus ermöglicht den vernetzten Betrieb der Sonde, wobei ein Datenbusprotokoll für den Anschluss mehrerer SONO-Sonden an der seriellen Schnittstelle standardmäßig implementiert ist. Über externe Module ist der Anschluss der Sonde an Industriebusse wie Profibus, Ethernet, etc. möglich (auf Anfrage).

MESSFELDAUSDEHNUNG

ca. 50 - 80 mm, je nach Material und Feuchte.

ANSCHLUSSSTECKER

Die Sonde ist mit einem robusten 10-poligen MIL-Flanschstecker ausgestattet. Lieferbar sind vorgefertigte Anschlusskabel mit 4m, 10m oder 25m Länge.

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 Spannungsversorgungskabel 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.

PRÄZISE FEUCHTEMESSUNG

SONO-Feuchtesonden für die Industrie

Ihr Geheimnis: der Einsatz modernster TRIME[®]-Radartechnologie