

LoopSeries LB 430 Detektoren

Software Betriebsanleitung



BERTHOLD TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG

Calmbacher Str. 22
75323 Bad Wildbad, Deutschland
www.berthold.com

Telefon +49 7081 177-0
Fax +49 7081 177-100
industry@Berthold.com

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Hinweise	5
1.1	Gültigkeit der Betriebsanleitung.....	5
1.2	Aufbau der Betriebsanleitung.....	6
2	Bedienung	7
2.1	Bediensoftware.....	7
2.2	Softwareinstallation.....	7
2.3	DTM mit PACTware starten	8
3	Hauptmenü: Online Parametrierung	11
3.1	Einstieg in das Hauptmenü: Online-Parametrierung.....	11
3.2	Allgemeine Hinweise.....	12
3.3	Menü: Identification.....	14
3.3.1	Untermenü: Identification Device/Modules.....	14
3.4	Menü: Assistant	15
3.4.1	Untermenü: Assistant Quick Start Assistant	16
3.4.2	Untermenü: Assistant Application Assistant.....	31
3.4.3	Untermenü: Assistant Signal-Addon-Assistent	33
3.4.4	Untermenü: Assistant Adjust Assistant	35
3.5	Menü: Setup.....	37
3.5.1	Untermenü: Setup Device	37
3.5.2	Untermenü: Setup Application.....	40
3.5.3	Untermenü: Setup Communication.....	49
3.6	Kalibriermethoden und Kurventypen.....	50
3.6.1	Applikation: Füllstand	51
3.6.2	Applikation: Dichte	60
3.7	Menü: Security.....	77
3.7.1	Untermenü: Security Authentication.....	77
3.7.2	Untermenü: Security HART Specific Access.....	79
4	Hauptmenü: Offline Parameter	80
4.1	Einstieg in das Hauptmenü: Offline-Parameter	80
4.2	Backup - Übertragen von Geräteeinstellungen in die Offline-Parameterliste	81
4.3	Restore - Übertragen von Geräteeinstellungen aus der Offline-Parameterliste ...	82
4.4	Parameter-Report	83
4.5	Vorgehen zur Duplizierung von Messstellen	83
5	Hauptmenü: Messung	85
5.1	Einstieg in das Hauptmenü: Messung	85
5.2	Menü: Process Values	86
5.2.1	Untermenü: Process Values Process Values.....	86
5.2.2	Untermenü: Process Values Device Variables	87
5.2.3	Untermenü: Process Values Signaling	88
5.2.1	Untermenü: Process Values Process Trending	90
5.3	Menü: Active Configuration	92
5.3.1	Untermenü: Active Configuration Active Configuration.....	92
5.4	Menü: System/Sensor Info.....	93
5.4.1	Untermenü: System/Sensor Info System/Sensor Info.....	93
6	Hauptmenü: Diagnose	94
6.1	Einstieg in das Hauptmenü: Diagnose	94
6.2	Menü: Device Status Events	95
6.2.1	Reiter: Device Status Events Active Event	95
6.2.2	Reiter: Device Status Events Event Overview.....	96
6.2.3	Reiter: Device Status Events Event History.....	97
6.2.4	Reiter: Device Status Events Event Summary	98
6.2.5	Reiter: Device Status Events Event Mapping	99

6.2.6	Reiter: Device Status Events Event Simulation	100
6.3	Gerätespezifische Event Codes.....	101
6.4	Applikationsspezifische Event Codes	106
6.4.1	Applikation Füllstand.....	106
6.4.2	Applikation Dichte	107
6.5	Menü: Configuration History.....	108
6.5.1	Reiter: Configuration History Configuration History	108
6.5.2	Reiter: Configuration History HART Specific	108
6.6	Menü: HART Specific	109
6.6.1	Reiter: HART Specific HART Diagnostics	109

1

Allgemeine Hinweise

1.1 Gültigkeit der Betriebsanleitung

Diese Betriebsanleitung ist gültig von der Lieferung des Berthold-Produkts an den Benutzer bis zu dessen Entsorgung. Die Version und das Veröffentlichungsdatum dieser Betriebsanleitung sind am unteren Rand jeder Seite zu finden. Vom Hersteller Berthold wird kein Änderungsdienst durchgeführt.

Der Hersteller behält sich das Recht vor, dieses Handbuch jederzeit ohne vorherige Ankündigung oder Begründung zu ändern.

HINWEIS



Die aktuelle Revision der Softwareanleitung ersetzt alle vorangegangenen Versionen.

Zielgruppe

Diese Betriebsanleitung richtet sich an qualifiziertes Fachpersonal, welches mit dem Umgang mit elektrischen und elektronischen Baugruppen sowie mit Kommunikations- und Messtechnik vertraut ist.

Fachpersonal bezeichnet diejenigen Personen, welche die ihnen übertragenen Aufgaben beurteilen und mögliche Gefahren durch ihre fachliche Ausbildung, ihr Wissen und ihre Erfahrung sowie ihr Wissen über die relevanten Vorschriften erkennen können.

Aufbewahrungsort

Diese Softwareanleitung sowie sämtliche für den jeweiligen Anwendungsfall relevanten, produktbezogenen Dokumentationen müssen stets griffbereit und jederzeit zugänglich in der Nähe des Gerätes aufbewahrt werden.

Urheberrechte

Diese Softwareanleitung enthält urheberrechtlich geschützte Informationen. Kein Kapitel darf ohne vorherige Genehmigung des Herstellers kopiert oder in anderer Form vervielfältigt werden.

1.2 Aufbau der Betriebsanleitung

Diese Betriebsanleitung wurde in Kapitel aufgeteilt. Die Reihenfolge der Kapitel soll Ihnen helfen, sich schnell und sicher in die Bedienung einzuarbeiten.

Darstellungsweise

Kennung	Bedeutung	Beispiel
Anführungszeichen	Feld in der Softwareoberfläche	„Linear“
Senkrechter Strich	Pfadangabe	Setup Device
Zahnrad Icon	Schaltflächen	 Reset to Default
Runde Klammern	Grafikbezug	Befestigen Sie den Stecker (Abb. 1, Pos. 1)

Zur Beschreibung der Software wird „Klicken“ verwendet, wenn ein Vorgang ausgelöst werden soll. Damit ist auch das Antippen eines Buttons (Taste) oder eines Bereichs auf einem Touchdisplay zu verstehen, wenn keine Maus zur Steuerung verwendet wird.

Verwendete Symbole

HINWEIS



Wenn diese Information nicht beachtet wird, kann das zu Verschlechterungen im Betriebsablauf und / oder Sachschäden führen.

WICHTIG



Absätze mit diesem Symbol geben wichtige Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produkts.

Tipp



Enthält Anwendungstipps und andere besonders nützliche Informationen.

2

Bedienung

2.1 Bediensoftware

Um den Detektor über einen PC zu konfigurieren und parametrieren, muss der Anschluss erfolgt sein. Die Verbindung über das Interface zum Detektor wird in der Betriebsanleitung des Detektors beschrieben. Auf dem PC muss eine FDT (Field Device Tool)-Rahmenapplikation installiert sein, mit der die DTM (Device Type Manager) geöffnet werden kann.

Die Nachfolgend wird die Bedienung über die FDT-Rahmenapplikation PACTware beschrieben. Für die Verwendung von PACTware müssen die folgenden Softwarevoraussetzungen erfüllt sein:

- Windows®-Betriebssystem (32-Bit XP, 32-Bit Vista, 32-Bit und 64-Bit Windows® 7 und Windows® 10/11) mit Administratorrechten zur Installation der Bediensoftware
- Installiertes Microsoft .NET Framework
- Installationsdateien PACTware
- Berthold DTM Library

2.2 Softwareinstallation

PACTware (Process Automation Configuration Tool) ist eine hersteller- und feldbusunabhängige Software zur einfachen Bedienung von Feldgeräten. Die aktuelle Version kann auf der Website www.pactware.com kostenlos heruntergeladen werden. Berthold stellt eine DTM Library zur Verfügung, mit der die Applikationen Dichte und Füllstand installiert werden können.

PACTware

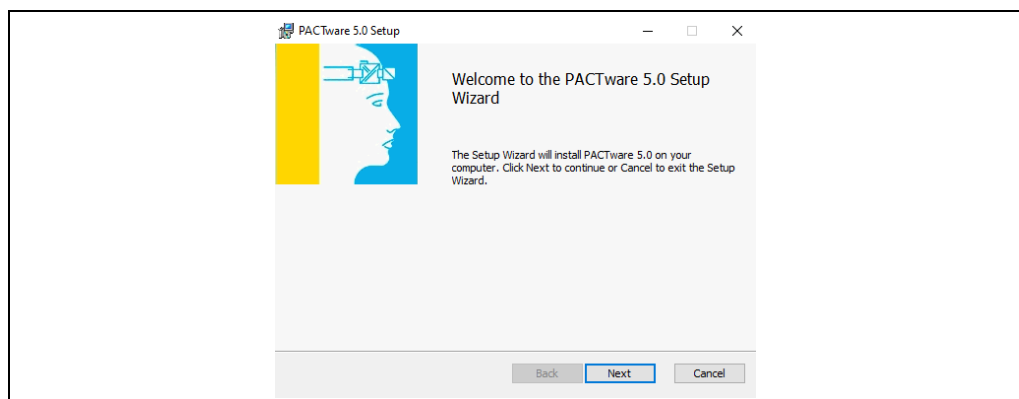


Abb. 1 Installation PACTware.

Berthold DTM Library

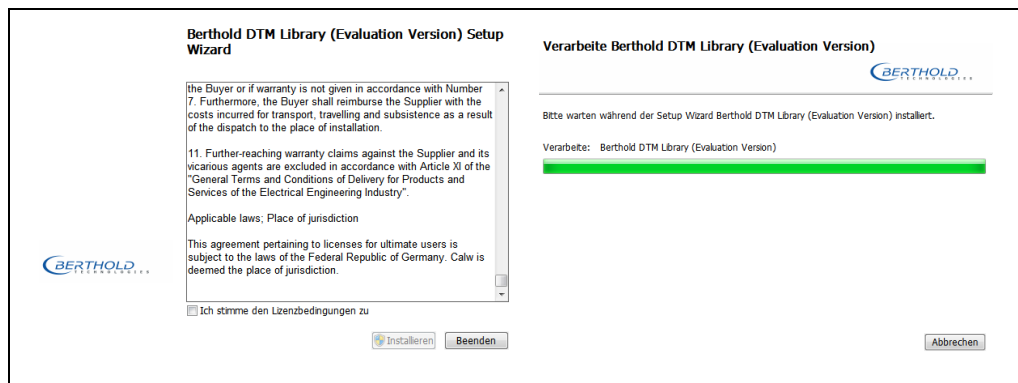


Abb. 2 Installation DTM Library.

2.3 DTM mit PACTware starten

Nach erfolgreicher Installation kann der DTM über PACTWare gestartet werden.

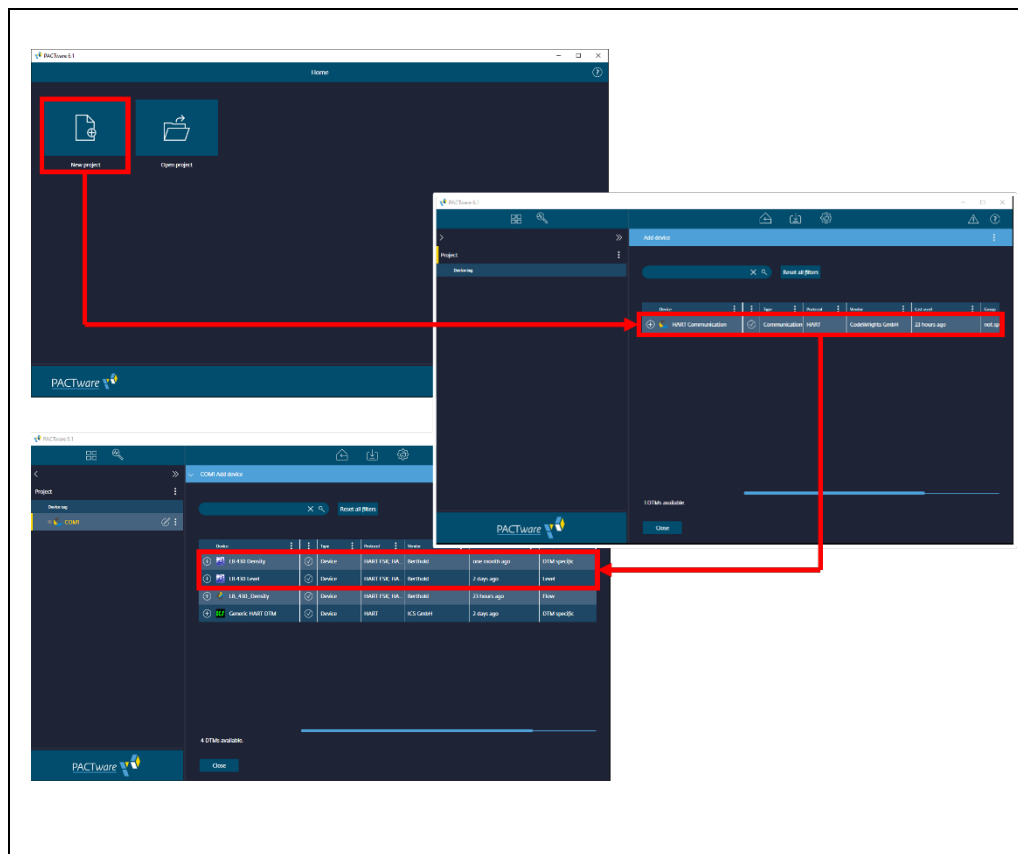


Abb. 3 PACTware starten.

1. Klicken Sie auf „Neues Projekt“.
 ► Die installierten DTMs werden im rechten Fenster angezeigt.
2. Klicken Sie auf das Symbol $\oplus$, um die installierten DTM-Applikationen anzuzeigen.
3. Klicken Sie auf die DTM-Applikation des angeschlossenen Detektors.
 ► Die DTM-Applikation wird dem Projekt hinzugefügt.

4. Stellen Sie sicher, dass der korrekte COM-Port des USB-HART-Interfaces unter „Parameter“ eingestellt ist.

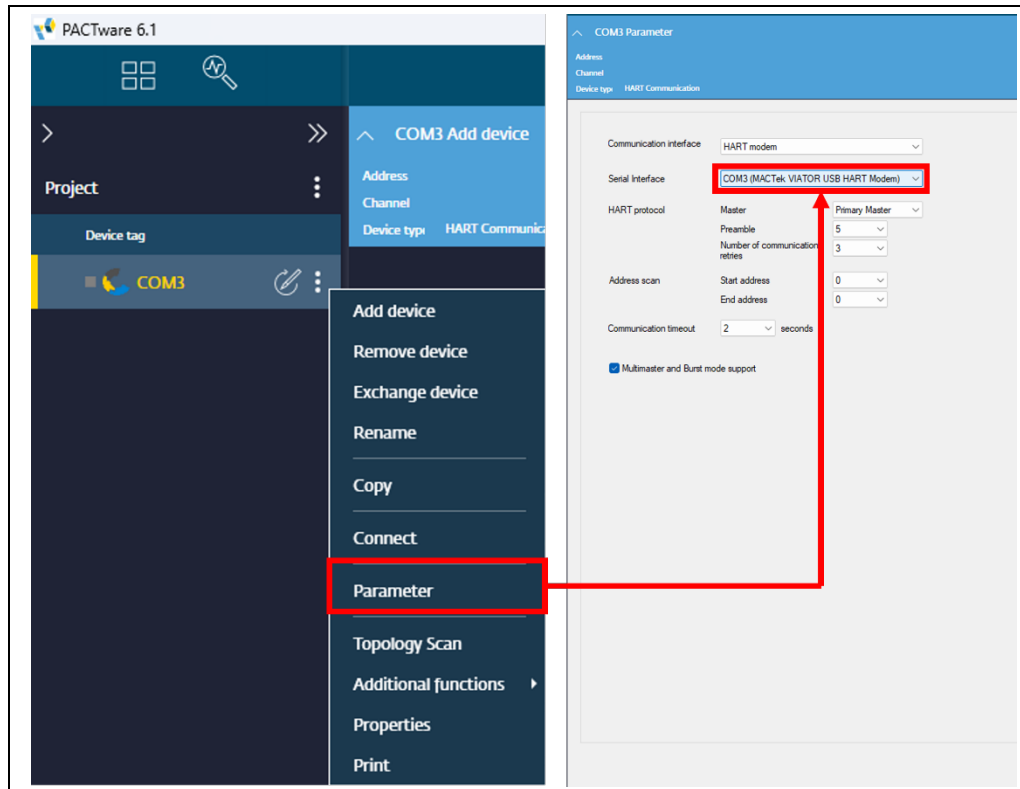


Abb. 4 Prüfung COM-Port in PACTware 6.1.

5. Markieren Sie den hinzugefügten DTM und stellen Sie die Verbindung mit Rechtsklick und "Verbinden" her.
 - ▶ Bei erfolgreicher Verbindung werden grüne Punkte ● ○ angezeigt.
6. Starten Sie den DTM mit einem Doppelklick.
 - ▶ Der DTM wird im Online-Modus angezeigt.

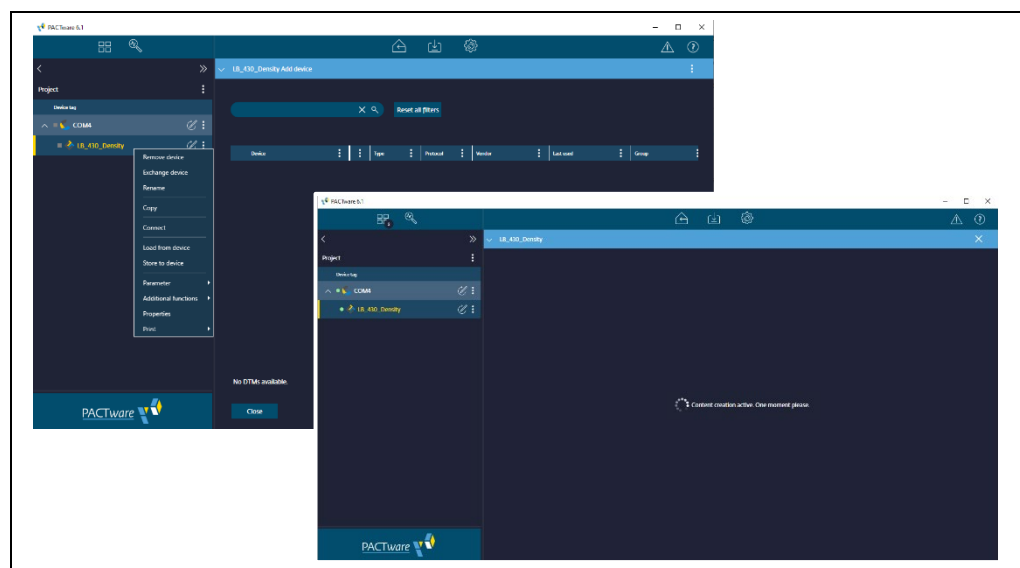


Abb. 5 DTM starten.

WICHTIG

Es ist möglich, die Parameter eines angeschlossenen Detektors in das Offline-Menü zu übertragen. Die auf diese Weise gespeicherte Konfiguration kann dann im Online-Modus auf einen anderen Detektor übertragen werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 4 dieser Betriebsanleitung – Hauptmenü Offline-Parameter.

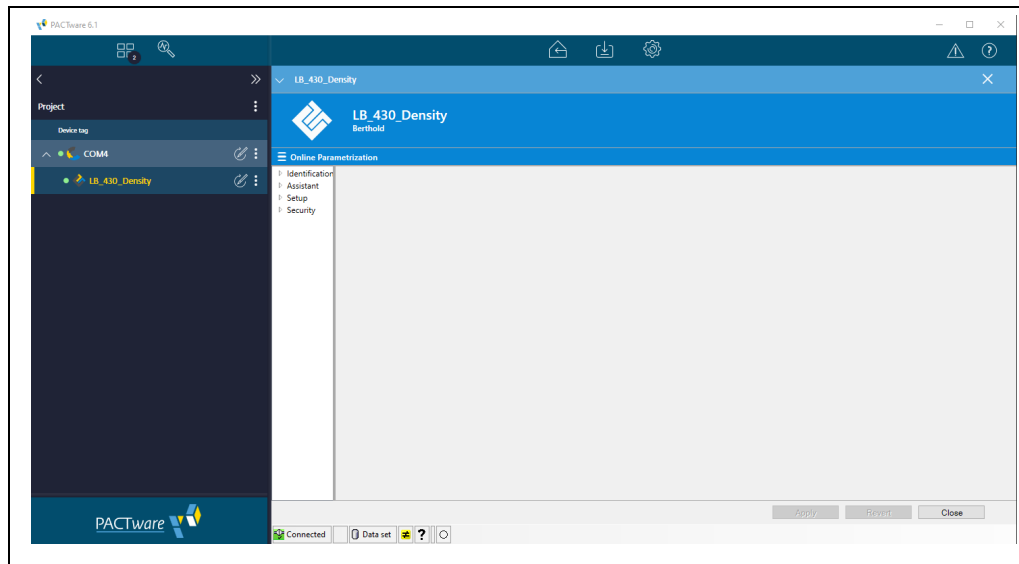


Abb. 6 Gestarteter DTM im Online-Modus.

3

Hauptmenü: Online Parametrierung

3.1 Einstieg in das Hauptmenü: Online-Parametrierung

Der Einstieg in die Online-Parametrierung des Gerätes erfolgt über den Hauptmenübaum der jeweils verbundenen Applikation. In PACTware 6.1 wählen Sie hierfür per Rechtsklick den Punkt „Parameter“ und dann den Punkt „Online parameterization“ an. Bitte beachten Sie, dass die Darstellung der Hauptmenüs zum Einstieg in die Applikation bei allen HOST-Systemen unterschiedlich ist.

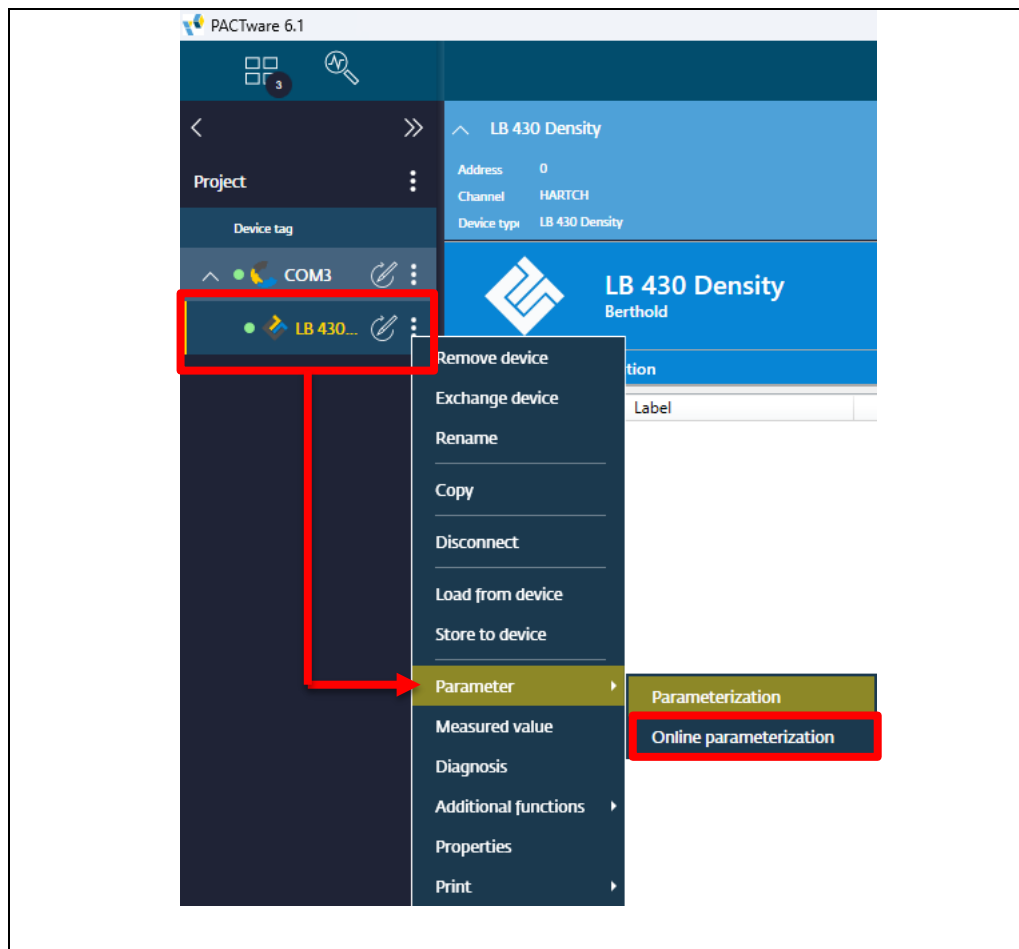


Abb. 7 Einstieg in die Online-Parametrierung in PACTware 6.1.

3.2 Allgemeine Hinweise

HINWEIS



Änderungen der Konfiguration und Parameter beeinflussen das Verhalten evtl. angeschlossener Regler und können zu ungewollten Betriebszuständen führen. Änderungen an der Konfiguration und Parameter dürfen deshalb nicht ohne genaue Kenntnis dieser Betriebsanleitung sowie genauer Kenntnis über das Verhalten eines angeschlossenen Reglers und die möglichen Einflüsse auf den zu steuernden Betriebsprozess vorgenommen werden.

WICHTIG



Die Kommunikation zwischen Detektor und USB-HART-Interface ist auf 1200 Baud begrenzt. Dementsprechend besteht eine Ladezeit für Daten, die im Detektor abgerufen werden.

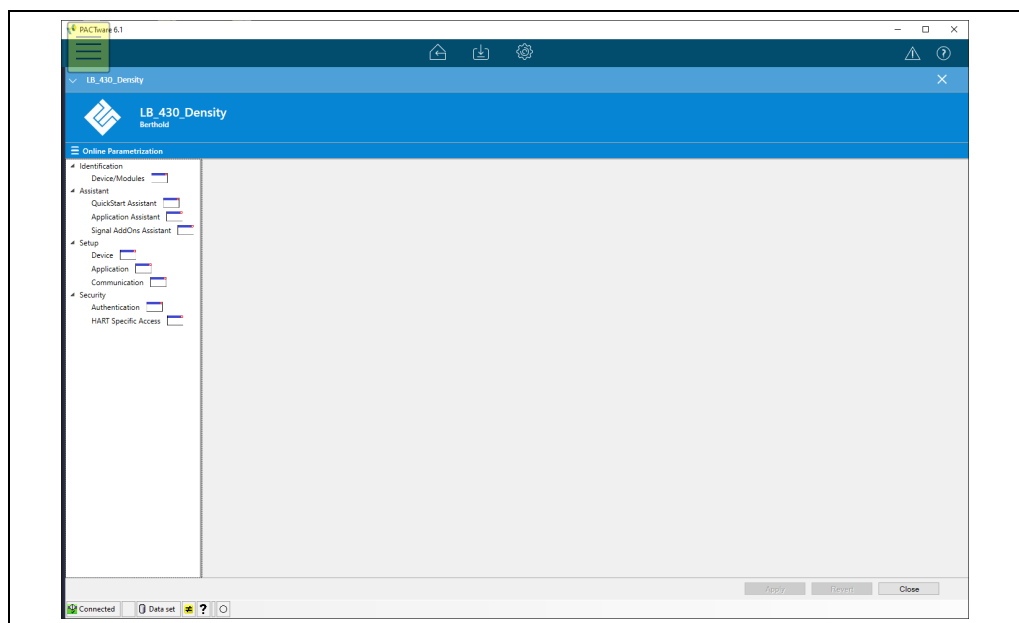


Abb. 8 Menüstruktur des DTM im Online-Modus.

Symbole / Anzeige- und Eingabefelder

Menüfenster

	Anzeigefeld / Eingabefeld. Beim Hovern über Anzeige- und Eingabefelder wird ein Hilfetext eingeblendet.
	Der Wert kann nicht angezeigt werden oder ist ungültig.
	Der Wert / Parameter ist nicht aktualisiert und wird vom Detektor geladen.
	Eine Abfrage des Assistenten wird angezeigt.
	Schaltflächen mit diesem Symbol lösen beim Klicken den angezeigten Befehl aus.
	Der Wert wurde eingegeben / geändert und wurde noch nicht durch die Schaltfläche Apply an den Detektor gesendet.
	Der Detektor ist im Betrieb und keine Störung liegt vor.

	Dieses Symbol erscheint bei einem schwerwiegenden Fehlerfall. Die Messung ist eingestellt.
	Dieses Symbol erscheint, wenn entweder eine Wartungsarbeit (z.B. Kalibrierung, Kurvenanpassung oder Backup/Restore) in Gang gesetzt wurde oder der Detektor in den Simulationsmodus versetzt wurde.
	Dieses Symbol erscheint, wenn sich ein oder mehrere Parameter außerhalb ihrer vom Hersteller spezifizierten Grenzwerte befinden.
	Dieses Symbol signalisiert, dass das Gerät oder die Messung Wartung benötigt, z.B. in Form eines Austauschs der Strahlenquelle.
	Signalisiert den Verbindungsaufbau mit dem Gerät.

Tasten

 Close	Das DTM-Fenster des Detektors wird geschlossen.
 Abort	Während eines Installationsassistenten kann die Routine abgebrochen werden. Nach Abbruch werden die bereits eingegeben Parameter gespeichert und bei Wiederaufnahme wiederhergestellt.
 Next	Während der Ausführung eines Assistenten kann diese Schaltfläche verwendet werden, um das nächste Fenster der Routine aufzurufen.
 Apply	Alle geänderten Eingaben werden übernommen und an den Detektor gesendet.
 Revert	Alle geänderten Eingaben seit der letzten Speicherung werden rückgängig gemacht. Gilt nur für das angezeigte Untermenü.

WICHTIG



Über den DTM kann eine Gerätedatensicherung nach der Kalibrierung durchgeführt werden. Darüber hinaus kann ein Backup der Detektorparameter auf einen neuen Detektor aufgespielt werden. Der Backup/Restore-Vorgang ist in Kapitel 4 dieser Betriebsanleitung näher beschrieben.

3.3 Menü: Identification

3.3.1 Untermenü: Identification | Device/Modules

3.3.1.1 Reiter: Identification | Device/Modules | Device

Der Reiter **"Device"** bietet eine Übersicht über die konfigurierten Eigenschaften des Messpunkts (Abb. 9, Pos. 1), die Werkseinstellungen des Detektors (Abb. 9, Pos. 2) sowie Informationen über die installierte Softwareversion und die Build-Nummer (Abb. 9, Pos. 3).

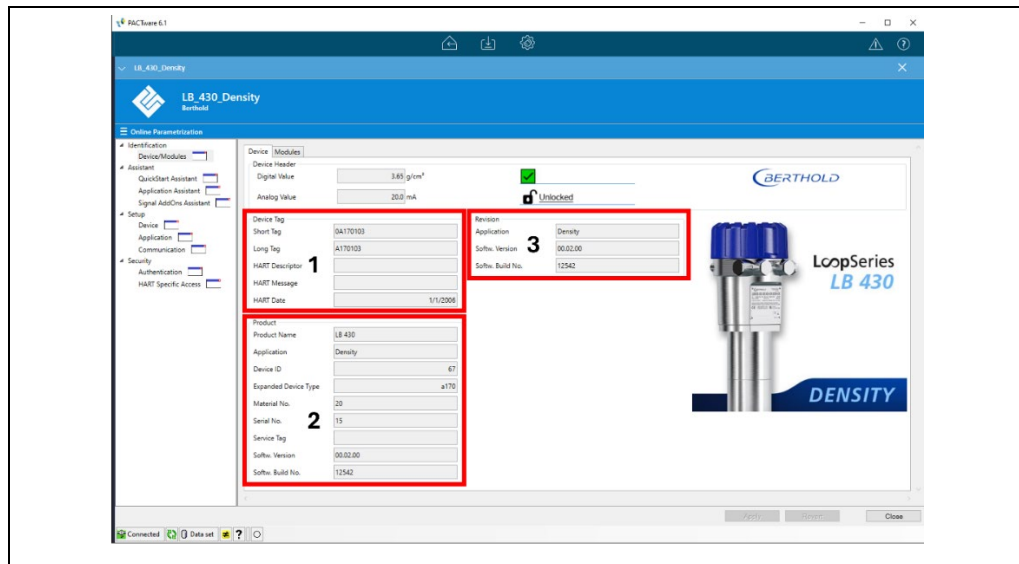
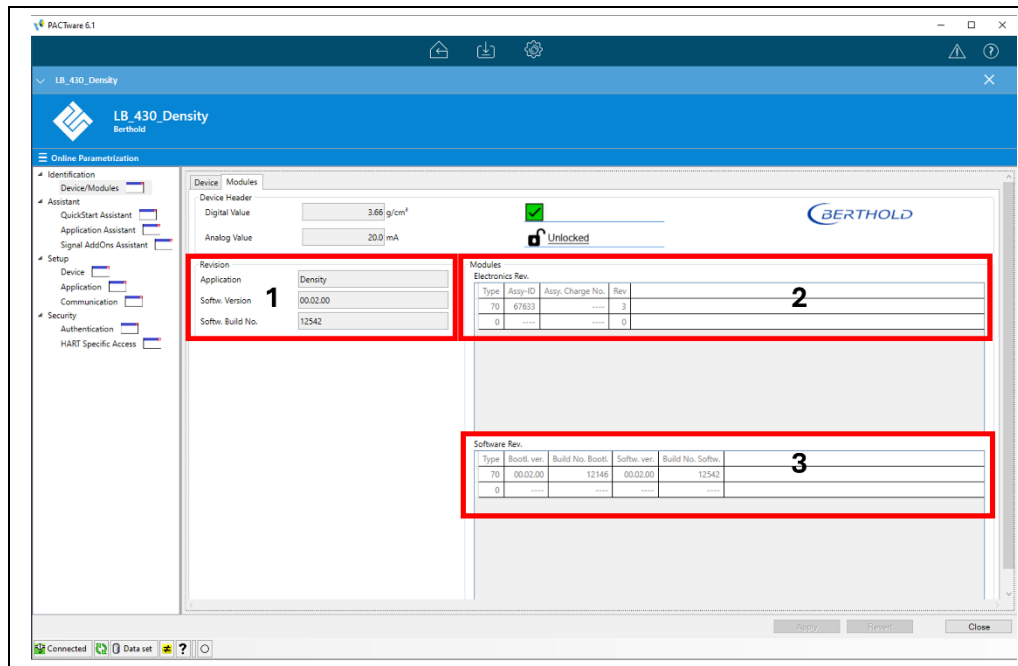


Abb. 9 Reiter: *Identification | Device/Modules | Device*.

3.3.1.2 Reiter: Identification | Device/Modules | Modules

Der Reiter **"Modules"** bietet Informationen über die installierte Softwareversion und die Build-Nummer (Abb. 10, Pos. 1) sowie eine Übersicht über die Elektronikrevision und die installierte Softwareversion aller angeschlossenen Module, wie das Frontend-Modul, das Hauptmodul und das optionale Display, falls angeschlossen (Abb. 10, Pos. 2 und Pos. 3).

Abb. 10 Reiter: *Identification / Device/Modules / Modules.*

3.4 Menü: Assistant

Die Assistenten ermöglichen es, den Detektor geführt und ohne umfangreiches Vorwissen in Betrieb zu nehmen. Falls zusätzliche Funktionen aus den Untermenüs benötigt werden, können diese auch im Anschluss an die Kalibrierung über den Schnellstartassistenten aktiviert und bearbeitet werden.

HINWEIS



Fehler in der Kalibrierung oder in der Parametereinstellung können zu falschen Messergebnissen führen. Dadurch kann es gegebenenfalls zu Produktionsausfällen oder zu einem Schaden in der Anlage kommen.

Zur Prüfung empfehlen wir deshalb die eine Simulation durchzuführen, um die die Kalibrierpunkte zu prüfen.

Grundsätzlich wird empfohlen, die Inbetriebnahme von Berthold durchführen zu lassen.

Tipp



In den Fenstern des Assistenten werden die Speicherpfade (z.B.: Quick Start Assistant > **Sensor** > **Sensor Parameter**) der Angaben und eingegebenen Werte im Menü Setup angezeigt.

3.4.1 Untermenü: Assistant | Quick Start Assistant

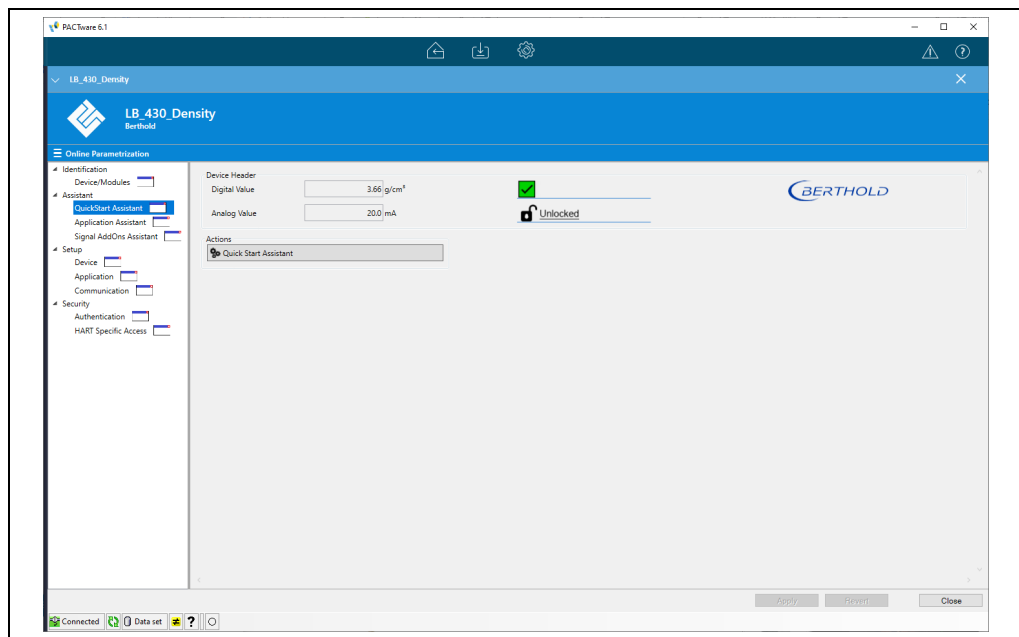


Abb. 11 Untermenü: *Assistant* / *Quick Start Assistant*.

Nach Klicken auf die Schaltfläche **Quick Start Assistant** öffnet sich ein Fenster mit der Abfrageroutine. Im ersten Schritt besteht die Möglichkeit bestehende Daten aus dem Messparametersatz abzurufen, um lediglich einzelne Parameter anzupassen. Werden die Daten nicht abgerufen, beginnt die Abfrageroutine mit einem voreingestellten Standard-Parametersatz. **Bei** einer neuen Kalibrierung muss zunächst der gewünschte Messmodus ausgewählt werden. Diese unterscheiden sich selbstverständlich bei den Applikationen „Dichte“ und „Füllstand“

3.4.1.1 Kopie der Messdaten in die Kalibrierdaten

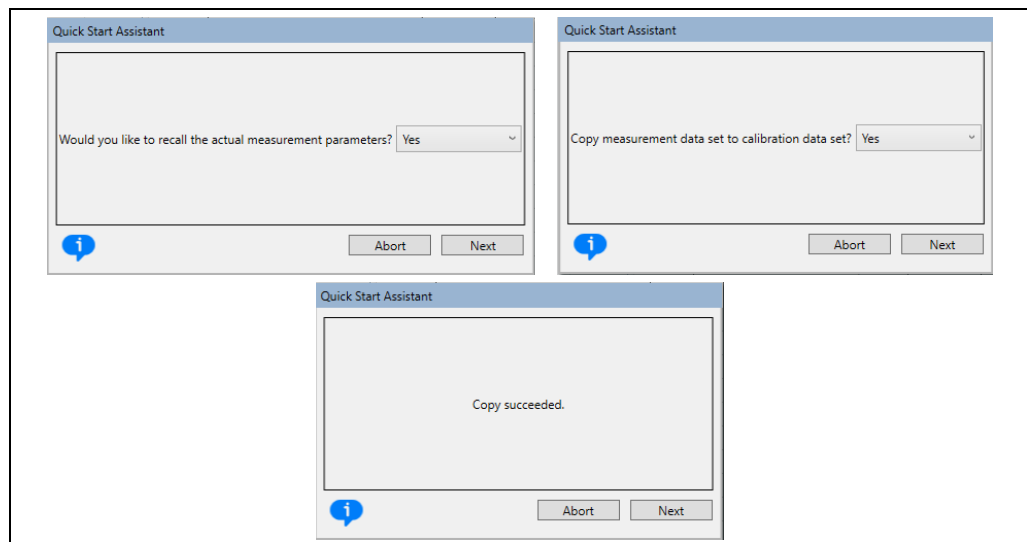


Abb. 12 Untermenü: **Assistant / Quick Start Assistant**. Schritt 1: Kopie der Messdaten in die Kalibrierdaten.

Im ersten Schritt der geführten Inbetriebnahme werden Sie gefragt, ob Sie ein bereits bestehendes Messparameterset per Kopie in ein gültiges Kalibrierparameterset überführen wollen. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn das Gerät bereits kalibriert ist und nur in einzelnen Punkten verändert werden soll.

Calibration data set

Der Kalibrierdatensatz beschreibt alle Daten, die zur Kalibrierung der Messung eingegeben wurden, sich aber noch nicht direkt auf die Messung selbst auswirken.

Um diese Daten zu übernehmen, muss unbedingt die Schaltfläche **Calibrate** betätigt werden.

Measurement data set

Der Messparametersatz beschreibt alle Daten, die aktuell die laufende Messung beeinflussen. Eine Änderung der Messparameter führt auch ohne Kalibrierung zu einem veränderten Messergebnis. (Bsp.: Offset und Skalierung der Kalibrierkurve)

Recall

Ein Recall überführt das aktuelle Messparameterset in ein Kalibrierparameterset. Damit ist sichergestellt, dass zwischenzeitlich geänderte Parameter in die neue Kalibrierung übernommen werden.

3.4.1.2 Applikation Dichte: Auswahl des Messmodus

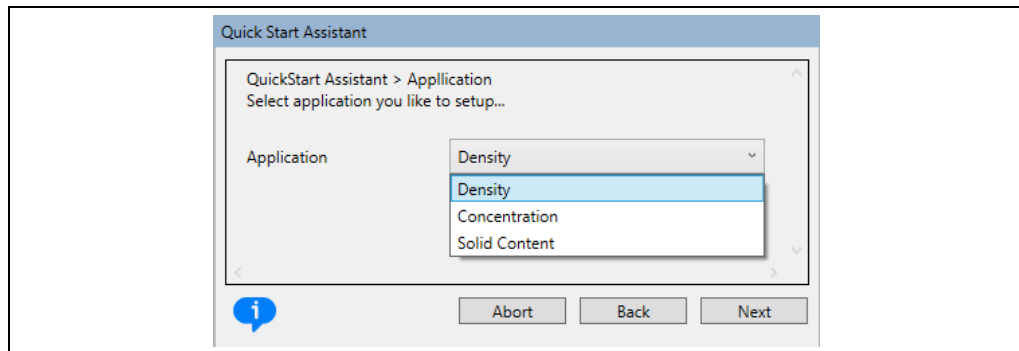


Abb. 13 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 2: Auswahl des Messmodus.

HINWEIS



Sollten Sie im vorigen Schritt die Option „Yes“ gewählt haben und Kalibrierdaten aus dem Messparametersatz erzeugt haben, entfällt dieser Schritt.

Auch wenn die Füllstandsapplikation ausgewählt ist, entfällt dieser Schritt

Density	Auswahl „Density“, wenn der Detektor zur Dichtemessung verwendet wird. Weitere Informationen über diesen Messmodus finden Sie in Kapitel 5 Kalibriermethoden und Kurventypen, Unterkapitel 5.2.1 Messmodus Dichte.
Concentration	Auswahl „Concentration“, wenn der Detektor zur Konzentrationsmessung verwendet wird. Als Feststoffkonzentration wird die Masse des Feststoffs im Gesamtvolumen der Suspension verstanden. Die Einheit (z.B. g/l) ist nicht zu verwechseln mit der Dichte. Weitere Informationen über diesen Messmodus finden Sie in Kapitel 5 Kalibriermethoden und Kurventypen, Unterkapitel 5.2.3 Messmodus Konzentration.
Solid Content	Auswahl „Solid Content“, wenn der Detektor zur Messung des Feststoffgehalts verwendet wird. Als Feststoffgehalt wird die Feststoffmasse bezogen auf die Gesamtmasse der Suspension verstanden. Daraus ergibt sich die Einheit %, zu verstehen als Gewichtsprozent [wt%/wt]. Weitere Informationen über diesen Messmodus finden Sie in Kapitel 5 Kalibriermethoden und Kurventypen, Unterkapitel 5.2.5 Messmodus Feststoffgehalt.

3.4.1.3 Eingabe von Identifizierungsparametern

Quick Start Assistant

QuickStart Assistant > Device > Identification

Short Tag: 0A170103

Long Tag: A170103

HART Descriptor:

HART Message:

HART Date: 6/6/2024

Buttons: Abort, Back, Next

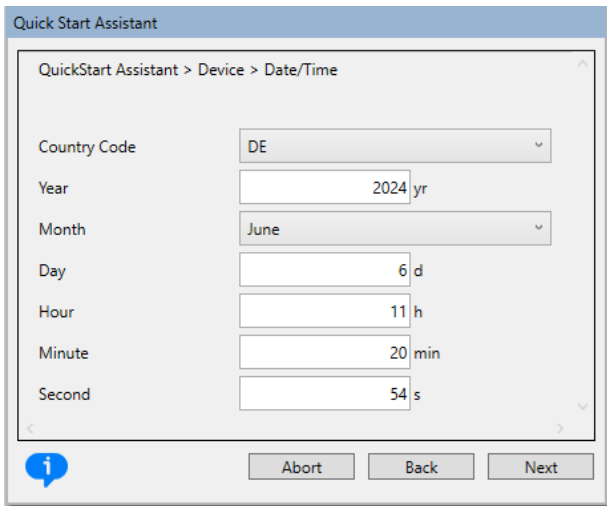
Abb. 14 Untermenü: *Assistants / Quick Start Assistant*. Schritt 3: Eingabe der Identifizierungsparameter für die Messstelle.

Im Fenster „Quick Start Assistant | Device | Identification“ werden Informationen über die Messstelle eingegeben.

Short Tag	Optionale Eingabe einer Kurzbezeichnung der Messtelle. Es sind beliebige Texte möglich. Maximal 8 Zeichen.
Long Tag	Optionale Eingabe einer Langbezeichnung der Messtelle. Es sind beliebige Texte möglich. Maximal 32 Zeichen.
HART Descriptor	Optionale Eingabe einer ausführlichen Messtellenbeschreibung, welche über das HART-Protokoll übermittelt werden soll. Es sind beliebige Texte möglich
HART Message	Optionale Eingabe einer Gerätemeldung, welche über das HART-Protokoll übermittelt werden soll. Es sind beliebige Texte möglich.
HART Date	Eingabe des Datums, welches über das HART-Protokoll übermittelt werden soll. Es ist empfohlen, das Datum der Inbetriebnahme zu verwenden.

3.4.1.4 Eingabe von lokalen Systemzeiten

Im Fenster "Datum/Uhrzeit" muss das aktuelle Datum und die Uhrzeit eingegeben werden. Das korrekte Datum wird für die automatische Zerfallskompensation des Isotops benötigt. Da die Aktivität des Strahlers mit der Zeit nachlässt, werden die Kalibrierzählraten automatisch über das Datum kompensiert.



Quick Start Assistant

QuickStart Assistant > Device > Date/Time

Country Code: DE

Year: 2024 yr

Month: June

Day: 6 d

Hour: 11 h

Minute: 20 min

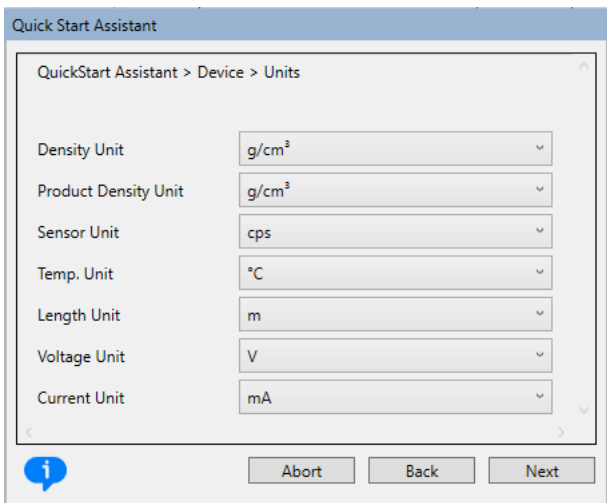
Second: 54 s

Buttons: Abort, Back, Next

Abb. 15 Untermenü: *Assistants / Quick Start Assistant*. Schritt 4: Eingabe der lokalen Systemzeiten

3.4.1.5 Eingabe von Maßeinheiten

Durch Anklicken der jeweiligen Auswahlliste werden die verfügbaren Einheiten der Messwerte aufgelistet. Die angewählte Einheit wird in der Anzeige und in den Kalibriereinstellungen verwendet.



Quick Start Assistant

QuickStart Assistant > Device > Units

Density Unit: g/cm³

Product Density Unit: g/cm³

Sensor Unit: cps

Temp. Unit: °C

Length Unit: m

Voltage Unit: V

Current Unit: mA

Buttons: Abort, Back, Next

Abb. 16 Untermneü: *Assistants / Quick Start Assistant*. Schritt 5: Eingabe der verwendeten Maßeinheiten.

3.4.1.6 Eingabe der Sensorparameter

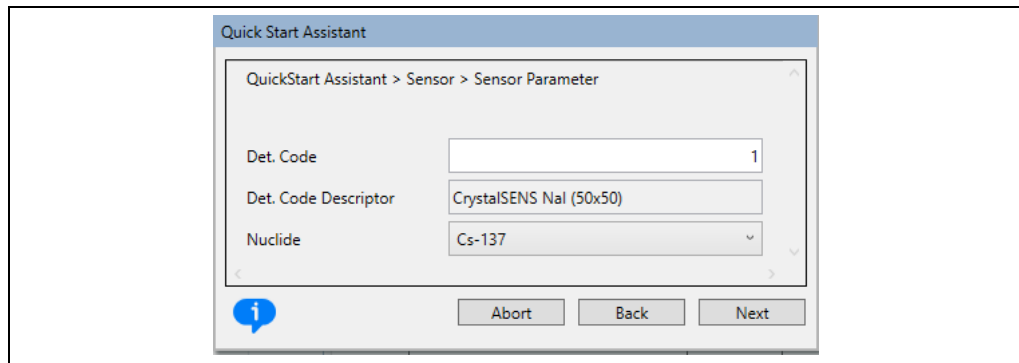


Abb. 17 Untermenü: *Assistants / Quick Start Assistant*. Schritt 6: Eingabe des Detektorcodes und des Nuklids.

Durch die Einstellung des Detektorcodes werden geräteinterne Parameter auf die verwendete Szintillatorgröße, die verwendete Regelung und das verwendete Isotop angepasst. Der korrekte Detektorcode für die vorliegende Konfiguration kann über die Auswahlliste oder aus der untenstehenden Tabelle entnommen werden. Der korrekte Detektorcode wird bereits werksseitig eingestellt und eine Änderung ist im Normalfall nicht erforderlich. Sollte der angezeigte Detektorcode nicht der richtigen Messanordnung entsprechen, kann er auch an dieser Stelle geändert werden.

WICHTIG



Ein Wechsel des Detektorcodes zwischen Punkt- und Stabanordnungen (z.B. Det. Code 0 → Det. Code 22) ist nur mit Aufwand wieder rückgängig zu machen. In diesem Fall kontaktieren Sie bitte den Berthold Service. Achten Sie darauf, ob der richtige Detektorcode eingestellt ist und ändern Sie ihn ggf. nur innerhalb des verwendeten Detektortyps.

Detektorcode	Messregelung und Nuklid
CrystalSens Punktdetektor NaI 50x50 mm	
0	Verhältnisregelung, Cs-137
1	Höhenstrahlregelung, Cs-137 oder Co-60
2	Verhältnisregelung, Co-60

HINWEIS



Eine falsche Einstellung kann die Langzeitstabilität des Gerätes negativ beeinflussen und zu anderem Fehlverhalten führen.

3.4.1.7 Eingabe/Einlesen der Hintergrundstrahlung

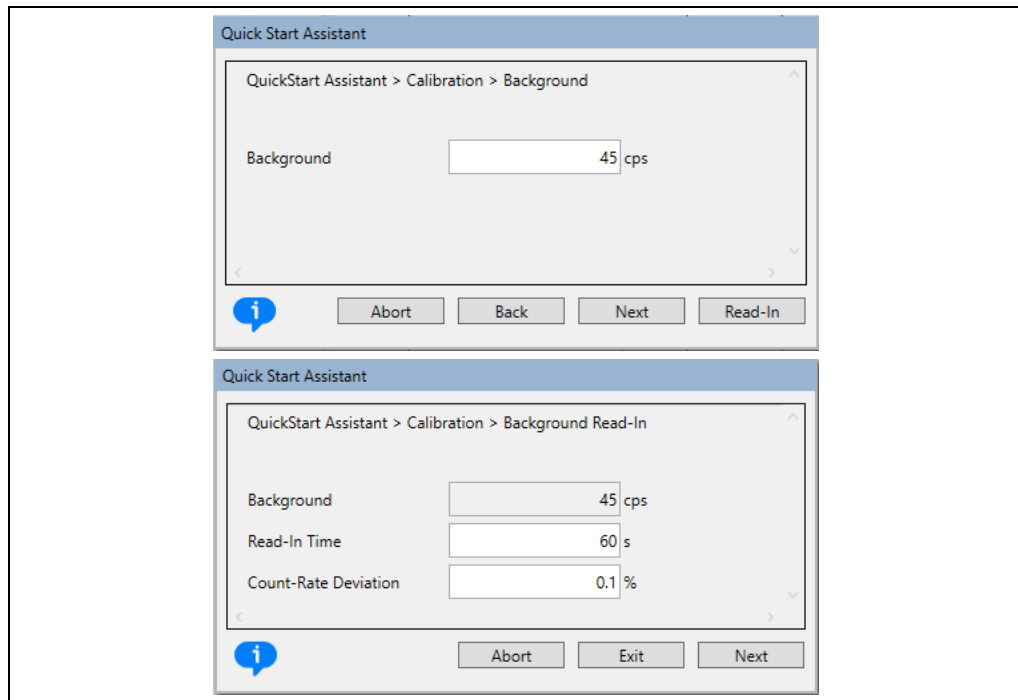


Abb. 18 Untermenü: *Assistants / Quick Start Assistant*. Schritt 7: Eingabe oder Einlesen der Hintergrundstrahlung.

Background

Die Hintergrundzählrate beschreibt die Zählrate, welche der Detektor ohne Einfluss der verwendeten Strahlenquelle misst. Diese Zählrate hat ihren Ursprung in der ortsabhängigen natürlichen Hintergrundstrahlung. Die akkurate

Aufnahme der Hintergrundzählrate ermöglicht eine korrekte Zerfallskompensation und hat somit Einfluss auf die Langzeitstabilität.

Vor dem Einlesen der Hintergrundzählrate müssen Einflüsse künstlicher, inklusive der zur Messung verwendeten Strahlenquellen, ausgeschlossen werden, um Abweichungen zu vermeiden. Über die Schaltfläche

% Read-In Time wird die Dauer der Messung in Sekunden eingegeben. Je höher die Einlesezeit eingestellt wird, umso genauer fällt das Ergebnis aus. Ebenfalls kann eine maximale Abweichung zweier aufeinanderfolgender Einlesevorgänge angegeben werden.

Das Einlesen der Hintergrundzählrate wird automatisch beendet, wenn das System entweder die gewünschte Einlesezeit oder aber eine geringere Abweichung erreicht hat.

Der Wert der Hintergrundzählrate kann auch manuell eingegeben werden, falls diese bekannt ist.

HINWEIS

Auch durch eine geschlossene Abschirmung (Abb. 19, Pos. 1) kann der Detektor noch messbare Strahlung detektieren, welche die Messung der Hintergrundstrahlung verfälschen kann. Deshalb wird empfohlen, den Detektor (Abb. 19, Pos. 4) während der Ermittlung der Hintergrund-Zählrate im geeigneten Abstand (ca. 10 m, Abb. 19, Pos. 3) zu positionieren, oder geeignet abzuschirmen, beispielsweise durch eine Betonwand (Abb. 19, Pos. 2).

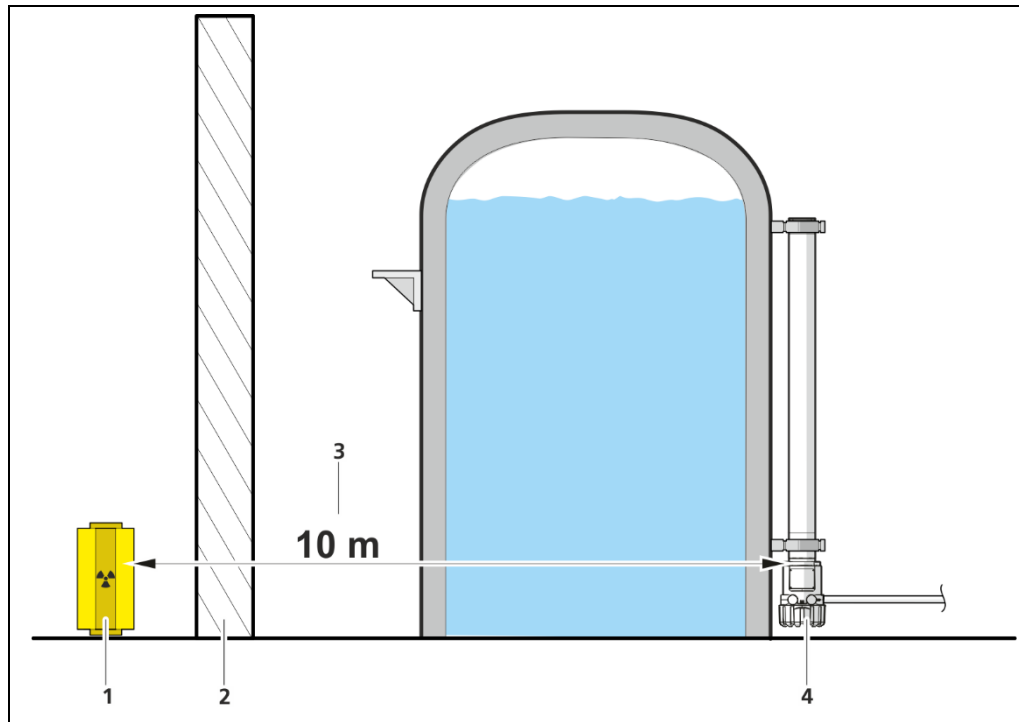


Abb. 19 Empfohlener Aufbau zur Bestimmung der Hintergrundstrahlung.

3.4.1.8 Applikation Dichte: Eingabe der Kalibriereinstellungen

Im Folgenden werden die Kalibriereinstellungen, welche für die Messung der Produktdichte vorgenommen werden können, kurz erläutert. Die genauen Kalibriereinstellungen der Dichteapplikationen hängen stark von dem gewünschten Messparameter und dessen Berechnung ab. Eine detaillierte Ausführung der verwendeten Kalibriermethoden und deren Herleitungen finden Sie in Kapitel 3.6 dieser Betriebsanleitung.

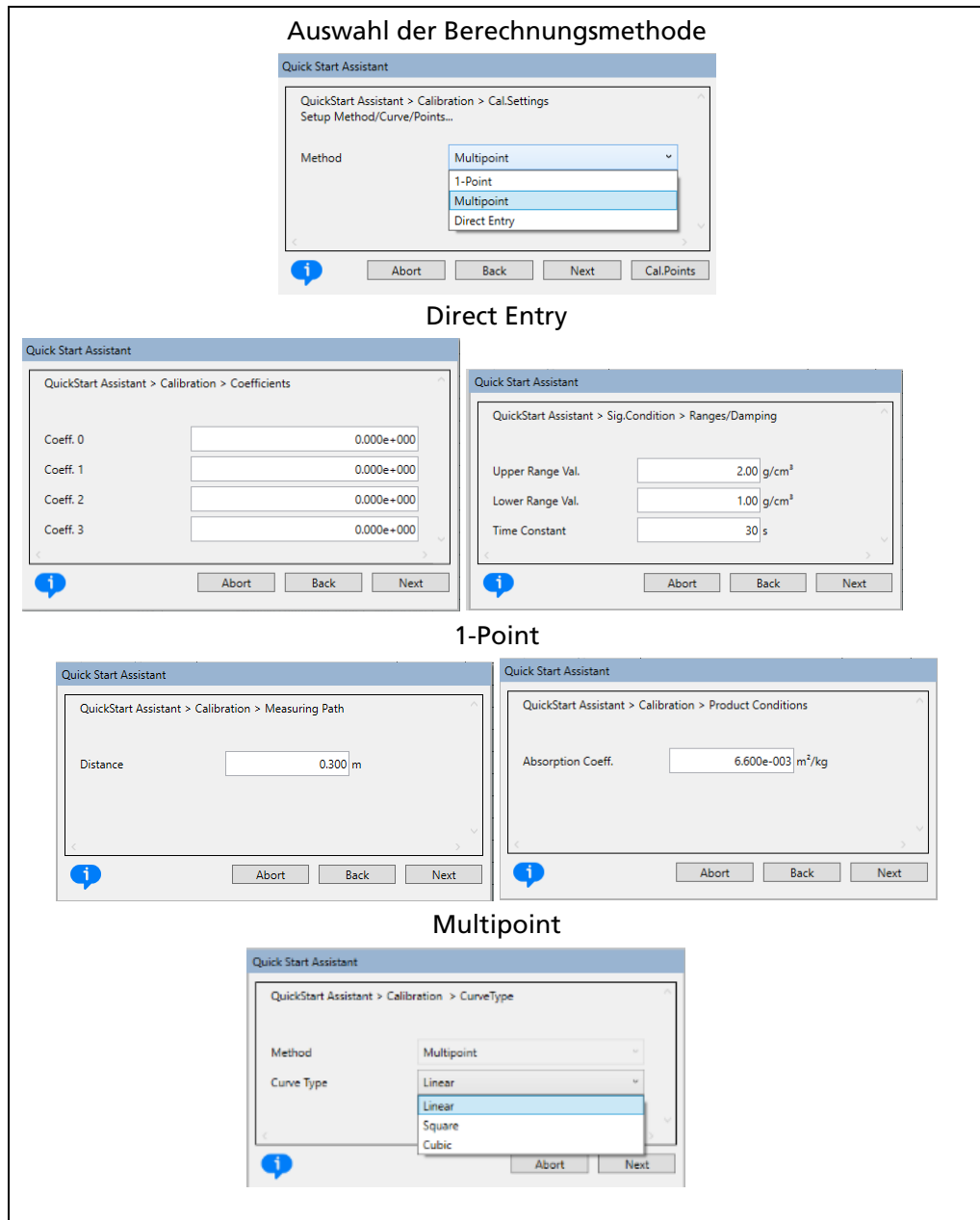


Abb. 20 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 8: Eingabe der Kalibriermethodik für die Applikation Dichte.

Method

Direct Entry	Wenn die Koeffizienten der Kalibriergleichung bekannt sind, können diese auch direkt eingegeben werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Messung bereits einmal kalibriert wurde und die Koeffizienten der früheren Kalibrierung übernommen werden können. Bei der Auswahl der direkten Eingabe müssen gültige Koeffizienten angegeben werden. Der Typ der Kalibrierkurve bei der direkten Eingabe entspricht der Menge an eingegebenen Koeffizienten (2 Koeffizienten - Linear, 3 Koeffizienten - Quadratisch, 4 Koeffizienten - Kubisch).
1-Point	Für diese Kalibriermethode wird lediglich ein Kalibrierpunkt benötigt. Um eine Kalibriergleichung zu erhalten, muss zusätzlich die Messstrecke als auch der lineare Absorptionskoeffizient des zu messenden Mediums angegeben werden. Diese Kalibriermethode ist insbesondere dann interessant, wenn z.B. zur Dichtemessung an einer Rohrleitung keine Proben entnommen werden können (z.B. durch schnelle Fließgeschwindigkeiten), sodass keine Referenz vorhanden ist. In diesem Fall kann eine 1-Punkt-Kalibrierung mit Wasser erfolgen und der Absorptionskoeffizient zwischen den Werten [-10, 10] verändert werden, sodass der erzielte Messeffekt den gewünschten Bedingungen genügt.
Multipoint	Empfohlene Kalibriermethode, wenn genügend Abgleichpunkte, d.h. Zählraten-Prozesswert-Paare gemessen werden können. Eine Mehrpunktkalibrierung kann mit mindestens 2 und maximal 11 Abgleichpunkten durchgeführt werden.

Curve Type

Für die Dichteapplikation beschreibt der Typ der Kalibrierkurve beschreibt die Funktion, an welche die gemessenen Kalibrierdaten angepasst werden sollen und ist nur bei einer Mehrpunktkalibrierung auswählbar.

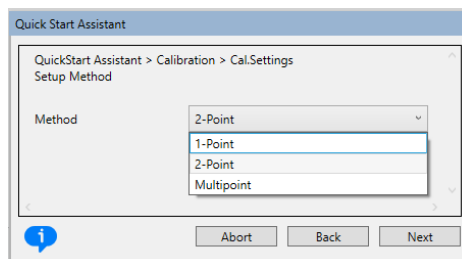
Gründe für einen Wechsel des Kurventyps können z. B. komplexere Behälter-Geometrien oder Dichteschwankungen im zu messenden Produkt sein. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, die Kalibrierkurve dementsprechend anzupassen, um eine genauere Messung zu erzielen.

Linear	Diese Option wird verwendet, wenn mindestens zwei Wertepaare zur Verfügung stehen. Dieser Kurventyp sollte auch dann verwendet werden, wenn mehrere Kalibrierpunkte sehr nahe beieinander gemessen werden, da in diesem Fall nicht der gesamte Messbereich abgedeckt wird.
Quadratic	Die Quadratische Berechnungsmethode kann dann gewählt werden, wenn mindestens 3 Kalibrierpunkte vorliegen. Sie ist nur in Ausnahmefällen notwendig und wird verwendet, wenn es bei der Berechnungsmethode „Linear“ zu Messwertabweichungen kommt.
Cubic	Die kubische Berechnungsmethode sollte dann erfolgen, wenn die gleichen Bedingungen wie bei der quadratischen Berechnungsmethode vorliegen, jedoch mindestens 4 Wertepaare vorliegen und sich im Betrieb zeigt, dass sich bei der quadratischen Berechnungsmethode in Teilbereichen Messwertabweichungen vorkommen.

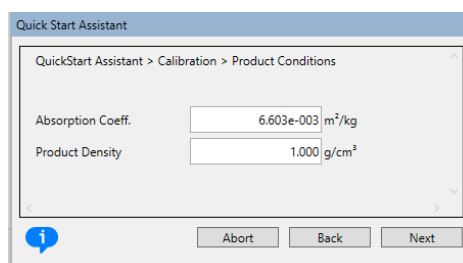
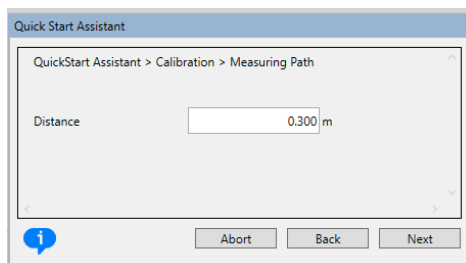
3.4.1.9 Applikation Füllstand: Eingabe der Kalibriereinstellungen

Im Folgenden werden die Kalibriereinstellungen, welche für die Messung des Füllstands vorgenommen werden können, kurz erläutert. Die genauen Kalibriereinstellungen für die Füllstandsapplikation hängen stark von der verwendeten Anordnung ab. Eine detaillierte Ausführung der verwendeten Kalibriermethoden und deren Herleitungen finden Sie in Kapitel 3.6 dieser Betriebsanleitung.

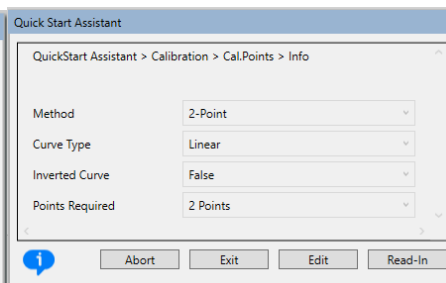
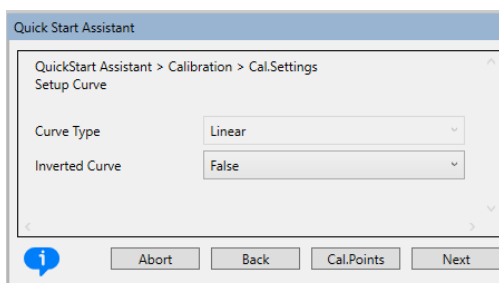
Auswahl der Berechnungsmethode und des Kurventyps



1-Point



2-Point



Multipoint

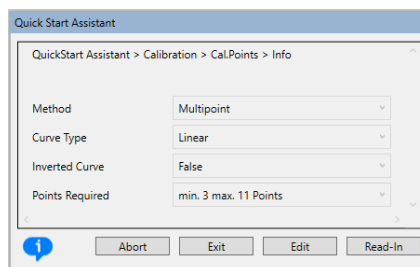
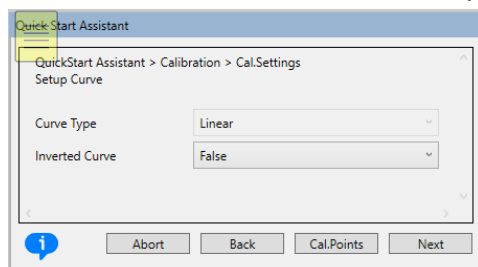


Abb. 21 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 8: Eingabe der Kalibriermethodik für die Applikation Füllstand.

Method

1-Point	Für diese Kalibriermethode wird lediglich ein Kalibrierpunkt benötigt. Um eine Kalibrierkennlinie zu erhalten, muss zusätzlich die Messstrecke als auch der lineare Absorptionskoeffizient des zu messenden Mediums angegeben werden.
2-Point	Genau zwei Kalibrierpunkte müssen eingegeben werden. Zwischen diesen beiden Punkten wird die Kalibrierkennlinie linear interpoliert. Empfohlen für diese Art der Kalibrierung ist die Wahl von zwei Kalibrierpunkten, die den gesamten Füllstandsbereich aufspannen (0% und 100%).
Multipoint	Mehrere Kalibrierpunkte (Minimum 3, Maximum 11) können eingelesen werden. Zwischen den einzelnen Kalibrierpunkten wird linear interpoliert. Diese Kalibriermethode bietet in jedem Anwendungsfall die beste Präzision.

HINWEIS



Bei der 2-Punkt-Kalibrierung ist die Präzision der Kalibrierkurve an den beiden gewählten Kalibrierpunkten am größten. Für Zwischenwerte können Abweichungen von den tatsächlichen Füllstandswerten auftreten.

Curve Type

Für die Füllstandsanwendung kann zwischen den Kurventypen linear und exponentiell wählen. Zusätzlich gibt es bei der Füllstandsapplikation die Möglichkeit, eine invertierte Kalibrierkurve anzuzeigen. Dies wird insbesondere bei Rückstreuungsmessanordnungen relevant, bei denen die Strahlungsquelle und der Detektor auf derselben Seite des Behälters montiert sind.

WICHTIG



Die Auswahl der exponentiellen Kurve ist allerdings nur maximal bis zur 2-Punkt-Kalibrierung möglich und für Spezialanwendungen wie eine Absorptionsfüllstandsmessung gedacht. Bei einer Mehrpunkt Kalibrierung wird die Kalibrierkennlinie ohnehin genauer bestimmt, eine exponentielle Kurve ist daher nicht nötig.

Linear	Bei der Wahl einer linearen Kurve in der Applikation „Füllstand“ werden zwei Kalibrierpunkte benötigt, welche mittels einer Geraden verbunden werden.
Exponential	Bei der Wahl eines exponentiellen Kurventyps wird eine Exponentialfunktion der Art: $\text{Prozesswert} = a * e^{-\mu * d * \text{CPS}} + c$ die gemessenen Punkte angepasst. ACHTUNG: Dieser Kurventyp sollte nur für Absorptionsfüllstandsmessungen verwendet werden, nicht für die standardmäßige Abdeckungsmessung.

HINWEIS



Bei einer 1-Punkt-Kalibrierung wird der zweite Punkt der Exponentiellen Kurve vom System mit Hilfe der Angabe des Schwächungskoeffizienten (μ) und des Messweges (d) berechnet.

3.4.1.10 Eingabe/Einlesen der Kalibrierwerte

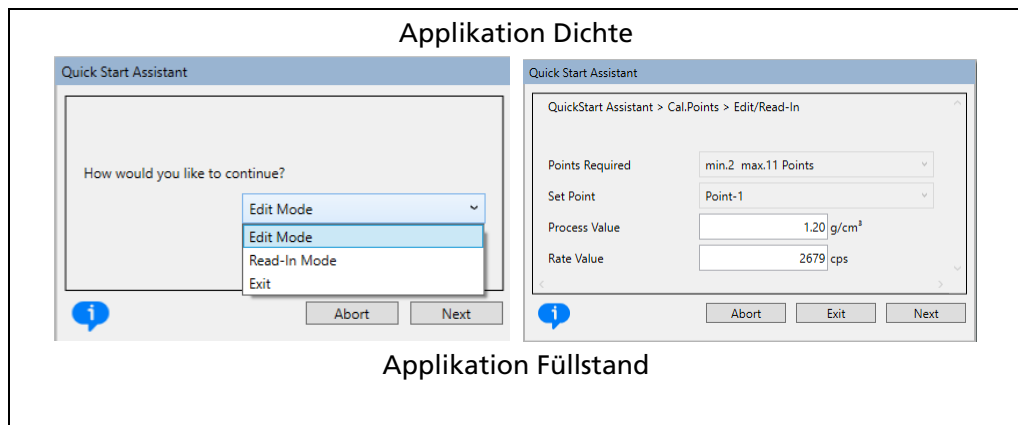


Abb. 22 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 9: Eingabe oder Einlesen der Kalibrierwerte.

Sollten Sie die Kalibriermethoden 1-Point, 2-Point oder Multipoint gewählt haben, stehen Ihnen bei der Editierung der Kalibriertabelle drei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. **Edit Mode:** Die Kalibrierpunkte sind bereits bekannt, z. B. bei Detektortausch und bereits durchgeführter Kalibrierung. In diesem Fall können die bekannten Kalibrierwerte manuell in die Tabelle eingetragen werden. Drücken Sie hierfür auf die Schaltfläche **Edit** (Applikation Füllstand) oder wählen Sie im Drop-Down Menü „**Edit Mode**“ (Applikation Dichte) aus.
2. **Read-In Mode:** Wenn das Gerät eine erste Inbetriebnahme durchläuft, d.h. die Kalibrierwerte gänzlich unbekannt sind, können einzelne Kalibrierwerte eingelesen werden. Drücken Sie hierfür auf die Schaltfläche **Read-In** (Applikation Füllstand) oder wählen Sie im Drop-Down Menü „**Read-In Mode**“ (Applikation Dichte) aus.

HINWEIS



Achten Sie in diesem Fall auf die minimale Anzahl der benötigten Kalibrierpunkte bei der von Ihnen gewählten Kombination der Kalibriermethode und des Kurventyps

3. **Exit:** Wenn die Option **Exit** gewählt wird, wird eine werksseitig eingestellte Kalibriertabelle verwendet. Diese entspricht dann nicht der gewünschten Prozesskalibrierung. Diese Option sollte gewählt werden, wenn das Ziel beispielsweise eine „Dummy“-Kalibrierung zur Funktionsüberprüfung ist.

3.4.1.11 Eingabe von Parametern zur Signalverarbeitung

Ranges/Damping

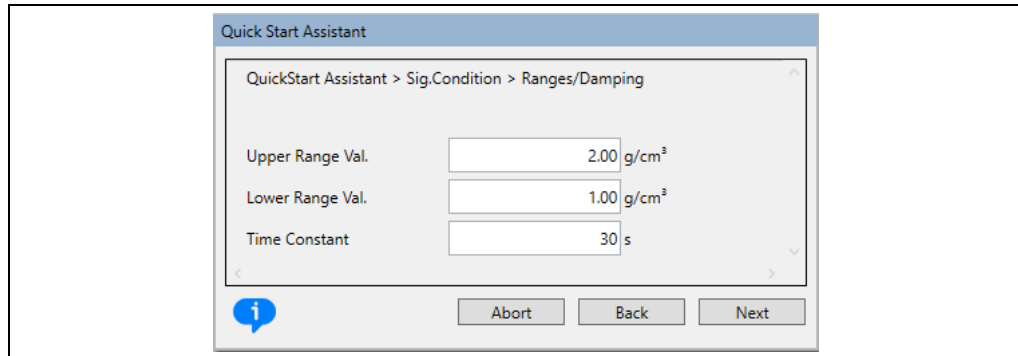


Abb. 23 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 10: Aufziehen des Messbereiches und Setzen der Zeitkonstante.

Upper Range Value / Lower Range Value	Oberer und unterer Prozessgrenzwert: Unter dieser Einstellung kann festgelegt werden, welchen Prozesswert der maximale Strom von 20 mA und welchen Prozesswert der minimale Strom von 4 mA abbilden soll.
Time Constant	Die Zeitkonstante legt fest, über welches Zeitfenster ein gleitender Mittelwert über die gemessene Zählrate gelegt wird und ist somit für die Glättung des ausgegebenen Signals zuständig. Mit kleinen Zeitkonstanten (Minimum 1 Sekunde) kann auf schnelle Prozessänderungen (ca. 3 Sekunden) besser reagiert werden, das Signal enthält jedoch mehr statistische Rauschanteile. Die Standardeinstellung der Zeitkonstante ist 20 Sekunden.

WICHTIG



Das System braucht ca. 3 Zeitkonstanten, um eine Änderung im Prozess zu 99% abzubilden. D. h. bei einer Standardeinstellung von 20 Sekunden kann eine Prozessänderung nach ca. 60 Sekunden komplett abgebildet werden. Die Wahl der Zeitkonstante ist daher immer ein Kompromiss zwischen Reaktionszeit und Signalglättung.

Scaling

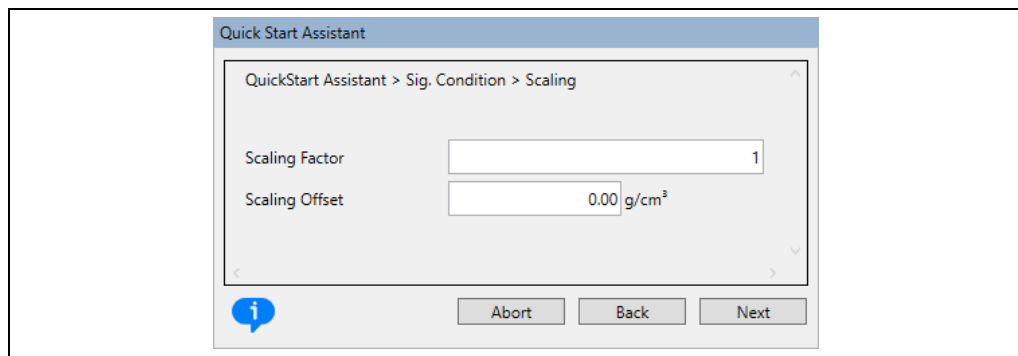


Abb. 24 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 11: Skalierung und Offset.

Scaling Factor	Faktor mit dem der Messwert multipliziert wird. Dadurch können Abweichungen in der Kalibrierung korrigiert werden. Dies ermöglicht Ihnen eine Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen, z.B. Anbackungen oder Abrieb an der Rohrwand, ohne eine Neukalibrierung vornehmen zu müssen. Der Standardwert ist 1. Die mit Offset und Faktor korrigierte Anzeige berechnet sich wie folgt: Anzeige = Messwert x Faktor + Offset
Scaling Offset	Wenn die Messung in einem anderen Bereich kalibriert wurde, kann die Kalibrierkennlinie durch die Angabe eines Offsets parallel verschoben werden, ohne erneut die Kalibrierwerte einlesen zu müssen.

3.4.1.12 Kalibrierung

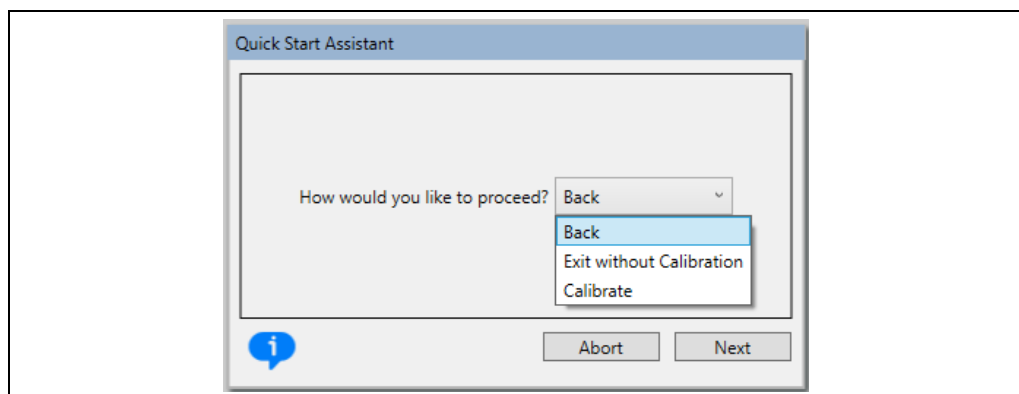


Abb. 25 Untermenü: *Assistant / Quick Start Assistant*. Schritt 12: Kalibrierung des Gerätes.

Calibrate	Wenn die Option „Calibrate“ mit der Bestätigung durch Anklicken von Next ausgeführt wird, werden alle eingegebenen Daten verwendet, um das Gerät dementsprechend zu kalibrieren. Dieser Vorgang kann einige Sekunden dauern. Während der Kalibrierung wird das Gerät in den NAMUR-Status "Function Check" gesetzt. Eine erfolgreiche Kalibrierung erkennt man sowohl an dem Pop-Up "Calibration Successful", als auch daran, dass das Gerät in den NAMUR-Status „OK“ wechselt.
Exit without Calibration	Wenn die Option Exit without Calibration gewählt wurde, wird der Quick Start Assistant verlassen, ohne dass das Gerät kalibriert wird. Die Kalibriereinstellungen werden gespeichert und eine Kalibrierung kann auch danach über das Setup-Menü erfolgen.

3.4.2 Untermenü: Assistant | Application Assistant

Der LoopSeries LB 430 Detektor bietet Ihnen die Möglichkeit, sowohl zwischen den beiden Hauptapplikationen Füllstand und Dichte als auch zwischen den unterschiedlichen Messmodi der Dichtemessung umschalten zu können.

Mit Hilfe des Applikationsassistenten kann entweder aus dem externen Speicher die gewünschte Standardapplikation (Füllstand oder Dichte) geladen und die aktive Applikation im internen Speicher überschrieben werden oder auch der gewählte Messmodus der aktiven Applikation angepasst werden.

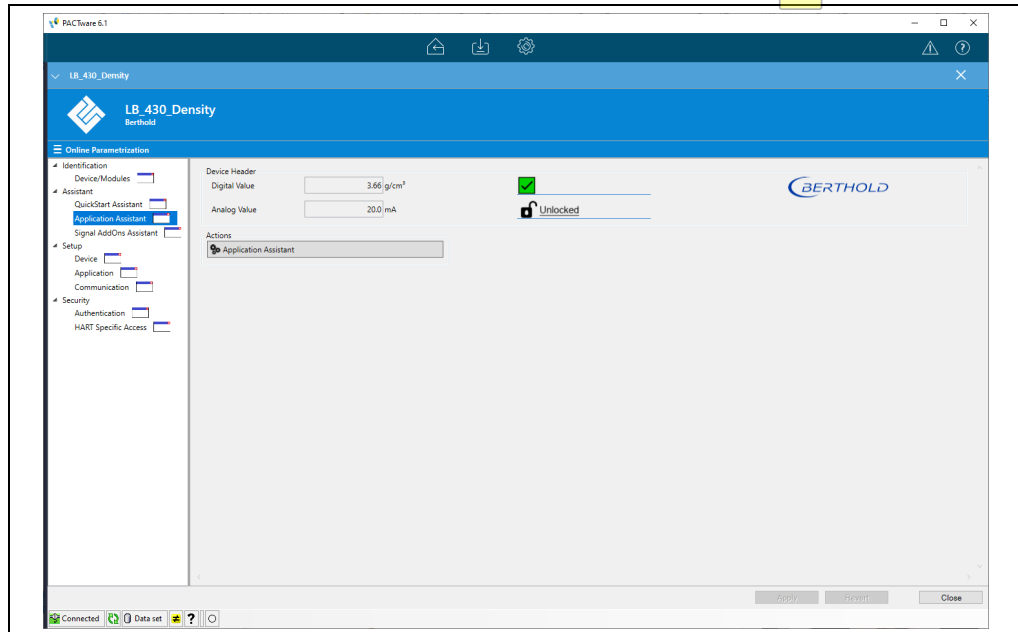


Abb. 26 Untermenü: *Assistant* / *Application Assistant*.

Sollte die Dichteapplikation auf dem Detektor aktiv sein, steht im ersten Schritt des Applikationsassistenten die Auswahl zwischen einer Änderung des Messmodus oder dem Aufspielen einer anderen Basis-Applikation zur Auswahl.

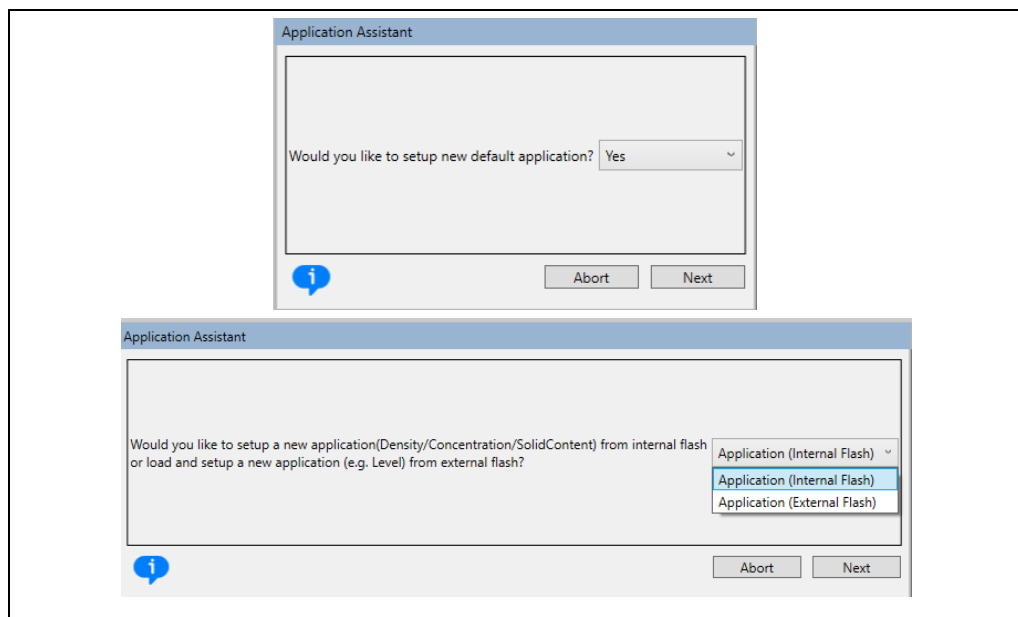


Abb. 27 Untermenü: *Assistant* / *Application Assistant*. Auswahl zwischen der Änderung des Messmodus oder dem Aufspielen einer neuen Applikation (Nur bei Applikation Dichte).

Application (Internal Flash)	Wählen Sie die Option "Application (Internal Flash)" an, um einen anderen Dichte-Messmodus aus dem internen Speicher auszuwählen.
Application (External Flash)	Wählen Sie die Option "Application (External Flash)" um eine neue Basis-Applikation aus dem externen Speicher aktiv zu schalten.

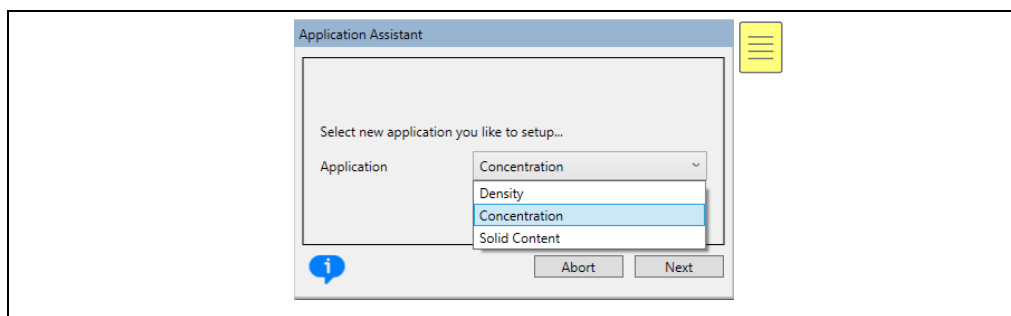


Abb. 28 Untermenü: *Assistant / Application Assistant*. Auswahl eines anderen Messmodus (nur für Dichteapplikation)

Für das Aufspielen einer neuen Basisapplikation muss zusätzlich zur Applikation noch ein Target Device Type eingegeben werden. Diese Nummer stellt die Adressierung der richtigen Applikation auf dem externen Speicher sicher.

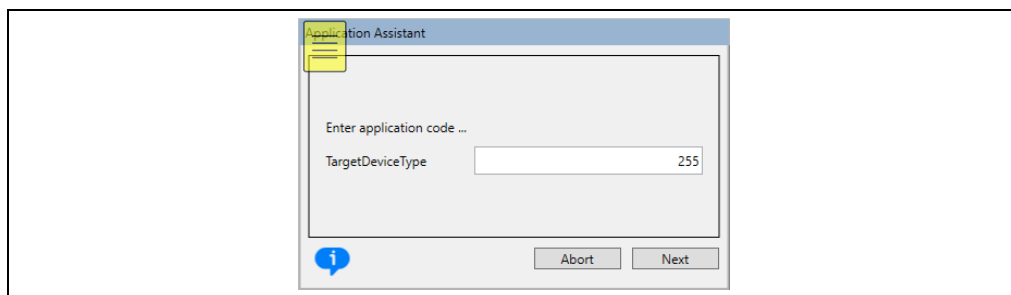


Abb. 29 Untermenü: *Assistant / Application Assistant*. Wechseln der Basisapplikation vom externen Speicher.

TargetDeviceType	Beschreibung
114	Füllstandsapplikation
112	Dichteapplikation

HINWEIS



Der externe Flash-Vorgang nimmt in etwa 5 bis 10 Minuten in Anspruch. Trennen Sie nach dieser Zeit das Gerät kurzzeitig von der Stromzufuhr und führen Sie einen Neustart mit dem entsprechenden neuen DTM aus.



Tipp

Nach dem Flash-Vorgang kann unter Umständen ein Event gemeldet werden (F005: Memory corrupted [FRAM]). In diesem Fall führen Sie bitte einen Repair-Reset aus, welcher fehlerhafte Speichereinheiten bereinigt. Danach sollte das Gerät wieder einsatzbereit sein. Sollte der Fehler dennoch bestehen bleiben, kontaktieren Sie bitte den Berthold Service.

3.4.3 Untermenü: Assistant | Signal-Addon-Assistent

Der Signal-Addon-Assistent dient der Aktivierung verschiedener Features zur Unterstützung der aktiven Messung wie die Rapid Switch- oder die X-Ray-Interference Protection (XIP)-Funktion.

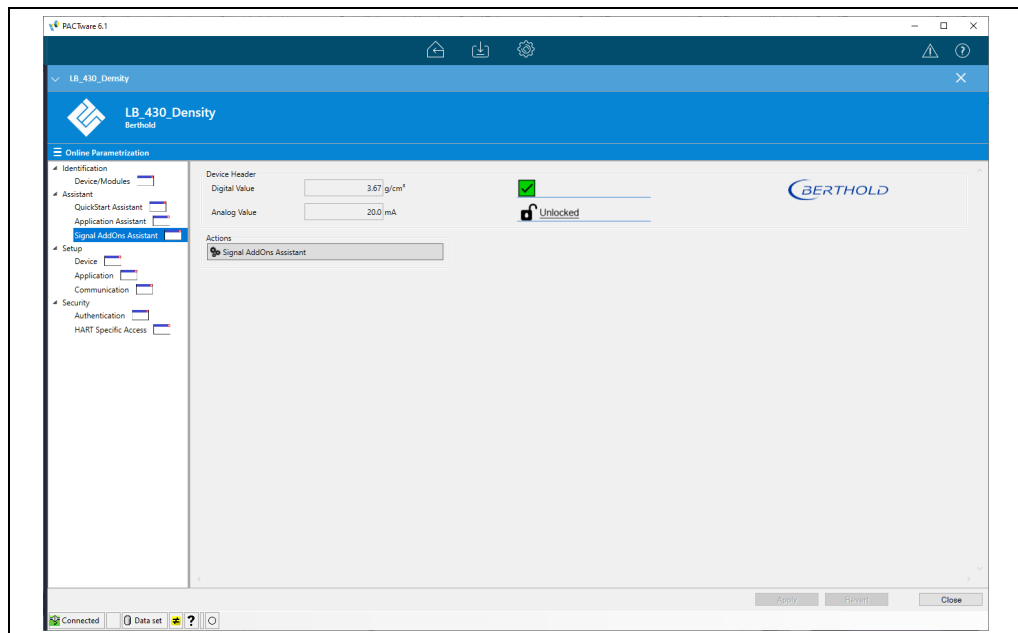


Abb. 30 Untermenü: Assistant / Signal Addon Assistant.

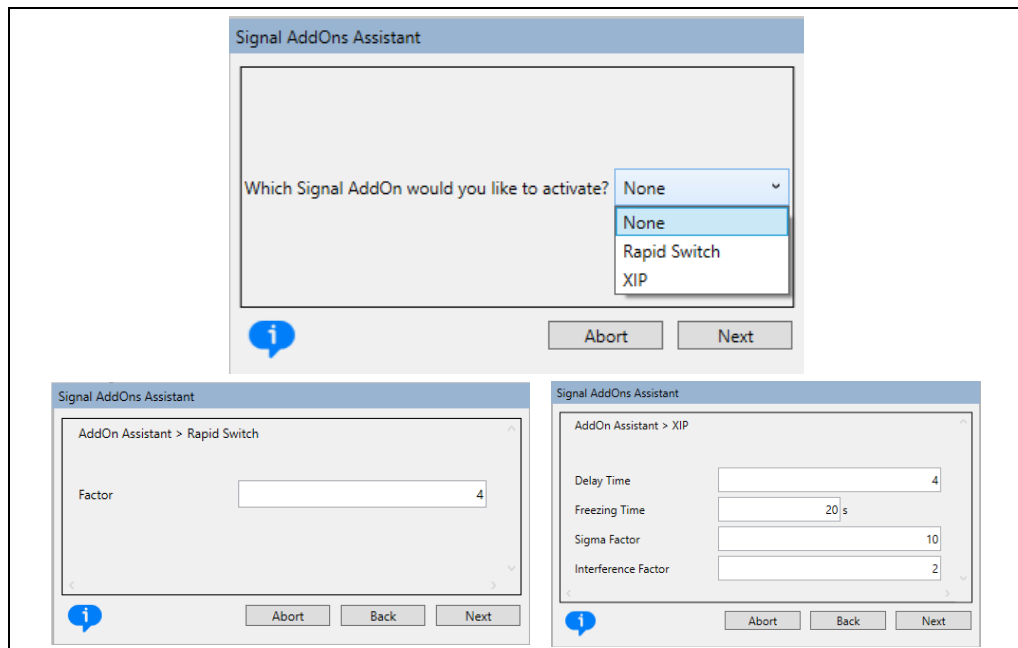


Abb. 31 Untermenü: Assistant / Signal Addon Assistant. Aktivierung von Rapid Switch oder XIP.

Rapid Switch

Die Aktivierung der Schnellumschaltung wird empfohlen, wenn Prozesswerte sich sporadisch sehr schnell ändern können (Bsp.: Schwallerkennung bei Bohrungen). Wird eine solche schnelle Prozessänderung erkannt, aktiviert sich die Schnellumschaltung automatisch und setzt die Zeitkonstante auf 1/10 des eingestellten Wertes, womit die Steuereinheit auf diese Prozessänderung besser reagieren

kann. Bei der Aktivierung der Schnellumschaltung muss lediglich der Sigma-Wert definiert werden. Dieser gibt an, um welchen Faktor sich die Zählrate innerhalb zweier Ausgabezyklen ändern muss, um die Schnellumschaltung zu aktivieren. Rechenbeispiel: Der Standardwert für Sigma ist 4,0, d.h. die Zählrate muss innerhalb zweier Messzyklen um das 4-fache Ansteigen oder Abfallen, um die Schnellumschaltung zu aktivieren.

XIP

XIP - kurz für „X-Ray Interference Protection“ beschreibt eine interne Funktion des Detektors, mit welcher Fremdstrahlung erkannt wird und die Messung als auch das Gerät vor derlei Störeinflüssen gesichert wird. Diese Funktion ist insbesondere wichtig, wenn z.B. am Installationsort der Messung oft Schweißnahtprüfungen stattfinden. Wird bei aktivierter XIP-Funktion Störstrahlung erkannt, misst der Detektor für eine gewisse Zeit nicht mehr weiter und der Messwert wird eingefroren. Somit ist sichergestellt, dass sowohl die interne Zerfallskompensation als auch die Messung selbst nicht beeinflusst werden. Zudem wird der Detektor vor früher Alterung effektiv geschützt. Zur Aktivierung der XIP-Funktion müssen folgende Einstellungen gemacht werden:

- 1.) **Delay Time:** Gibt die Zeit an, nach welcher XIP bei der Erkennung von Störstrahlung ausgelöst werden soll. Der Standardwert ist auf 4 Sekunden eingestellt.
- 2.) **Freezing Time:** Gibt die Zeit an, in welcher der Messwert nach der Verzögerungszeit eingefroren bleiben soll. Als Standard werden hier 20 Sekunden empfohlen.
- 3.) **Sigma Factor:** Legt eine Prozesssignal-abhängige Zählrate fest, bei welcher XIP aktiviert werden soll.
- 4.) **Interference Factor:** Legt eine Prozesssignal-abhängige Grenz zählrate fest, bei welcher nach der Einfrierzeit XIP deaktiviert werden soll.

3.4.4 Untermenü: Assistant | Adjust Assistant

Mit Hilfe des Adjust Assistants können Kalibrierkennlinien geändert werden, ohne dass Kalibrierdaten erneut eingegeben oder eingelesen werden müssen. Dies erleichtert es beispielsweise, Wandanbackungen zu korrigieren oder eine erneute Kalibrierung nach dem Austausch der Strahlenquelle zu vermeiden.

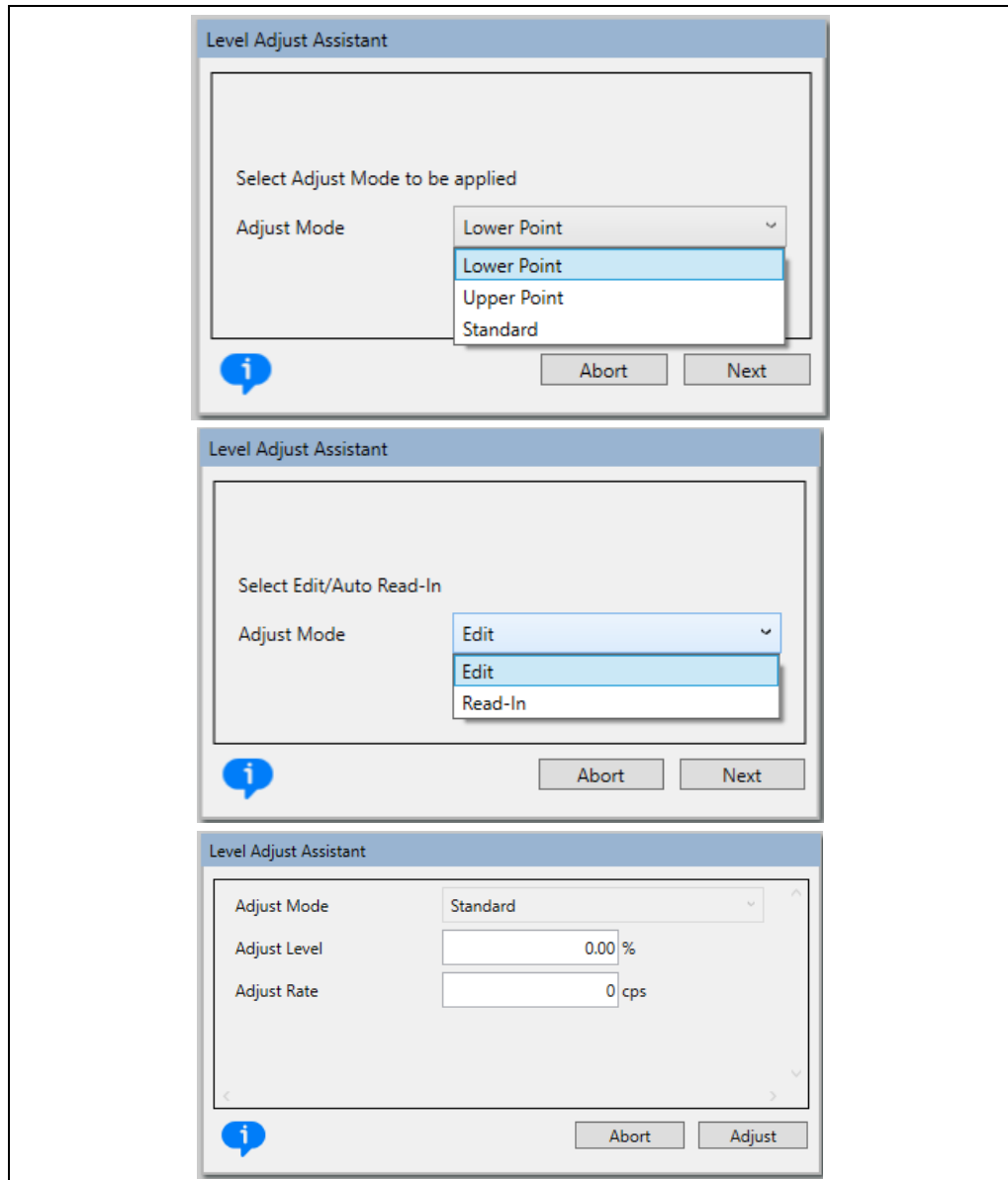


Abb. 32 Untermenü: *Assistant* / *Adjust Assistant*.

Lower Point

Verwenden Sie diese Funktion, wenn Sie:

- die Strahlenquelle austauschen und eine Kennlinie mit mehreren Kalibrierpunkten eingegeben ist.
- mit einer berechneten Kennlinie und nur mit einem Leerabgleich, ggf. mit einem Vollabgleich, die Messung kalibrieren wollen.

Änderungen durch den Lower Adjust wirken sich auch die gesamte Kalibrierkennlinie aus und erfordern abschließend noch das Ausführen von **Calibrate**.

Upper Point

Verwenden Sie diese Funktion, wenn Sie mit einem Abgleich des oberen Kalibrierpunktes die gesamte Kalibrierkennlinie anpassen wollen.

Änderungen durch den Upper Adjust wirken sich auch die gesamte Kalibrierkennlinie aus und erfordern abschließend noch das Ausführen von  **Calibrate**.

Standard

Berechnet eine neue Kalibrierkennlinie anhand eines Wertepaares (Adjust Level & Adjust Rate) und der hinterlegten Kalibriertabelle. Die neue Kalibriertabelle überschreibt dann die bestehende.

Änderungen durch den Standard Adjust wirken sich auch die gesamte Kalibrierkennlinie aus und erfordern abschließend noch das Ausführen von  **Calibrate**.

HINWEIS

Der Adjust Assistant ist nur für die Applikation Füllstand relevant und kann in der Applikation Dichte nicht angewählt werden.

3.5 Menü: Setup

3.5.1 Untermenü: Setup | Device

3.5.1.1 Reiter: Setup | Device | Identification

Im Reiter „**Identification**“ können die werksseitig eingestellten Produkteigenschaften angezeigt und Geräte-Tags bearbeitet werden.

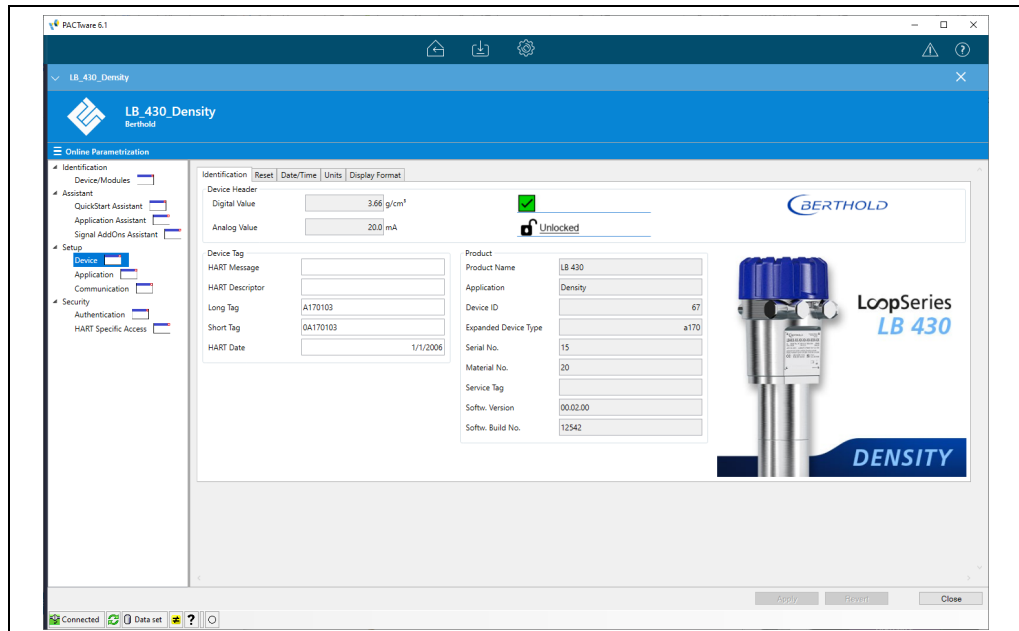


Abb. 33 Reiter: *Setup / Device / Identification*.

3.5.1.2 Reiter: Setup | Device | Reset

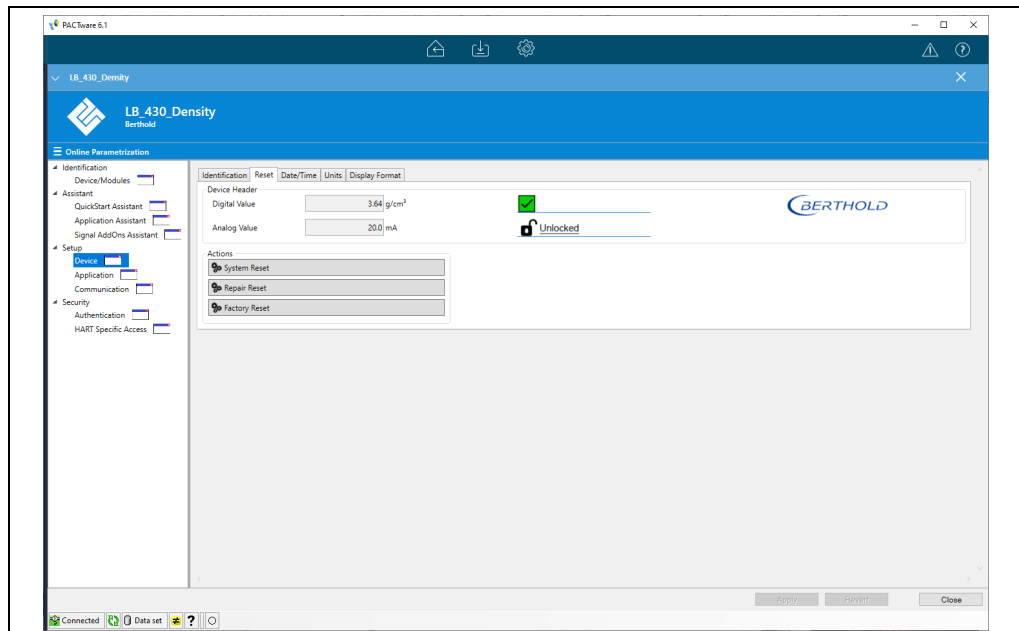


Abb. 34 Reiter: *Setup / Device / Reset*.

In diesem Untermenü kann der Detektor neu gestartet oder auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt werden. Insgesamt sind drei verschiedene Arten von Reset möglich:

Reset	Beschreibung
 System Reset	Systemneustart des Kompletogerätes. Alle Einstellungen und Kalibrierdaten bleiben erhalten.
 Repair Reset	Systemneustart der Prozessoreinheit. Korruptierte Dateien in Flash-Speicher werden repariert. Nach Applikationswechsel auszuführen.
 Factory Reset	Zurücksetzen des Gerätes auf Werkseinstellungen. Sämtliche Kalibrierdaten und Einstellungen gehen verloren.

HINWEIS

Sollte bei einem Update der Detektorsoftware eine Kommunikationsunterbrechung auftreten, dann ist ein erneutes Aufspielen nicht mehr möglich. Mit der Schaltfläche  **Repair Reset**, kann die Verbindung mit dem Detektor hergestellt und das Update erneut gestartet werden.

3.5.1.3 Reiter: Setup | Device | Date/Time

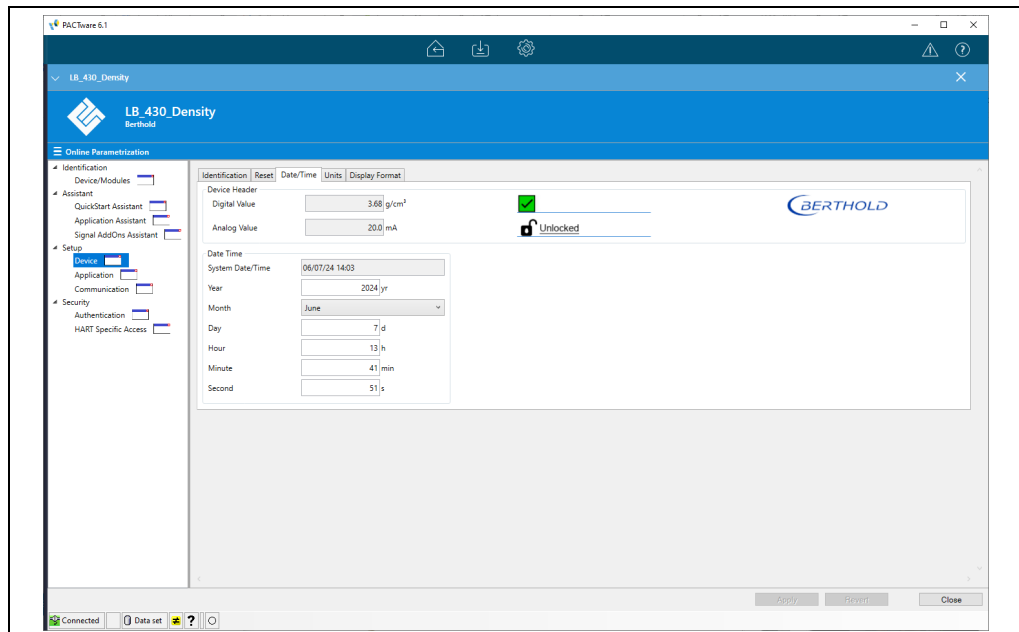


Abb. 35 Reiter: *Setup / Device / Date/Time.*

Im Reiter „Date/Time“ können das Datum und die Uhrzeit eingegeben oder geändert werden. Das korrekte Datum wird für die automatische Zerfallskompensation des Isotops benötigt. Da die Aktivität des Strahlers mit der Zeit nachlässt, werden die Kalibrierzählraten automatisch über das Datum kompensiert.

3.5.1.4 Reiter: Setup | Device | Units

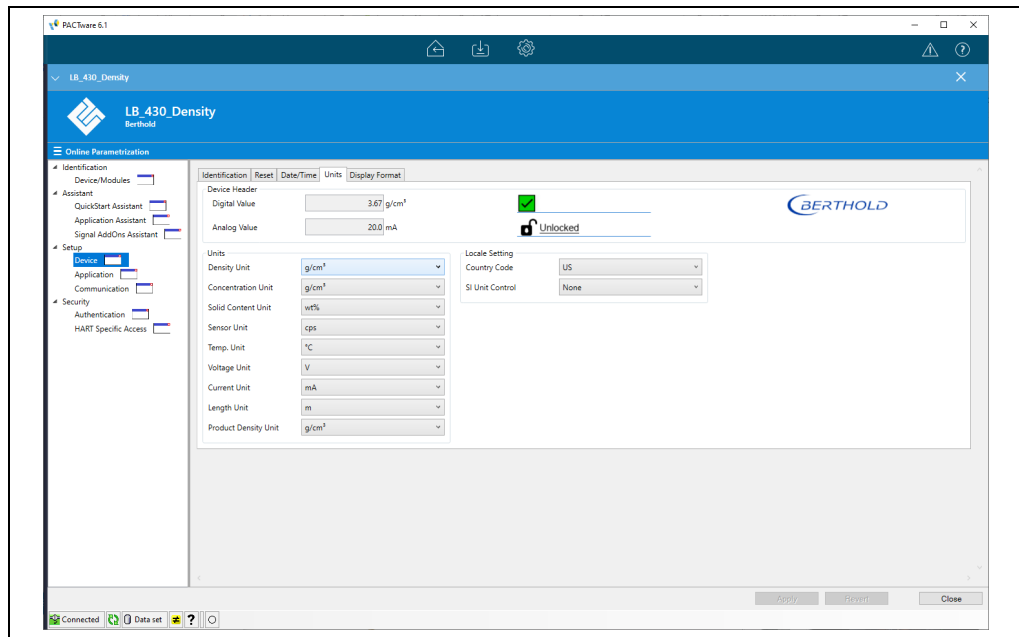


Abb. 36 Reiter: Setup | Device | Units.

Im Reiter „Units“ werden durch Anklicken des jeweiligen Auswahlpfeiles die verfügbaren Einheiten der Messwerte aufgelistet. Die angewählte Einheit wird in der Anzeige und in den Kalibriereinstellungen verwendet.

3.5.1.5 Reiter: Setup | Device | Display Format

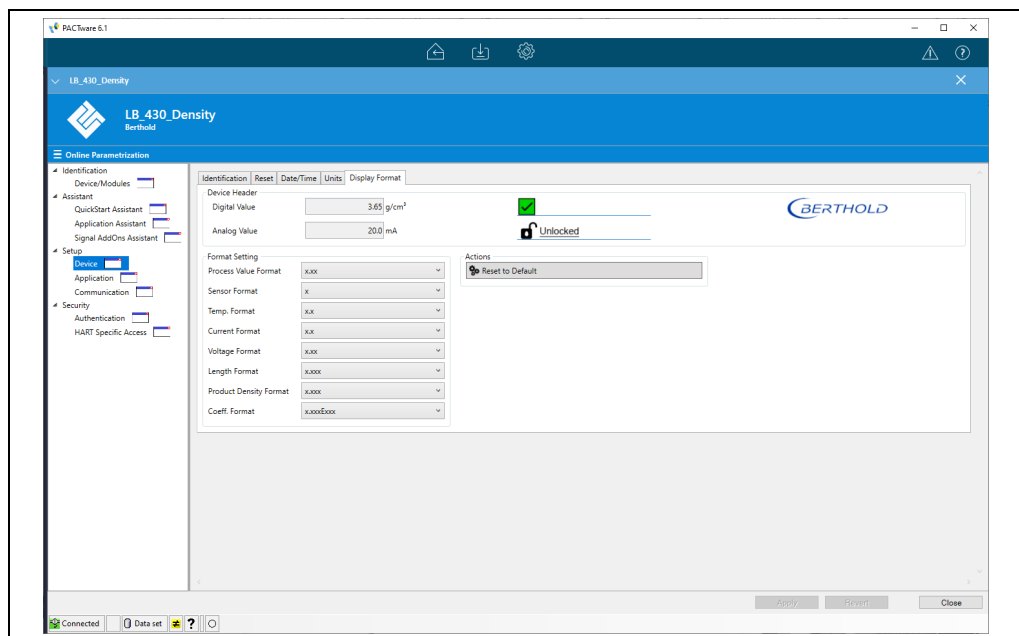


Abb. 37 Reiter: Setup | Device | Display Format.

Im Reiter „Display Format“ können die Nachkommastellen der jeweiligen Werte definiert werden. Mit der Taste  **Reset to Default** werden die werkseitig eingestellten Nachkommastellen wiederhergestellt.

3.5.2 Untermenü: Setup | Application

3.5.2.1 Reiter: Setup | Application | Sensors

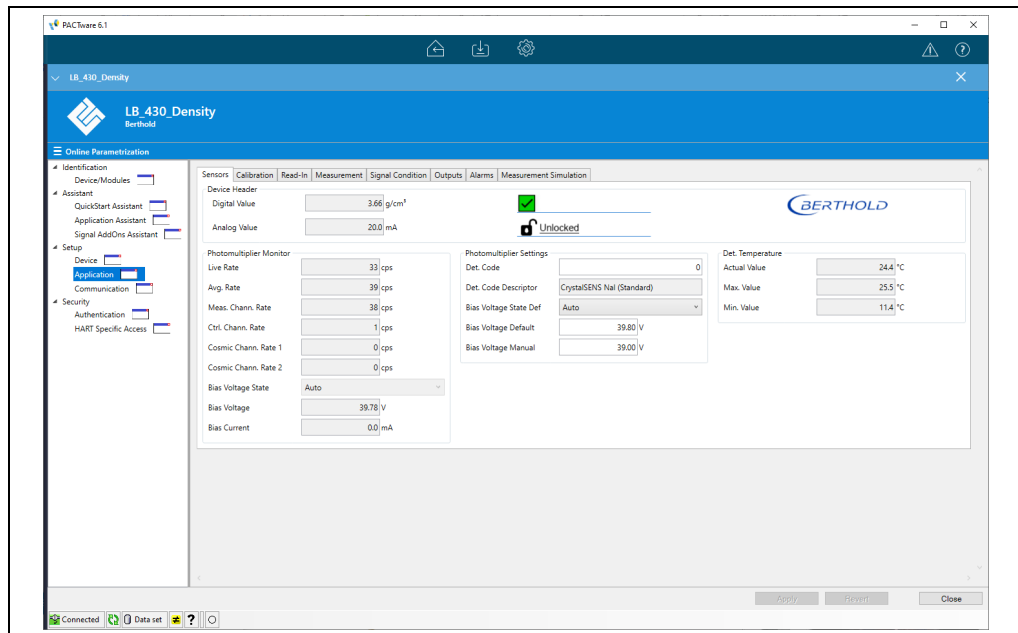


Abb. 38 Reiter: Setup | Application | Sensors.

Im Reiter „**Sensors**“ werden die Rohzählraten des Photomultipliers und die Detektortemperatur angezeigt. Im Feld „Photomultiplier Settings“ können der Detektorcode sowie die Spannung verändert werden.

Durch die Einstellung des Detektorcodes werden geräteinterne Parameter auf die verwendete Szintillatorgröße angepasst. Der korrekte Detektorcode wird bereits werksseitig eingestellt und eine Änderung ist im Normalfall nicht erforderlich.

HINWEIS



Default Spannung wird von Berthold voreingestellt. Eine nachträgliche Änderung ist in der Regel nicht nötig.

Die Verwendung vom Modus „Manual“ als normalen Betriebsmodus für die Hochspannungsregelung wird von Berthold nicht empfohlen. Die Auswahl „Manual“ sollte nur für Servicezwecke verwendet werden.

3.5.2.2 Reiter: Setup | Application | Calibration

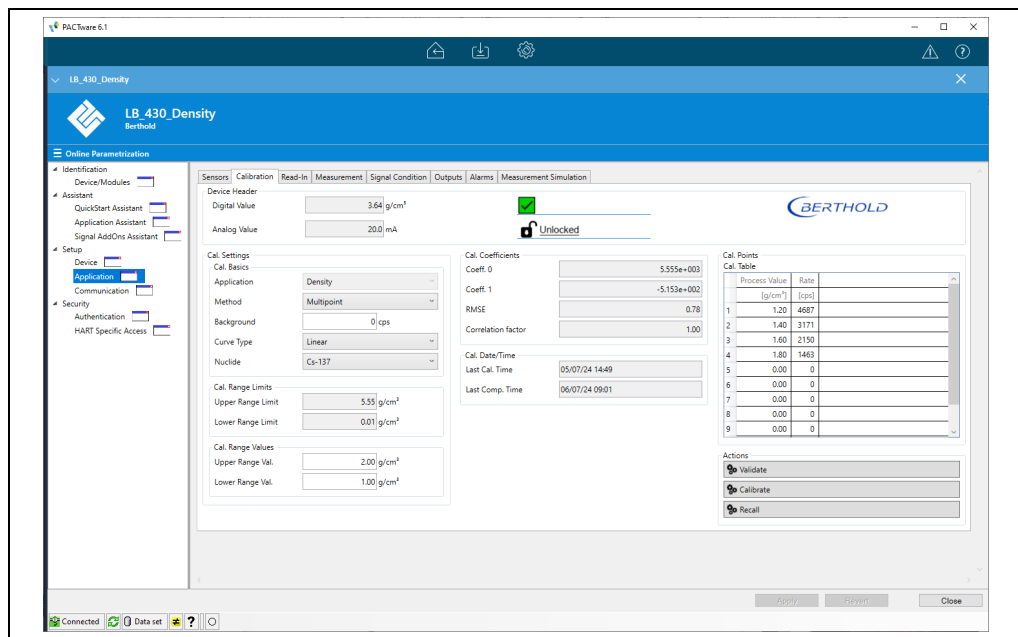


Abb. 39 Reiter: Setup | Application | Calibration.

Im Reiter „**Calibration**“ können alle Einstellungen zur Kalibrierung des Messsystems vorgenommen werden. Es ist zu beachten, dass die eingestellten Kalibrierparameter erst mit dem Ausführen von **Calibrate** Einfluss auf die Messung haben.

HINWEIS



Sachschaden am Gerät oder der Anlage!

Fehler in der Kalibrierung oder in der Parametereinstellung können zu falschen Messergebnissen führen. Dadurch kann es gegebenenfalls zu Produktionsausfällen oder zu einem Schaden in der Anlage kommen.

- Wir empfehlen Ihnen die Kalibrierung und Inbetriebnahme vom Berthold-Service durchführen zu lassen.

Kalibriereinstellungen

Im Feld „Cal. Settings“ werden grundlegende Kalibriereinstellungen in den Auswahlfeldern „Method“ und „Curve Type“ festgelegt. Hierzu müssen die Angaben im Kapitel 3.6 *Kalibriermethoden und Kurventypen beachtet werden*.

Im Feld „Background“ wird Hintergrundzählrate angezeigt, die im Menü „Read-In“ ermittelt wurde.

Im Auswahlfeld „Nuclide“ kann das verwendete Isotop ausgewählt werden. Das verwendete Isotop des Strahlers muss ausgewählt werden. Das Isotop des Strahlers steht auf dem Typenschild der Abschirmung.

Im Feld „Cal. Range Values“ kann die untere und obere Grenze des Prozessbereichs des aktiven Messparametersatzes eingestellt werden. Diese Grenzwerte definieren den Signalbereich des analogen Stromausganges (4 ... 20 mA bzw. 0 ... 20 mA).

HINWEIS



Die Cal. Range Values müssen innerhalb der Cal. Range Limits liegen, die im Feld oben angezeigt werden und von den Kalibrierungspunkten in der Kalibrierungstabelle abhängen.

Kalibrierpunkte

In Feld „Cal. Points“ können Kalibrierpunkte hinzugefügt, bearbeitet und gelöscht werden.

HINWEIS



Die Anzahl der Kalibrierpunkte wird durch die Auswahl im Feld „Method“ vorgegeben.

- Hierzu müssen die Angaben im Kapitel 3.6 *Kalibriermethoden und Kurventypen* beachtet werden.

Die Eingaben und Anpassungen der Kalibrierpunkte kann durch die Schaltfläche **Validate** geprüft werden. Beim Klicken der Schaltfläche **Calibrate**, wird automatisch validiert und anschließend kalibriert.

Mit der Schaltfläche **Recall** wird der Messparametersatz in den Kalibrierparametersatz überschrieben.

3.5.2.3

Reiter: Setup | Application | Read-In

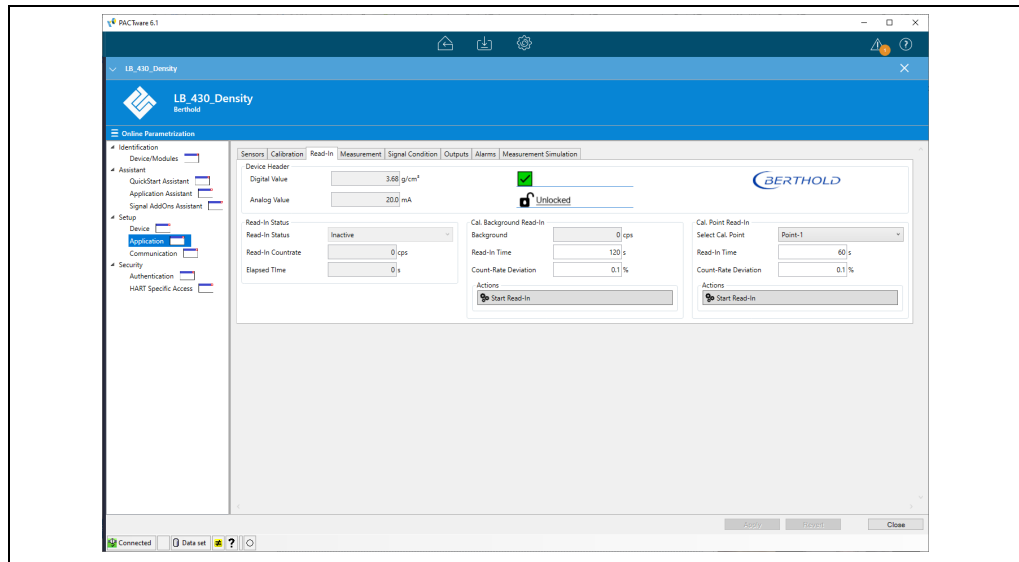


Abb. 40 Reiter: *Setup | Application | Read-In*.

Im Reiter „**Read-In**“ können die Einlesezeit für die Hintergrundermittlung und die Kalibrierpunkte konfiguriert werden. Der Einlesevorgang kann dann über die **Read-In**-Schaltflächen gestartet werden. Es stehen zwei Optionen zur Verfügung, um die Einlesezeit und Genauigkeit festzulegen, sodass die Einstellungen flexibel an Ihre Anforderungen angepasst werden können.

Read-In Time

Die maximale Einlesezeit kann festgelegt werden. Standardmäßig beträgt die Einlesezeit **120 Sekunden** für Hintergrundzählraten und **60 Sekunden** für Kalibrierpunkte, da diese in der Regel deutlich höhere Zählraten aufweisen. Die minimal einstellbare Einlesezeit beträgt **60 Sekunden**.

Count-Rate Deviation

Mit dieser Einstellung kann eine gewünschte durchschnittliche Abweichung der Zählrate in Prozent festgelegt werden. Wird die gewünschte Abweichung während des Einlesevorgangs erreicht, wird die Routine vor Ablauf der konfigurierten Zeit abgeschlossen.

Je höher die eingestellte Abweichung, desto weniger Zeit wird für den Einlesevorgang benötigt. Standardmäßig ist die Abweichung auf **0,1%** eingestellt.

3.5.2.4 Reiter: Setup | Application | Measurement

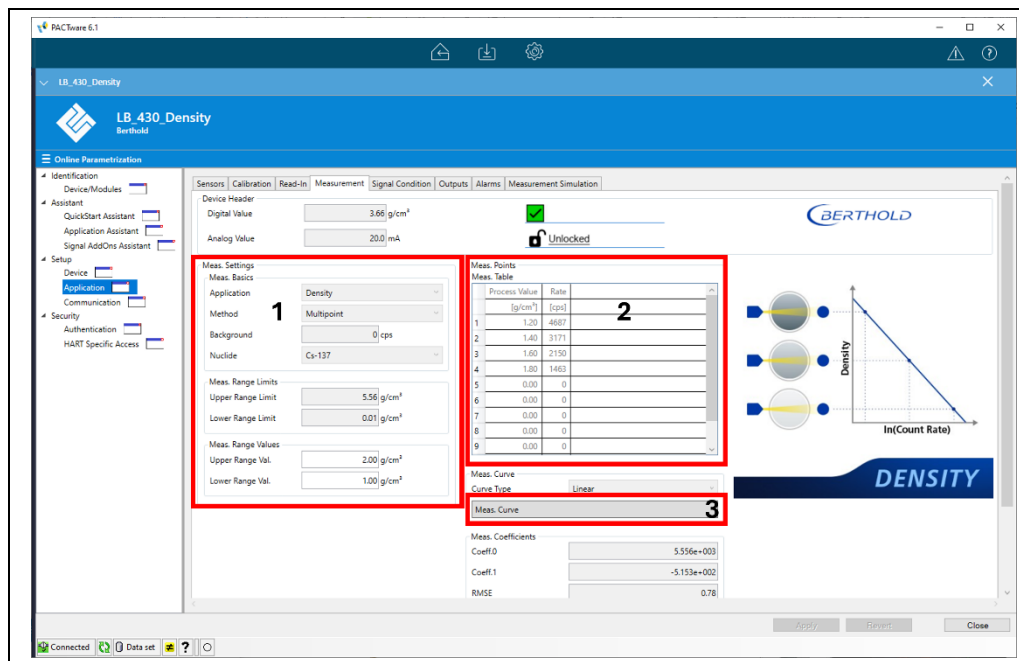


Abb. 41 Reiter: Setup | Application | Measurement.

Der Reiter „Measurement“ dient zur Übersicht über die aktuellen Messeinstellungen. Hier können folgende Elemente eingesehen und überprüft werden:

- **Meas. Settings:** Zeigt die relevanten Einstellungen für die Messung (Abb. 41, Pos. 1).
- **Meas. Points:** Aktuelle Kalibriertabelle (Abb. 41, Pos. 2). Gibt einen Überblick über die derzeit verwendeten Kalibrierwerte.
- **Meas. Curve (Kennlinie):** Ermöglicht die Visualisierung und Überprüfung der Messkurve (über die Schaltfläche **Meas. Curve**, Abb. 41, Pos. 3).

3.5.2.5 Reiter: Setup | Application | Signal Condition

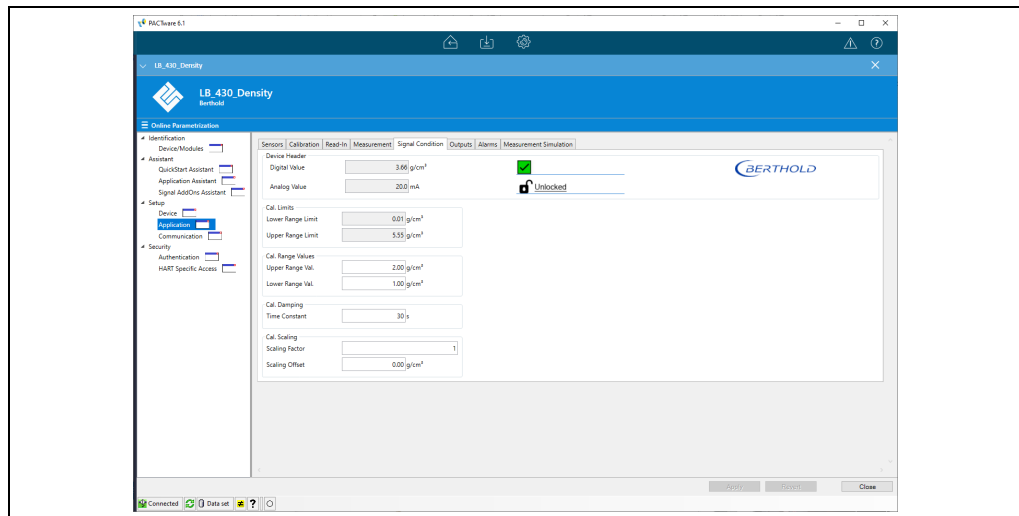


Abb. 42 Reiter: Setup | Application | Signal Condition.

Im Reiter „Signal Conditions“ können die Bereichsgrenzen, die Dämpfung (Zeitkonstante) und der Skalierung eingestellt werden.

Upper/Lower Range Limit

Zeigt das untere Limit des Messbereichs an, welches vom System anhand der Kalibrierung errechnet wurde. Der Werte des aufgespannten Messbereiches (Upper/Lower Range Value) muss innerhalb dieser Limits liegen.

Upper/Lower Range Value

Oberer und unterer Prozessgrenzwert: Unter dieser Einstellung kann festgelegt werden, welchen Prozesswert der maximale Strom von 20 mA und welchen Prozesswert der minimale Strom von 4 mA abbilden soll.

Time Constant

Die Zeitkonstante legt fest, über welches Zeitfenster ein gleitender Mittelwert über die gemessene Zählrate gelegt wird und ist somit für die Glättung des ausgegebenen Signals zuständig. Mit kleinen Zeitkonstanten (Minimum 1 Sekunde) kann auf schnelle Prozessänderungen (ca. 3 Sekunden) besser reagiert werden, das Signal enthält jedoch mehr statistische Rauschanteile. Die Standardeinstellung der Zeitkonstante ist 20 Sekunden.

Scaling Factor

Faktor mit dem der Messwert multipliziert wird. Dadurch können Abweichungen in der Kalibrierung korrigiert werden. Dies ermöglicht Ihnen eine Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen, z.B. Anbackungen oder Abrieb an der Rohrwand, ohne eine Neukalibrierung vornehmen zu müssen. Der Standardwert ist 1. Die mit Offset und Faktor korrigierte Anzeige berechnet sich wie folgt:

Anzeige = Messwert x Faktor + Offset

Scaling Offset

Wenn die Messung in einem anderen Bereich kalibriert wurde, kann die Kalibrierkennlinie durch die Angabe eines Offsets parallel verschoben werden, ohne erneut die Kalibrierwerte einlesen zu müssen.

HINWEIS

Änderungen des Scaling Offset und des Scaling Factor wirken sich direkt auf den Messwert aus.

3.5.2.6 Reiter: Setup | Application | Outputs

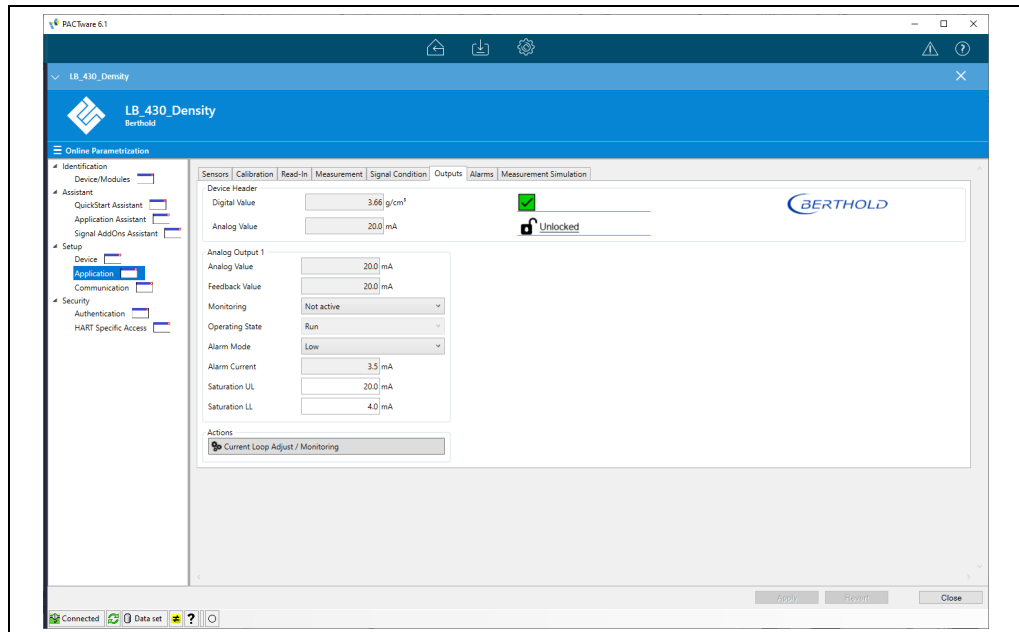


Abb. 43 Reiter: *Setup | Application | Outputs*.

Aktivieren bzw. deaktivieren Sie hier die Überwachung des 4 ... 20 mA Stromsignals. Die Überwachung kontrolliert, ob der gesetzte Strom in der Stromschleife fließt, und meldet bei einer Abweichung einen Fehler. Außerdem kann der Alarm Modus gesetzt werden, d.h. es kann bestimmt werden, welcher Fehlerstrom im Fehlerfall ausgegeben wird.

Alarm Mode High	Der Stromausgang wird im Fehlerfall auf >21 mA gesetzt.
Alarm Mode Low	Der Stromausgang wird im Fehlerfall auf <3,6 mA gesetzt.

Falls Abweichungen zwischen dem Sollwert und dem Istwert des Stromsignals bestehen, dann kann der Stromausgang neu kalibriert werden. Mit der Schaltfläche **Current Loop Adjust / Monitoring** kann Überprüfung bzw. Kalibrierung des Stromausgangs durchgeführt werden.

3.5.2.7 Reiter: Setup | Application | Alarms

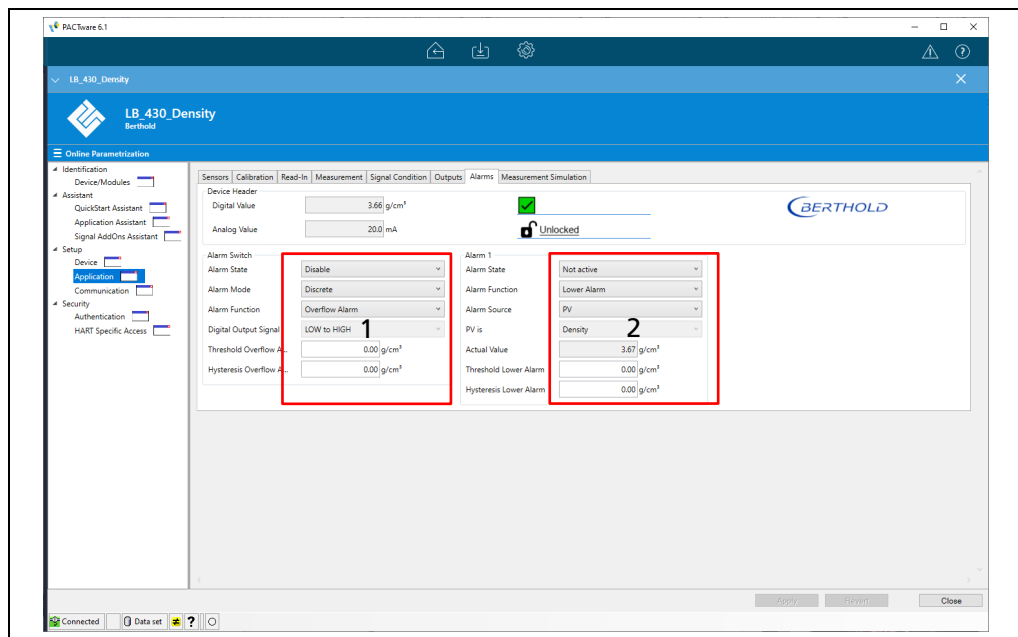


Abb. 44 Reiter: Setup | Application | Alarms.

Im Reiter „Alarms“ können sowohl der **Switch Alarm** („Alarm Switch“ in Abb. 40, Pos. 1) als auch der **Standardalarm** („Alarm 1“ in Abb. 40, Pos. 2) konfiguriert werden. Für beide Alarmsysteme können teilweise unterschiedliche Einstellungen vorgenommen werden.

Alarm State

Gibt an, ob der Alarm **aktiv** („Active“) oder **inaktiv** („Not Active“) ist.

Alarm Mode**Alarm Switch:**

Hier kann zwischen den Modi „**Continuous**“ und „**Discrete**“ unterschieden werden.

- Im „**Continuous**“-Modus wird das Messsignal über oder unter dem Switch-Wert durch den Stromausgang abgebildet.
- Im „**Discrete**“-Modus wird lediglich zwischen den beiden Switch-Stromwerten unterschieden.

Alarm 1:

Unterscheidung zwischen „**Upper Alarm**“, „**Lower Alarm**“ und „**Upper AND Lower Alarm**“.

Hierdurch werden obere oder untere Alarmgrenzen für die ausgewählte Prozessvariable festgelegt. Die Grenzwert- und Hysterese-Einstellungen passen sich automatisch dem gewählten Modus an.

Alarm Function

Auswahl zwischen „**Overflow Alarm**“ und „**Underflow Alarm**“. Nur für den Switch Alarm auswählbar.

- **Overflow Alarm:** Der Alarm wird aktiviert, wenn der Wert den eingestellten Grenzwert überschreitet.
- **Underflow Alarm:** Der Alarm wird aktiviert, wenn der Wert den eingestellten Grenzwert unterschreitet.

	Die Auswahl der Alarm-Funktion beeinflusst direkt das „Digital Output Signal“. Beispiel: - Bei der Wahl „Overflow Alarm“ mit einer Alarmgrenze bei 80% und einer Hysterese von 5% wird der Alarm bei 75% wieder ausgeschaltet. - Bei der Wahl von „Underflow Alarm“ mit einer Alarmgrenze von 20% und gleicher Hysterese wird der Alarm bei 25% wieder ausgeschaltet.
Digital Output Signal	Nur für den Switch Alarm . Abhängig von der Wahl der Alarmfunktion wird entweder ein „ LOW to HIGH “ Signal (bei Overflow Alarm) oder ein „ HIGH to LOW “ Signal (bei Underflow Alarm) ausgegeben.
Analog Output Signal	Hier kann das analoge Ausgangssignal angepasst werden. Folgende Konfigurationen sind auswählbar: 8mA to 16mA 16mA to 8 mA 4mA to 20mA 20mA to 4 mA
Alarm Source / PV/SV/TV/QV is/ Actual Value	Nur für Standard-Alarme auswählbar. Der Switch Alarm ist auf den Primary Value (PV) limitiert. Hier kann die Quell-HART-Variable des Alarms (PV/SV/TV/QV) festgelegt werden. Die auf die gewählte HART-Variable gemappte physikalische Variable wird im Feld „ PV/SV/TV/QV is “ angezeigt. Der aktuelle Wert dieser Variable wird im Feld „ Actual Value “ sichtbar.
Threshold	Der Threshold legt den Grenzwert fest, ab dem der Alarm ausgelöst wird.
Hysteresis	Mit der Hysteresis wird festgelegt, ab welchem Wert unter (oder über) dem Threshold der Alarm nicht mehr ausgelöst wird. Beispiel: - Wenn „Upper Alarm“ mit einem Schwellenwert von 80 % und einer Hysterese von 5 % ausgewählt wird, deaktiviert sich der Alarm bei 75 %. - Wenn „Lower Alarm“ mit einem Schwellenwert von 20 % und derselben Hysterese ausgewählt wird, deaktiviert sich der Alarm bei 25 %.

3.5.2.8 Reiter: Setup | Application | Measurement Simulation

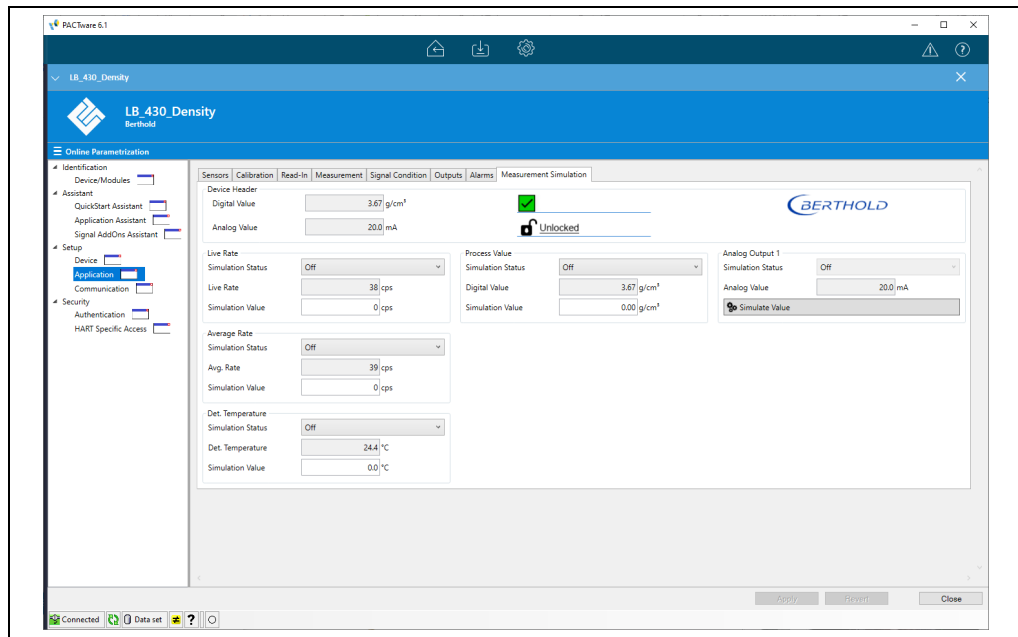


Abb. 45 Reiter: Setup | Application | Measurement Simulation.

Im Reiter „**Simulation**“ kann die Live-Zählrate, die gemittelte Zählrate, Detektor-temperatur sowie der Prozesswert oder der Stromausgang simuliert werden, um die Funktionalität der Konfiguration zu prüfen.

Die Simulation des jeweiligen Prozesswertes muss zunächst über die Option „Simulation Status“ auf „On“ gesetzt werden. Der simulierte Wert kann dann unter dem Feld „Simulated Value“ eingetragen werden, während der gemessene Wert in den jeweiligen Feldern „Live Rate“, „Avg. Rate“, „Det. Temperature“ sowie „Digital Value“ angezeigt werden.

Der analoge Stromausgang kann über den Kasten „Analog Output 1“ simuliert werden. Hierfür muss ein zu simulierender Wert eingegeben und die Schaltfläche betätigt werden **Simulate Value**

Mit der Schaltfläche **Apply** wird die Simulation gestartet.

HINWEIS

Vergessen Sie nicht, nach dem Test von ON auf OFF umzuschalten oder das Gerät neu zu starten, sonst bleiben die Testwerte eingefroren.

3.5.3 Untermenü: Setup | Communication

3.5.3.1 Reiter: Setup | Communication | Communication

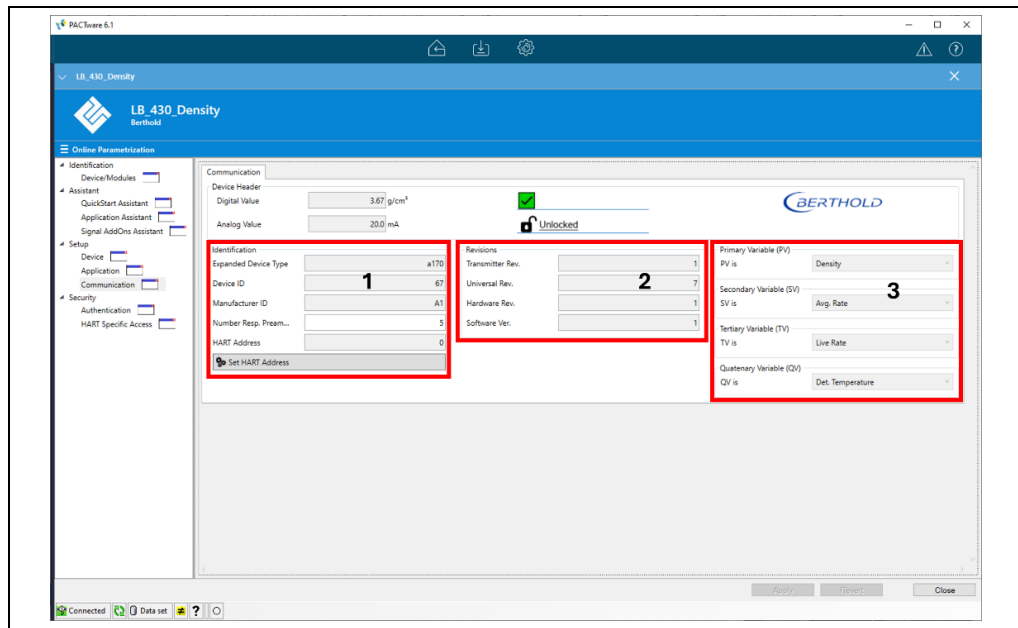


Abb. 46 Reiter: *Setup | Communication | Communication*.

Im Reiter „**Communication**“ können die werksseitig eingestellten Produkteigenschaften (Abb. 46, Pos. 1), der Revisionsstand des HART-Protokolls (Abb. 46, Pos. 2) und die zugewiesenen HART-Variablen eingesehen werden. Durch Drücken der Schaltfläche **Set HART Address** kann dem Gerät eine neue HART-Adresse zur Kommunikation mit dem Kontrollsystem zugewiesen werden.

3.6 Kalibriermethoden und Kurventypen

Das grundlegende Prinzip radiometrischer Messsysteme besteht in der Wechselwirkung von Gammastrahlung mit einem zu messenden Produkt und der Detektion der Strahlung nach eben jener Wechselwirkung. Für den Aufbau einer radiometrischen Messung werden, wie in Abb. 47 gezeigt, eine radioaktive Quelle, ein Behälter mit dem zu messenden Produkt und ein Detektor für radioaktive Strahlung benötigt. Der Einfachheit halber wird für die Erklärung hier eine einfache Dichtemessung mit der Anordnung Punktstrahler-Punkt-detektor auf gegenüberliegenden Seiten des Behälters herangezogen. Es sei jedoch erwähnt, dass, insbesondere bei einer Füllstandsmessung, auch komplexere Anordnungen bei einer radiometrischen Messung vorkommen können. Diese werden genauer im zugehörigen Kapitel 3.6.1.2 Typische Messanordnungen erläutert.

Besitzt die Gammastrahlung an der Quelle die Intensität I_0 , so wird sie nach dem Durchqueren des Behälters und der Wechselwirkung mit dem Messprodukt auf die Intensität I abgeschwächt werden. Dieser Vorgang ist physikalisch durch das Absorptionsgesetz beschrieben:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \rho d}$$

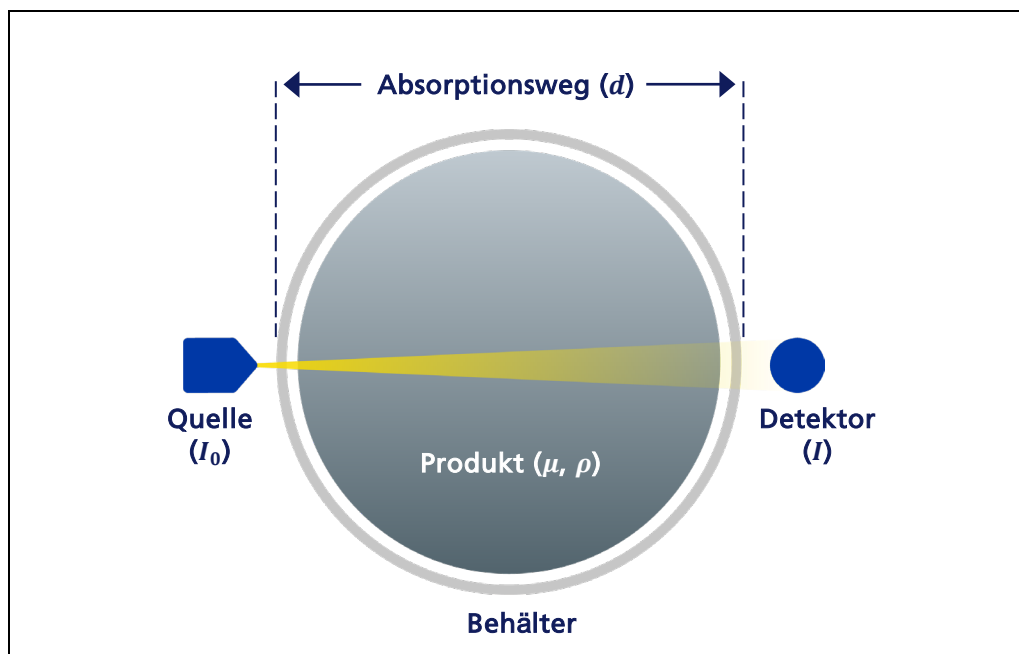


Abb. 47 Aufbau einer radiometrischen Messung.

Hierbei beschreibt ρ die Dichte des durchdrungenen Materials und d den Absorptionsweg, also der Weg, welchen die Strahlung von der Quelle bis hin zum Detektor zurückgelegt hat. Der Parameter μ steht für Massenschwächungskoeffizienten, der sowohl eine Eigenschaft des durchdrungenen Materials ist als auch von der Energie der Strahlung abhängt.

Es sei hier erwähnt, dass die Abhängigkeit vom durchdrungenen Material bei der Angabe von μ bei vielen gängigen Strahlungsenergien (beispielsweise bei Cs-137 oder bei Co-60) vernachlässigbar klein ist.

Die Intensität I wird in der Regel in Form einer Zählrate am Detektor gemessen, welche die Zahl der im Szintillationszähler erfassten Gamma-Quanten in Form von Lichtblitzen widerspiegelt. Für mehr Informationen über die Szintillation und die Technologie, welche unseren Strahlungsdetektoren zugrunde liegt, besuchen Sie gerne unsere Wissensdatenbank unter www.berthold.com.

3.6.1 Applikation: Füllstand

Die radiometrische Bestimmung des Füllstandes an Behältern basiert auf der Abdeckung des Nutzstrahlenfeldes der verwendeten radioaktiven Quelle durch das Material im inneren des Behälters. Je höher der Füllstand des Materials ist, desto mehr wird das Nutzstrahlenfeld, welches vom Strahler erzeugt wird, abgedeckt und desto geringer ist somit das Messsignal.

3.6.1.1 Kalibrierung einer Füllstandsmessung

Bei der Kalibrierung einer Füllstandsmessung muss eine Kennlinie ermittelt werden, welche den Füllstand innerhalb des Behälters mit einer bestimmten Zählrate I des Detektors verknüpft. Entlang dieser Kennlinie wird dann, auch zwischen den empirisch ermittelten Kalibrierwerten, der kontinuierliche Füllstand vom System berechnet. Da die Form der Kennlinie bei beliebigen Anordnungen von Strahler und Detektor Abhängig von vielen Faktoren, wie der jeweiligen Sensitivität des Detektors, des Einfallswinkels der Strahlung, der Behältergeometrie und auch von der Energie der Strahlenquelle ist, müssen radiometrische Systeme mehrere Kalibriermethoden unterstützen, um eine breite Palette von Messanordnungen effektiv bedienen zu können.

2-Punkt-Kalibrierung – Lineare Kurve

Für die Kalibrierung werden exakt zwei Zählraten I benötigt. Diese sollten den minimalen (im Folgenden als 0 beschriebenen) und den maximalen (im Folgenden als 1 beschriebenen) Füllstand innerhalb des sensiblen Messbereichs repräsentieren, um die höchste Messgenauigkeit zu erreichen. Zwischen diesen beiden Punkten wird der Messwert linear interpoliert.

Die Annahme bei dieser Kalibriermethode ist, dass die Kennlinie des Messsystems streng linear verläuft. Diese Linearität wird durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$I(\text{Füllstand}) = m \cdot \text{Füllstand} + c$$

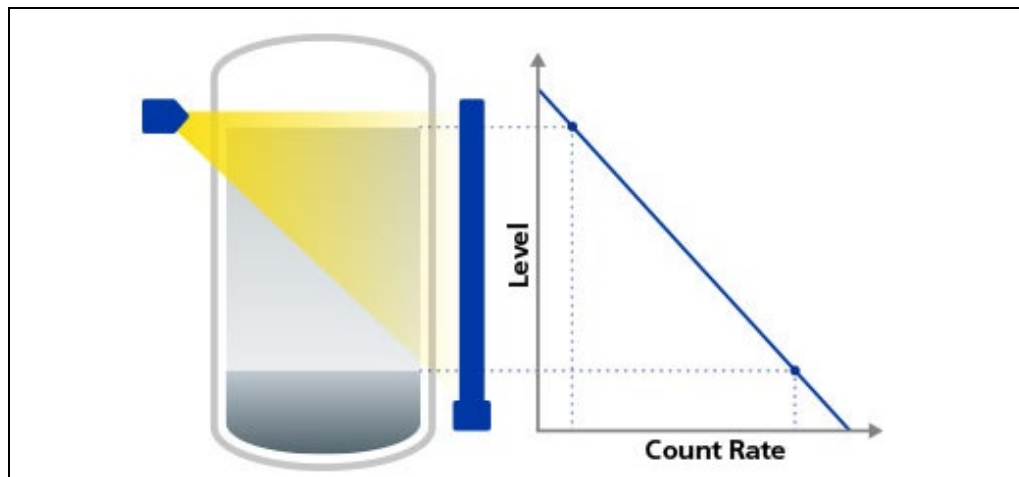


Abb. 48 2-Punkt Kalibrierung – Lineare Kurve.

Die Steigung der Geraden m und der Schnittpunkt mit der y-Achse c werden anhand der beiden Kalibrierpunkte $I(0)$ und $I(1)$ wie folgt ermittelt:

$$c = I(0)$$

$$m = I(1) - I(0)$$

WICHTIG

Eine lineare Kennlinie bei Füllstandsmessungen ist nicht mit allen Messanordnungen realisierbar, aber für diese Art der Kalibrierung unabdingbar. Bei Anordnungen mit Stabstrahlern von Berthold kann diese Kalibriermethode bedenkenlos verwendet werden. Bei Anordnungen mit Punktstrahlern sind z. T. starke Abweichungen im Bereich zwischen den beiden Kalibrierpunkten möglich.

2-Punkt-Kalibrierung – Exponentielle Kurve

Ähnlich wie bei der linearen 2-Punkt-Kalibrierung werden auch hier *exakt zwei* Zählraten I benötigt. Diese sollten den ebenfalls den minimalen (im Folgenden als 0 beschriebenen) und den maximalen (im Folgenden als 1 beschriebenen) Füllstand innerhalb des sensiblen Messbereichs repräsentieren, um die höchste Messgenauigkeit zu erreichen. Die beiden Zählraten werden logarithmiert und zwischen den logarithmierten Werten wird linear interpoliert.

$$\text{Füllstand} = m \cdot \ln I(\text{Füllstand}) + c$$

Bei Rücktransformation wird dadurch die folgende Kennliniengleichung erzeugt:

$$I(\text{Füllstand}) = e^{\frac{\text{Füllstand}-c}{m}}$$

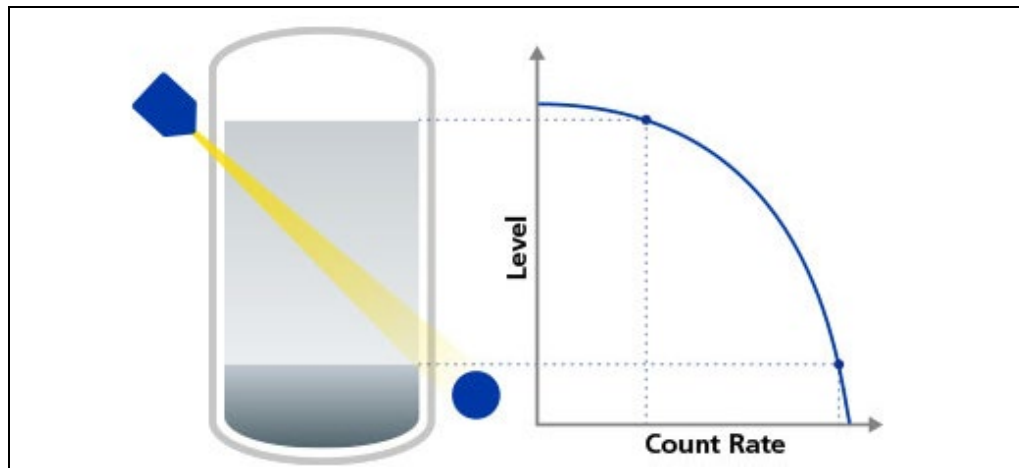


Abb. 49 2-Punkt Kalibrierung – Exponentielle Kurve.

WICHTIG

Die exponentielle 2-Punkt-Kalibrierung ist lediglich für Spezialanwendungen gedacht, bei denen die Kennlinie einer Exponentialfunktion ähnelt und keine Mehrpunkt-Kalibrierung möglich ist. Ein Beispiel hierfür sind Absorptions-Füllstandsmessungen mit einer Punktstrahler-Punktdetektor-Anordnung (Abb. 49). Diese wird im nachfolgenden Kapitel 3.6.1.2 – *Typische Messanordnungen* näher erklärt.

Mehrpunkt-Kalibrierung

In einigen Anordnungen ist es aufgrund von verschiedenen Faktoren wie Strahlenfeld- oder Behältergeometrie oder der verwendeten Anordnung nicht möglich, eine lineare Kennlinie zu realisieren. Hierfür kann die Mehrpunkt-Kalibrierung herangezogen werden. Es werden mindestens zwei, maximal 11 Kalibrierpunkte aufgenommen. In den Segmenten j Zwischen den *jeweiligen* Kalibrierpunkten I_{j-1} und I_{j+1} wird linear interpoliert.

$$I(\text{Füllstand}_{\text{Segment } j}) = m_{\text{Segment } j} \cdot \text{Füllstand}_{\text{Segment } j} + c_{\text{Segment } j}$$

Eine nichtlineare Kennlinie kann so durch maximal 10 lineare Segmente angenähert werden.

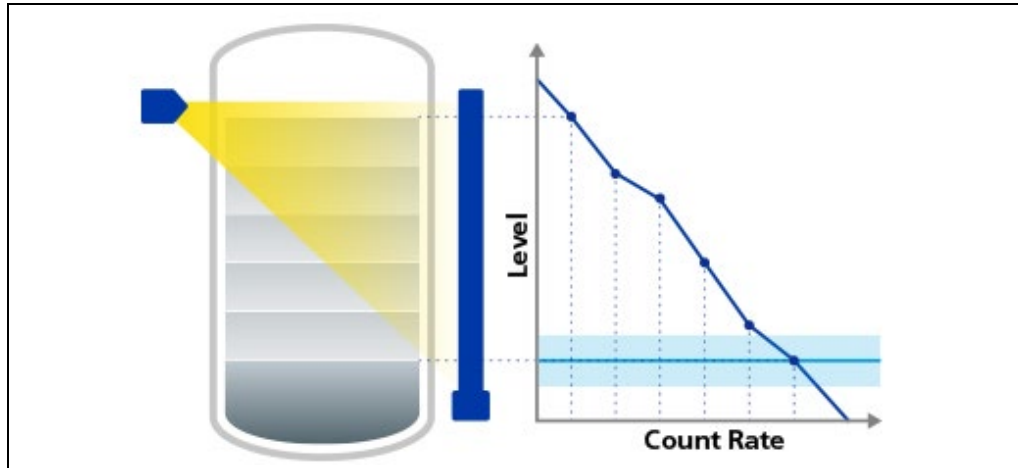


Abb. 50 Mehrpunkt Kalibrierung.

Die Steigungen $m_{\text{Segment } j}$ und Schnittpunkte der y-Achse $c_{\text{Segment } j}$ der jeweiligen Segmente werden vom System anhand der angrenzenden Kalibrierpunkte I_{j-1} und I_{j+1} genau wie bei der linearen 2-Punkt-Kalibrierung ermittelt.

$$c_{\text{Segment } j} = I_{j-1}$$

$$m_{\text{Segment } j} = I_{j+1} - I_{j-1}$$

WICHTIG



Die Mehrpunkt-Kalibrierung bietet bei fast allen Füllstandsmessungen die höchste Genauigkeit, bei den wenigsten geforderten Voraussetzungen. Es wird daher empfohlen, diese Kalibriermethode durchzuführen, wann immer die Möglichkeit besteht. Alle anderen Kalibriermethoden sind mit Annahmen verknüpft und können, wenn diese nicht erfüllt sind, z. T. starke Abweichungen im Messwert aufweisen.

1-Punkt-Kalibrierung – Lineare Kurve

Die lineare 1-Punkt-Kalibrierung kann verwendet werden, wenn es nicht möglich ist, mehr als einen Kalibrierpunkt zu ermitteln. Bei dieser Kalibriermethode wird eine Zählrate I_n eines beliebigen Füllstands n , die Produkt- und die Gasdichte (ρ_L , ρ_G), die Hintergrundzählrate I_{BG} , sowie der Absorptionsweg d und der Massenschwächungskoeffizient des Produktes μ benötigt. Das System errechnet dann die Zählraten bei 0% und 100% Füllstand näherungsweise und führt eine lineare Interpolation ähnlich einer Zweipunkt-Kalibrierung durch.

$$I_{0\%} = \frac{I_n - I_{BG}}{1 - \frac{n}{100\%} \cdot (1 - e^{-\mu(\rho_L - \rho_G) \cdot d})} + I_{BG}$$

$$I_{100\%} = (I_{0\%} - I_{BG}) \cdot e^{-\mu(\rho_L - \rho_G) \cdot d} + I_{BG}$$

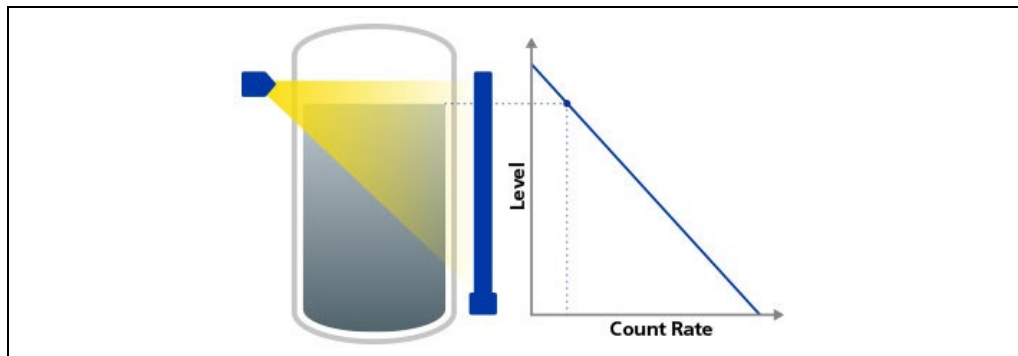


Abb. 51 1-Punkt-Kalibrierung – Lineare Kurve.

WICHTIG



Zu beachten ist bei der linearen 1-Punkt-Kalibrierung, dass folgende Annahmen bei der Berechnung getroffen werden müssen:

1. Linearität der Kennlinie

Nur bei der Verwendung eines Stabstrahlers akkurat geplanter Aktivitätsverteilung gegeben. Bei Verwendung von Punktstrahlern wird die Kennlinie grundsätzlich nichtlinear. Durch die Verwendung mehrerer Punktstrahler kann die Kennlinie teilweise linearisiert werden.

2. Kenntnis der richtigen Produkt- und Gasdichte

In der Praxis ist die Ermittlung der Produkt- und Gasdichte schwierig und es werden oft geschätzte oder berechnete Werte verwendet, die z.T. stark von den realen Werten abweichen. Werden falsche Werte für Produkt- und Gasdichte in der Berechnung verwendet, so sind folglich auch die berechneten Zählraten nicht korrekt.

3. Behälter-Innendurchmesser entspricht dem Absorptionsweg

Bei kontinuierlichen radiometrischen Füllstandmessungen (außer Absorptions-Füllstandsmessungen) ist der mittlere Absorptionsweg geometriebedingt immer größer als der Behälter-Innendurchmesser. Der Unterschied ist umso größer, je größer der Durchstrahlungswinkel des Strahlenfeldes ist.

Sind diese Annahmen nicht oder nur teilweise erfüllt, wird die errechnete Kalibrierkurve gegenüber der realen Kalibrierkurve dementsprechend verzerrt sein.

1-Punkt-Kalibrierung – Exponentielle Kurve

Die exponentielle 1-Punkt-Kalibrierung kann verwendet werden, wenn es nicht möglich ist, mehr als einen Kalibrierpunkt zu ermitteln und bekannt ist, dass die Kennlinie einen exponentiellen Verlauf hat. Bei dieser Kalibriermethode wird eine Zählrate I_n eines beliebigen Füllstands n , die Produkt- und die Gasdichte (ρ_L , ρ_G), die Hintergrundzählrate I_{BG} , sowie der Absorptionsweg d bei 100% Füllstand und der Massenschwächungskoeffizient des Produktes μ benötigt. Das System errechnet dann die Zählrate bei $I_{100\%}$ 100% Füllstand näherungsweise durch

$$I_{100\%} = (I_n - I_{BG}) \cdot e^{-\mu \cdot (\rho_L - \rho_G) \cdot d_{100\%} \cdot \left(1 - \frac{n}{100\%}\right)} + I_{BG}$$

und führt eine lineare Interpolation mit den logarithmierten Werten $\ln I_n$ und $\ln I_{100\%}$ ähnlich einer exponentiellen Zweipunkt-Kalibrierung durch.

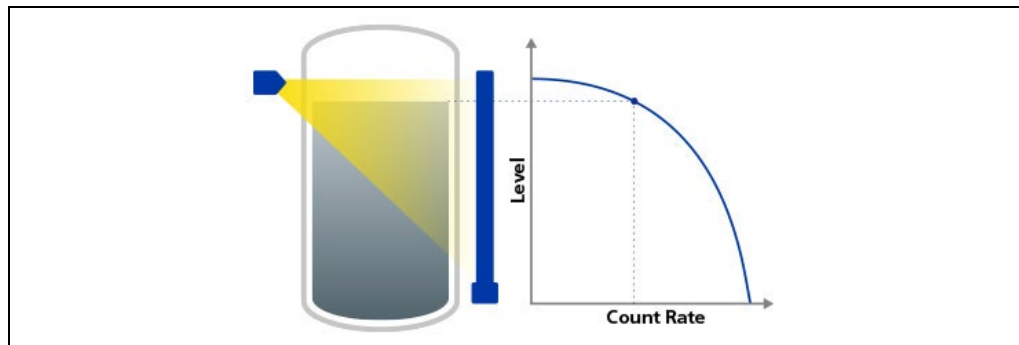


Abb. 52 1-Punkt-Kalibrierung – Exponentielle Kurve.

WICHTIG



Zu beachten ist bei der linearen 1-Punkt-Kalibrierung, dass folgende Annahmen bei der Berechnung getroffen werden müssen:

1. Kenntnis der richtigen Produkt- und Gasdichte

In der Praxis ist die Ermittlung der Produkt- und Gasdichte schwierig und es werden oft geschätzte oder berechnete Werte verwendet, die z.T. stark von den realen Werten abweichen. Werden falsche Werte für Produkt- und Gasdichte in der Berechnung verwendet, so sind folglich auch die berechneten Zählraten nicht korrekt.

2. Behälter-Innendurchmesser entspricht dem Absorptionsweg

Bei kontinuierlichen radiometrischen Füllstandmessungen (außer Absorptions-Füllstandsmessungen) ist der mittlere Absorptionsweg geometriebedingt immer größer als der Behälter-Innendurchmesser. Der Unterschied ist umso größer, je größer der Durchstrahlungswinkel des Strahlenfeldes ist.

Sind diese Annahmen nicht oder nur teilweise erfüllt, wird die errechnete Kalibrierkurve gegenüber der realen Kalibrierkurve dementsprechend verzerrt sein. Eine exponentielle 1-Punkt-Kalibrierung ist, ebenso wie die exponentielle 2-Punkt-Kalibrierung, lediglich für spezielle Messanordnungen, wie einer Absorptions-Füllstandsmessung bestimmt und sollte nicht für andere Anordnungen verwendet werden.

3.6.1.2 Typische Messanordnungen

Punktstrahler – Stabdetektor

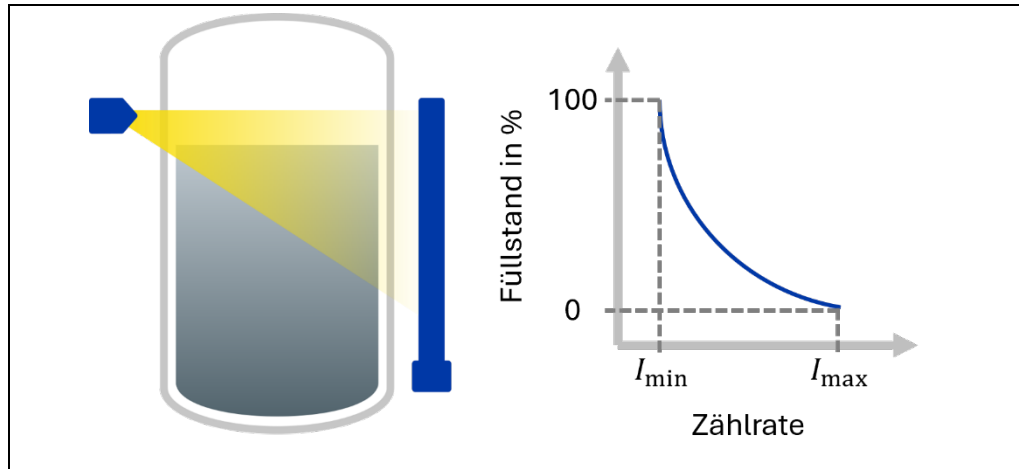


Abb. 53 Messanordnung Punktstrahler – Stabdetektor.

Die Punktstrahler-Stabdetektor Anordnung ist die einfachste und kostengünstigste Art, eine Füllstandsmessung zu realisieren und gehört zu den Standard-Anordnungen. Der Punktstrahler wird i. d. R. so montiert, dass er mit der oberen Grenze des sensiblen Detektorbereiches eine Linie bildet. Der Öffnungswinkel des Strahlers wird so gewählt, dass der komplette sensible Bereich des Detektors ausgeleuchtet wird. Die Geometrie der Anordnung bedingt, dass die Kennlinie hier eher eine Parabelform aufweist, da sowohl die Menge des durchstrahlten Materials als auch der Einfallswinkel der Strahlung entlang des sensiblen Detektorbereichs variiert. Es besteht zwar die Möglichkeit einer 2-Punkt-Kalibrierung, allerdings ist hier, um die benötigte Messgenauigkeit über den gesamten Bereich zu erhalten, eine Mehrpunkt-Kalibrierung klar empfohlen.

Stabstrahler – Punktdetektor

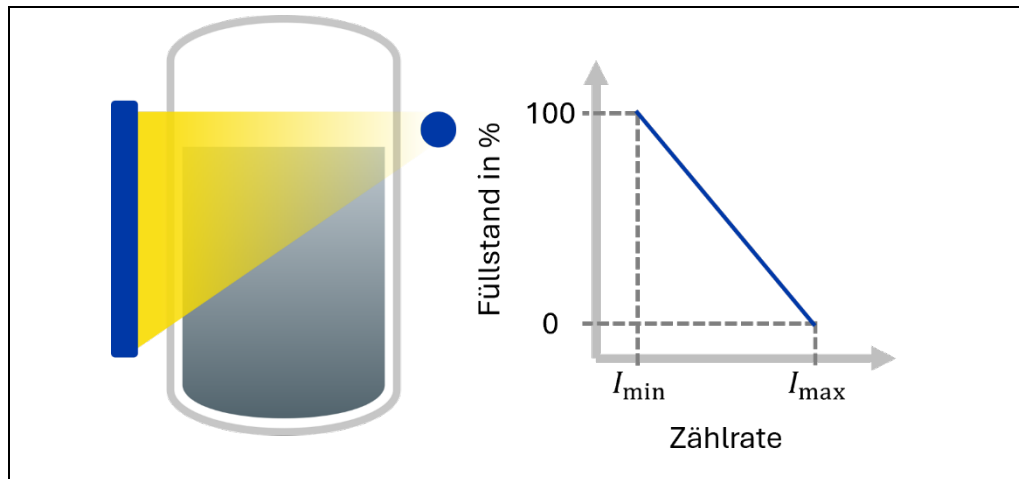


Abb. 54 Messanordnung Stabstrahler – Punktdetektor.

Die Stabstrahler-Punktdetektor Anordnung ist die einfachste Anordnung, mit welcher das Strahlenfeld so kontrolliert werden kann, dass eine echte lineare Kennlinie daraus resultiert. Dabei wird die Dichte der Wicklung des radioaktiven Kobalt-Drahtes bei der Herstellung des Stabstrahlers so gesteuert, dass die nichtlineare Strahlenfeldgeometrie kompensiert wird.

Ein klarer Vorteil dieser Anordnung ist, dass es sich hierbei um eine technisch elegante Lösung einer Füllstandsmessung handelt. Einerseits ist die Linearität der Kennlinie gegeben, wodurch das System sehr leicht mit einer einfachen 2-Punkt-Kalibrierung in Betrieb genommen werden kann und auch zwischen den beiden Kalibrierpunkten die beste Genauigkeit aufweist. Andererseits wird bei der Verwendung von Stabstrahlern das Isotop Co-60 verwendet, welches eine etwa doppelt so hohe Gamma-Energie ausstrahlt als das Isotop Cs-137, welches bei Punktrahlern vorzugsweise verwendet wird. Hierdurch haben Variablen wie schwankender Gasdruck, Prozessablagerungen oder aber auch Schweißnahtprüfungen weniger Einfluss auf die Messung. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung ist der erleichterte Austausch von Detektoren, sollte es zu einer Störung kommen.

Stabstrahler – Stabdetektor

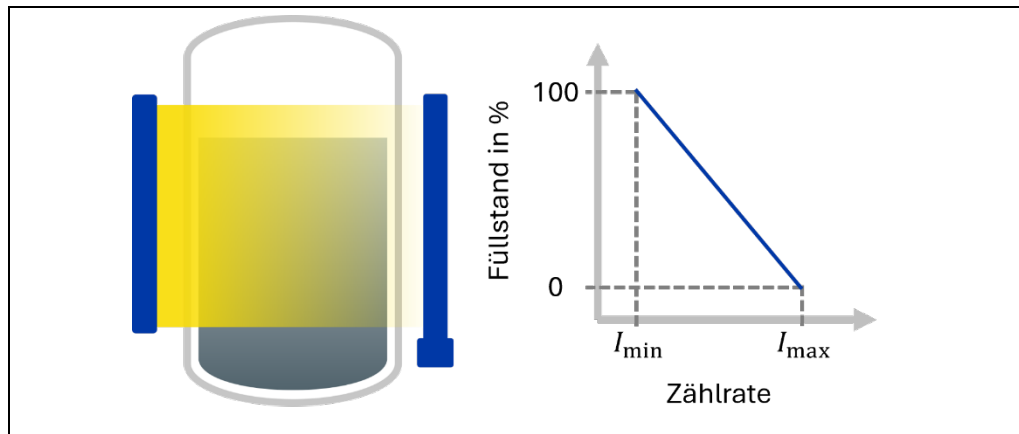


Abb. 55 Messanordnung Stabstrahler – Stabdetektor.

Mit einer Stabstrahler-Stabdetektor-Anordnung kann eine lineare Kalibrierkurve speziell auf die Messanordnung durch die spezielle Wicklung des Kobalt-Drahtes abgestimmt werden. Im Vergleich zur Stabstrahler-Punktdetektor-Anordnung erfordert diese Anordnung eine weniger komplexe Wicklung des Kobalt-Drahtes, da die Geometrie des Strahlenfeldes selbst die Linearität der Kalibrierkurve gewährleistet. Nur die Behältergeometrie oder Produkteigenschaften müssen bei der kundenspezifischen Fertigung berücksichtigt werden.

Vorteile dieser Anordnung sind einerseits die Linearität der Kalibrierkurve, die es ermöglicht, das System einfach mit einer Zwei-Punkt-Kalibrierung ohne Abweichungen in Betrieb zu nehmen. Andererseits wird bei der Verwendung von Stabstrahlern das Isotop Co-60 verwendet, welches etwa doppelt so viel Gamma-Energie abstrahlt wie das Isotop Cs-137, das hauptsächlich in Punktstrahlern verwendet wird. Dadurch haben Variablen wie schwankender Gasdruck oder Prozessablagerungen weniger Einfluss auf die Messung.

Allerdings können Schweißnahtprüfungen aufgrund der Verwendung von Stabdetektoren einen etwas größeren Einfluss auf die Messung haben. Daher wird die Verwendung der XIP- (Röntgenstrahlen-Interferenzschutz) oder der RID-Funktion (Strahlungsinterferenzdiskrimination) empfohlen (www.berthold.com).

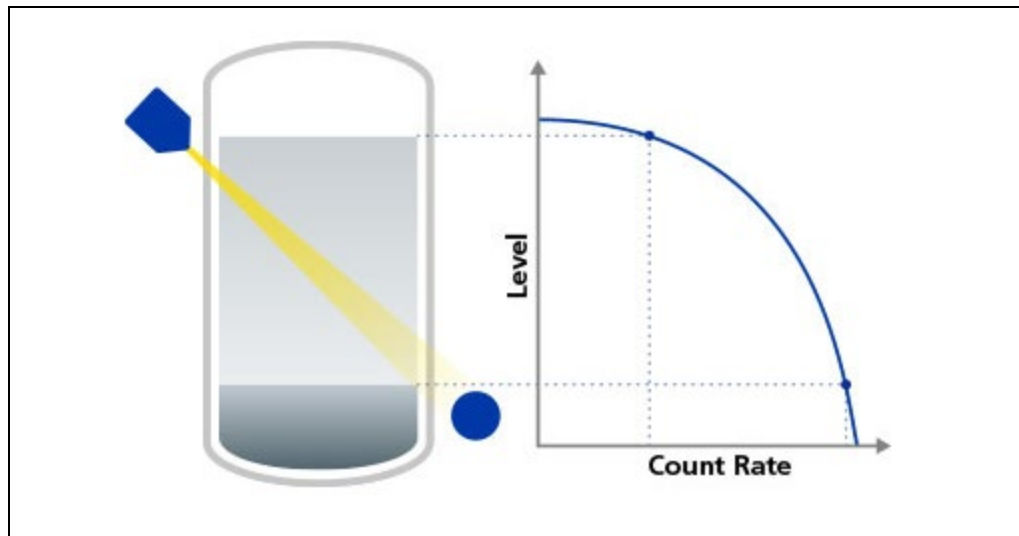
Punktstrahler – Punktdetektor (Absorptionsfüllstand)

Abb. 56 Messanordnung Punktstrahler – Punktdetektor (Absorptionsfüllstand).

Die Anordnung Punktstrahler-Punktdetektor wird normalerweise bei Dichte- oder Grenzstandmessungen verwendet und findet bei der Füllstandsmessung nur in wenigen Ausnahmen Anwendung. Es handelt sich hierbei um eine speziellere Applikation, welche in der Regel „Absorptions-Füllstandsmessung“ genannt wird, bei der es sich, wie der Name andeutet, um eine Absorptionsmessung und nicht um eine Messung der Strahlenfeldabdeckung handelt. Auch bei dieser Anordnung ist eine Mehrpunkt-Kalibrierung empfohlen, da hier keine Einflüsse (Behältergeometrie, Gasdruck oder Produkteigenschaften) außer Acht gelassen werden. Wenn lediglich zwei Kalibrierpunkte aufgenommen werden können, ist hier empfohlen, eine exponentielle 2-Punkt-Kalibrierung durchzuführen, da diese die Absorption von Gamma-Strahlung durch das Medium besser beschreibt als eine lineare Kennlinie.

3.6.2 Applikation: Dichte

Die radiometrische Bestimmung der Dichte funktioniert anders als die Füllstandsmessung. Hier geht es nicht darum, wie viel Strahlung durch das Messprodukt abgeschirmt wird, sondern darum, wie viel Gammastrahlung während ihres Weges durch das Material absorbiert wird. Wenn der Durchdringungsweg d und der Massenschwächungskoeffizient μ konstant bleiben, kann man mithilfe des Schwächungsgesetzes sowie der gemessenen und der Referenz-Strahlungsintensität die Dichte des Materials berechnen.

Dies bedeutet, dass das Messsignal kleiner wird, wenn die Dichte des gemessenen Produkts größer ist. Durch die Messung der Dichte können auch weitere Prozesswerte ermittelt werden, die von dieser abhängen. Diese Prozesswerte sind Teil der Dichteapplikation und werden bei Berthold-Geräten als „Messmodus“ bezeichnet.

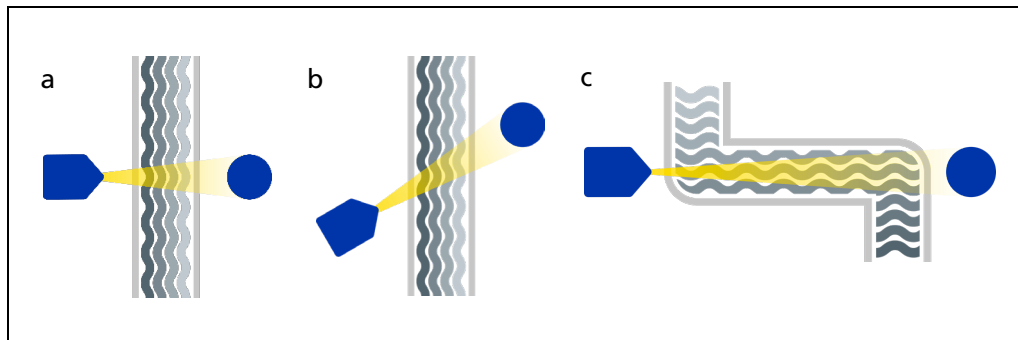


Abb. 57 Verschiedene Messanordnungen für Dichtemessungen Eine Standardanwendung mit 90°-Durchstrahlungswinkel (a), welche bei großen Rohrleitungen verwendet werden kann, eine Anordnung 45°-Durchstrahlungswinkel (b), um die Absorptionsstrecke zu erhöhen und eine Anordnung an einer S-Strecke (c), bei der der Verlauf der Rohrleitung genutzt wird, um eine große Absorptionsstrecke zu realisieren.

Die Messanordnung spielt, anders als bei der Füllstandsmessung, eher eine untergeordnete Rolle für die Kalibriermöglichkeiten der Dichtemessung. In den meisten Fällen wird die Dichte an Rohrleitungen gemessen. Ein kritischer Punkt hierbei ist die Länge des Absorptionsweges. Bei einer zu kleinen Absorptionsstrecke wird nur wenig Gammastrahlung vom Produkt absorbiert, was zu einem kleinen Messeffekt führt. Daher werden zusätzlich zur Standardanordnung (Abb. 57, a) für kleine Rohrleitungen auch Messanordnungen im 45°-Winkel (Abb. 57, b) sowie Messanordnungen an einer S-Strecke (Abb. 57, c) realisiert, welche den Absorptionsweg vergrößern.

Für die Kalibrierung einer Dichtemessung spielt der gewählte Messmodus eine große Rolle, da die benötigten Kennlinien durch unterschiedliche Definitionen der Dichte eines Materials in Abhängigkeit der gewünschten Prozesswerte stark variieren können.

3.6.2.1 Messmodus Dichte

Dieser Messmodus wird verwendet, um den Dichtewert eines einzelnen Messproduktes zu ermitteln. Für Stoffgemische wird empfohlen, Messmodus B (Konzentration) oder C (Feststoffgehalt) zu verwenden. Ausgehend vom Schwächungsgesetz

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \rho d}$$

lässt sich die Dichte des Messproduktes wie folgt als lineare Funktion der logarithmischen Zählraten $\ln I$ ausdrücken:

$$\rho = -\underbrace{\frac{1}{\mu d}}_{=a_1} \cdot \ln I + \underbrace{\frac{1}{\mu d} \ln I_0}_{a_0}$$

oder äquivalent:

$$\rho = a_1 \cdot \ln I + a_0$$

Die Verwendung der logarithmischen Zählraten ermöglicht es, für die Dichtemessung an Behältern eine einfache lineare Kalibrierung entweder durch Mehrpunkt- oder 1-Punkt-Kalibrierung als auch durch Direkteingabe der Gleichungskoeffizienten durchzuführen.

3.6.2.2 Kalibrierung der Dichtemessung

Mehrpunkt-Kalibrierung

Durch den Anwender müssen sowohl die Hintergrundzählrate I_{BG} als auch mindestens 2 (maximal bis zu 11) Kalibrierpunkte, d.h. Wertepaare aus einer Kalibrierdichte M und einer zugehörigen Kalibrierzählrate I_M erfasst werden. Die freien Parameter der Kennlinie können dann über Regression der logarithmierten Zählraten bestimmt werden.

Lineare Regression

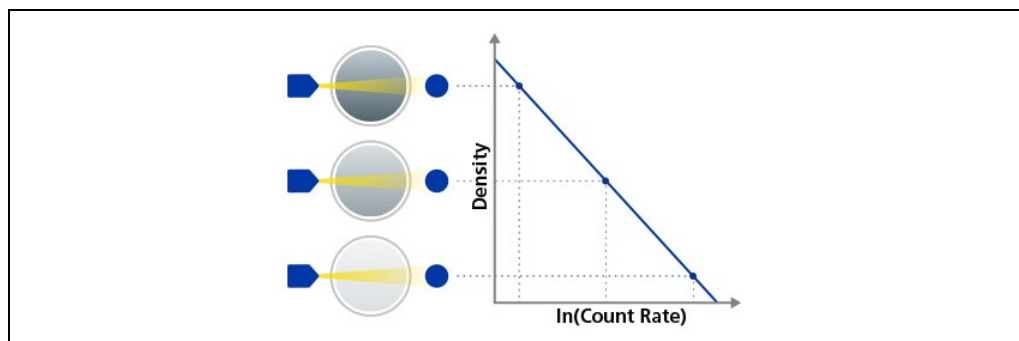


Abb. 58 Lineare Regression (Dichte).

Bei der linearen Regression (Kurventyp „Linear“) werden die Kalibrierpunkte an einer Gerade der Form

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG}))$$

angepasst. Die Wahl dieser Kennlinienform erfordert mindestens 2 Kalibrierpunkte.

WICHTIG

Zusätzlich zu einer einfachen linearen Regression stehen zusätzlich noch die Optionen zur quadratischen oder kubischen Regressionskurve zur Auswahl. Der Grund hierfür ist, dass die logarithmierten Zählraten durch beispielsweise komplexe Geometrien der Prozessbehälter oder Störeinflüsse wie Rührwerke, oder Siebe nichtlinear erscheinen. In diesem Fall können auch nichtlineare Kurventypen zur Regression verwendet werden, welche diese Einflüsse bestmöglich kompensieren. Es ist daher immer empfohlen, die Abweichung der Kalibrierpunkte nach der Erfassung auf Linearität zu prüfen, um die Kalibrierung gegebenenfalls anzupassen. Außerdem ist zu beachten, dass bei einer quadratischen Regression mindestens 3, und bei einer kubischen Regression mindestens 4 Kalibrierpunkte benötigt werden.

Quadratische Regression

Bei der quadratischen Regression (Kurventyp „Quadratic“) werden die Kalibrierpunkte an eine Funktion der Form

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG})) + a_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2$$

angepasst. Die Wahl dieser Kennlinienform erfordert mindestens 3 Kalibrierpunkte.

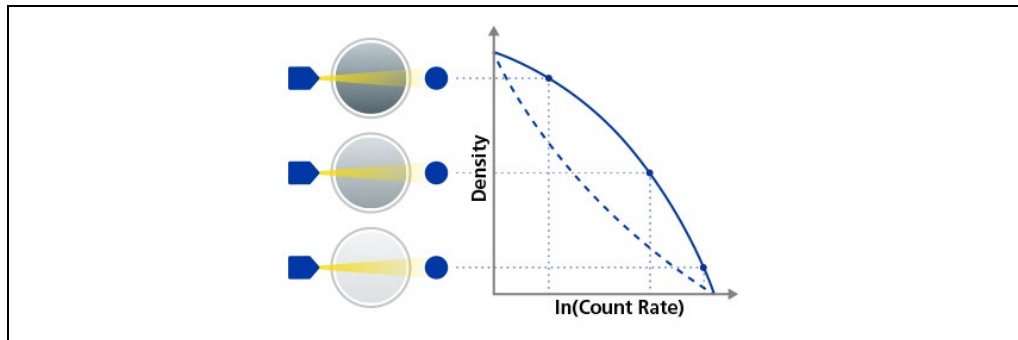


Abb. 59 Quadratische Regression (Dichte).

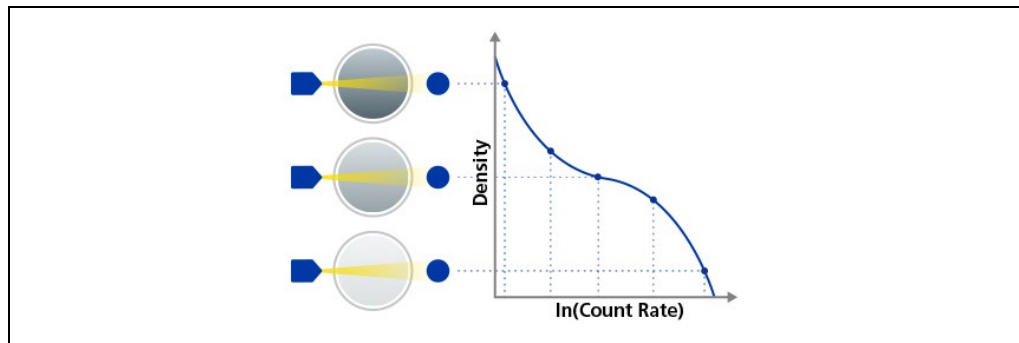
Kubische Regression

Abb. 60 Kubische Regression (Dichte).

Bei der kubischen Regression (Kurventyp „Cubic“) werden die Kalibrierpunkte an eine Funktion der Form

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG})) + a_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2 + a_3(\ln(I_M - I_{BG}))^3$$

angepasst. Die Wahl dieser Kennlinienform erfordert mindestens 4 Kalibrierpunkte.

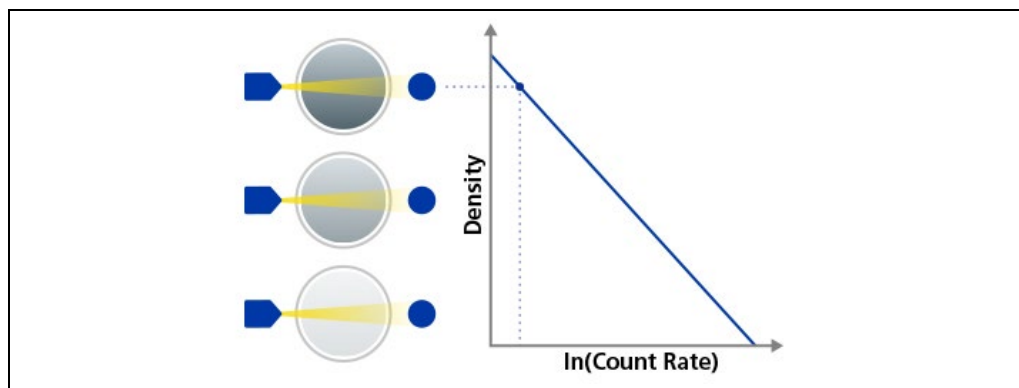
1-Punkt Kalibrierung

Abb. 61 1-Punkt-Kalibrierung (Dichte).

Durch den Anwender müssen sowohl die Hintergrundzählrate I_{BG} als auch ein Kalibrierpunkt, d.h. ein Wertepaar aus einer Kalibrierdichte M und einer zugehörigen Kalibrierzählrate I_M erfasst werden. Außerdem muss der positive(!) Absorptionskoeffizient μ und sowie der Messweg d im Produkt eingegeben werden.

Die Kalibrierung kann bei dieser Methode lediglich über eine lineare Regression der folgenden Form erfolgen:

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG}))$$

Die Parameter a_0 und a_1 werden analytisch als

$$a_1 = -\frac{1}{\mu d}$$

$$a_0 = M_{cal} - a_1 \cdot \ln(I_{M_{cal}})$$

berechnet.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass komplexere Geometrien des Behälters oder der Messanordnung sowie nichtlineare Effekte bei dieser Kalibriermethode nicht berücksichtigt werden können. In diesen Fällen wird empfohlen, auf eine Mehrpunkt-Kalibrierung zurückzugreifen.

Direkteingabe

Wenn die Koeffizienten der Kalibrierung bekannt sind, können diese auch direkt eingegeben werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Messung bereits einmal kalibriert wurde und die Koeffizienten der früheren Kalibrierung übernommen werden können. Bei der Auswahl der direkten Eingabe müssen gültige Koeffizienten angegeben werden. Der gewählte Kurventyp bestimmt bei der direkten Eingabe die Menge an einzugebenden Koeffizienten.

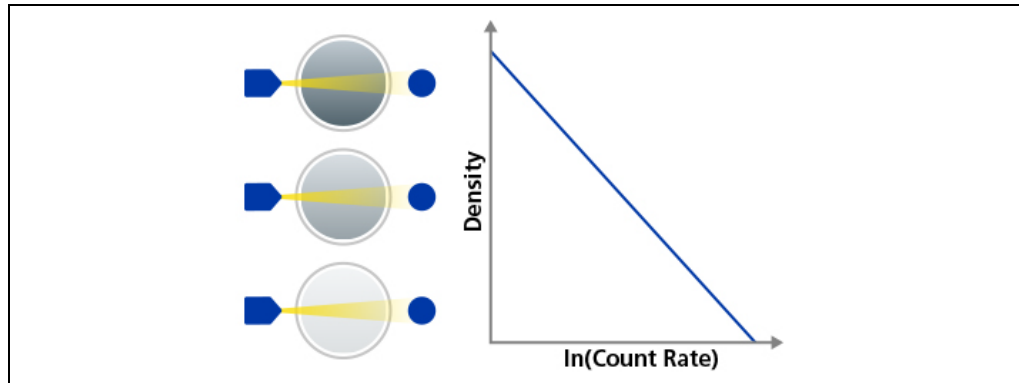


Abb. 62 Direkteingabe – Lineare Regression (Dichte).

Direkteingabe von I_{BG} , a_0 , a_1 – Lineare Regression:

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG}))$$

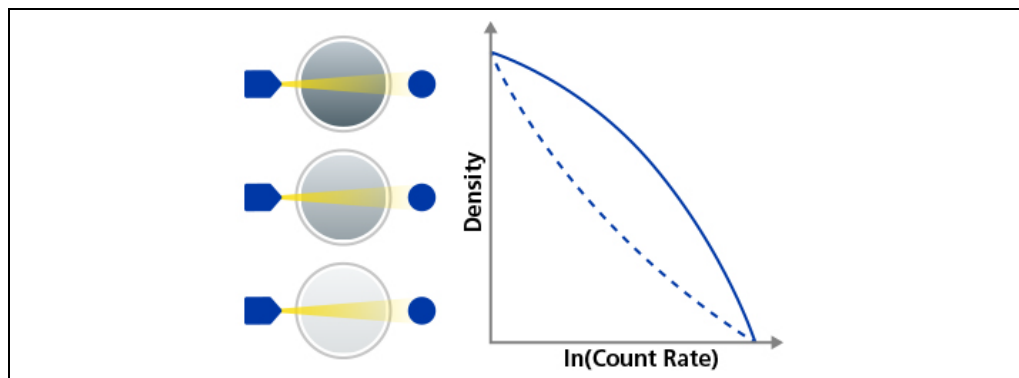


Abb. 63 Direkteingabe – Quadratische Regression (Dichte).

Direkteingabe von I_{BG} , a_0 , a_1 , a_2 – Quadratische Regression:

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG})) + a_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2$$

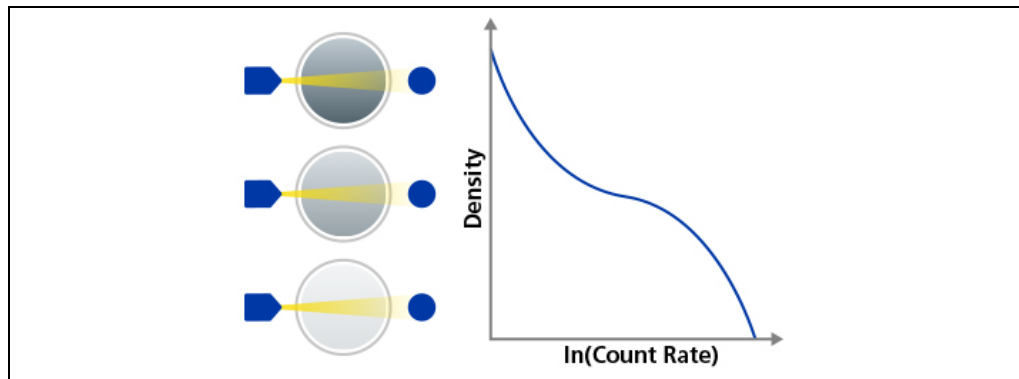


Abb. 64 Direkteingabe – Kubische Regression (Dichte).

Direkteingabe von I_{BG} , a_0 , a_1 , a_2 , a_3 – Kubische Regression:

$$M = a_0 + a_1(\ln(I_M - I_{BG})) + a_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2 + a_3(\ln(I_M - I_{BG}))^3$$

3.6.2.3 Messmodus Konzentration

Dieser Messmodus wird verwendet, um die Feststoffkonzentration [Feststoffmasse/Gesamtvolumen] einer Suspension zu bestimmen. Die mittlere Dichte einer Suspension $\bar{\rho}$ kann mit Hilfe der Feststoffkonzentration s wie folgt beschrieben werden:

$$\bar{\rho} = \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_S}\right)s + \rho_L$$

Wobei ρ_L die Dichte des Flüssigkeitsanteils und ρ_S die Dichte des Feststoffanteils der Suspension beschreibt. Die Feststoffkonzentration kann auch mit der Masse des Feststoffanteils m_S im Verhältnis zum Gesamtvolumen V beschrieben werden.

$$s = \frac{m_S}{V}$$

Verwendet man diese Definition der mittleren Dichte $\bar{\rho}$ zusammen mit dem Schwächungsgesetz:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \bar{\rho} d}$$

Lässt sich die Feststoffkonzentration s der Suspension, ähnlich wie bei der Berechnung der Dichte eines einzelnen Stoffes, wie folgt als lineare Funktion der logarithmischen Zählraten $\ln I$ und veränderten Koeffizienten b_0 und b_1 ausdrücken:

$$s = - \underbrace{\frac{1}{\mu d \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_S}\right)}}_{=b_1} \cdot \ln I + \underbrace{\frac{1}{\mu d \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_S}\right)} \ln I_0 + \frac{\rho_L}{1 - \frac{\rho_L}{\rho_S}}}_{b_0}$$

Somit:

$$s = b_1 \cdot \ln I + b_0$$

Die Verwendung der logarithmischen Zählraten ermöglicht es, für die Messung der Feststoffkonzentration an Behältern eine einfache lineare Kalibrierung entweder durch Mehrpunkt- oder 1-Punkt-Kalibrierung als auch durch Direkteingabe der Gleichungskoeffizienten durchzuführen.

3.6.2.4 Kalibrierung der Konzentrationsmessung

Mehrpunkt-Kalibrierung

Durch den Anwender müssen sowohl die Hintergrundzählrate I_{BG} als auch mindestens 2 (maximal bis zu 11) Kalibrierpunkte, d.h. Wertepaare aus einer Kalibrierkonzentration M und einer zugehörigen Kalibrierzählrate I_M erfasst werden. Die freien Parameter der Kennlinie können dann über Regression der logarithmierten Zählraten bestimmt werden.

Lineare Regression

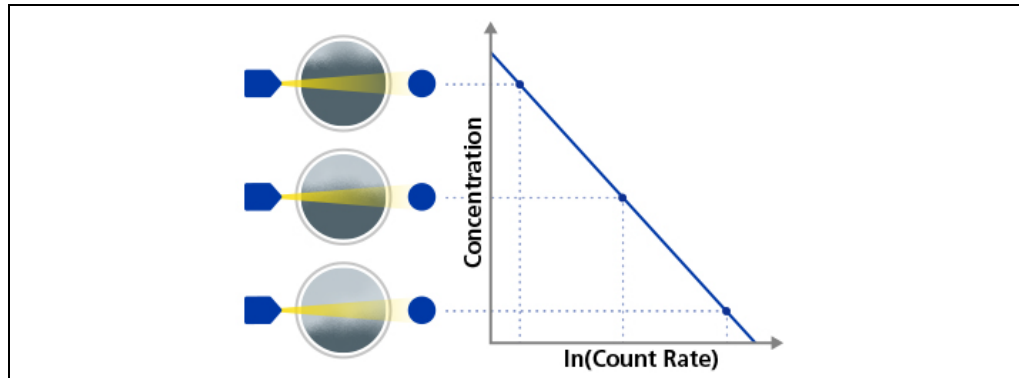


Abb. 65 Lineare Regression (Konzentration).

Bei der linearen Regression (Kurventyp „Linear“) werden die Kalibrierpunkte an einer Gerade der Form

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG}))$$

angepasst. Die Wahl dieser Kennlinienform erfordert mindestens 2 Kalibrierpunkte.

WICHTIG



Zusätzlich zu einer einfachen linearen Regression stehen zusätzlich noch die Optionen zur quadratischen oder kubischen Regressionskurve zur Auswahl. Der Grund hierfür ist, dass die logarithmierten Zählraten durch beispielsweise komplexe Geometrien der Prozessbehälter oder Störeinflüsse wie Rührwerke, oder Siebe nichtlinear erscheinen. In diesem Fall können auch nichtlineare Kurventypen zur Regression verwendet werden, welche diese Einflüsse bestmöglich kompensieren. Es ist daher immer empfohlen, die Abweichung der Kalibrierpunkte nach der Erfassung auf Linearität zu prüfen, um die Kalibrierung gegebenenfalls anzupassen. Außerdem ist zu beachten, dass bei einer quadratischen Regression mindestens 3, und bei einer kubischen Regression mindestens 4 Kalibrierpunkte benötigt werden.

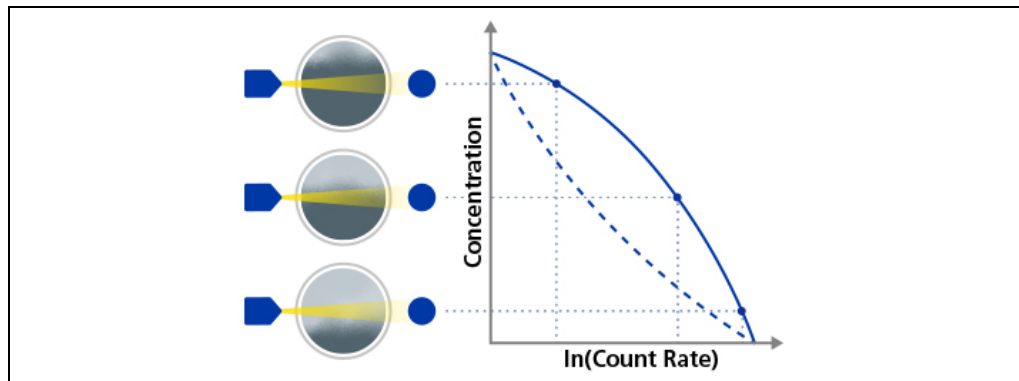
Quadratische Regression

Abb. 66 Quadratische Regression (Konzentration).

Bei der quadratischen Regression (Kurventyp „Quadratisch“) werden die Kalibrierpunkte an eine Funktion der Form

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG})) + b_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2$$

angepasst. Die Wahl dieser Kennlinienform erfordert mindestens 3 Kalibrierpunkte.

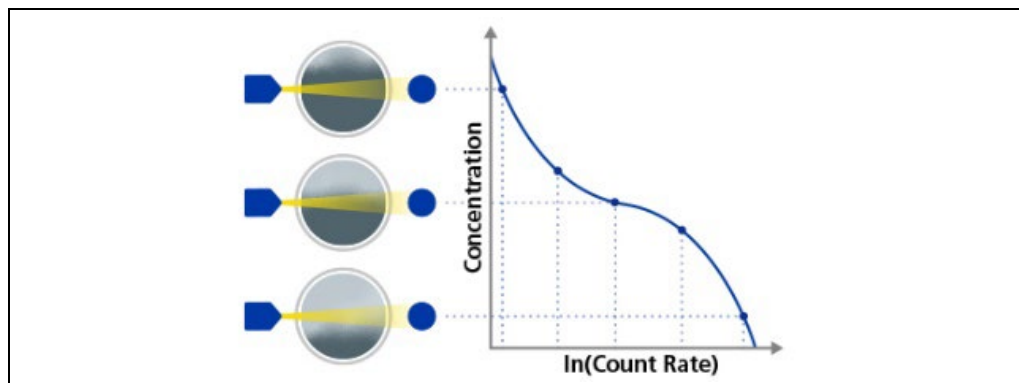
Kubische Regression

Abb. 67 Kubische Regression (Konzentration).

Bei der quadratischen Regression (Kurventyp „Quadratisch“) werden die Kalibrierpunkte an eine Funktion der Form

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG})) + b_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2 + b_3(\ln(I_M - I_{BG}))^3$$

angepasst. Die Wahl dieser Kennlinienform erfordert mindestens 4 Kalibrierpunkte.

1-Punkt Kalibrierung

Durch den Anwender müssen sowohl die Hintergrundzählrate I_{BG} als auch ein Kalibrierpunkt, d.h. ein Wertepaar aus einer Kalibrierkonzentration M und einer zugehörigen Kalibrierzählrate I_M erfasst werden. Außerdem muss der positive(!) Absorptionskoeffizient μ sowie der Messweg d im Produkt und die Dichten des festen Anteils ρ_S sowie des flüssigen Anteils ρ_L eingegeben werden.

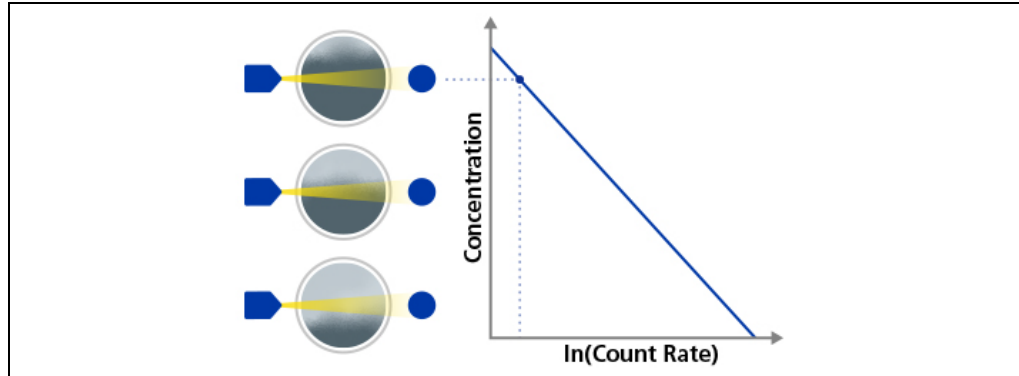


Abb. 68 1-Punkt-Kalibrierung (Konzentration).

Die Kalibrierung kann bei dieser Methode lediglich über eine lineare Regression der folgenden Form erfolgen:

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG}))$$

Die Parameter b_0 und b_1 werden analytisch als

$$b_1 = -\frac{1}{\mu d \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_S}\right)}$$

$$b_0 = M_{cal} - b_1 \cdot \ln(I_{M_{cal}})$$

berechnet.

Mit anderen Worten: Diese Methode berücksichtigt weder komplexere Geometrien des Behälters oder des Messaufbaus noch nichtlineare Effekte. In solchen Fällen wird empfohlen, eine Mehrpunktkalibrierung zu verwenden.

Direkteingabe

Wenn die Koeffizienten der Kalibrierung bekannt sind, können diese auch direkt eingegeben werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Messung bereits einmal kalibriert wurde und die Koeffizienten der früheren Kalibrierung übernommen werden können. Bei der Auswahl der direkten Eingabe müssen gültige Koeffizienten angegeben werden. Der gewählte Kurventyp bestimmt bei der direkten Eingabe die Menge an einzugebenden Koeffizienten.

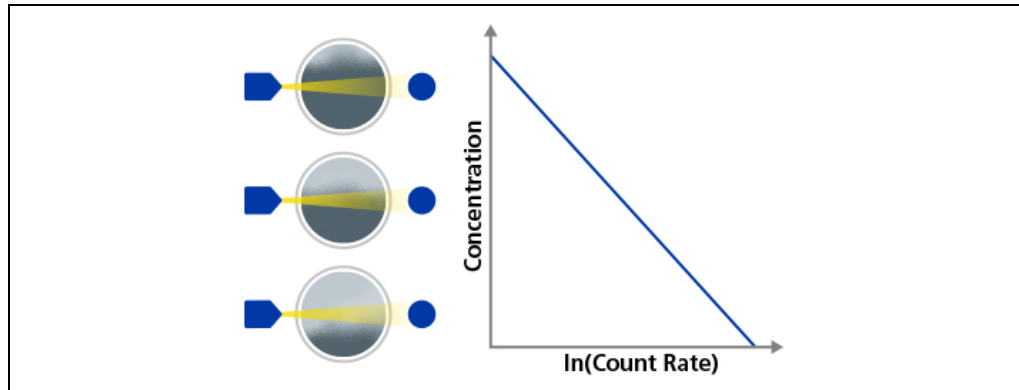


Abb. 69 Direkteingabe – Lineare Regression (Konzentration).

Direkteingabe von I_{BG} , b_0 , b_1 – Lineare Regression:

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG}))$$

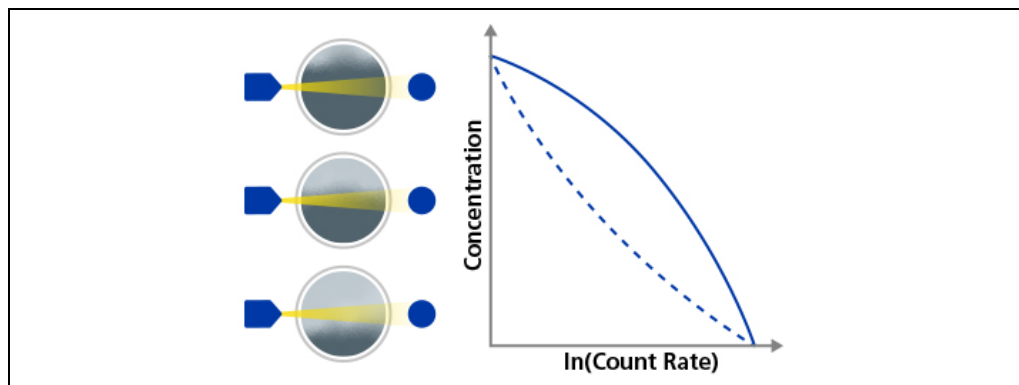


Abb. 70 Direkteingabe – Quadratische Regression (Konzentration).

Direkteingabe von I_{BG} , b_0 , b_1 , b_2 – Quadratische Regression:

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG})) + b_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2$$

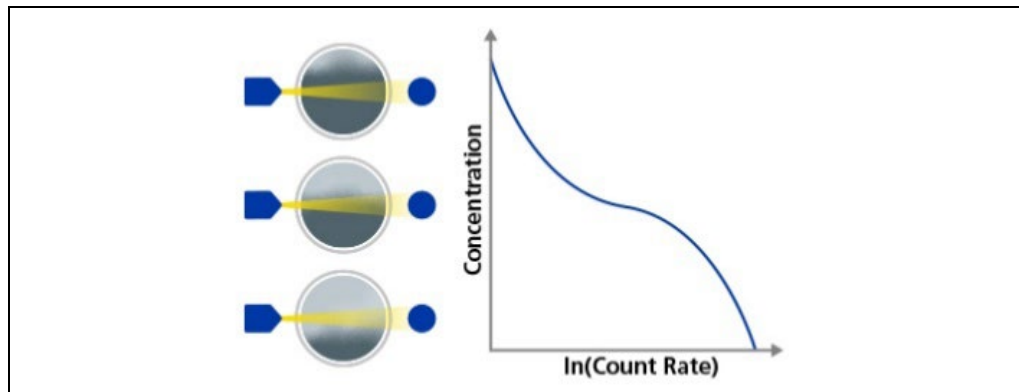


Abb. 71 Direkteingabe – Kubische Regression (Konzentration).

Direkteingabe von I_{BG} , b_0 , b_1 , b_2 , b_3 – Kubische Regression:

$$M = b_0 + b_1(\ln(I_M - I_{BG})) + b_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2 + b_3(\ln(I_M - I_{BG}))^3$$

3.6.2.5 Messmodus Feststoffgehalt

Dieser Messmodus wird verwendet, um den Feststoffgehalt [Feststoffmasse/Gesamtmasse] einer Suspension zu bestimmen. Die mittlere Dichte einer Suspension $\bar{\rho}$ kann mit Hilfe der Feststoffgehalts w_S wie folgt beschrieben werden:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_L}{w_S \cdot \left(\frac{\rho_L}{\rho_S} - 1\right) + 1}$$

$$\text{mit } w_S = \frac{w_S}{w_S + w_L}$$

Wobei ρ_L die Dichte des Flüssigkeitsanteils und ρ_S die Dichte des Feststoffanteils der Suspension beschreibt. Verwendet man diese Definition der mittleren Dichte $\bar{\rho}$ zusammen mit dem Schwächungsgesetz:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \bar{\rho} d}$$

Lässt sich der Feststoffgehalt w_S der Suspension wie folgt als hyperbolische Funktion der logarithmischen Zählraten $\ln I$ und Koeffizienten c_0 und c_1 und c_2 ausdrücken:

$$w_S = \frac{\rho_S \cdot \rho_L}{\rho_S - \rho_L} \cdot \mu \cdot d \cdot \frac{1}{\ln(I) - \ln(I_0)} + \frac{\rho_S}{\rho_S - \rho_L}$$

$$\stackrel{c_1}{=} \frac{1}{\ln(I) + c_2} + c_0$$

Eine Kalibrierung des Feststoffgehalts kann entweder durch Direkteingabe der Parameter, eine 1-Punkt-Kalibrierung, eine 2-Punkt-Kalibrierung oder durch eine Mehrpunktkalibrierung erfolgen.

WICHTIG



Der Messmodus „Feststoffgehalt“ kann auch auf Flüssig-Flüssig-Lösungen angewandt werden. Allerdings basiert das zugrunde liegende Modell auf der Annahme additiver Volumina. Dies ist für zwei Flüssigkeiten aufgrund von systemspezifischen Mischungseffekten (z.B. Volumenabnahme) jedoch nicht unbedingt gegeben. In diesem Fall sollte also Messmodus „Dichte“ gewählt werden und eine sorgfältige nicht-lineare Kalibrierung durchgeführt werden.

3.6.2.6 Kalibrierung der Feststoffgehaltsmessung

Mehrpunkt-Kalibrierung

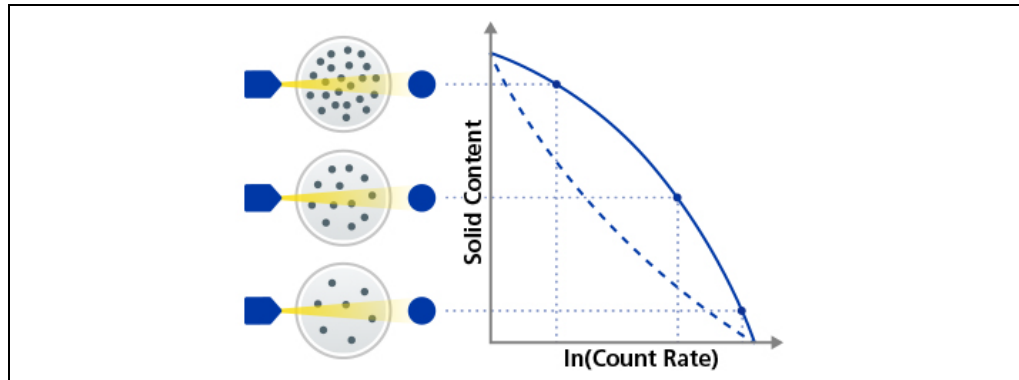


Abb. 72 Mehrpunkt-Kalibrierung (Feststoffgehalt).

Um die Regression zu vereinfachen, lässt sich der hyperbolische Zusammenhang zwischen dem Feststoffgehalt M und der logarithmischen Zählrate $\ln(I_M - I_{BG})$ ausreichend gut durch eine quadratische Funktion annähern:

$$M = \tilde{c}_0 + \tilde{c}_1(\ln(I_M - I_{BG})) + \tilde{c}_2(\ln(I_M - I_{BG}))^2$$

Durch den Anwender müssen demnach mindestens 3 Kalibrierpunkte ($I_M|M$) sowie die Hintergrundzählrate I_{BG} erfasst werden. Zur Bestimmung der Koeffizienten $\tilde{c}_0$, $\tilde{c}_1$ und $\tilde{c}_2$ wird eine Polynomregression durchgeführt. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Formel rein empirisch ermittelt ist und sich im Gegensatz der Koeffizienten anderer Kalibrierungen keine physikalische Bedeutung hinter den Koeffizienten verbirgt.

1-Punkt Kalibrierung

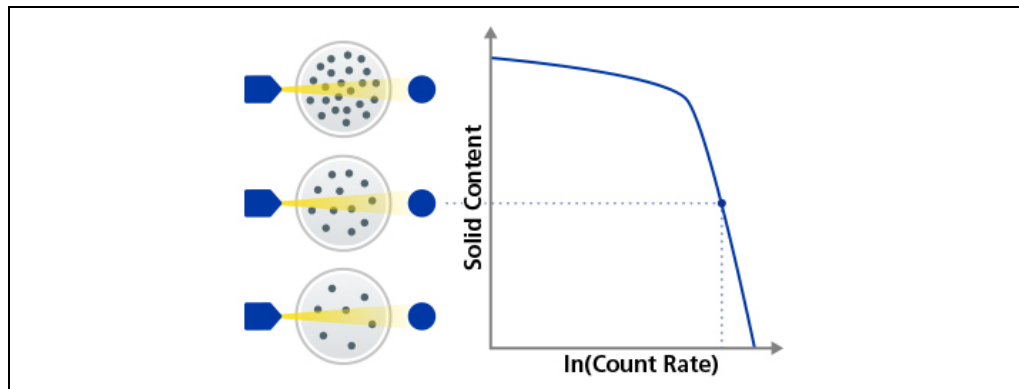


Abb. 73 1-Punkt-Kalibrierung (Feststoffgehalt).

Der Anwender muss einen Kalibrierpunkt $(I_M|M)$ erfassen. Wenn die Parameter c_0 und c_1 bekannt sind, können diese direkt eingegeben werden. Der freie Parameter c_2 kann dann analytisch bestimmt werden. Sind c_0 und c_1 nicht bekannt, so können sie ebenfalls berechnet werden. Dazu müssen der Massenschwächungskoeffizient μ , der Messweg d , die Dichte des flüssigen Anteils ρ_L sowie die Dichte des Feststoffanteils ρ_S bekannt sein:

$$c_0 = \frac{\rho_S}{\rho_S - \rho_L}$$

$$c_1 = \frac{\rho_S \cdot \rho_L}{\rho_S - \rho_L} \cdot \mu d$$

$$c_2 = \frac{c_1}{M - c_0} - \ln(I_M - I_{BG})$$

2-Punkt Kalibrierung

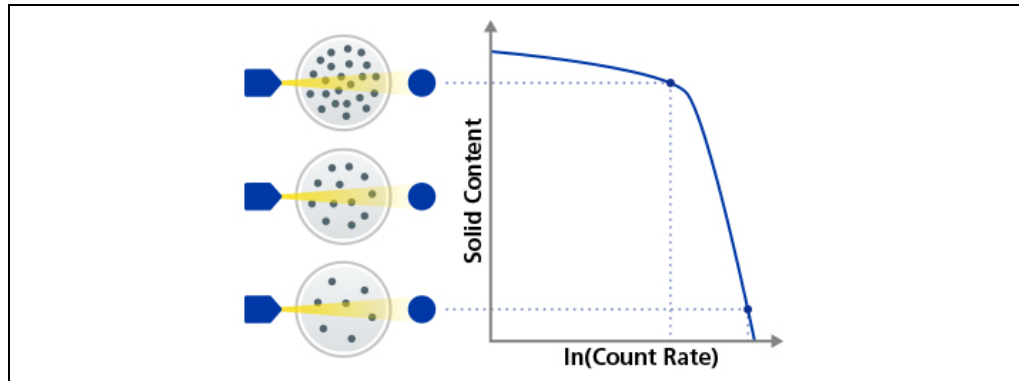


Abb. 74 2-Punkt-Kalibrierung (Feststoffgehalt).

Durch den Anwender müssen zwei Kalibrierpunkte ($I_M|M$) erfasst und ein zusätzlicher Koeffizient c_0 eingegeben werden. Ist der Parameter c_0 nicht bekannt, so kann er aus der Dichte des flüssigen Anteils ρ_L sowie der Dichte des Feststoffs ρ_S wie folgt bestimmt werden.

$$c_0 = \frac{\rho_S}{\rho_S - \rho_L}$$

Die freien Parameter der hyperbolischen Kennlinie c_1 und c_2 werden analytisch bestimmt

$$c_1 = (M_1 - c_0) \cdot (M_2 - c_0) \cdot \frac{\ln(I_1 - I_{BG}) - \ln(I_2 - I_{BG})}{M_2 - M_1}$$

$$c_2 = (M_1 - c_0) \cdot \frac{\ln(I_1 - I_{BG}) - \ln(I_2 - I_{BG})}{M_2 - M_1} - \ln(I_2 - I_{BG})$$

Direkteingabe

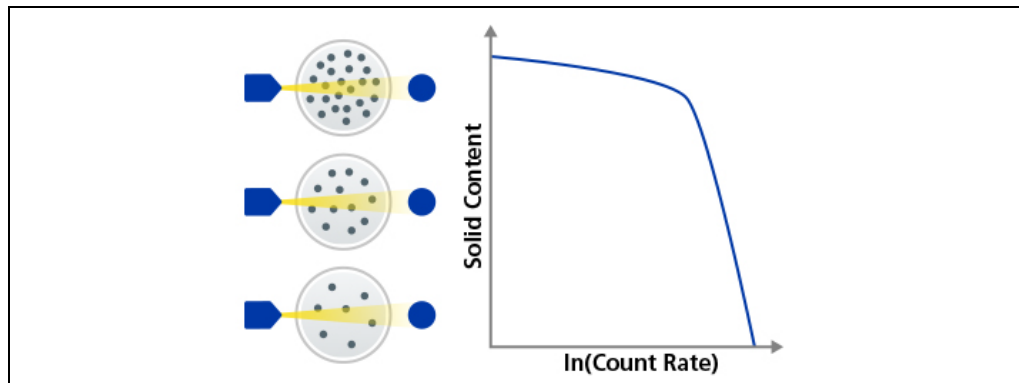


Abb. 75 Direkteingabe (Feststoffgehalt).

Wenn die Koeffizienten der Kalibrierung bekannt sind, können diese auch direkt eingegeben werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Messung bereits einmal kalibriert wurde und die Koeffizienten der früheren Kalibrierung übernommen werden können. Bei der Auswahl der direkten Eingabe müssen gültige Koeffizienten ($c_0 > 1$, $c_1 > 0$, $c_2 > 0$) angegeben werden. Bei der Ermittlung des Feststoffgehalts muss aufgrund der festgelegten hyperbolischen Abhängigkeit eine feste Anzahl an Parametern eingegeben werden.

3.7 Menü: Security

3.7.1 Untermenü: Security | Authentication

3.7.1.1 Reiter: Security | Authentication | Authentication

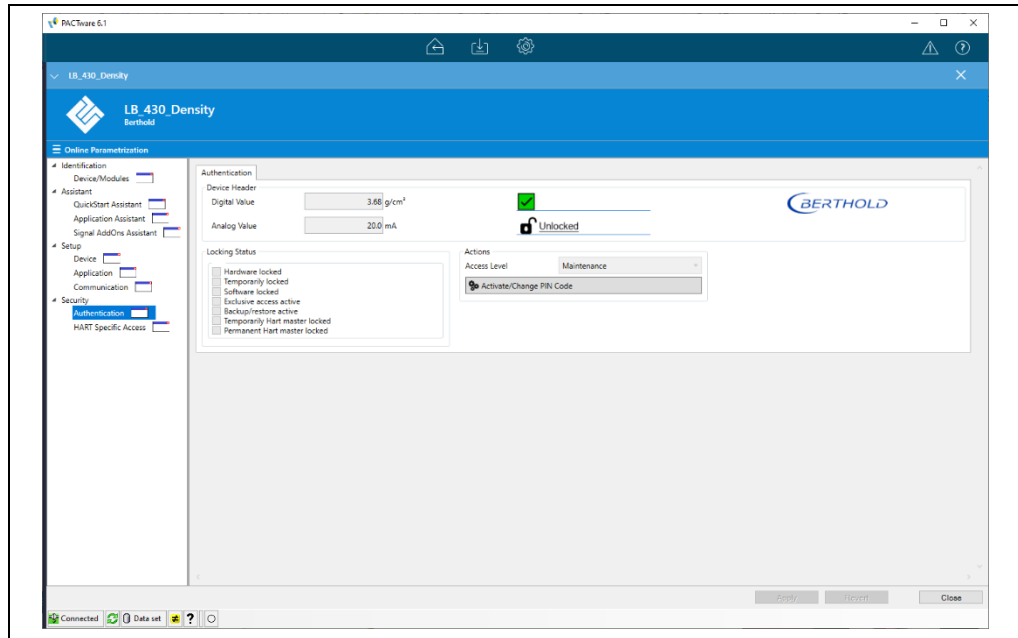


Abb. 76 Reiter: *Security | Authentication | Authentication*.

Der Reiter „**Authentication**“ dient zur Passworteingabe und der Sperrung gegen Konfigurationsänderungen. Ein Passwort muss eingegeben werden, wenn der Detektor gegen unerwünschten Zugriff verriegelt werden soll. Durch das Verriegeln wird der Zugriff auf einstellbare Parameter gesperrt. Um die Verriegelung wieder aufzuheben, muss das Passwort erneut eingegeben werden. Es können mehrere Verriegelungen aktiv sein, abhängig von der gewünschten Sicherheitsstufe des Gerätes:

Schreibschutz	Beschreibung
Hardware locked	Dipschalter im Anschlussraum auf Position „locked“. Der Schreibschutz kann nur im Anschlussraum wieder aufgehoben werden.
Temporarily locked	Das Gerät ist temporär schreibgeschützt. Der Schreibschutz kann mit einem „System Reset“ bzw. einem Geräteneustart aufgehoben werden
Software locked	Gleicher Effekt wie Hardware-Lock. Kann nur über „Security HART Specific Access“ über die Option „Lock/Unlock Device“ wieder entsperrt werden.
Exclusive Access Active	Der Passwortschutz wurde im Menü „Sicherheit Authentifizierung“ aktiviert. Die jeweiligen Bedienebenen brauchen ein Passwort, um den Schreibschutz für die Ihnen zugänglichen Parameter aufzuheben.
Backup/Restore active	Bei einem Backup- und Restore-Vorgang wird das Gerät schreibgeschützt, um eine Korruption der ausgegebenen oder eingelesenen Dateien zu verhindern.

Die Verriegelung des Gerätes gegen unbefugten Zugriff muss zunächst aktiviert werden. Im Lieferumfang sind die passwortgeschützten Zugangsebenen „Operator“ (Lesezugriff) und „Maintenance“ (Schreibzugriff), die von der Device-ID des jeweiligen Geräts abhängen, enthalten.

Nach der Aktivierung muss jeder Zugriff auf das Gerät mit dem zugewiesenen Passwort bestätigt werden. Nach 20 Minuten ohne Interaktion schaltet das Gerät automatisch in den schreibgeschützten Modus.

HINWEIS



Das Gerät kann auch ohne Aktivierung der Sicherheitsstufen betrieben werden. Unbefugter Schreibzugriff auf das Gerät ist in diesem Modus jedoch zu jeder Zeit möglich.

WICHTIG



Ein Verlust der mitgelieferten Passwörter führt dazu, dass unter Umständen kein Zugriff mehr auf das Gerät gewährleistet ist. In diesem Fall kontaktieren sie bitte den Berthold-Service. Dieser kann Ihnen ein neues Passwort zur Verfügung stellen.

3.7.2 Untermenü: Security | HART Specific Access

3.7.2.1 Reiter: Security | HART Specific Access | HART Specific Access

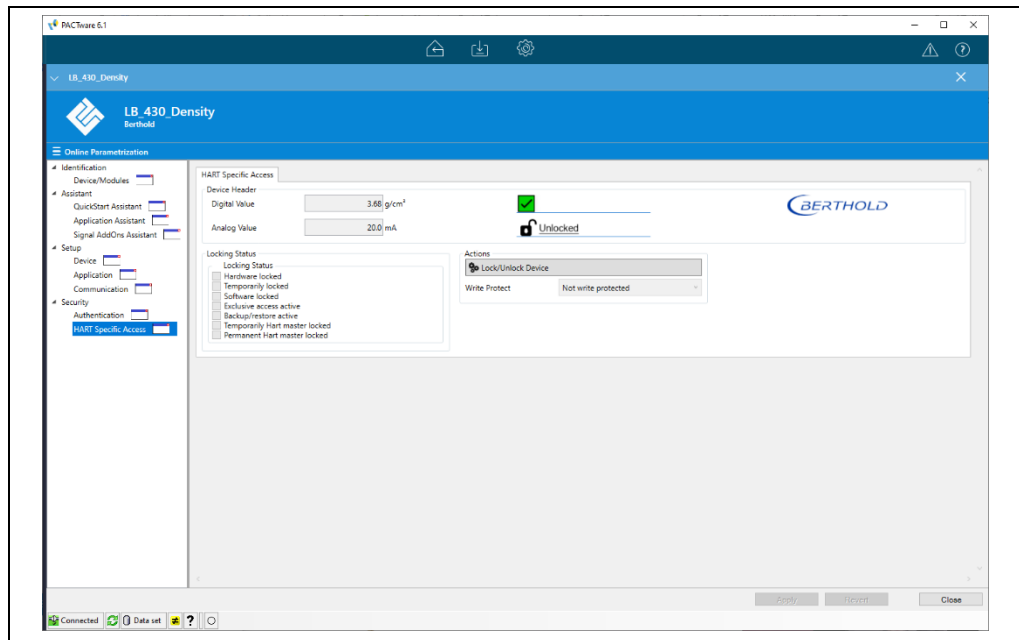


Abb. 77 Reiter: **Security** | **HART Specific Access** | **HART Specific Access**.

Dieser Reiter dient der Aktivierung/Deaktivierung der Software-Sperrung. Sollte die Authentifizierung aktiviert sein, ist die Eingabe des respektiven Passworts für die jeweilige Benutzerebene erforderlich, um das Gerät zu entsperren.

4 Hauptmenü: Offline Parameter

4.1 Einstieg in das Hauptmenü: Offline-Parameter

Der Einstieg in die Online-Parametrierung des Gerätes erfolgt über den Hauptmenübaum der jeweils verbundenen Applikation. In PACTware 6.1 wählen Sie hierfür per Rechtsklick den Punkt „Parameter“ und dann den Punkt „Parameterization“ an. Bitte beachten Sie, dass die Darstellung der Hauptmenüs zum Einstieg in die Applikation bei allen HOST-Systemen unterschiedlich ist.

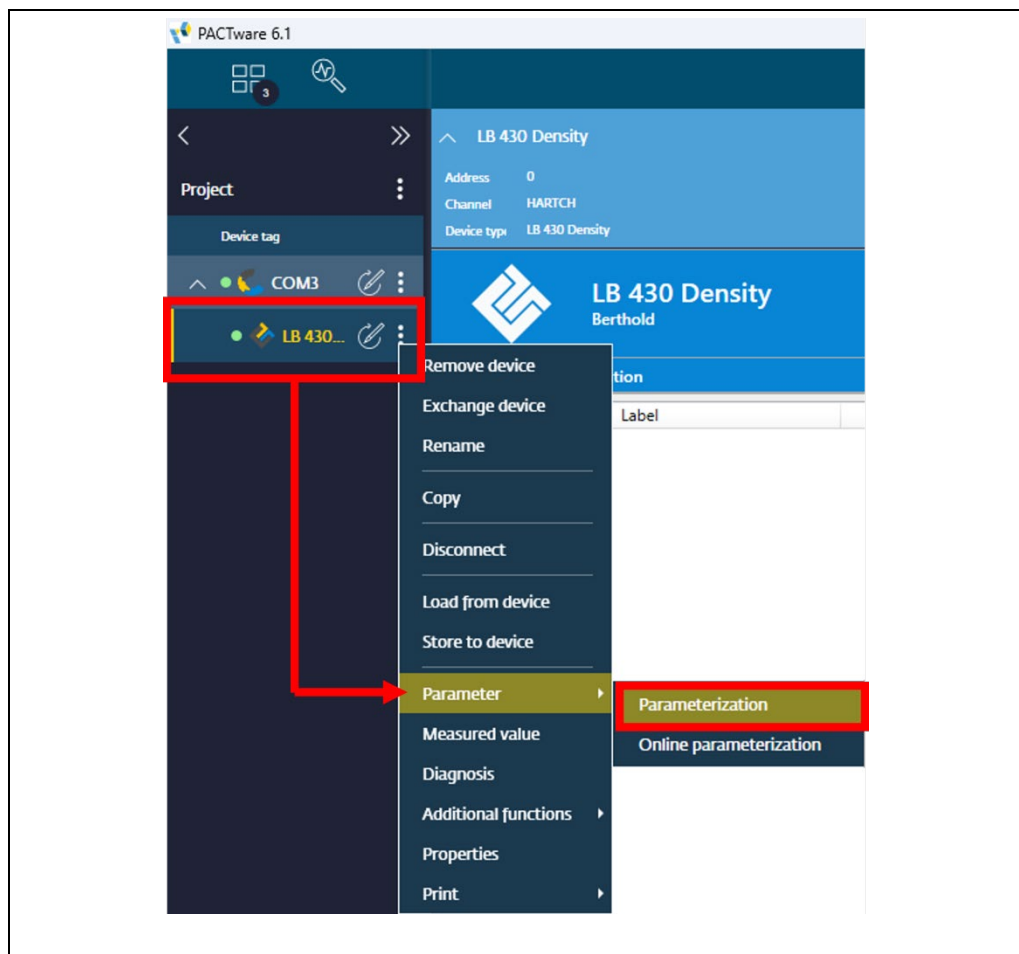


Abb. 78 Einstieg in die Offline-Parameterliste in PACTware 6.1.

4.2 Backup - Übertragen von Geräteeinstellungen in die Offline-Parameterliste

Die Übertragung von Geräteeinstellungen zur Offline-Parameterliste des HOST-Systems erfolgt über den Hauptmenübaum der jeweils verbundenen Applikation. In PACTware 6.1 wählen Sie hierfür per Rechtsklick den Punkt „Load from device“ an. Die Geräteeinstellungen werden dann an die Offline-Parameterliste übertragen. Den Fortschritt können Sie über einen Balken unter der verbundenen Applikation nachverfolgen (Abb. 79, Pos. 1). Bitte beachten Sie, dass die Darstellung der Hauptmenüs zum Einstieg in die Applikation bei allen HOST-Systemen unterschiedlich ist.

HINWEIS



Es kann immer nur ein Parametersatz eines Gerätes in die Offline-Parameterliste übertragen werden. Bei einem Factory-Reset gehen auch die Daten in der Offline-Parameterliste verloren.

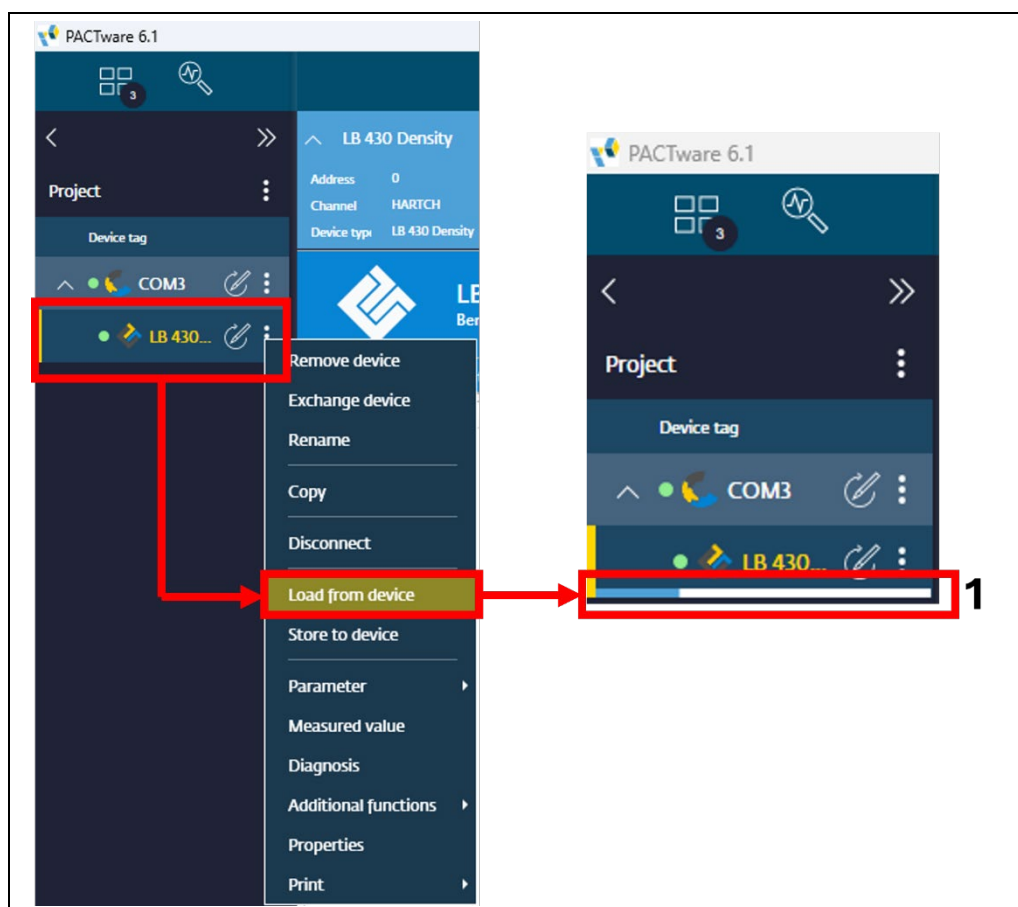


Abb. 79 Daten vom Gerät in die Offline-Parameterliste übertragen in PACTware 6.1.

4.3 Restore - Übertragen von Geräteeinstellungen aus der Offline-Parameterliste

Die Übertragung von Geräteeinstellungen von Offline-Parameterliste des HOST-Systems zum Gerät erfolgt über den Hauptmenübaum der jeweils verbundenen Applikation. In PACTware 6.1 wählen Sie hierfür per Rechtsklick den Punkt „Store to device“ an. Die Geräteeinstellungen werden dann von der Offline-Parameterliste an das Gerät übertragen. Den Fortschritt können Sie über einen Balken unter der verbundenen Applikation nachverfolgen (Abb. 80, Pos. 1) Bitte beachten Sie, dass die Darstellung der Hauptmenüs zum Einstieg in die Applikation bei allen HOST-Systemen unterschiedlich ist.

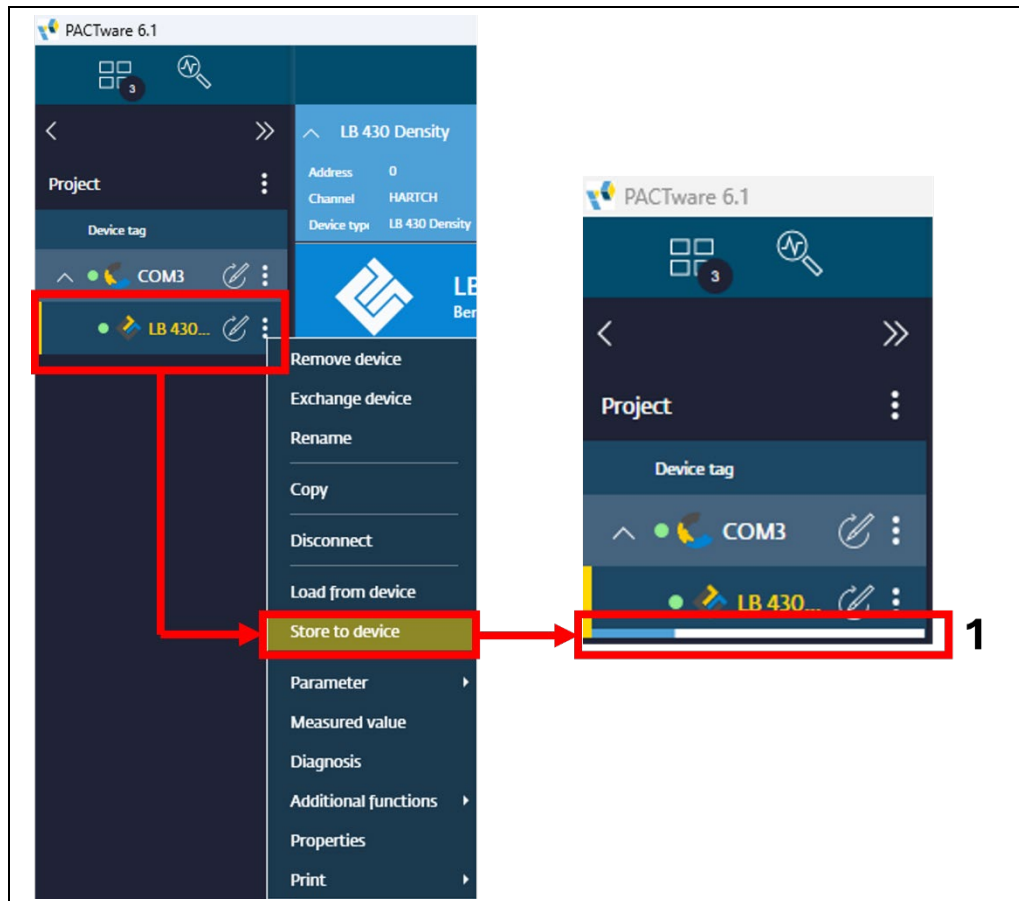


Abb. 80 Daten von der Offline-Parameterliste auf Gerät übertragen in PACTware 6.1.

4.4 Parameter-Report

Zur Erstellung eines Parameter-Reports navigieren Sie zunächst in das Hauptmenü Offline Parameter, wie in Kapitel 4.1 dieser Betriebsanleitung beschrieben. Es öffnet sich das Offline-Menü, in welchem Sie die Einstellungen des Gerätes komplett einsehen können (Abb. 81, Pos.1) Betätigen Sie zur Erstellung eines Reports die Schaltfläche „Offline Report“ (Abb. 81, Pos.2). Nun müsste sich die Routine zur Erstellung eines Parameter-Reports (Abb. 81, Pos.3) öffnen.

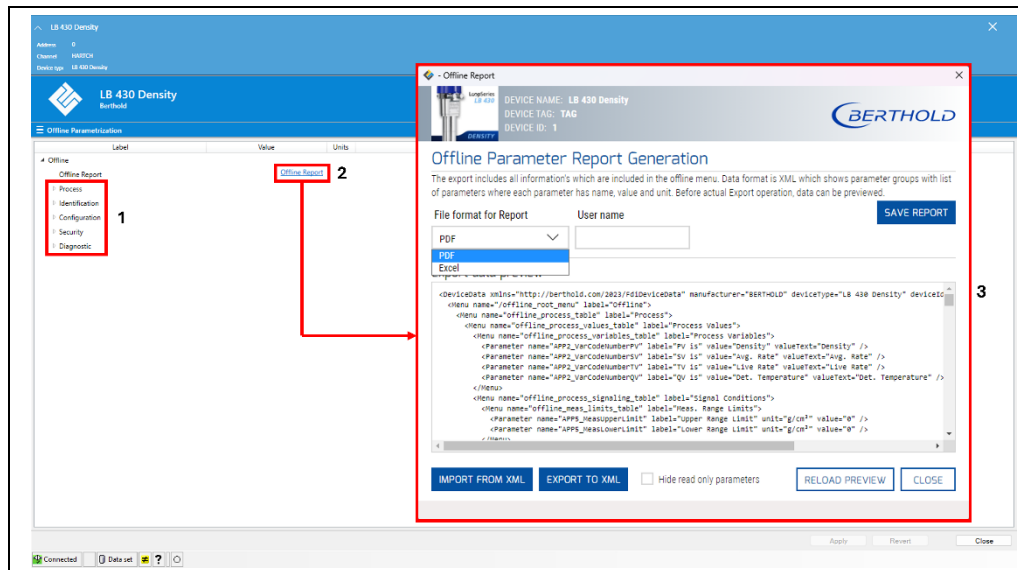


Abb. 81 Erstellung eines Parameter-Reports.

Mit Hilfe dieser Routine kann nun das Offline-Parameterset als PDF-, Excel- oder XML-Datei auf dem PC abgespeichert werden.



Tip

Die Parameter-Reports können ideal als Inbetriebnahmeprotokolle der Messungen genutzt werden. Führen Sie hierfür nach jeder Inbetriebnahme eine Speicherung der Daten im Offline-Parameterset aus, wie in Kapitel 4.2 – Backup – Übertragen von Geräteeinstellungen in die Offline-Parameterliste beschrieben. Erstellen Sie dazu eine PDF- oder Excel-Datei zur besseren Lesbarkeit als auch eine XML-Datei ab, um gegebenenfalls Geräteparameter leicht wiederherstellen zu können.

4.5 Vorgehen zur Duplizierung von Messstellen

Für die Duplikation von Messstellen können Sie wie folgt vorgehen:

1. Parametrieren und kalibrieren Sie das erste Gerät.
2. Übertragen Sie die Geräteeinstellungen in die Offline-Parameterliste, wie in Kapitel 4.2 dieser Anleitung beschrieben. Diese ist dann HOST-seitig gespeichert
3. Verbinden Sie das nächste Gerät mit dem HOST-System
4. Laden Sie die Geräteeinstellungen aus der Offline-Parameterliste auf das neu verbundene Gerät, wie in Kapitel 4.3 – Restore – Übertragen von Geräteeinstellungen aus der Offline-Parameterliste auf das Gerät beschrieben.
5. Kalibrieren Sie das neu verbundene Gerät.

***Tipp***

Falls Messstellen mit unterschiedlichen Parametrierungen dupliziert werden sollen, speichern Sie für jede unterschiedliche Geräteeinstellung eine XML-Datei, wie in *Kapitel 4.4 – Parameter Report* beschrieben, ab. Sie können so leicht zwischen unterschiedlichen Offline-Parametersets wechseln.

5

Hauptmenü: Messung

5.1 Einstieg in das Hauptmenü: Messung

Der Einstieg in das Messmenü des Gerätes erfolgt über den Hauptmenübaum der jeweils verbundenen Applikation. In PACTware 6.1 wählen Sie hierfür per Rechtsklick den Punkt „Measured value“ an. Bitte beachten Sie, dass die Darstellung der Hauptmenüs zum Einstieg in die Applikation bei allen HOST-Systemen unterschiedlich ist.

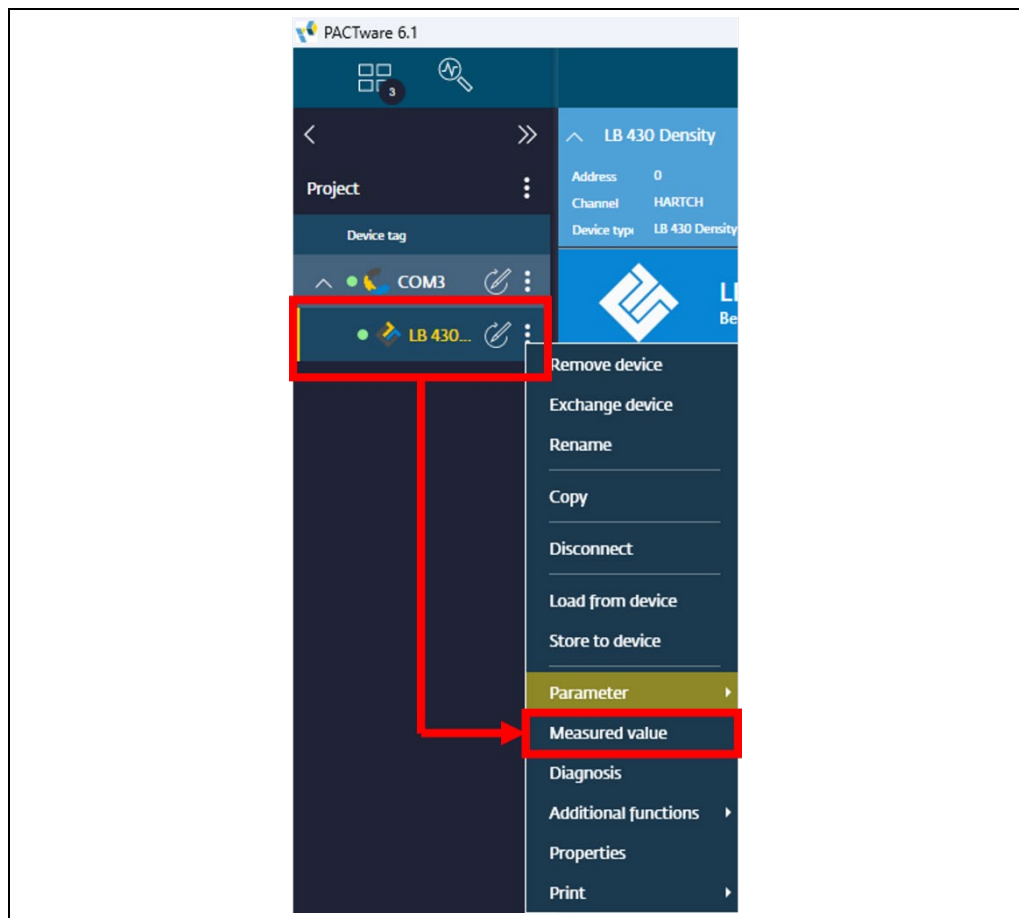


Abb. 82 Einstieg in das Messmenü in PACTware 6.1.

5.2 Menü: Process Values

5.2.1 Untermenü: Process Values | Process Values

5.2.1.1 Reiter: Process Values | Process Values | Process Values

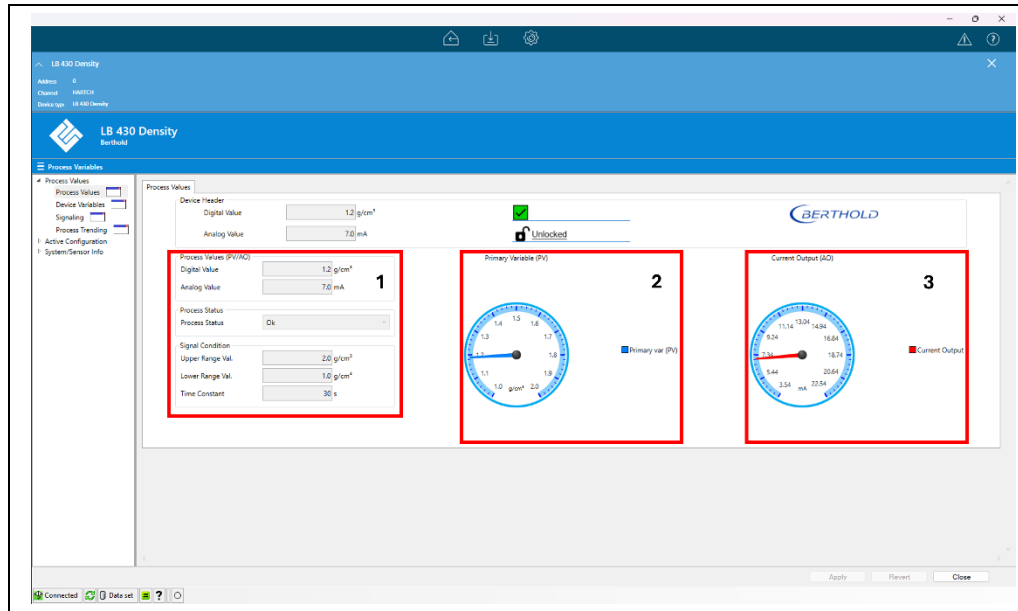


Abb. 83 Reiter: *Process Values* | *Process Values* | *Process Values* für die Dichteapplikation.

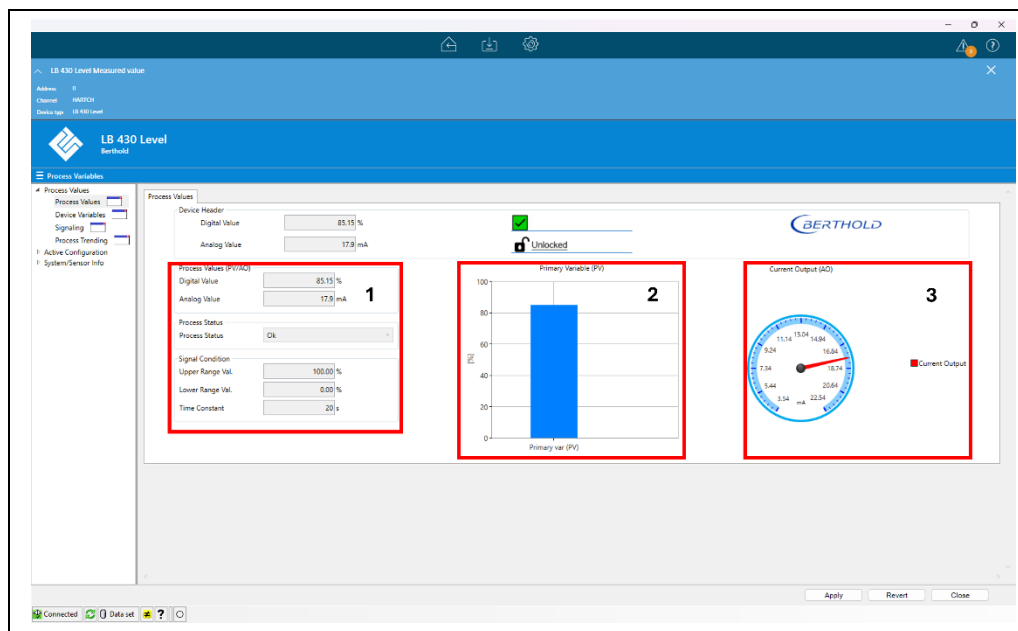


Abb. 84 Reiter: *Process Values* | *Process Values* | *Process Values* für die Füllstandsapplikation.

Im Reiter „**Process Values**“ finden Sie eine Übersicht über alle wichtigen Parameter in Ihrem Prozess. Die Darstellung unterscheidet sich hier je nach gewählter Applikation. Sollte die Dichteapplikation aktiv sein, wird das Menü wie in Abb. 83 dargestellt, bei einer aktiven Füllstandsapplikation wird das Menü wie in Abb. 84 dargestellt.

Hier finden Sie aktuelle Prozesswerte, Stromausgangswerte und Messbereichseinstellungen sowohl als Zahlenwerte (Abb. 83 und Abb. 84, Pos.1) als auch grafisch dargestellt den digitalen Prozesswert (PV, Abb. 83 und Abb. 84, Pos. 2) und den analogen Stromwert (AO, Abb. 83 und Abb. 84, Pos. 3).

5.2.2

Untermenü: Process Values | Device Variables

5.2.2.1

Reiter: Process Values | Device Variables | Device Variables

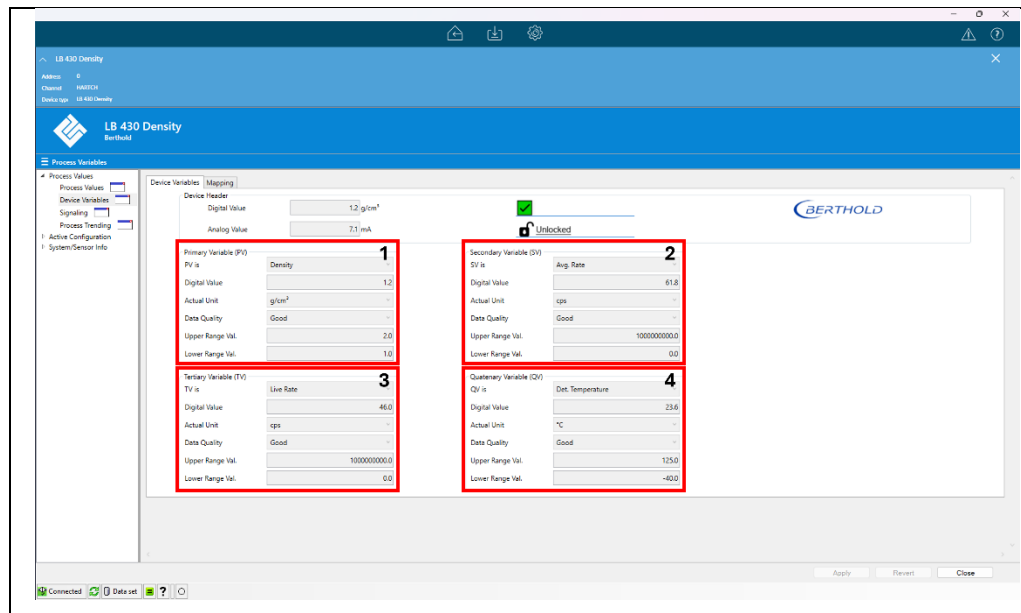


Abb. 85 Reiter: *Process Values | Device Variables | Device Variables*.

Im Reiter „**Device Variables**“ können Informationen über jede der HART-Variablen:

- PV (Primary Variable, Abb. 85, Pos. 1)
- SV (Secondary Variable, Abb. 85, Pos. 2)
- TV (Tertiary Variable, Abb. 85, Pos. 3)
- QV (Quaternary Variable, Abb. 85, Pos. 4)

abgerufen werden. Hier sind Informationen über die aktuelle Zuweisung, den digitalen Wert, eingestellte Einheit sowie der aufgespannte Messbereich zu finden. Außerdem kann hier auch die Datenqualität der laufenden Messung jeder Variablen ausgelesen werden.

5.2.2.2 Reiter: Process Values | Device Variables | Mapping

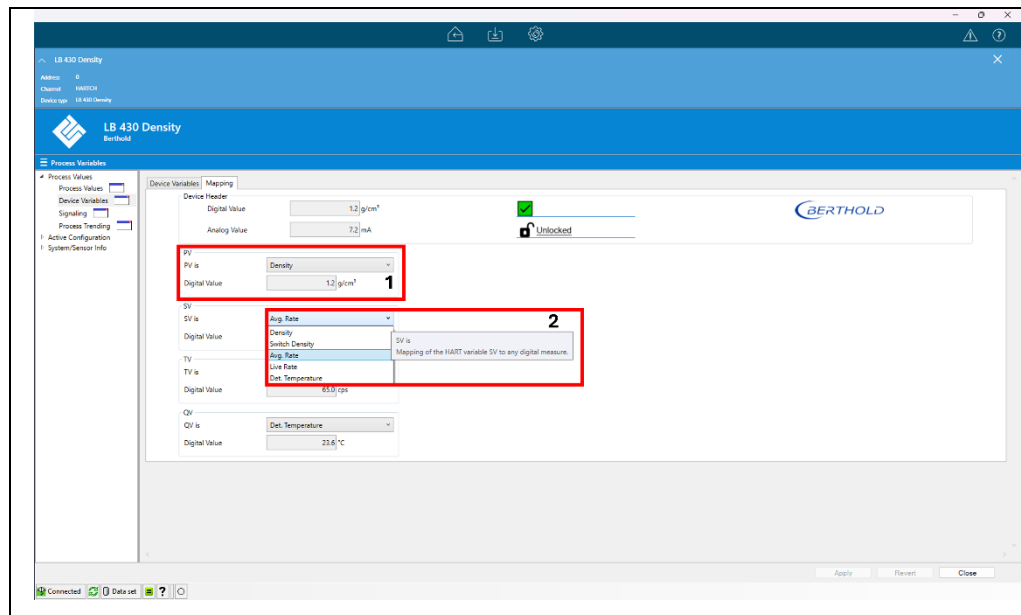


Abb. 86 Reiter: *Process Values | Device Variables | Device Variables*.

Über den Reiter „**Mapping**“ kann die Variablen-Zuweisung sowie der digitale Variablenwert eingesehen werden (Abb. 86, Pos. 1). Gegebenenfalls kann die Zuweisung jeder HART-Variable über ein Drop-Down Menü angepasst werden (Abb. 86, Pos. 2).

5.2.3 Untermenü: Process Values | Signaling

5.2.3.1 Reiter: Process Values | Device Variables | Signal Condition

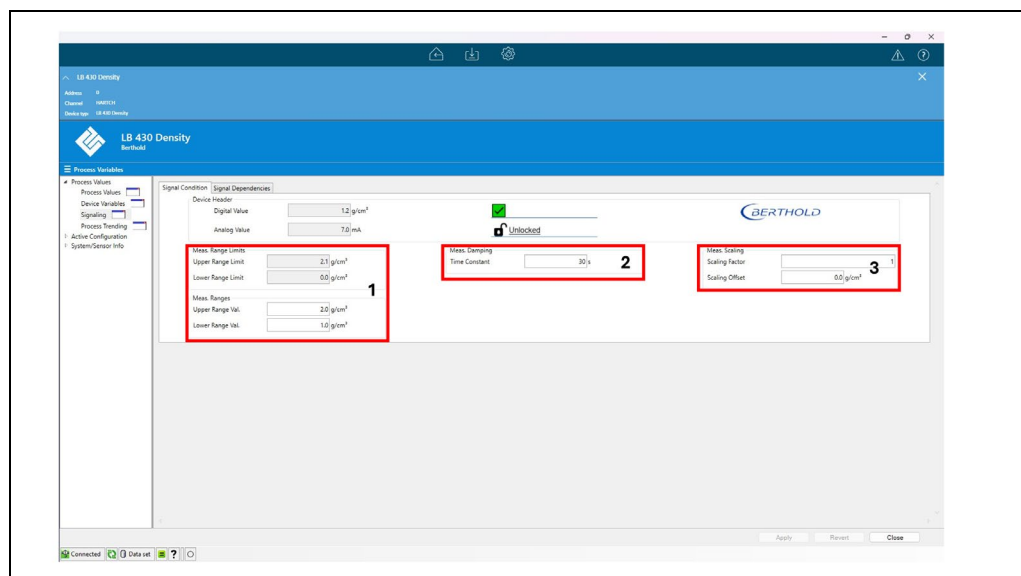


Abb. 87 Reiter: *Process Values | Signaling | Signal Conditions*.

Im Reiter „**Signal Condition**“ können die berechneten Messbereichsgrenzen eingesehen und Einstellungen für den aufgespannten Messbereich vorgenommen werden (Abb. 87, Pos. 1). Zudem lassen sich hier sowohl die Einstellungen zur Prozesswertglättung (Abb. 87, Pos. 2) als auch zur Messbereichsskalierung (Abb. 87, Pos. 3) anpassen.

WICHTIG



Das System braucht ca. 3 Zeitkonstanten, um eine Änderung im Prozess zu 99% abzubilden. D. h. bei einer Standardeinstellung von 20 Sekunden kann eine Prozessänderung nach ca. 60 Sekunden komplett abgebildet werden. Die Wahl der Zeitkonstante ist daher immer ein Kompromiss zwischen Reaktionszeit und Signalglättung.

5.2.3.2 Reiter: Process Values | Device Variables | Signal Dependencies

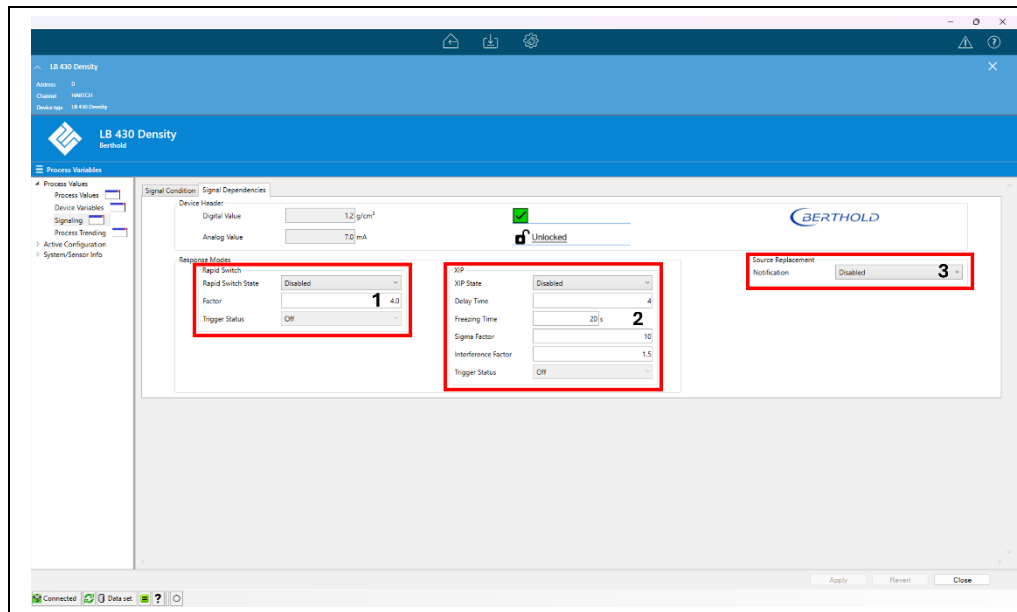


Abb. 88 Reiter: *Process Values | Signaling | Signal Dependencies*.

Im Reiter „**Signal Dependencies**“ können Sie Einstellungen für Signal-Erweiterungen vornehmen, wie zum Beispiel die Schnellumschaltung (Rapid Switch, Abb. 88, Pos. 1) oder die X-Ray Interference Protection (XIP, Abb. 88, Pos. 2).

Zusätzlich lässt sich hier die „Source Replacement Notification“ (Abb. 88, Pos. 3) aktivieren, die darauf hinweist, wenn eine alternde Strahlenquelle rechtzeitig ausgetauscht werden muss. Änderungen in diesem Menü wirken sich direkt auf die aktive Messung aus.

Rapid Switch

Die Aktivierung der Schnellumschaltung wird empfohlen, wenn Prozesswerte sich sporadisch sehr schnell ändern können (Bsp.: Schwallerkennung bei Bohrungen). Wird eine solche schnelle Prozessänderung erkannt, aktiviert sich die Schnellumschaltung automatisch und setzt die Zeitkonstante auf $\frac{1}{10}$ des eingestellten Wertes, womit die Steuereinheit auf diese Prozessänderung besser reagieren kann. Bei der Aktivierung der Schnellumschaltung muss lediglich der Sigma-Wert definiert werden. Dieser gibt an, um welchen Faktor sich die Zählrate innerhalb zweier Ausgabezyklen ändern muss, um die Schnellumschaltung zu aktivieren. Rechenbeispiel: Der Standardwert für Sigma ist 4,0, d.h. die Zählrate muss innerhalb zweier Messzyklen um das 4-fache Ansteigen oder Abfallen, um die Schnellumschaltung zu aktivieren.

XIP

XIP - kurz für „X-Ray Interference Protection“ beschreibt eine interne Funktion des Detektors, mit welcher Fremd-

strahlung erkannt wird und die Messung als auch das Gerät vor derlei Störeinflüssen gesichert wird. Diese Funktion ist insbesondere wichtig, wenn z.B. am Installationsort der Messung oft Schweißnahtprüfungen stattfinden. Wird bei aktivierter XIP-Funktion Störstrahlung erkannt, misst der Detektor für eine gewisse Zeit nicht mehr weiter und der Messwert wird eingefroren. Somit ist sichergestellt, dass sowohl die interne Zerfallskompensation als auch die Messung selbst nicht beeinflusst werden. Zudem wird der Detektor vor früher Alterung effektiv geschützt. Zur Aktivierung der XIP-Funktion müssen folgende Einstellungen gemacht werden:

- 5.) **Delay Time:** Gibt die Zeit an, nach welcher XIP bei der Erkennung von Störstrahlung ausgelöst werden soll. Der Standardwert ist auf 4 Sekunden eingestellt.
- 6.) **Freezing Time:** Gibt die Zeit an, in welcher der Messwert nach der Verzögerungszeit eingefroren bleiben soll. Als Standard werden hier 20 Sekunden empfohlen.
- 7.) **Sigma Factor:** Legt eine Prozesssignal-abhängige Zählrate fest, bei welcher XIP aktiviert werden soll.
- 8.) **Interference Factor:** Legt eine Prozesssignal-abhängige Grenz zählrate fest, bei welcher nach der Einfrierzeit XIP deaktiviert werden soll.

5.2.1

Untermenü: Process Values | Process Trending

5.2.1.1

Reiter: Process Values | Process Trending | PV/SV

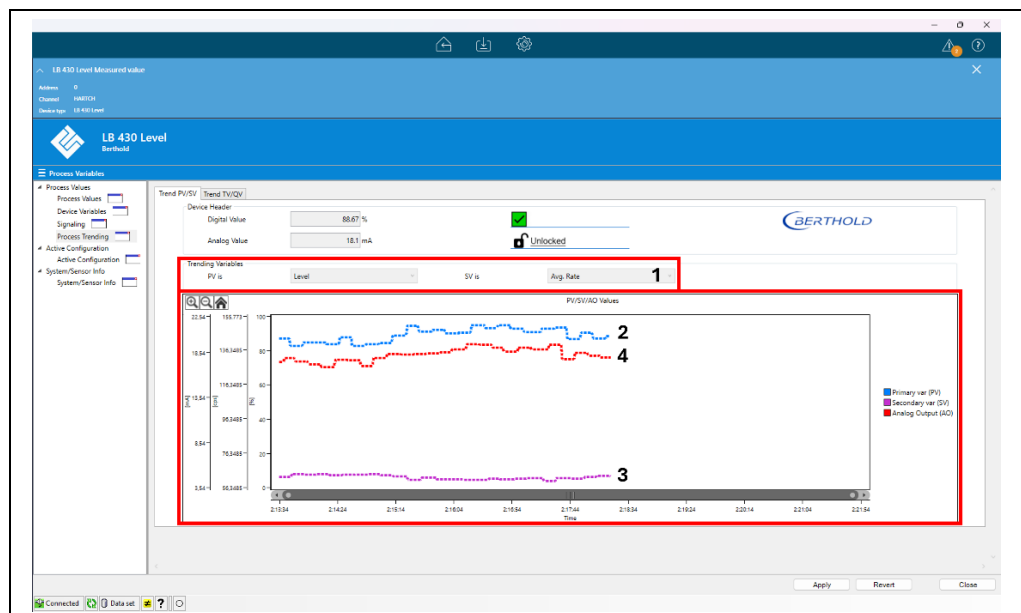


Abb. 89 Reiter: *Process Values | Process Trending | PV/SV*.

Im Reiter „PV/SV“ können Sie die Zuweisungseinstellungen der jeweiligen Variablen einsehen (Abb. 89, Pos. 1). Außerdem wird hier der zeitliche Verlauf der Gerätevariablen PV (Primary Variable, Abb. 89, Pos. 2) und SV (Secondary Variable, Abb. 89, Pos. 3) zusammen mit dem Verlauf des Stromsignals (Analog Output, Abb. 89, Pos. 4) grafisch angezeigt.

5.2.1.2 Reiter: Process Values | Process Trending | TV/QV

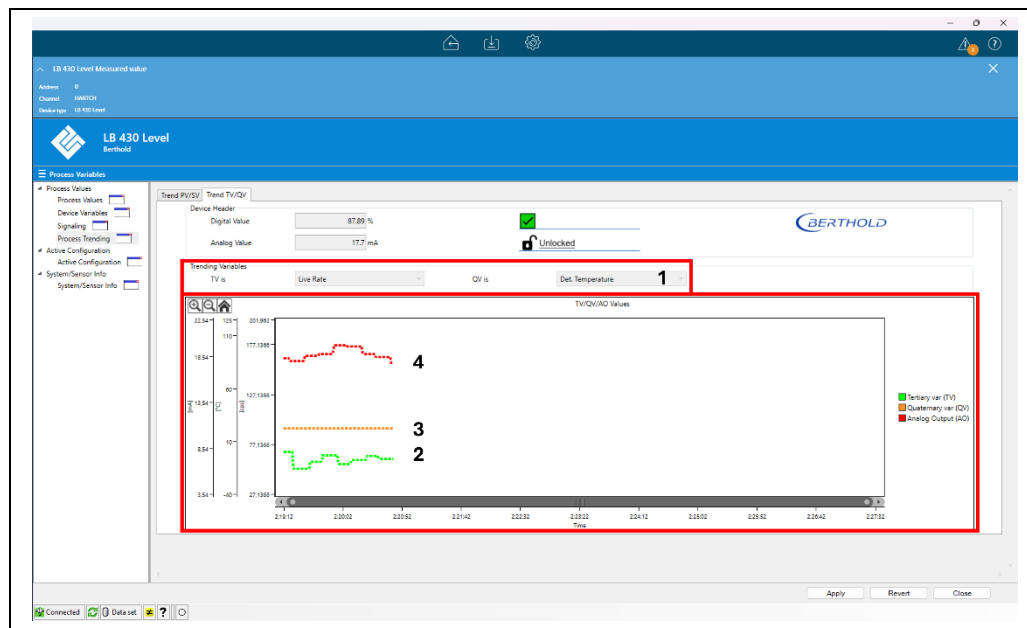


Abb. 90 Reiter: *Process Values* | *Process Trending* | *TV/QV*.

Im Reiter „TV/QV“ können Sie die Zuweisungseinstellungen der jeweiligen Variablen einsehen (Abb. 90, Pos. 1). Außerdem wird hier der zeitliche Verlauf der Gerätevariablen PV (Tertiary Variable, Abb. 90, Pos. 2) und SV (Quaternary Variable, Abb. 90, Pos. 3) zusammen mit dem Verlauf des Stromsignals (Analog Output, Abb. 90, Pos. 4) grafisch angezeigt.

5.3 Menü: Active Configuration

5.3.1 Untermenü: Active Configuration | Active Configuration

5.3.1.1 Reiter: Active Configuration | Active Configuration |

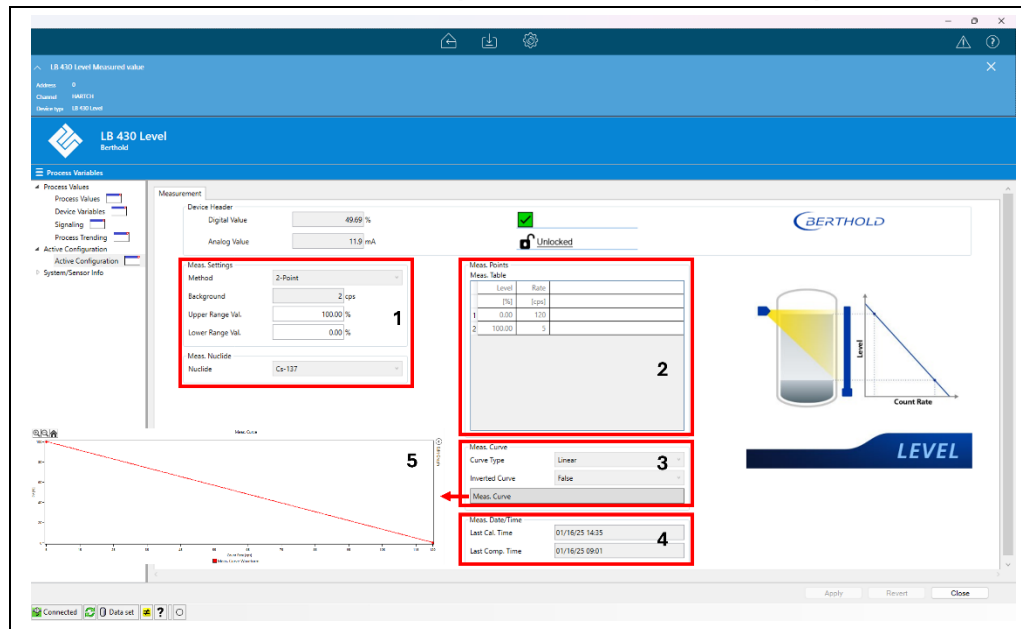


Abb. 91 Reiter: Active Configuration | Active Configuration | Measurement.

Im Reiter „**Measurement**“ können Sie die aktuelle Messkonfiguration (Abb. 91, Pos. 1), die Kalibriertabelle (Abb. 91, Pos. 2) und die Einstellungen der Kalibrierkennlinie (Abb. 91, Pos. 3) einsehen, die auf der aktuellen Kalibrierung des Geräts basieren.

Außerdem können Sie überprüfen, wann das Gerät zuletzt kalibriert wurde und wann die letzte Zerfallskompensation durchgeführt wurde (Abb. 91, Pos. 4). Mit einem Klick auf die Schaltfläche **Meas. Curve** wird die aktuell verwendete Kalibrierkurve berechnet und angezeigt (Abb. 91, Pos. 5).

5.4 Menü: System/Sensor Info

5.4.1 Untermenü: System/Sensor Info | System/Sensor Info

5.4.1.1 Reiter: System/Sensor Info | System/Sensor Info | System/Sensor Info

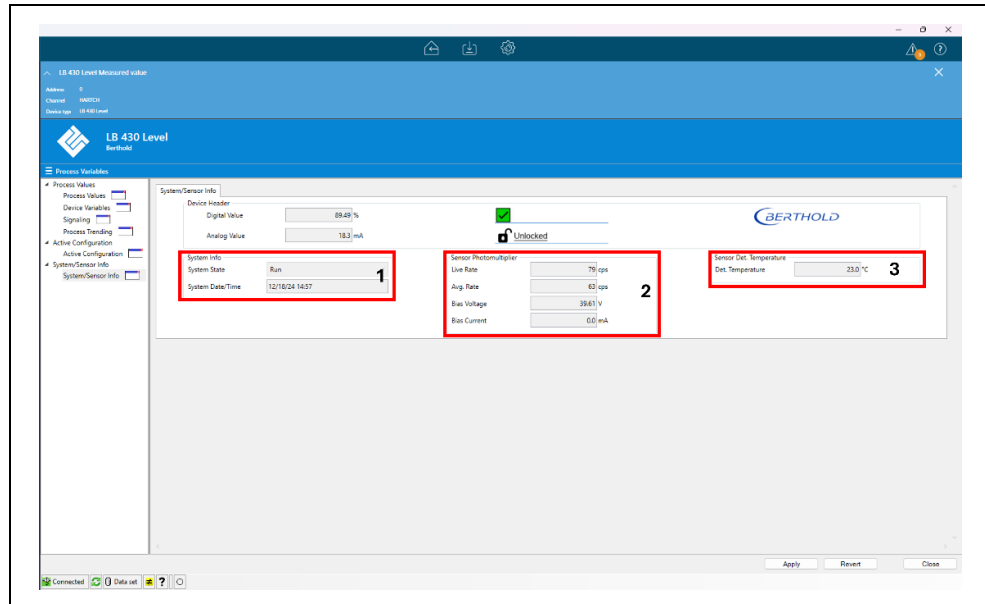


Abb. 92 Reiter: *System/Sensor Info* | *System/Sensor Info* | *System/Sensor Info*.

Im Reiter „**System/Sensor Info**“ können Sie aktuelle Informationen zum Gesamtsystem abrufen. Dazu gehören der Gerätestatus und die aktuelle Systemzeit (System Info, Abb. 92, Pos. 1), die Zählraten, Spannungen und Ströme (Sensor Photomultiplier, Abb. 92, Pos. 2) sowie die Detektortemperatur (Sensor Det. Temperature, Abb. 92, Pos. 3).

6

Hauptmenü: Diagnose

6.1 Einstieg in das Hauptmenü: Diagnose

Der Einstieg in das Diagnose-Hauptmenü erfolgt über den Hauptmenübaum der jeweils verbundenen Applikation. In PACTware 6.1 wählen Sie hierfür per Rechtsklick den Punkt „Diagnosis“ an. Bitte beachten Sie, dass die Darstellung der Hauptmenüs zum Einstieg in die Applikation bei allen HOST-Systemen unterschiedlich ist.

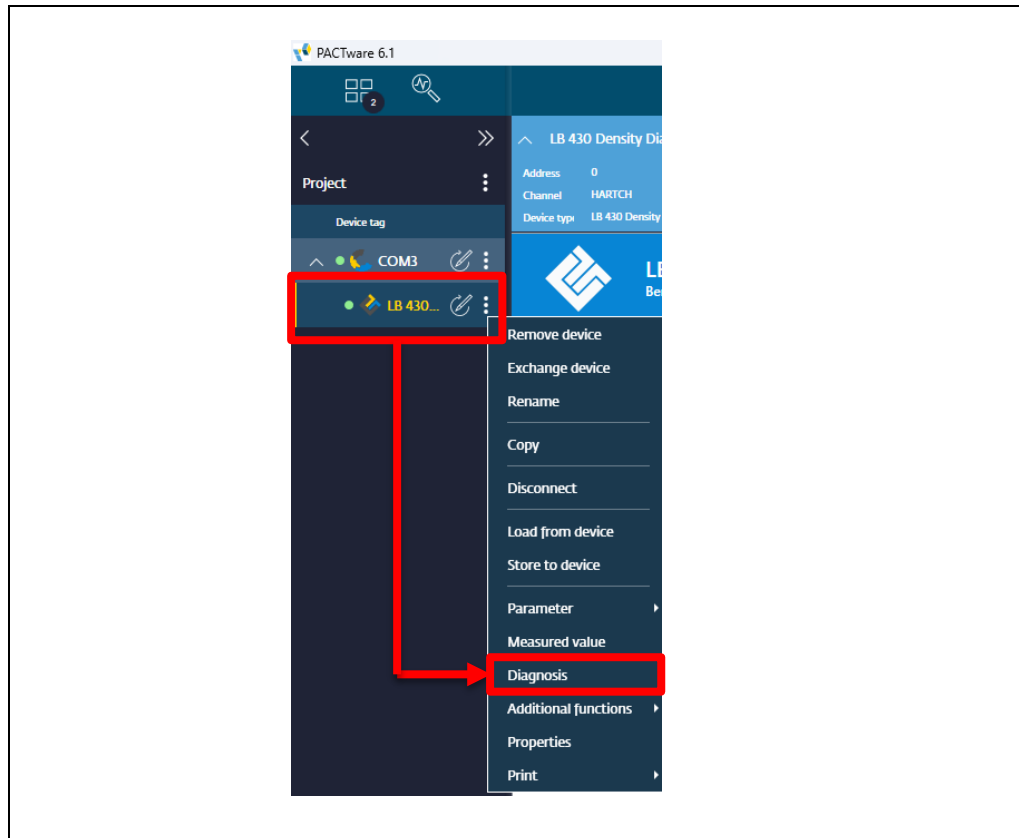


Abb. 93 Einstieg in das Diagnose-Hauptmenü.

6.2 Menü: Device Status Events

6.2.1 Reiter: Device Status Events | Active Event

Im Reiter „**Active Event**“ können Informationen über das momentan höchstpriorisierte aktive Event eingesehen werden. Alle Events werden mit einem Code (Abb. 94, Pos. 1) in der Form:

F 000

gemeldet. Der Buchstabe beschreibt dabei den „Condensed Status“ nach NAMUR 107 (Abb. 94, Pos. 2), und der dreistellige Code den spezifischen Event-Code.

Zu jeder Fehlermeldung ist in der Software eine kurze Beschreibung (Abb. 94, Pos. 3) sowie eine Instruktion (Abb. 94, Pos. 4) hinterlegt, welcher unbedingt Folge zu leisten ist, um den reibungslosen Betrieb des Gerätes zu gewährleisten.

HINWEIS



Zusätzlich zu den angezeigten Event-Codes wird auch immer eine „Service ID“ angezeigt. Diese beschreiben das zugrunde liegende Problem für den Berthold Service und werden im Rahmen dieser Betriebsanleitung nicht weiter behandelt.

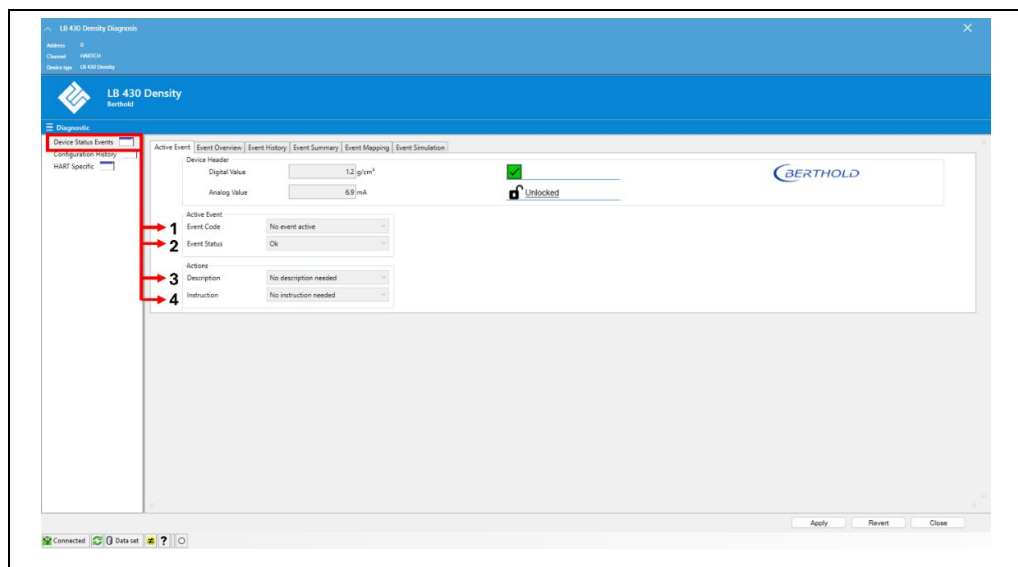


Abb. 94 Reiter: *Device Status Events* / *Active Event*.

6.2.2 Reiter: Device Status Events | Event Overview

Im Reiter „Event Overview“ kann visuell dargestellt werden, welche Events im Gerät momentan aktiv sind. Dies ist besonders hilfreich, wenn mehrere Events zur gleichen Zeit stattfinden. In den Fenstern „Device Specific Status 0 – 5“ sind die Gerätespezifischen Events gelistet, während in dem Fenster „Device Specific Status 6“ Applikationsspezifische Events, z.B. aktive Alarmer, aufgelistet sind.

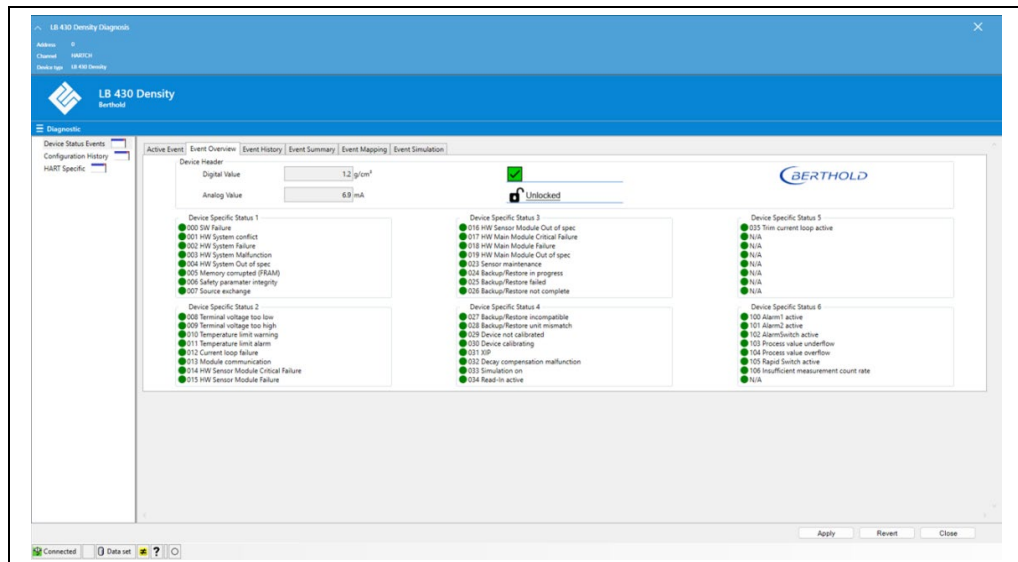


Abb. 95 Reiter: *Device Status Events* / *Event Overview*.

6.2.3 Reiter: Device Status Events | Event History

Im Reiter „Event History“ kann der Event-Log des Gerätes eingesehen werden, in dem einzelne Events in ihrer zeitlichen Abfolge hinterlegt werden, wenn sie nicht als aktives Event gekennzeichnet sind. Der Event-Log muss zunächst durch Klicken auf die Schaltfläche **Refresh** (Abb. 96, Pos. 1) geladen werden, bevor er einsehbar wird.

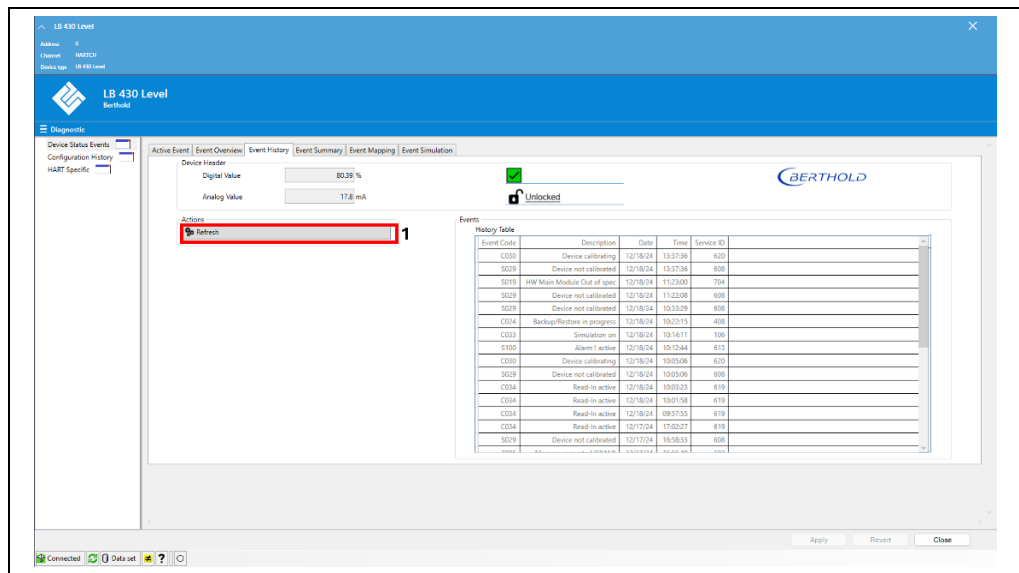


Abb. 96 Reiter: *Device Status Events | Event History*.

HINWEIS



Wenn die Schaltfläche **Refresh** nicht sichtbar ist, ist der Event-Log auf dem aktuellen Stand.

6.2.4 Reiter: Device Status Events | Event Summary

In dem Reiter „Event Summary“ kann eine Zusammenfassung der gesamt vom Gerät gemeldeten Events angezeigt werden. In der Spalte „Event-ID“ werden alle für das Gerät mögliche Events angezeigt. In der Spalte „Counter“ wird angezeigt, wie oft das jeweilige Event schon aufgetreten ist. Die Spalten „Date/Time In“ sowie „Date/Time Out“ geben den Hinweis, wann und wie lange das jeweilige Event zuletzt eingetreten ist. Die Schaltfläche  **Refresh** (Abb.97, Pos. 1) muss zunächst betätigt werden.

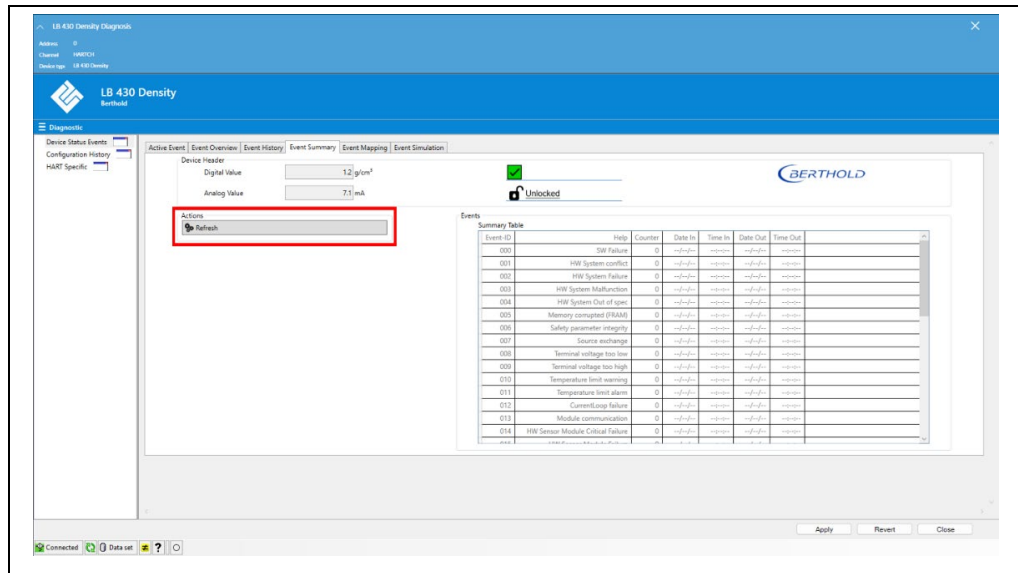


Abb. 97 Reiter: *Device Status Events | Event Summary*.

HINWEIS



Wenn die Schaltfläche  **Refresh** nicht sichtbar ist, ist der Event-Log auf dem aktuellen Stand.

6.2.5 Reiter: Device Status Events | Event Mapping

Für das Gerät können bestimmte Event-IDs in ihrer Auswirkung auf den Prozess angepasst werden. Die betroffenen Event-IDs sind in *Kapitel 6.4 – Gerätespezifische Event Codes* und *Kapitel 6.5 – Applikationsspezifische Event Codes* in der Spalte „Konfigurierbar“ mit „Ja“ gekennzeichnet. Diese Anpassung, das sogenannte „Event-Mapping“, erfolgt über den Reiter „Event Mapping“.

Um das Event-Mapping zu starten, klicken Sie auf die Schaltfläche  **Change Profile** (Abb. 98, Pos. 1). Daraufhin können Sie im Drop-Down Menü zwischen den Profilen „Standard“, „SIL“, und „Custom“ wählen. Wählen Sie „Custom“ (Abb. 98, Pos. 2), um individuelle Einstellungen vorzunehmen.

Für die konfigurierbaren Events öffnet sich jetzt eine Auswahl, in der Sie den „Condensed Status“ nach NAMUR 107 (Abb. 98 Pos. 3) und die Abwicklung des Events auf in der Prozessleitwarte festlegen können (Abb. 98, Pos. 4).

- Bei „**Active**“ wird der Status an die Prozessleitwarte gemeldet.
- Bei „**No Effect**“ wird das Event nur im Gerät angezeigt und nicht weitergemeldet.

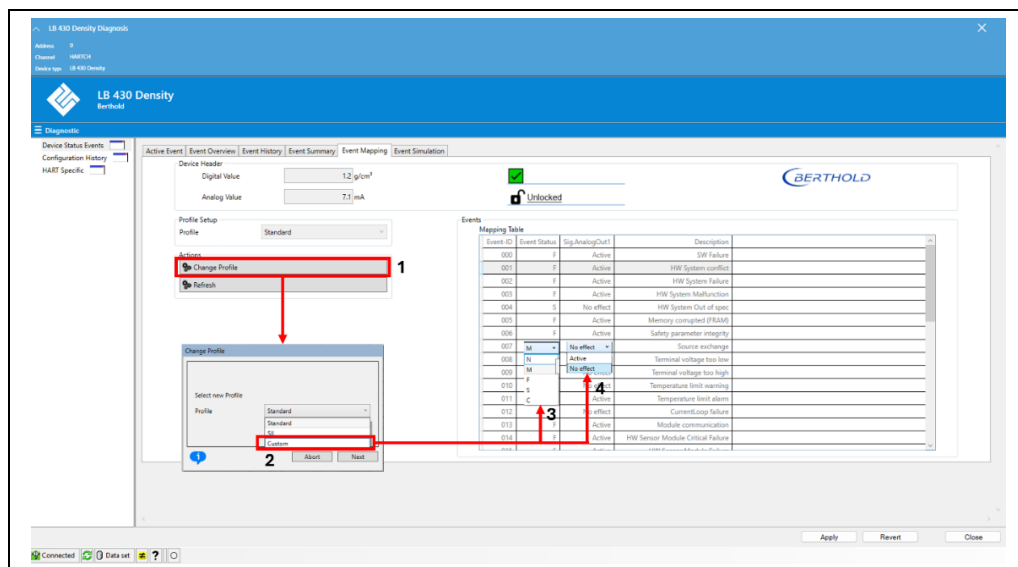


Abb. 98 Reiter: *Device Status Events | Event Mapping*.

6.2.6 Reiter: Device Status Events | Event Simulation

Im Reiter „Event Simulation“ können alle möglichen Events simuliert werden. Dabei wird sowohl die Gerätesignalisierung als auch der Einfluss auf den Stromausgang nachgestellt. Solange der Simulationsmodus aktiv ist, sendet das Gerät den NAMUR-Status „Check Function“ an die Prozessleitwarte, bis der Modus manuell deaktiviert wird oder das Gerät neu gestartet wird.

Um den Simulationsmodus zu starten oder zu beenden, klicken Sie auf die Schaltfläche **Enable/Disable Simulation**. In der Eventliste kann nun für jedes Event im Drop-Down Menü die Option „Active“ oder „Not active“ gewählt werden wobei die Simulation des Events mit der Option „Active“ gestartet wird.

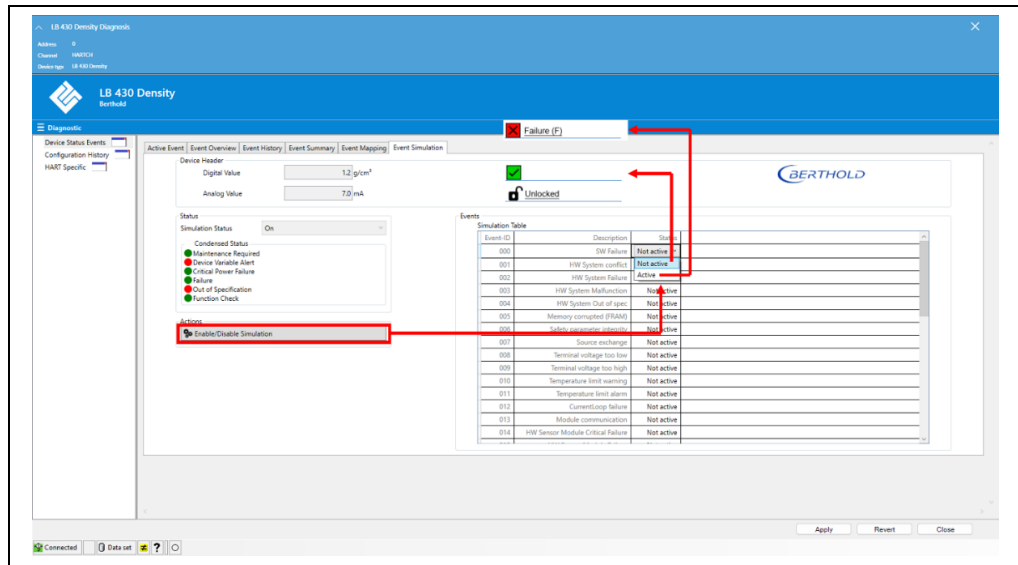


Abb. 99 Reiter: *Device Status Events | Event Simulation*.

6.3 Gerätespezifische Event Codes

Event-Meldungen können den Gerätestatus beeinflussen. Der übermittelte NAMUR-Status hängt dabei unter Umständen vom Event-Mapping-Profil ab (siehe Kapitel 6.1.6 dieser Betriebsanleitung – Device Status Events | Event Mapping). Ein Event kann im Standard-Modus beispielsweise den Status „**Out of Specification**“ (S) senden, während es im Sicherheitsmodus den Status „**Failure**“ (F) übermittelt.

Symbol	Name	Beschreibung
N	No effect	Event wird für den Gerätestatus nicht berücksichtigt
S	Out of specification	Einer oder mehrere Parameter befinden sich außerhalb der spezifizierten Grenzen
M	Maintenance required	Wartung benötigt, z.B. Tausch der Strahlenquelle
C	Function check	Routinen im Gange, z.B. Kalibrierung
F	Failure	Hardware oder Software-Fehler erkannt. Die Messung ist beeinflusst.

Code		Meldung	Konfigurierbar	Beschreibung/Instruktion
Modus Standard	Modus Safety			
F000	F000	SW Failure	Nein	Software-Probleme mit Timing, Datenaustausch, fehlerhafter RAM-Speicher oder Gerätemodul kann nicht kontaktiert werden. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. Führen Sie einen Neustart durch. Wenn das Problem weiterhin besteht, kontaktieren Sie den Berthold Service.
F001	F001	HW System Conflict	Nein	Hardware-Kompatibilitätsprobleme. Z.B. nach Einbau inkompatibler Module. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. Kontaktieren Sie den Berthold Service.
F002	F002	HW System Failure	Nein	Hardware-Komponente fehlerhaft. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. Kontaktieren Sie den Berthold Service.

F003	F003	HW System Malfunction	Nein	Hardware-Komponente fehlerhaft, die Messung ist nicht unterbrochen. Betrifft unmittelbar die Zerfallskompensation der Zählraten und Kalibrierdaten. • Setzen Sie die Systemzeit erneut und starten Sie das Gerät über einen System Reset neu. Sollte der Fehler bestehen bleiben, kontaktieren Sie den Berthold Service.
S004	S004	HW System Out of spec	Ja	Watchdog Jumper auf „Aus“. • Kontaktieren Sie den Berthold Service.
F005	F005	Memory corrupted (FRAM)	Nein	Datensatz ist ungültig/beschädigt. Möglicherweise durch SW-Update oder fehlgeschlagene Schreiboperation. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. • Führen Sie einen Repair Reset aus und starten Sie das Gerät danach mit einem System Reset neu. Sollte der Fehler bestehen bleiben, führen Sie einen Factory Reset aus und starten Sie das Gerät mit einem System Reset neu. Sollte der Fehler weiterhin bestehen bleiben, kontaktieren Sie den Berthold Service.
M007	M007	Source exchange	Ja	Meldung, wenn Tausch der Strahlenquelle nötig ist. Abhängig vom eingestellten Nuklid und der damit verbundenen Halbwertszeit. • Für den Tausch der Strahlenquelle, kontaktieren Sie den Berthold Service.
F008	F008	Terminal voltage too low	Nein	Klemmenspannung zu niedrig. Das Gerät wird in einen Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. • Prüfen Sie die angelegte Klemmenspannung. Diese muss über 14 V liegen. Erhöhen Sie ggf. die Klemmenspannung.
S009	S009	Terminal voltage too high	Nein	Klemmenspannung zu hoch. Es besteht Überspannungsgefahr für das Gerät. • Prüfen Sie die angelegte Klemmenspannung. Diese sollte unter 30 V liegen. Verringern Sie ggf. die Klemmenspannung.

S010	S010	Temperature limit warning	Ja	Das Gerät steht kurz vor der Überschreitung der Grenztemperatur. Überprüfen Sie die Umgebungstemperatur und verringern Sie diese nach Möglichkeit. Benutzen sie gegebenenfalls eine Wasserkühlung, um den Temperatureintrag zu verringern.
F011	F011	Temperature limit alarm	Nein	Außerhalb des gültigen Temperaturbereichs. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. Überprüfen Sie, ob Sie das Gerät innerhalb der Spezifikationsgrenzen betreiben. Starten Sie das Gerät mit einem System Reset neu. Benutzen sie gegebenenfalls eine Wasserkühlung, um den Temperatureintrag zu verringern.
F012	F012	CurrentLoop failure	Nein	Fehler im prozessrelevanten Stromausgang. Der Stromausgang ist in diesem Moment nicht zuverlässig. Fehlerströme können ggf. nicht an das Prozessleitsystem übermittelt werden. Kontaktieren Sie den Berthold Service
F013	F013	Module communication	Nein	Kommunikationsprobleme auf Modulebene, Fehlerhafter Datenaustausch zwischen zwei Modulen (z.B. LB 430 Sensor und Display) Führen Sie einen Neustart über einen System Reset durch. Sollte der Fehler bestehen bleiben, kontaktieren Sie den Berthold-Service
F014	F014	HW Sensor Module Critical Failure	Nein	Kritischer Fehler im Sensor Modul. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. Kontaktieren Sie den Berthold Service
F015	F015	HW Sensor Module Failure	Nein	Fehler im Sensor Modul. Das Gerät übermittelt einen Fehlerstrom. Kontaktieren Sie den Berthold Service

S016	S016	HW Sensor Module Out of spec	Ja	Sensor Module außerhalb der Spezifikationsgrenzen. Z.B. durch Triggerung des Watchdogs. Das Gerät übermittelt einen Fehlerstrom. Führen Sie einen Systemneustart über den System-Reset aus und kontaktieren Sie den Berthold Service.
F017	F017	HW Main Module Critical Failure	Nein	Kritischer Fehler im Main Module. Das Gerät wird in den Sicherheitsmodus überführt. Die Messung ist gestoppt. Kontaktieren Sie den Berthold-Service.
F018	F018	HW Main Module Failure	Nein	Fehler im Main Module. Triggert den Watchdog in jedem Fall. Ein Fehlerstrom wird übermittelt. Führen Sie einen Systemneustart über den System-Reset aus und kontaktieren Sie den Berthold Service.
S019	S019	HW Main Module Out of spec	Ja	Hauptmodul (Prozessiereinheit) außerhalb der Spezifikationsgrenzen. Kontaktieren Sie den Berthold Service.
M023	M023	Sensor maintenance	Ja	Messung außerhalb der Spezifikation. Kontaktieren Sie den Berthold Service.
C024	F024	Backup/Restore in progress	Ja	Backup/Restore Vorgang aktiv. Keine Aktion erforderlich.
F025	F025	Backup/Restore failed	Ja	Backup/Restore Vorgang wurde unterbrochen. Überprüfen Sie die Geräteverbindung und starten Sie Ihren Backup/Restore Vorgang erneut. Sollte der Fehler bestehen bleiben, kontaktieren Sie den Berthold Service.
S026	F026	Backup/Restore not complete	Ja	Backup/Restore kompatibel, aber nicht vollständig. Dies kann unter Umständen bei der Wiederherstellung der Geräteeinstellungen nach einem Softwareupdate vorkommen, wenn zusätzliche Parameter mit dem Software-Update verfügbar sind. Vergleichen Sie die Softwareversionen zur Zeit des Backups und zur Zeit des Restore. Erstellen Sie bestenfalls ein Backup nach jedem Softwareupdate.

F027	F027	Backup/Restore incompatible	Ja	Konflikt der Softwareversionen zwischen Gerät und Backup-Datei. Kommt nur vor, wenn Detektorsoftware aktueller ist als zur Zeit des Backups. Neu hinzugekommene Parameter können nicht wiederhergestellt werden, da sie nicht in der Backup-Datei vorhanden sind. Gerät erneut manuell konfigurieren und Backup erstellen.
F028	F028	Backup/Restore unit mismatch	Ja	Eine Einheit im Backup passt nicht zu den eingestellten Einheiten des Gerätes (z.B. g/cm³ <-> kg/m³). Stellen Sie die Einheiten am Gerät gemäß den Angaben in der Backup-Datei um und starten Sie den Restore-Vorgang erneut.
S029	S029	Device not calibrated	Nein	Gerät nicht kalibriert. Kalibrieren Sie das Gerät.
C030	C030	Device calibrating	Nein	Gerät wird kalibriert. Keine Aktion erforderlich.
S031	S031	XIP	Ja	Störstrahlung detektiert. Der Messwert ist eingefroren. Keine Aktion erforderlich. Sollte der XIP-Modus zu lange bestehen oder dauerhaft gemeldet werden, kontaktieren Sie den Berthold Service.
M032	M032	Decay compensation malfunction	Nein	Fehler bei der Kompensation der Detektorparameter für den radioaktiven Zerfall der Strahlenquelle. Überprüfen Sie, ob die Systemzeit richtig gesetzt. Überprüfen Sie den Kompensationszeitstempel. Dieser sollte jeden Tag aktualisiert werden. Setzen Sie gegebenenfalls die Systemzeit und kalibrieren Sie das Gerät neu. Sollte der Fehler bestehen bleiben, kontaktieren Sie den Berthold Service.
C033	C033	Simulation on	Nein	Simulation ist aktiv. Die Messung ist davon beeinflusst. Beenden Sie ggf. den Simulationsmodus oder starten Sie das Gerät neu.
C034	C034	Read-In active	Ja	Einlesen von Hintergrundzählraten / Kalibrierpunkten aktiv. Keine Aktion erforderlich.
C035	C035	Trim current active	Nein	Stromausgang wird kalibriert. Keine Aktion erforderlich.

6.4 Applikationsspezifische Event Codes

Neben den Gerätespezifischen Event-Codes unterstützt das System auch applikationsspezifische Events. Diese dienen zur Signalisierung von Alarmen oder zur Ausführung von routinespezifischen Aufgaben.

6.4.1 Applikation Füllstand

Code		Meldung	Konfigurierbar	Beschreibung/Instruktion
Modus Standard	Modus Safety			
S100	S100	Alarm1 active	Ja	Alarm 1 ist aktiv. Abhängig von der individuellen Einstellung die betroffene Prozessvariable prüfen.
S101	S101	Alarm2 active	Ja	Alarm 2 ist aktiv. Abhängig von der individuellen Einstellung die betroffene Prozessvariable prüfen.
S102	S102	AlarmSwitch active	Ja	Der Schaltalarm ist aktiv. Abhängig von der individuellen Einstellung die betroffene Prozessvariable prüfen.
N103	N103	Level underflow	Ja	Füllstand < 0%. - Kalibrierung könnte fehlerhaft sein. Überprüfen Sie die Kalibrierung - Prüfen Sie, ob Störstrahlung vorhanden ist.
N104	N104	Level overflow	Ja	Füllstand > 100%. - Die Kalibrierung könnte fehlerhaft sein. Bitte überprüfen Sie die Kalibrierung. - Überprüfen Sie, ob die Strahlenquelle geschlossen ist. Falls nötig, öffnen Sie den Shutter der Abschirmung.
S105	S105	Rapid Switch active	Ja	Schnellschaltung ist aktiv. Die Zeitkonstante wird bei schnellen Prozessänderungen automatisch auf 1/10 des eingestellten Wertes gesetzt. Nur anwendbar bei Kompatibilität mit Zeitkonstante des Host-Systems.
C106	C106	Adjust active	Ja	Anpassung der Kalibrierkurve wird durchgeführt. Nach Tausch der Strahlenquelle oder bei Auskalibrieren von Wandablagerungen anwendbar.

6.4.2 Applikation Dichte

Code		Meldung	Konfigu- rierbar	Beschreibung/Instruktion
Modus Stan- dard	Modus Safety			
S100	S100	Alarm1 active	Ja	Alarm 1 ist aktiv. Abhängig von der individuellen Einstellung die betroffene Prozessvariable prüfen.
S101	S101	Alarm2 active	Ja	Alarm 2 ist aktiv. Abhängig von der individuellen Einstellung die betroffene Prozessvariable prüfen.
S102	S102	ApplicationAlarm ac- tive	Ja	Der Schotalarm ist aktiv. Abhängig von der individuellen Einstellung die betroffene Prozessvariable prüfen.
N103	N103	PV underflow	Ja	Die Prozessvariable (PV) liegt unterhalb des eingestellten Messbereichs. - Die Kalibrierung könnte fehlerhaft sein. Bitte überprüfen Sie die Kalibrierung. - Überprüfen Sie, ob die Ursache im Prozess liegt, und passen Sie gegebenenfalls den Messbereich an.
N104	N104	PV overflow	Ja	Die Prozessvariable (PV) liegt oberhalb des eingestellten Messbereichs. - Die Kalibrierung könnte fehlerhaft sein. Bitte überprüfen Sie die Kalibrierung. - Überprüfen Sie, ob die Ursache im Prozess liegt, und passen Sie gegebenenfalls den Messbereich an.
S105	S105	Rapid Switch active	Ja	Schnellschaltung ist aktiv. Die Zeitkonstante wird bei schnellen Prozessänderungen automatisch auf 1/10 des eingestellten Wertes gesetzt. Nur anwendbar bei Kompatibilität mit Zeitkonstante des Host-Systems.
F106	F106	Insufficient Meas. Countrate	Ja	Die Messzählrate nach Hintergrundkompensation ist < 2 cps. Überprüfen Sie, ob die Hintergrundzählrate richtig hinterlegt wurde und ob das Shutter der Strahlenquelle geöffnet ist. Sollte der Fehler bestehen bleiben, kontaktieren Sie den Berthold Service.

6.5 Menü: Configuration History

6.5.1 Reiter: Configuration History | Configuration History

Im Konfigurations-Log im Reiter „**Configuration History**“ werden alle Änderungen der Geräteparameter protokolliert. Das Log enthält 35 Einträge, wobei bei neuen Änderungen die ältesten Einträge entfernt werden. Eine komplette Löschung der Einträge ist nur durch den Berthold-Service möglich, wird jedoch normalerweise nicht benötigt. Die Zähler können mit der Schaltfläche  **Reset Counters** (Abb. 100, Pos. 1) zurückgesetzt werden.

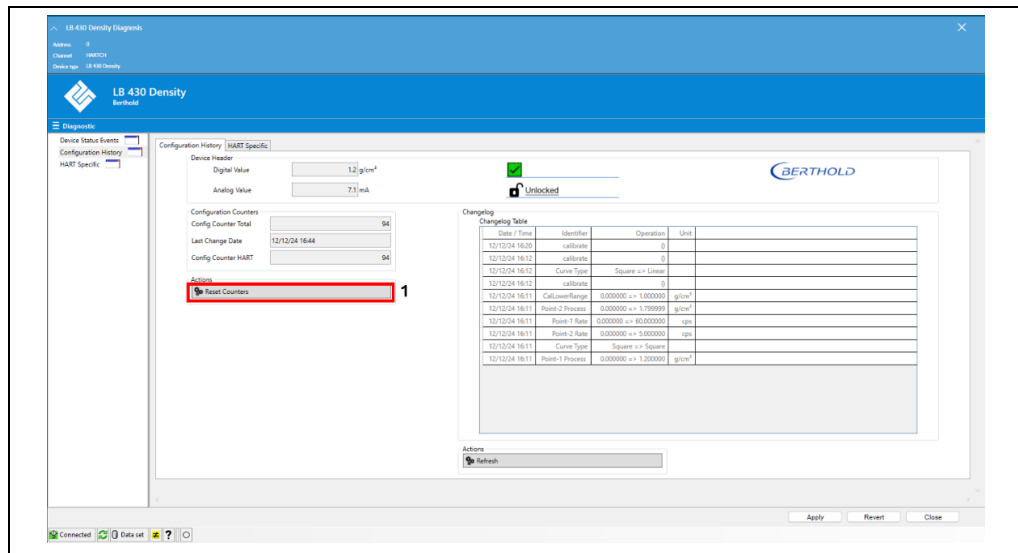


Abb. 100 Reiter: *Configuration History* | *Configuration History*.

6.5.2 Reiter: Configuration History | HART Specific

Die Zähler für HART-spezifische Konfigurationen, wie z.B. Adressierungsänderungen, können im Reiter „**HART Specific**“ durch Klicken auf  **Reset Change Flag HART** (Abb. 101, Pos. 1) zurückgesetzt werden.

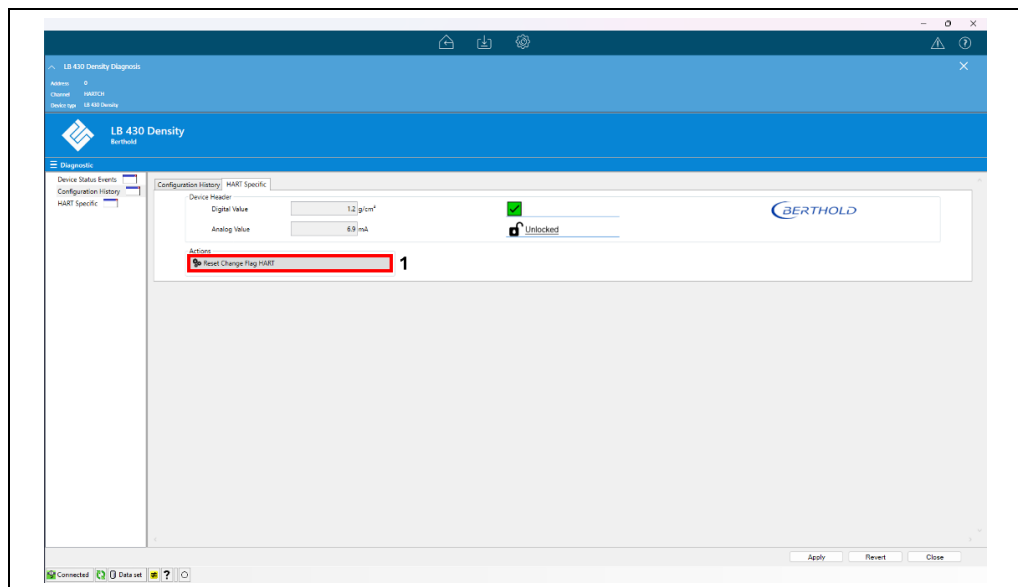


Abb. 101 Reiter: *Configuration History* | *HART Specific*.

6.6 Menü: HART Specific

6.6.1 Reiter: HART Specific | HART Diagnostics

Im Reiter „HART Diagnostics“ können Sie die HART-spezifische Diagnose einsehen. Hier werden z.B. Ereignisse wie „Simulation Active“ angezeigt, um darauf hinzuweisen, dass der Simulationsmodus (für Messwerte oder Events) aktiv ist. Diese Diagnose ist normalerweise nicht für den täglichen Betrieb erforderlich, sondern dient als Unterstützung für den Berthold Service.

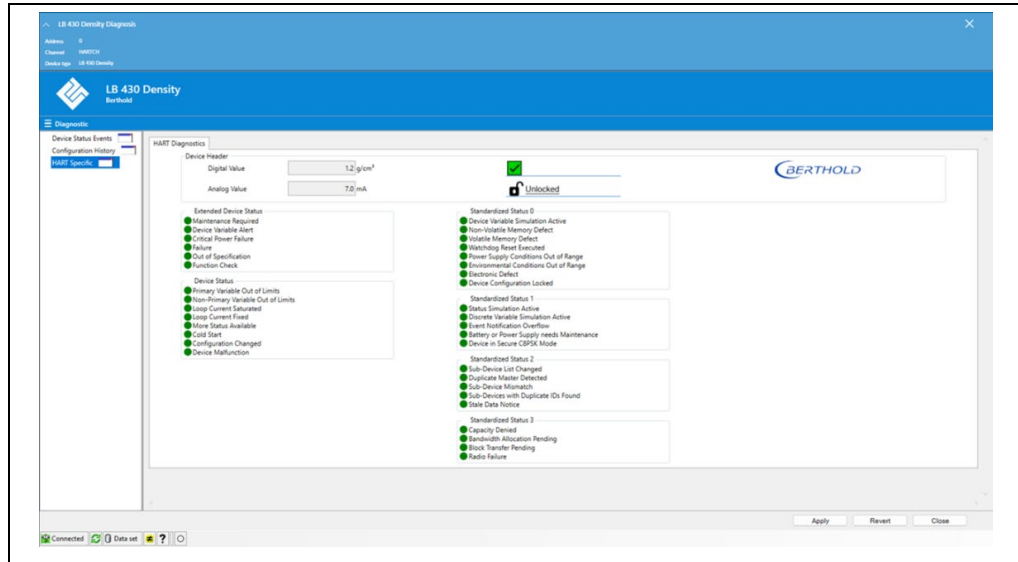


Abb. 102 Reiter: HART Specific | HART Diagnostics.

Änderungen im Zuge technischer Weiterentwicklung vorbehalten.