

[1] **EU-BAUMUSTERPRÜFBESCHEINIGUNG**



[2] Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, Richtlinie 2014/34/EU

[3] EU-Baumusterprüfbescheinigung Nummer **IBExU16ATEX1194 X** | Ausgabe 1

[4] Produkt: **Füllstandmessgeräte Micropilot**  
Typ: FMR6x-...

[5] Hersteller: **Endress+Hauser SE+Co. KG**

[6] Anschrift: Hauptstraße 1  
79689 Maulburg  
GERMANY

[7] Dieses Produkt sowie die verschiedenen zulässigen Ausführungen sind in der Anlage zu dieser Bescheinigung sowie den darin aufgeführten Unterlagen festgelegt.

[8] IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH, notifizierte Stelle mit der Nummer 0637 in Übereinstimmung mit Artikel 17 der Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014, bestätigt, dass dieses Produkt die wesentlichen Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Produkten zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen aus Anhang II der Richtlinie erfüllt.

Die Untersuchungs- und Prüfergebnisse werden in dem vertraulichen Prüfbericht IB-17-3-0144 festgehalten.

[9] Die Beachtung der wesentlichen Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen wurde in Übereinstimmung mit folgenden Normen gewährleistet:  
EN 60079-0:2012+A11:2013, EN 60079-1:2014, EN 60079-7:2015, EN 60079-11:2012, EN 60079-26:2015 und EN 60079-31:2014

Hiervon ausgenommen sind jene Anforderungen, die unter Punkt [18] der Anlage aufgelistet werden.

[10] Ein „X“ hinter der Bescheinigungsnummer weist darauf hin, dass das Produkt den besonderen Bedingungen für die Verwendung unterliegt, die in der Anlage zu dieser Bescheinigung festgehalten sind.

[11] Diese EU-Baumusterprüfbescheinigung bezieht sich ausschließlich auf die Konzeption und den Bau des angegebenen Produkts. Für den Fertigungsprozess und die Bereitstellung dieses Produkts gelten weitere Anforderungen der Richtlinie. Diese fallen jedoch nicht in den Anwendungsbereich dieser Bescheinigung.

[12] Die Kennzeichnung des Produkts muss Folgendes beinhalten:

⊕ siehe Anlage

IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH  
Fuchsmühlenweg 7  
09599 Freiberg, GERMANY

Tel: + 49 (0) 37 31 / 38 05 0  
Fax: + 49 (0) 37 31 / 38 05 10

Im Auftrag

Bescheinigungen ohne Siegel und Unterschrift haben keine Gültigkeit. Bescheinigungen dürfen nur vollständig und unverändert vervielfältigt werden.

(Dipl.-Ing. Willamowski)



Freiberg, 16.02.2018

[13] **Anlage**

[14] **Bescheinigung Nummer IBExU16ATEX1194 X | Ausgabe 1**

[15] **Beschreibung des Produkts**

Die Füllstandmessgeräte Micropilot, Typenreihe FMR6x -... . werden für die kontaktlose, kontinuierliche Messung von flüssigen und festen Medien in explosionsgefährdeten Bereichen mit Gas- oder Staubatmosphäre eingesetzt. Die Füllstandmessgeräte Micropilot eignen sich für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen mit Gasatmosphäre (Gruppe II) der Kategorie II 1G, 1/2G, 1/2/3G oder 3G oder für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen mit Staubatmosphäre (Gruppe III) der Kategorie II 1D oder 1/2D bzw. zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, die eine Ausrüstung von EPLs Ga, Ga/Gb, Ga/Gb/Gc, Gc, Da oder Da/Db erfordern.

Kurze Mikrowellenimpulse werden von der Antenne abgestrahlt, von der Mediumoberfläche reflektiert und von der Antenne wieder aufgenommen. Die Zeitverzögerung zwischen Aussendung und Empfang der Mikrowellenstrahlung wird gemessen und in ein Signal umgewandelt, um den Füllstand zu bestimmen.

Die Füllstandmessgeräte Micropilot bestehen aus verschiedenen Typen von Gehäusen, elektronischen Modulen mit optionalem Überspannungsschutz, die an die Versorgungs- und Auswerteschaltungen angepasst sind, und verschiedenen HF-Modulen mit zugehörigen Antennen. Die elektronischen Versionen liefern unterschiedliche Leistungs- und Ausgangssignale (Spannungswerte, Spannungsformen, Protokolle). Es ist Befestigungszubehör erhältlich (z.B. Befestigungswinkel, Befestigungsvorrichtung und Überwurfflansche in verschiedenen Größen usw.).

Optional können die Füllstandmessgeräte Micropilot mit der abgesetzten Anzeige FHX50 oder mit einem Überspannungsschutzmodul TRC[38] (OVP10) bzw. TRC[39] (OVP20) mit Schraubklemmen ergänzt werden. Hierbei sind die Daten in den Zertifikaten zu beachten.

Die Beziehung zwischen den Temperaturklassen und den maximal zulässigen Umgebungs- und Prozesstemperaturen, abhängig von den verwendeten Gehäusevarianten, I/O-Modulen, HF-Modulen und Antennen sowie der Verwendung eines Überspannungsschutzes und der abgesetzten Anzeige FHX50, für die angewandte Zündschutzart für explosionsgefährdete Bereiche mit Gas- oder Staubatmosphäre ist in den Temperaturtabellen der jeweiligen Sicherheitshinweise XA ... der Füllstandmessgeräte Micropilot-Typen FMR6x -... . angegeben.

**Varianten:**

Typschlüssel	
Micropilot FMRxx, Typenreihe FMRxx-aabceffgghhh*+ #	
xx	Sensortyp 60, 62 oder 67
aa	<b>Zulassung „Approval Code“</b>
BA	⊕ II 1G Ex ia IIC T6 Ga
BB	⊕ II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb
BC	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb
BD	⊕ II 1/2/3G Ex ia/ic [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb/Gc <sup>1)</sup>
BE	⊕ II 1D Ex ta IIIC T <sub>500</sub> 125 °C Da resp. ⊕ II 1D Ex ta IIIC T85 °C Da
BF	⊕ II 1/2D Ex ta/tb IIIC T85 °C Da/Db <sup>2)</sup>
BG	⊕ II 3G Ex ec IIC T6 Gc <sup>2)</sup>
BH	⊕ II 3G Ex ic IIC T6 Gc <sup>2)</sup>
BL	⊕ II 1/2/3G Ex ia/ec [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb/Gc <sup>1)</sup>
B2	⊕ II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb ⊕ II 1/2D Ex ia IIIC T85 °C Da/Db
B3	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb <sup>2)</sup> ⊕ II 1/2D Ex ta/tb IIIC T85 °C Da/Db <sup>2)</sup>
B4	⊕ II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb ⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb <sup>2)</sup>

**IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH**  
An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

<b>b</b>	<b>Stromversorgung, Ausgang</b>
A	2-Draht; 4-20 mA HART
B	2-Draht; 4-20 mA HART, Schaltausgang
C	2-Draht; 4-20 mA HART, 4-20 mA
<b>c</b>	<b>Anzeige, Bedienung</b>
A	ohne LCD, nur per Kommunikation
C	LCD SD02, Tastensteuerung + Daten Backup Funktion
E	LCD SD03, Touch Steuerung + Daten Backup Funktion
L	Vorbereitet für abgesetzte Anzeige FHX50 + M12 Anschluss
M	Vorbereitet für abgesetzte Anzeige FHX50 + kundenspezifischer Anschluss
N	Vorbereitet für abgesetzte Anzeige FHX50 + NPT1/2" Gewinde, kundenspezifischer Anschluss
<b>d</b>	<b>Gehäuse</b>
A	GT19 2 Räume, Kunststoff PBT
B	GT18 2 Räume, 316L
C	GT20 2 Räume, Alu beschichtet
<b>e</b>	<b>Elektrischer Anschluss [KLE]</b>
A	Verschraubung M20, IP66/68 Typ 4X/6P Gehäuse
B	Gewinde M20, IP66/68 Typ 4X/6P Gehäuse
C	Gewinde G1 /2, IP66/68 Typ 4X/6P Gehäuse
D	Gewinde NPT1/2, IP66/68 Typ 4X/6P Gehäuse
I	Stecker M12, IP66/68 Typ 4X/6P Gehäuse
M	Stecker 7 /8", IP66/68 Typ 4X/6P Gehäuse
<b>ff</b>	<b>Antenne</b>
	Typ angegeben in Form, Größen, Materialien
<b>gg</b>	<b>Dichtung</b>
	Falls für den angegebenen Typ, Materialien, Größen, ...; jeden einzelnen Buchstaben oder Zahl oder Kombination
<b>hhh</b>	<b>Prozeßanschluss</b>
	Dreifache Kombinationen von Zahlen oder Zeichen, die ANSI DIN JIS repräsentieren für Flansch, Gewinde, hygienische oder andere standardisierte Prozessanschlüsse
<b>*</b>	<b>Spülluftanschluss</b>
	wenn verfügbar
<b>#</b>	<b>Optionen</b>
	Optionen nicht zwingend (Mehrfachauswahl möglich)

Hinweis <sup>1)</sup> BD, BL nur in Verbindung mit gasdichter Zuleitung

<sup>2)</sup> Kennzeichnung ändert sich in Kombination mit der Anzeige, Bedienung: "L", "M" oder "N"

Approval code	Versorgung, Ausgang	Anzeige, Bedienung	Kennzeichnung
BE <sup>1)</sup>	x	M oder N	⊕ II 1D Ex ta [ia Da] IIIC T <sub>500</sub> 125 °C Da
BF <sup>1)</sup>	x	M oder N	⊕ II 1/2D Ex ta/tb [ia Da] IIIC T85 °C Da/Db
BG <sup>1)</sup>	B, C <sup>2)</sup>	M oder N	⊕ II 3G Ex ec [ia Ga] IIC T6 Gc
BH	B, C <sup>3)</sup>	L, M oder N	⊕ II 3G Ex ic [ia Ga] IIC T6 Gc
B3 <sup>1)</sup>	x	M oder N	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb ⊕ II 1/2D Ex ta/tb [ia Da] IIIC T85 °C Da/Db

<sup>1)</sup> Approval code nicht in Zusammenhang mit Anzeige, Bedienung = L (nicht mit M12 Anschluss)

<sup>2)</sup> Sonderprodukt nur mit Ex e zertifiziertem Anschluss. Nicht in Kombination mit Versorgung, Ausgang = A

<sup>3)</sup> Die Kennzeichnung ändert sich nicht, wenn Versorgung Ausgang = A

**IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH**  
An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

Elektrische Daten						
I/O Interface						
Approval code	Versorgung, Ausgang			Zündschutzart	Elektrische Daten / Maximalwerte	
	Code	Mode (funktional)	Modul Transmission Code (TRC)		Versorgung, Ausgang (Klemmen 1 und 2)	Versorgung, Ausgang (Klemmen 3 und 4)
BA, BB, B2	A	4-20 mA HART (IO210_3)	31	Ex ia IIC Ex ia IIIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 12 nF	nicht vorhanden
BG				Ex ec IIC	U <sub>N</sub> = 35 VDC <sup>2)</sup> I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA P <sub>N</sub> ≤ 847 mW	
BH				Ex ic IIC	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 12 nF	
B4 <sup>1)</sup>	A	4-20 mA HART (IO211/3) <sup>3)</sup>	02	Ex ia IIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	nicht genutzt
BD				Ex ia/ic [ja Ga] IIC	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	
BC, B3, B4 <sup>1)</sup>	A	4-20 mA HART (IO212/3) <sup>3)</sup>	03	Ex ia/db [ja Ga] IIC	U <sub>N</sub> = 35 V DC <sup>2)</sup> U <sub>m</sub> = 250 V I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA I <sub>max</sub> = 22 mA P <sub>N</sub> = 0,7 W	nicht genutzt
BF, B3				Ex ta/tb IIIC		
BG				Ex ec IIC		
BL				Ex ia/ec [ja Ga] IIC		
BE				Ex ta IIIC	nur für BE: I <sub>Fault</sub> = 54 mA	
BA, BB, B2, B4 <sup>1)</sup>	B	4-20 mA HART+ Schalt- ausgang (IO211/3)	02	Ex ia IIC Ex ia IIIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 6 nF
BD, BH				Ex ia/ic [ja Ga] IIC Ex ic IIC	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 6 nF

**IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH**  
An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

Elektrische Daten						
I/O Interface						
Approval code	Versorgung, Ausgang			Zündschutzart	Elektrische Daten / Maximalwerte	
	Code	Mode (funktional)	Modul Transmission Code (TRC)		Versorgung, Ausgang (Klemmen 1 und 2)	Versorgung, Ausgang (Klemmen 3 und 4)
BC, B3, B4 <sup>1)</sup>	B	4-20 mA HART+ Schalt- ausgang (IO212/3)	03	Ex ia/db [ia Ga] IIC	U <sub>N</sub> = 35 V DC <sup>2)</sup> U <sub>m</sub> = 250 V I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA I <sub>max</sub> = 22 mA P <sub>N</sub> = 0,7 W	U <sub>N</sub> = 35 V DC <sup>2)</sup> U <sub>m</sub> = 250 V P <sub>N</sub> = 0,7 W
BF, B3				Ex ta/tb IIIC		
BG				Ex ec IIC		
BL				Ex ia/ec [ia Ga] IIC		
BE				Ex ta IIIC	nur für BE: I <sub>Fault</sub> = 54 mA	nur für BE: R <sub>iFAULT</sub> = 380,3 Ω
BA, BB, B2, B4 <sup>1)</sup>	C	4-20 mA HART+ 4-20 mA (IO214_2)	24	Ex ia IIC Ex ia IIIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 μH C <sub>i</sub> = 30 nF	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 μH C <sub>i</sub> = 30 nF
BD, BH				Ex ia/ic [ia Ga] IIC Ex ic IIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 μH C <sub>i</sub> = 30 nF	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 μH C <sub>i</sub> = 30 nF
BC, B3, B4 <sup>1)</sup>	C	4-20 mA HART+ 4-20 mA (IO215_2)	25	Ex ia/db [ia Ga] IIC	U <sub>N</sub> = 30 V DC <sup>2)</sup> U <sub>m</sub> = 250 V I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA I <sub>max</sub> = 22 mA P <sub>N</sub> = 0,7 W	U <sub>N</sub> = 30 V DC <sup>2)</sup> U <sub>m</sub> = 250 V I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA I <sub>max</sub> = 22 mA P <sub>N</sub> = 0,7 W
BF, B3				Ex ta/tb IIIC		
BG				Ex ec IIC		
BL				Ex ia/ec [ia Ga] IIC		
BE				Ex ta IIIC	nur für BE: I <sub>Fault</sub> = 54 mA	nur für BE: I <sub>Fault</sub> = 54 mA

- Anmerkungen:
- 1) Mehrfachkennzeichnung; Die für die erste Installation ausgewählte Schutzart ist anzugeben und nicht zu verändern
  - 2) Legt den Maximalwert fest, der eine 10%ige Toleranz der Netzspannung enthält
  - 3) Für Anwendungen/Zulassungen mit Modulen mit galvanischer Trennung und Verwendung von 4-20 mA HART im Einkanalbetrieb (Anschlussklemmen des Schaltausgangs verbunden)

Die Stromversorgungs- und Signalausgangsschaltungen der I/O-Schnittstellen (Stromversorgung/ Ausgang) mit dem Bestellcode A, B und C in Kombination mit dem I/O-Modul TRC[02] und TRC[03] sind sicher galvanisch bis zu einer Spitzenspannung von 375 V von den eigensicheren Schnittstellen und den anderen Schaltungen isoliert und bis zu einer Spannung von 500 VAC vom Massepotential getrennt.

Die Stromversorgungs- und Signalausgangsschaltung der I/O-Schnittstelle (Stromversorgung/ Ausgang) mit dem Bestellcode A in Verbindung mit TRC[31] ist elektrisch mit der eigensicheren Schnittstelle verbunden und vom Massepotential bis zu einer Spannung von 500 VAC isoliert.

Service Interface (CDI) des Mainboards TRC[41] (MB 30)

Die Zündschutzart der Service-Schnittstelle, die für den Anschluss an die Endress+Hauser Service-Schnittstelle FXA291 oder eine beliebige andere Schnittstelle gedacht ist, ist abhängig vom „Approval Code“ der Füllstandmessgeräte Micropilot Baureihe FMR6x -....

Wenn die Schnittstelle in der Zündschutzart Eigensicherheit Ex ia IIC/IIIC verwendet wird, gelten folgende Höchstwerte:

$$\begin{aligned}U_o &= 7,3 \text{ V} \\I_o &= 60 \text{ mA} \\P_o &= 110 \text{ mW} \\L_i, C_i &= \text{vernachlässigbar}\end{aligned}$$

Die zulässigen externen Induktivitäts- und Kapazitätswerte sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

$L_o$ (mH)	5,0	2,0	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
$C_o$ (µF)*	0,73	1,2	1,6	2,0	2,6	3,2	4,0	5,5	7,3	10,0	12,7	12,7
$C_o$ (µF)#	-	0,49	0,90	1,4	-	2,0	-	-	-	-	-	-

\* Werte gem. Programm der PTB Ispark

# Werte gem. IEC / EN 60079-25, Anhang C

Bei Verwendung der Schnittstelle in der Zündschutzart Eigensicherheit Ex ic IIC gelten folgende Maximalwerte:

$$\begin{aligned}U_o &= 7,3 \text{ V} \\U_i &= 7,3 \text{ V}\end{aligned}$$

Wenn die Schnittstelle in der Zündschutzart erhöhte Sicherheit Ex ec oder für Geräte mit Staub-Explosionsschutz durch ein Gehäuse Ex tb ausgeführt ist, gilt folgender Höchstwert:

$$U_N = 6,5 \text{ V}$$

#### **Schnittstelle der Anzeige des Mainboards TRC[41] (MB 30)**

Die Zündschutzart für die Schnittstelle der Anzeige ist abhängig vom „Approval Code“ der Füllstandmessgeräte Micropilot Baureihe FMR6x -... .

Wenn die Schnittstelle in der Zündschutzart Eigensicherheit Ex ia IIC/IIIC, Ex ia/ic [ia Ga] IIC, Ex ia/ec [ia Ga] IIC oder Ex ta/tb IIIC verwendet wird, gelten die folgenden Höchstwerte:

$$\begin{aligned}U_o/U_i &= 7,3 \text{ V} \\I_o &= 83 \text{ mA} \\P_o &= 538 \text{ mW} \\I_{\text{peak}} &= 1,65 \text{ A}\end{aligned}$$

Die Regeln für die Zusammenschaltung aller eigensicheren Stromkreise sind zu beachten.

*Änderungen gegenüber der Ausgabe 0 dieser Bescheinigung:*

- Es wurden Geräteausführungen mit dem Schutzniveau „ta“ für Anwendungen in den Zonen 20 und 21 ergänzt.
- Es wurden Anzeigeausführungen mit „N: vorbereitet für Anzeige FHX50+ NPT1/2“ Gewinde, kundenspezifischer Anschluss“ ergänzt.
- Es wurden Dichtungsausführungen mit „B4: EPDM“ und „C1: FFKM“ zum FMR60 ergänzt.
- Es wurden die Versorgungsausgänge „E, G, K und L“ entfernt.
- Zu der abgesetzten Anzeige FHX50 wurde ein neues Aluminiumgehäuse ergänzt.
- Das HF-E Modul, der Koppler und das DSP-E Modul wurden überarbeitet und in Version 2 umbenannt.
- Das Gewinde G wird für die druckfeste Kapselung nicht mehr eingesetzt.

#### **[16] Prüfbericht**

Die Prüfergebnisse sind im vertraulichen Prüfbericht IB-17-3-0144 vom 16.02.2018 festgehalten. Die Prüfunterlagen sind Teil des Prüfberichts und werden darin aufgelistet.

##### *Zusammenfassung der Prüfergebnisse*

Die Füllstandmessgeräte Micropilot, Typenreihe FMR6x -... . erfüllen die Anforderungen des Explosionsschutzes der Gerätegruppe II in verschiedenen Kategorien, in Zündschutzart Eigensicherheit "ia" in Verbindung mit druckfester Kapselung "db", erhöhte Sicherheit "ec" oder Zündschutzart Eigensicherheit "ic"; sowie der Gerätegruppe III in verschiedenen Kategorien, in Zündschutzart Schutz durch Gehäuse "ta" oder "tb".

**[17] Besondere Bedingungen für die Verwendung**

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich am Elektronikgehäuse:  $-40\text{ °C} \leq T_a \leq +80\text{ °C}$

- Die Angaben in den Temperaturtabellen sind zu beachten.
- Bei Prozessanschlüssen aus Kunststoff oder bei Kunststoffbeschichtungen sind elektrostatische Aufladungen der Kunststoffflächen zu vermeiden.
- Bei zusätzlicher oder alternativer Sonderlackierung des Gehäuses oder anderer metallischer Oberflächen:
  - Die Gefahr elektrostatischer Auf- und Entladung ist zu beachten.
  - Oberflächen dürfen nicht trocken gerieben werden.
- Eine elektrostatische Aufladung des Sensors ist zu vermeiden (z.B. nicht trocken reiben, außerhalb des Befüllstroms montieren).
- Sofern in der Ex-Kennzeichnung keine Oberflächentemperatur unter Staubeinschüttung ( $T_{500}\ 125\text{ °C}$  Da) angegeben ist, sind Staubschichten über 5 mm zu entfernen.

*Gerätetyp FMR67 und Grundspezifikation, Position 11-13 (Prozessanschluss) = XxA*

- In Zone 0 sind Reib- und Schlagfunken zu vermeiden.
- Das Verstellen der Position der Ausrichtvorrichtung darf nicht mehr möglich sein
  - nach Ausrichtung der Antenne mittels Schwenkhalterung
  - nach Verschraubung des Spannflansches
  - nach Festsetzen des Klemmringes (Anzugsdrehmoment 10-11 Nm).
- Die Schutzart IP67 ist einzuhalten.

*Gerätetyp FMR67 und Grundspezifikation, Position 14 (Spülluftanschluss) = 1, 2*

- Falls Betriebsmittel mit Ga/Gb oder Da/Db erforderlich sind, muss die Installation im geschlossenen Zustand mindestens Schutzart IP67 aufweisen.
- Nach Entfernen des Spülluftanschlusses ist die Öffnung mit geeignetem Verschlussstopfen zu verschließen:
  - Anzugsdrehmoment: 6-7 Nm
  - Bei Da/Db: Gewinde in Eingriff > 5
- Die Schutzart IP67 ist einzuhalten.

*Gerätetyp FMR6x und Grundspezifikation,*

*Position 1-2 (Zulassung) = BA, BB, BC, BF, BG, BH, B2, B3, B4, IA, IB, IC, IF, IG, IH, I2, I3, I4*

- In Kombination mit: *Position 9-10 (Dichtung) = A3, A4, A5, B4, C1, F5*
  - Das Gerät ist nur für Messstoffe einzusetzen, gegen die die prozessberührenden Materialien hinreichend beständig sind.

*Gerätetyp FMR6x und Grundspezifikation, Position 1-2 (Zulassung) = BA, IA*

- In Kombination mit: *Position 5 (Gehäuse) = C*
  - In Zone 0 sind Reib- und Schlagfunken zu vermeiden

**[18] Wesentliche Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen**

Zusätzlich zu den wesentlichen Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen, die in den Anwendungsbereich der unter Punkt [9] genannten Normen fallen, wird Folgendes für dieses Produkt als relevant angesehen und die Konformität wird im Prüfbericht dargelegt:  
nicht zutreffend

**[19] Zeichnungen und Unterlagen**

Die Dokumente sind im Prüfbericht aufgelistet.

IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH  
Fuchsmühlenweg 7  
09599 Freiberg, GERMANY

Im Auftrag

(Dipl.-Ing. Willamowski)

Freiberg, 16.02.2018



[1] **EU-TYPE EXAMINATION CERTIFICATE - Translation**

[2] Equipment or protective systems  
intended for use in potentially explosive atmospheres, Directive 2014/34/EU

[3] EU-type examination certificate number **IBExU16ATEX1194 X** | Issue 1

[4] Product: **Microwave unit Micropilot**  
Type: FMR6x-... .

[5] Manufacturer: **Endress+Hauser SE+Co. KG**

[6] Address: Hauptstrasse 1  
79689 Maulburg  
GERMANY

[7] This product and any acceptable variation thereto is specified in the schedule to this certificate and the documents therein referred to.

[8] IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH, Notified Body number 0637 in accordance with Article 17 of Directive 2014/34/EU of the European Parliament and of the Council, dated 26 February 2014, certifies that this product has been found to comply with the essential health and safety requirements relating to the design and construction of products intended for use in potentially explosive atmospheres given in Annex II to the Directive.


The examination and test results are recorded in the confidential test report IB-17-3-0144.

[9] Compliance with the essential health and safety requirements has been assured by compliance with: EN 60079-0:2012+A11:2013, EN 60079-1:2014, EN 60079-7:2015, EN 60079-11:2012, EN 60079-26:2015 and EN 60079-31:2014 except in respect of those requirements listed at item [18] of the schedule.

[10] If the sign "X" is placed after the certificate number, it indicates that the product is subject to the specific conditions of use specified in the schedule to this certificate.

[11] This EU-type examination certificate relates only to the design and construction of the specified product. Further requirements of the Directive apply to the manufacturing process and supply of this product. These are not covered by this certificate.

[12] The marking of the product shall include the following:

 see annex

IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH  
Fuchsmühlenweg 7  
09599 Freiberg, GERMANY

Tel: + 49 (0) 37 31 / 38 05 0  
Fax: + 49 (0) 37 31 / 38 05 10

By order

  
(Dipl.-Ing. Willamowski)



Certificates without signature and seal are not valid. Certificates may only be duplicated completely and unchanged. In case of dispute, the German text shall prevail.

Freiberg, 2018-02-16



[13]

**Schedule**

[14]

**Certificate number IBExU16ATEX1194 X | Issue 1**

[15]

**Description of product**

The microwave units Micropilot, type series FMR6x-... are used for the contactless, continuous measurement of liquid and solid media in explosion hazardous areas with gas or dust atmosphere. The microwave units Micropilot are suitable for use in explosion hazardous areas with gas atmosphere (Group II) of category II 1G, 1/2G, 1/2/3G or 3G or for use in explosion hazardous areas with dust atmosphere (Group III) of category II 1D or 1/2D resp. for use in explosion hazardous areas which require equipment of EPLs Ga, Ga/Gb, Ga/Gb/Gc, Gc, Da or Da/Db.

Short microwave pulses are radiated from the antenna, reflected by the medium surface and picked up again by the antenna. The time delay between emission and reception of the microwave radiation is measured and converted into a signal to calculate the level.

The microwave units Micropilot consist of various types of housings, electronic modules with optional surge protection adapted to the supply and evaluating circuits, different RF modules with associated antennas. The electronic versions provide different power and output signals (voltage values, voltage forms, protocols). There are mounting accessories available (e.g. mounting bracket, a mounting device and collar flanges in various sizes etc.).

As an option, the microwave units Micropilot may be operated with the Remote Display FHX50 or with a surge protector module TRC[38] (OVP10) resp. TRC[39] (OVP20) with screwed terminals. Herewith, the data in the certificates are to be respected.

The relationship between the temperature classes and the maximum permissible ambient and process temperatures, depending on the used housing variants, I/O modules, RF modules and antennas as well as the use of a surge protection and the Remote Display FHX50 for the applied method of protection for explosion hazardous areas with gas or dust atmosphere is given in the temperature tables of the respective safety instructions XA ... of the microwave units Micropilot types FMR6x-... .

*Variants:*

Type key	
Micropilot FMRxx, type series FMRxx-aabcedffgghh*+##	
xx	Probe type 60, 62 or 67
<b>aa</b> <b>Approval code</b>	
BA	⊕ II 1G Ex ia IIC T6 Ga
BB	⊕ II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb
BC	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb
BD	⊕ II 1/2/3G Ex ia/ic [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb/Gc <sup>1)</sup>
BF	⊕ II 1/2D Ex ta/tb IIIC T85 °C Da/Db <sup>2)</sup>
BE	⊕ II 1D Ex ta IIIC T <sub>500</sub> 125 °C Da resp.
	⊕ II 1D Ex ta IIIC T85 °C Da
BG	⊕ II 3G Ex ec IIC T6 Gc <sup>2)</sup>
BH	⊕ II 3G Ex ic IIC T6 Gc <sup>2)</sup>
BL	⊕ II 1/2/3G Ex ia/ec [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb/Gc <sup>1)</sup>
B2	⊕ II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb
	⊕ II 1/2D Ex ia IIIC T85 °C Da/Db
B3	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb <sup>2)</sup>
	⊕ II 1/2D Ex ta/tb IIIC T85 °C Da/Db <sup>2)</sup>
B4	⊕ II 1/2G Ex ia IIC T6 Ga/Gb
	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb <sup>2)</sup>
<b>b</b> <b>Power Supply, Output</b>	
A	2-wire; 4-20 mA HART
B	2-wire; 4-20 mA HART, switch output
C	2-wire; 4-20 mA HART, 4-20 mA

**IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH**  
An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

<b>c</b>	<b>Display, Operation</b>
A	W/o LCD, via communication
C	LCD SD02, push button + data backup function
E	LCD SD03, touch control + data backup function
L	Prepared for remote display FHX50 + M12 connection
M	Prepared for remote display FHX50 + custom connection
N	Prepared for remote display FHX50 + NPT1/2" thread, custom connection
<b>d</b>	<b>Housing</b>
A	GT19 dual compartment, Plastics PBT
B	GT18 dual compartment, 316L
C	GT20 dual compartment, Alu coated
<b>e</b>	<b>Electrical Connection [cable glands]</b>
A	Gland M20, IP66/68 Type 4X/6P Encl.
B	Thread M20, IP66/68 Type 4X/6P Encl.
C	Thread G1 /2, IP66/68 Type 4X/6P Encl.
D	Thread NPT1/2, IP66/68 Type 4X/6P Encl.
I	Plug M12, IP66/68 Type 4X/6P Encl.
M	Plug 7 /8", IP66/68 Type 4X/6P Encl.
<b>ff</b>	<b>Antenna</b>
	Type specified in form, sizes, materials
<b>gg</b>	<b>Seal</b>
	If available for specified type, materials, sizes, .... ; any single letter or number or combination
<b>hhh</b>	<b>Process Connection</b>
	triple combinations of numbers or characters representing ANSI DIN JIS flange, threads, hygienic or other standardized process connections
<b>*</b>	<b>Air Purge Connection</b>
	if available
<b>#</b>	<b>Options</b>
	Options not mandatory (multiple selection possible)

notes <sup>1)</sup> BD, BL only in combination with a gastight feed through  
<sup>2)</sup> marking changes in combination with the display, operation mode: "L", "M" or "N"

Approval code	Power Supply, Output	Display, Operation	Marking
BE <sup>1)</sup>	x	M or N	⊕ II 1D Ex ta [ia Da] IIIC T <sub>500</sub> 125 °C Da
BF <sup>1)</sup>	x	M or N	⊕ II 1/2D Ex ta/tb [ia Da] IIIC T85 °C Da/Db
BG <sup>1)</sup>	B, C <sup>2)</sup>	M or N	⊕ II 3G Ex ec [ia Ga] IIC T6 Gc
BH	B, C <sup>3)</sup>	L, M or N	⊕ II 3G Ex ic [ia Ga] IIC T6 Gc
B3 <sup>1)</sup>	x	M or N	⊕ II 1/2G Ex ia/db [ia Ga] IIC T6 Ga/Gb ⊕ II 1/2D Ex ta/tb [ia Da] IIIC T85 °C Da/Db

<sup>1)</sup> Approval code not in combination with Display, Operation = L (not with connection M12)

<sup>2)</sup> Special product only with Ex e certified entry. Not in combination with Power supply, Output = A

<sup>3)</sup> The marking does not change, when Power supply Output = A

**IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH**  
An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

Electrical data						
I/O Interface						
Approval code	Power Supply, Output			Type of Protection	Electrical data/ maximum values	
	Code	Mode (functional)	Module Transmission Code (TRC)		Supply/output (terminals 1 and 2)	Supply/output (terminals 3 and 4)
BA, BB, B2	A	4-20 mA HART (IO210_3)	31	Ex ia IIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 12 nF	non-existent
BG				Ex ec IIC	U <sub>N</sub> = 35 VDC <sup>2)</sup> I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA P <sub>N</sub> ≤ 847 mW	
BH				Ex ic IIC	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 12 nF	
B4 <sup>1)</sup>	A	4-20 mA HART (IO211/3) <sup>3)</sup>	02	Ex ia IIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	not-used
BD				Ex ia/ic [ia Ga] IIC	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	
BC, B3, B4 <sup>1)</sup>	A	4-20 mA HART (IO212/3) <sup>3)</sup>	03	Ex ia/db [ia Ga] IIC	U <sub>N</sub> = 35 V DC <sup>2)</sup> U <sub>m</sub> = 250 V I <sub>N</sub> = 4 to 20 mA I <sub>max</sub> = 22 mA P <sub>N</sub> = 0.7 W	not-used
BF, B3				Ex ta/tb IIIC		
BG				Ex ec IIC		
BL				Ex ia/ec [ia Ga] IIC		
BE				Ex ta IIIC	only for BE: I <sub>Fault</sub> = 54 mA	
BA, BB, B2, B4 <sup>1)</sup>	B	4-20 mA HART+switch (IO211/3)	02	Ex ia IIC Ex ia IIIC	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	U <sub>i</sub> = 30 V I <sub>i</sub> = 300 mA P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 6 nF
BD, BH				Ex ia/ic [ia Ga] IIC Ex ic IIC	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = N/A L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 5 nF	U <sub>i</sub> = 35 V I <sub>i</sub> = N/A P <sub>i</sub> = 1 W L <sub>i</sub> = 0 µH C <sub>i</sub> = 6 nF

**IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH**  
An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

Electrical data						
I/O Interface						
Approval code	Power Supply, Output			Type of Protection	Electrical data/ maximum values	
	Code	Mode (functional)	Module Transmission Code (TRC)		Supply/output (terminals 1 and 2)	Supply/output (terminals 3 and 4)
BC, B3, B4 <sup>1)</sup>	B	4-20 mA HART+switch (IO212/3)	03	Ex ia/db [ia Ga] IIC	$U_N = 35 \text{ V DC}^{2)}$ $U_m = 250 \text{ V}$ $I_N = 4 \text{ to } 20 \text{ mA}$ $I_{max} = 22 \text{ mA}$ $P_N = 0.7 \text{ W}$	$U_N = 35 \text{ V DC}^{2)}$ $U_m = 250 \text{ V}$ $P_N = 0.7 \text{ W}$
BF, B3				Ex ta/tb IIIC		
BG				Ex ec IIC		
BL				Ex ia/ec [ia Ga] IIC		
BE				Ex ta IIIC	only for BE: $I_{Fault} = 54 \text{ mA}$	only for BE: $R_{iFAULT} = 380.3 \Omega$
BA, BB, B2, B4 <sup>1)</sup>	C	4-20 mA HART+ 4-20 mA (IO214_2)	24	Ex ia IIC Ex ia IIIC	$U_i = 30 \text{ V}$ $I_i = 300 \text{ mA}$ $P_i = 1 \text{ W}$ $L_i = 0 \mu\text{H}$ $C_i = 30 \text{ nF}$	$U_i = 30 \text{ V}$ $I_i = 300 \text{ mA}$ $P_i = 1 \text{ W}$ $L_i = 0 \mu\text{H}$ $C_i = 30 \text{ nF}$
BD, BH				Ex ia/ic [ia Ga] IIC Ex ic IIC	$U_i = 30 \text{ V}$ $I_i = \text{N/A}$ $P_i = \text{N/A}$ $L_i = 0 \mu\text{H}$ $C_i = 30 \text{ nF}$	$U_i = 30 \text{ V}$ $I_i = \text{N/A}$ $P_i = \text{N/A}$ $L_i = 0 \mu\text{H}$ $C_i = 30 \text{ nF}$
BC, B3, B4 <sup>1)</sup>	C	4-20 mA HART+ 4-20 mA (IO215_2)	25	Ex ia/db [ia Ga] IIC	$U_N = 30 \text{ V DC}^{2)}$ $U_m = 250 \text{ V}$ $I_N = 4 \text{ to } 20 \text{ mA}$ $I_{max} = 22 \text{ mA}$ $P_N = 0.7 \text{ W}$	$U_N = 30 \text{ V DC}^{2)}$ $U_m = 250 \text{ V}$ $I_N = 4 \text{ to } 20 \text{ mA}$ $I_{max} = 22 \text{ mA}$ $P_N = 0.7 \text{ W}$
BF, B3				Ex ta/tb IIIC		
BG				Ex ec IIC		
BL				Ex ia/ec [ia Ga] IIC		
BE				Ex ta IIIC	only for BE: $I_{Fault} = 54 \text{ mA}$	only for BE: $I_{Fault} = 54 \text{ mA}$

- Notes:
- <sup>1)</sup> Multiple marking; type of protection selected for first installation must be indicated and shall not be changed
  - <sup>2)</sup> Specifies maximum value, which includes 10% tolerance in mains voltage
  - <sup>3)</sup> For application /certificates which need modules with galvanic separation and use of 4-20 mA HART in 1-channel mode (switch terminals closed)

The power supply and signal output circuits of the I/O interfaces (Power supply / Output) with the order code A, B and C combined with I/O module TRC[02] and TRC[03] are safely galvanically isolated up to a peak voltage of 375 V from the intrinsically safe interface circuits and the other circuits and are separated up to a voltage of 500 VAC from ground potential.

The power supply and signal output circuit of the I/O interface (Power supply/Output) with the order code A combined with TRC[31] is electrically connected to the intrinsically safe interface circuit and isolated from ground potential up to a voltage of 500 VAC.

Service Interface (CDI) of the Mainboard TRC[41] (MB 30)

The type of protection of the service interface, which is intended for connection to the Endress+Hauser service interface FXA291 or any other interface is dependent on the "Approval Code" of the level gauges Micropilot type series FMR6x-... .

If the interface is used in type of protection Intrinsic Safety Ex ia IIC/ IIIC, the following maximum values are valid:

$$\begin{aligned}U_o &= 7.3 \text{ V} \\I_o &= 60 \text{ mA} \\P_o &= 110 \text{ mW} \\L_i, C_i &= \text{negligible}\end{aligned}$$

The permissible external inductance and capacitance values are listed in the table below:

$L_o$ (mH)	5.0	2.0	1.0	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
$C_o$ ( $\mu$ F)*	0.73	1.2	1.6	2.0	2.6	3.2	4.0	5.5	7.3	10.0	12.7	12.7
$C_o$ ( $\mu$ F)#	-	0.49	0.90	1.4	-	2.0	-	-	-	-	-	-

\* Values acc. PTB Ispark program

# Values acc. IEC/EN 60079-25, Annex C

If the interface is used in type of protection Intrinsic Safety Ex ic IIC the following maximum values are valid:

$$\begin{aligned}U_o &= 7.3 \text{ V} \\U_i &= 7.3 \text{ V}\end{aligned}$$

If the interface is used in type of protection for increased safety devices Ex ec or for devices with dust explosion protection by enclosure Ex tb, the following maximum value is valid:

$$U_N = 6.5 \text{ V}$$

#### Interface of the display of the Mainboard TRC[41] (MB 30)

The type of protection for the interface of the display depends on the "Approval Code" of the microwave units Micropilot type series FMR6x-... .

If the interface is used in type of protection Intrinsic Safety Ex ia IIC/IIIC, Ex ia/ic [ia Ga] IIC, Ex ia/ec [ia Ga] IIC or Ex ta/tb IIIC the following maximum values are valid:

$$\begin{aligned}U_o/U_i &= 7.3 \text{ V} \\I_o &= 83 \text{ mA} \\P_o &= 538 \text{ mW} \\I_{\text{opeak}} &= 1.65 \text{ A}\end{aligned}$$

The rules for the interconnection of all intrinsically safe circuits shall be observed.

*Variations compared to issue 0 of this certificate:*

- Models with the protection levels "ta" for applications in zones 20 and 21 have been added.
- Models with the display type "N: prepared for display FHX50 + NPT1/2" thread, custom connection" have been added.
- Models with the seal type "B4: EPDM" and "C1: FFKM" have been added.
- The power supply outputs "E, G, K and L" have been removed.
- A new aluminum housing has been added to the remote display FHX50.
- The RF-E module, the coupler and the DSP-E module have been revised and renamed to version 2.
- Thread G is no longer used for flameproof enclosure.

#### [16] Test report

The test results are recorded in the confidential test report IB-17-3-0144 of 2018-02-16.

The test documents are part of the test report and they are listed there.

#### *Summary of the test results*

The microwave units Micropilot, type series FMR6x-... . fulfil the requirements of explosion protection for Equipment Group II, in different Categories, in type of protection intrinsic safety "ia" in combination with flameproof enclosure "db", increased safety "ec" or type of protection intrinsic safety "ic" as well as for Equipment Group III, in different Categories, in type of protection by enclosures "ta" or "tb".

**[17] Specific conditions of use**

- Permitted ambient temperature range at the electronics housing is  $-40\text{ °C} \leq T_a \leq +80\text{ °C}$ . Observe the information in the temperature tables.
- In the case of process connections made of polymeric material or with polymeric coatings, avoid electrostatic charging of the plastic surfaces.
- In the event of additional or alternative special varnishing on the housing or other metal parts:
  - Observe the danger of electrostatic charging and discharge.
  - Do not rub surfaces with a dry cloth.
- Avoid electrostatic charging of the sensor (e.g. do not rub dry and install outside the filling flow).
- If in the explosion marking no surface temperature under dust input ( $T_{500} 125\text{ °C Da}$ ), dust layers above 5 mm are to be removed.

*Device type FMR67 and Basic specification, Position 11-13 (Process Connection) = XxA*

- In Zone 0: avoid sparks caused by impact and friction
- Changing the position of the alignment device must be impossible:
  - After the alignment of the antenna via the pivot bracket
  - After tightening of the clamping flange
  - After setting the clamping ring (torque 10-11 Nm)
- Degree of protection IP67 must be fulfilled.

*Device type FMR67 and Basic specification, Position 14 (Air Purge Connection) = 1, 2*

- If equipment with Ga/Gb or Da/Db is required: In the closed state the minimum degree of protection of the installation must be IP67.
- After removing the air purge connection: Lock the opening with a suitable plug.
  - Torque: 6-7 Nm
  - For Da/Db: thread engagement > 5 turns
- Degree of protection IP67 must be fulfilled.

*Device type FMR6x and Basic specification,*

*Position 1-2 (Approval code) = BA, BB, BC, BF, BG, BH, B2, B3, B4, IA, IB, IC, IF, IG, IH, I2, I3, I4*

- In combination with: *Position 9-10 (Seal) = A3, A4, A5, B4, C1, F5*
  - Only use the device in media to which the wetted materials have sufficient durability.

*Device type FMR6x and Basic specification, Position 1-2 (Approval code) = BA, IA*

- In combination with: *Position 5 (Housing) = C*
  - In Zone 0: avoid sparks caused by impact and friction

**[18] Essential health and safety requirements**

In addition to the essential health and safety requirements (EHSRs) covered by the standards listed at item [9], the following are considered relevant to this product, and conformity is demonstrated in the test report: none

**[19] Drawings and Documents**

The documents are listed in the test report.

IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH  
Fuchsmühlenweg 7  
09599 Freiberg, GERMANY

By order

  
(Dipl.-Ing. Willamowski)

Freiberg, 2018-02-16