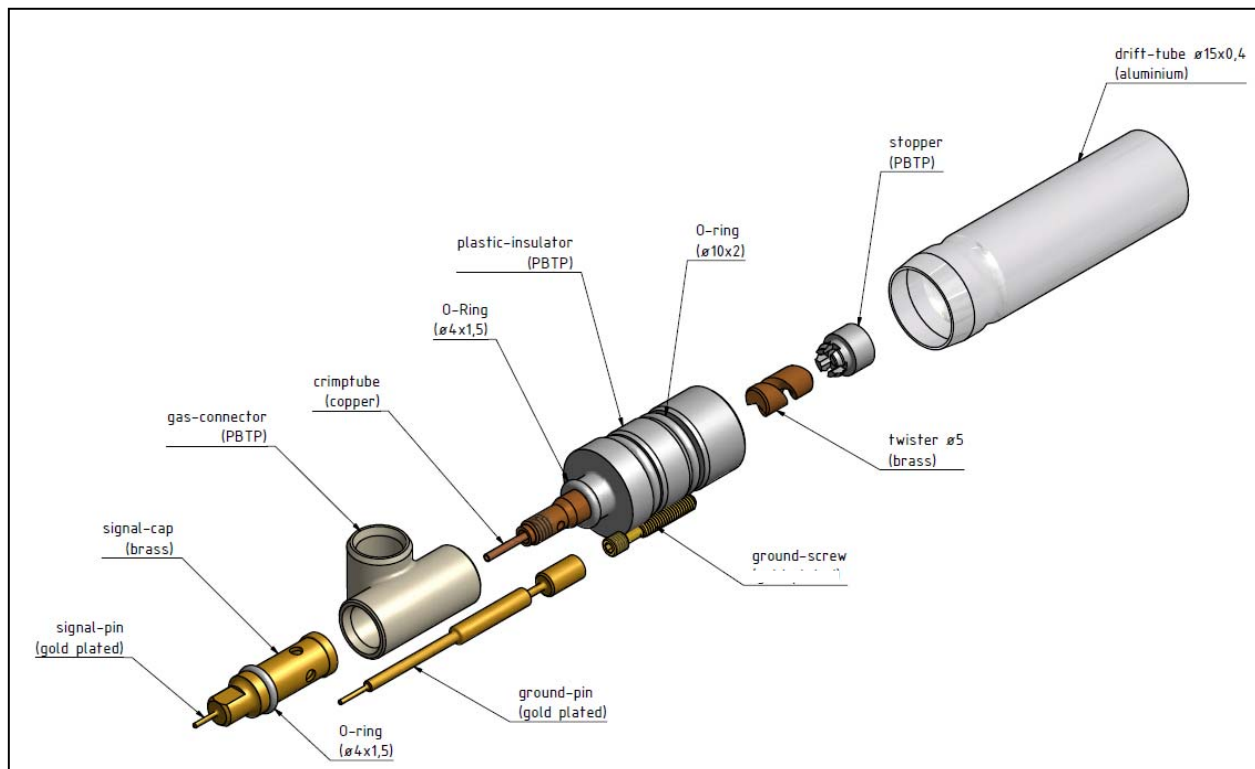


# sMDT Drift Tubes

Hubert Kroha

Max-Planck-Institute for Physics, Munich

Description of the drift tube design and components for ATLAS BME, BMG, BIS 78 and BIS 1-6 sMDT chambers.





# MDT and sMDT drift tube parameters

Type	MDT	sMDT
Tube material	Aluminium Aluman100	Aluminium AW 6060-T6/ AlMgSi
Tube inner&outer surface		Surtec 650 chromatisation
Tube outer diameter	29.970 mm	15.000 mm
Tube wall thickness	0.4 mm	0.4 mm
Inactive length of Al tube	90.5 mm	71 mm
Wire material	W-Re (97:3)	W-Re (97:3)
Wire diameter	50 $\mu\text{m}$	50 $\mu\text{m}$
with gold plating thickness	3%	3%
Wire resistance	44 $\Omega/\text{m}$	44 $\Omega/\text{m}$
Wire pitch	30.035 mm	15.099 mm
Wire tension	350 $\pm$ 15 g	350 $\pm$ 15 g
Gas mixture	Ar:CO <sub>2</sub> (93:7)	Ar:CO <sub>2</sub> (93:7)
Gas pressure	3 bar (abs.)	3 bar (abs.)
Gas gain	2 $\cdot$ 10 <sup>4</sup>	2 $\cdot$ 10 <sup>4</sup>
Wire potential	3080 V	2730 V
Maximum drift time	720 ns	175 ns
Average tube spatial resolution without backgr. irradiation	83 $\mu\text{m}$	106 $\mu\text{m}$
Average tube spatial resolution at 500 Hz/cm <sup>2</sup> background rate	160 $\mu\text{m}$	110 $\mu\text{m}$
Drift tube muon efficiency without backgr. irradiation	95%	94%
Drift tube muon efficiency at 200 kHz/tube backgr. rate	80%	90%
Wire positioning accuracy	< 20 $\mu\text{m}$ rms	< 10 $\mu\text{m}$ rms

## Aluminum tube specifications:

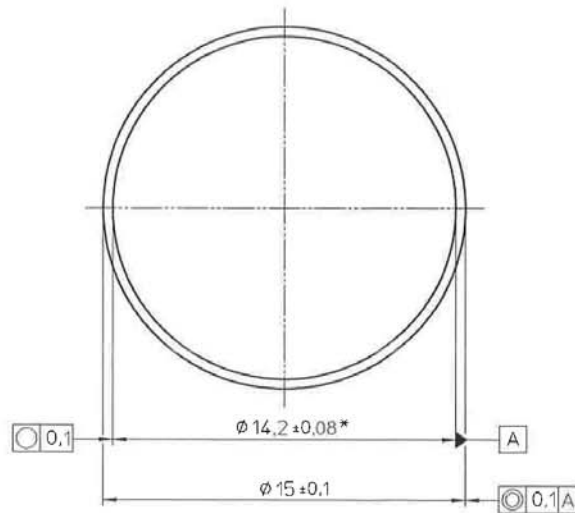
### Tolerances:

Al tube length	$\pm$ 0.5 mm	$\pm$ 0.2 mm
Al tube outer diameter		$\pm$ 0.1 mm
Al tube inner diameter		$\pm$ 0.08 mm
Al tube roundness		$\pm$ 0.1 mm
Al tube surface concentricity		$\pm$ 0.1 mm
Al tube straightness deviation		< 0.5 mm

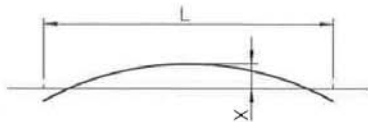
### Surface treatment

Chromatisation, Surtec 650,  
of inner and outer surface for  
cleaning and electrical conta

Aluminum tube  
AW 6060 T6/ AlMgSi



**Für die Fertigung freigegeben!**



Zuggerade: für L= 1200 mm  
 $x \leq 0,5$  mm

MPI-PHYSIK  
6. Aug. 2007  
Konstruktion

MAX-PLANCK-INSTITUT  
für Physik  
Werner-Heisenberg-Institut  
Föhringer Ring 6, 80805 München  
Postfach 401212, 80712 München  
Tel. 089/32354-0 · Fax 089/3226704

*M. Stadler*

NOTES:

\*= 3-Punktmessung

Oberfläche: Ra 0,6 in Strangpressrichtung  
Ra 0,8 in Querrichtung



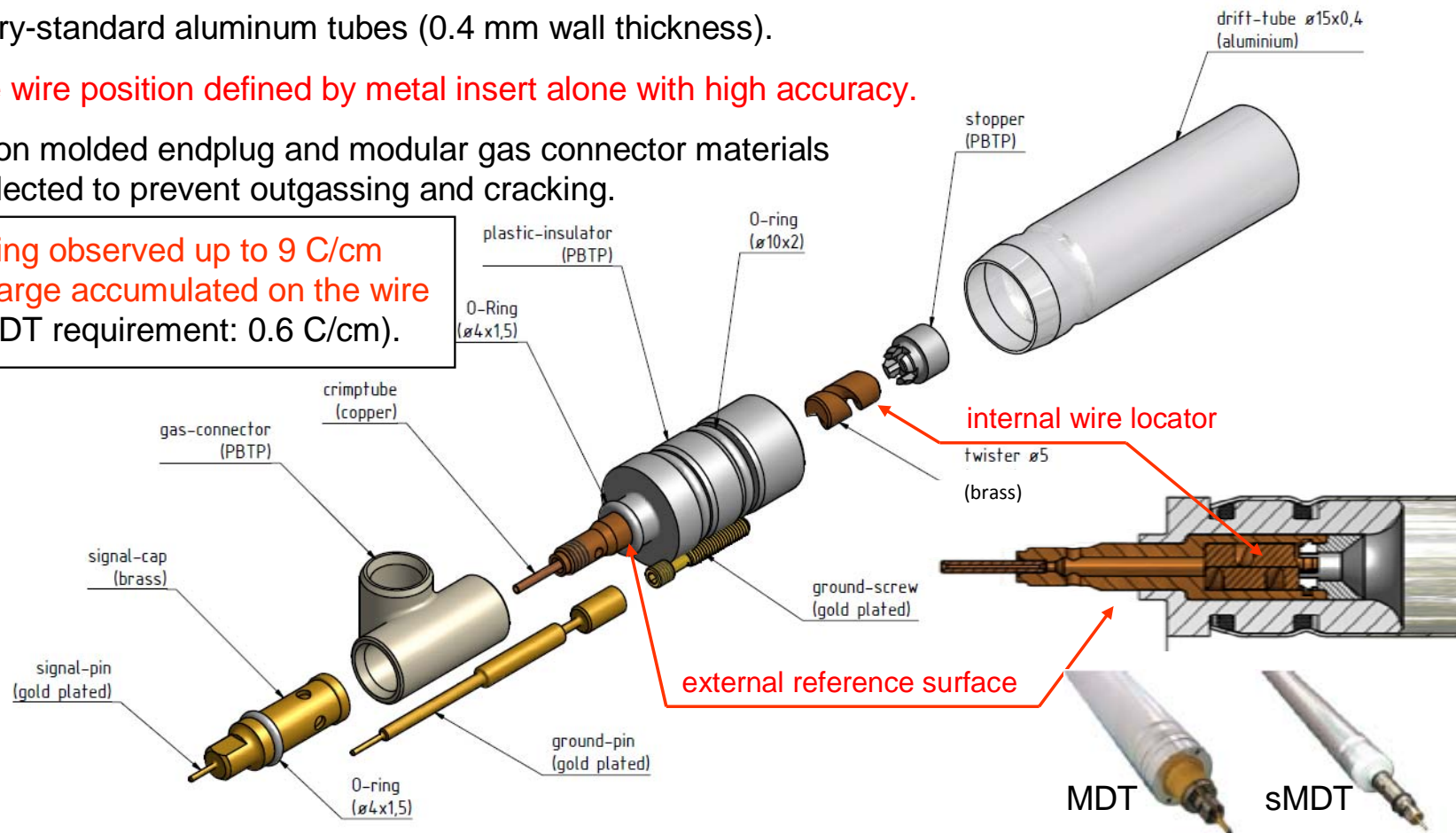
	A	Standard surface	Dim	General	ISO 2768
X	B	Anodize quality	0,5 - 6	+/-	0,1
			(6,0)- 30	+/-	0,2
	C	Visual surface	(30,0)-100	+/-	0,3
	D	Sliding surface	(100,0)-150	+/-	0,4

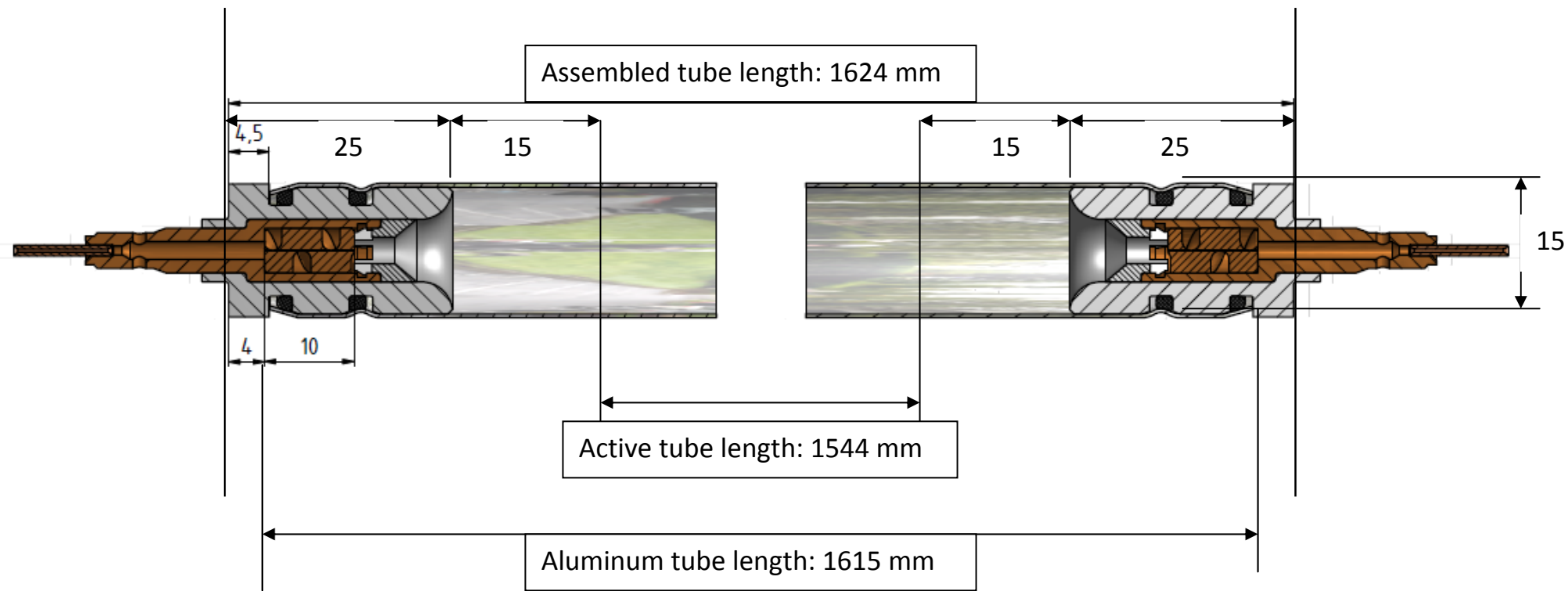
2				Tolerances according to NEN-EN 12020-2 unless otherwise stated		
1				Area: 18,3 mm <sup>2</sup>	----- Visual surface	Alloy: 6060
No.	Modifications	Date	par.	Weight: 0,050 kg/m	Outline: 47,1 mm	Sign date: 17-07-2007 Name: JH
<b>MIFA</b> Aluminium b.v.				Customer: Max-Planck	Customer drawing no: Rohr Ø15x0,4 Rev: -	Drawing no: 36914

# sMDT Drift Tube Design

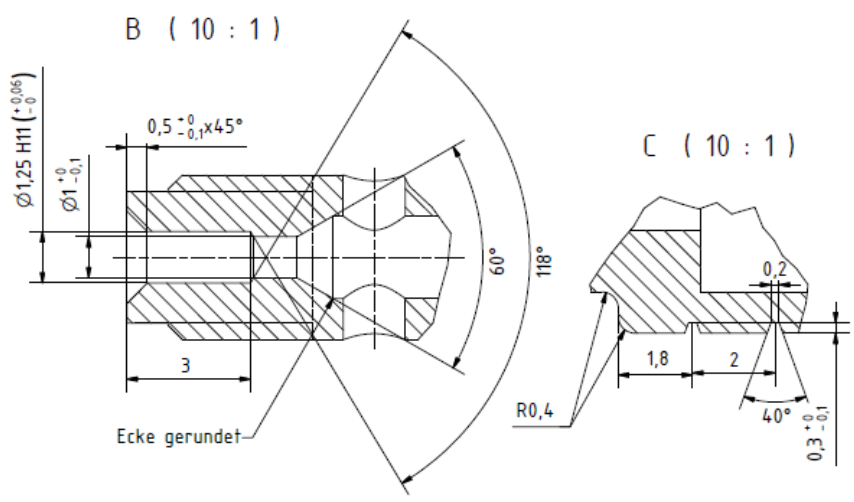
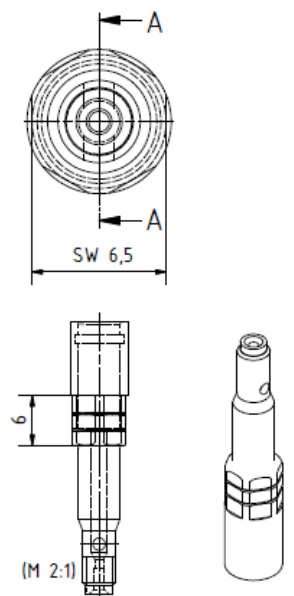
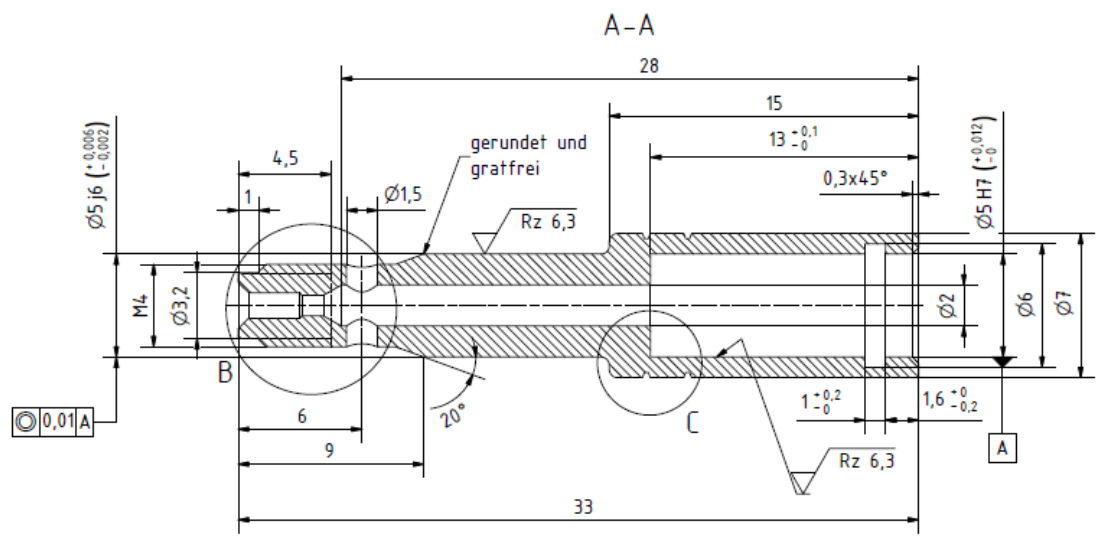
- Design and assembly procedures **optimized for mass production: assembly of a chamber/day.**
- Simple, low-cost drift tube design ensuring high reliability.
- Industry-standard aluminum tubes (0.4 mm wall thickness).
- **Sense wire position defined by metal insert alone with high accuracy.**
- Injection molded endplug and modular gas connector materials selected to prevent outgassing and cracking.

- **No aging observed up to 9 C/cm charge accumulated on the wire (MDT requirement: 0.6 C/cm).**





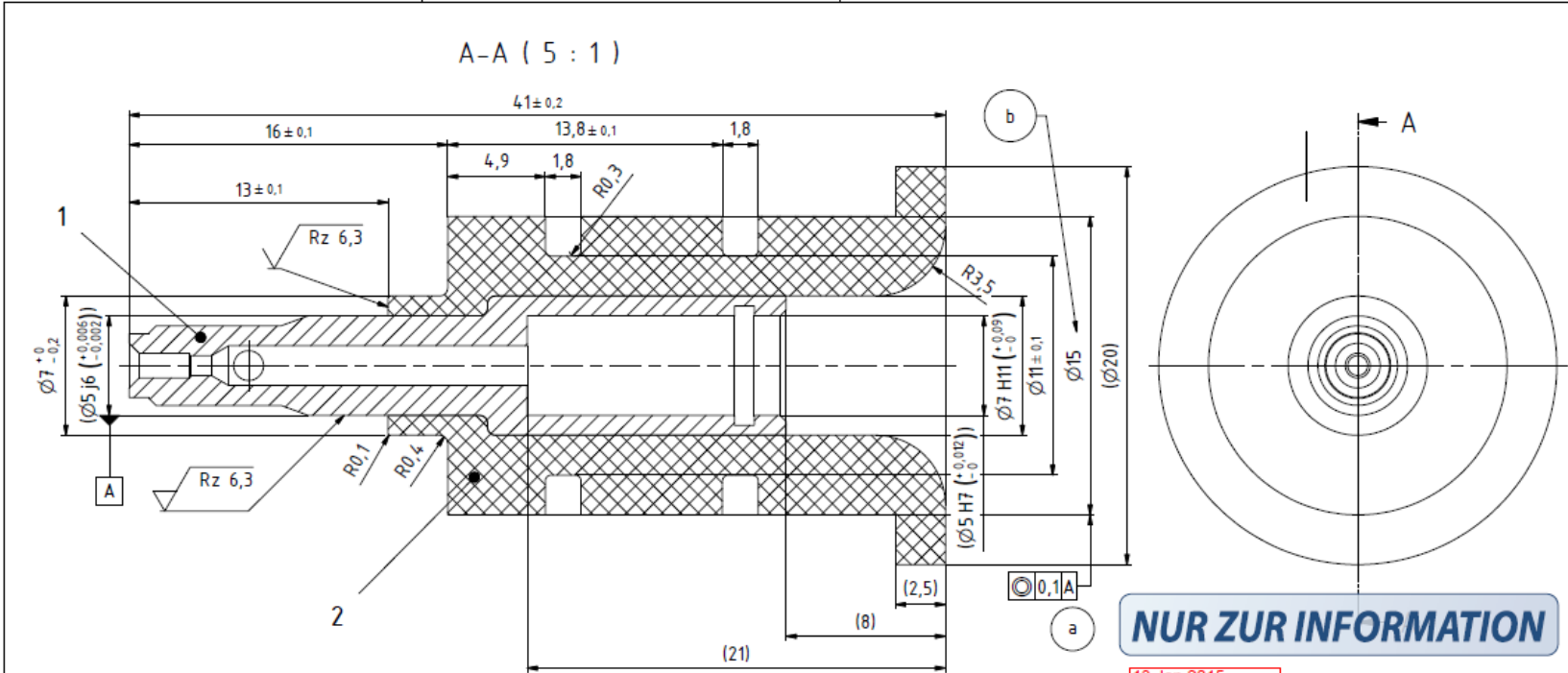
Central insert of the injection molded endplug: brass



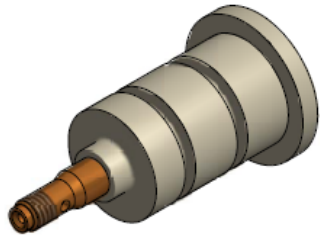
Änderung zu Z.Nr. 104-160301 nach Rücksprache mit Fa.Pöschl, zur Erleichterung der Fertigung.  
**NUR ZUR INFORMATION! (MPI-Physik)**  
 08.Feb.2016 M.St.

Hauptprojektion		MAX-PLANCK-INSTITUT FUER PHYSIK MUENCHEN (WERNER-HEISENBERG-INSTITUT)	
gezeichnet: 06.12.2010 T.orientz geprueft: 05.02.2016 H.Stadler gepluetzt:	Tag: Name: Tag: Name: Tag: Name:	Projekt <b>ATLAS-MDT II</b> Aufbau-Spritzguss-03.2009 Endstopfen	Gewicht: ..... kg Dimensionen: mm Maße ohne Toleranzangabe nach DIN ISO 2768 - mK Werkstoff <b>CW-608N CuZn38Pb2</b>
Maßstab: 5:1 (10:1) (2:1)	<b>Zentralstift mit Sechskantflächen</b>		Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 104-160304.idw Software: Inventor 8 Blatt: 1 Gesamtzahl: 1 V09.h

Injection  
molded endplug:  
PBT thermoplastic  
CRASTIN LW9330 NC010,  
30% glass fiber reinforced



13.Jan.2015



REVISIONSVERLAUF			
Nr.	Beschreibung	Datum	Name
a	Ortstoleranz eingefügt	13.01.2015	M.Stadler
b	Tolerierung geändert, vorher +0/-0,4	13.01.2015	M.Stadler

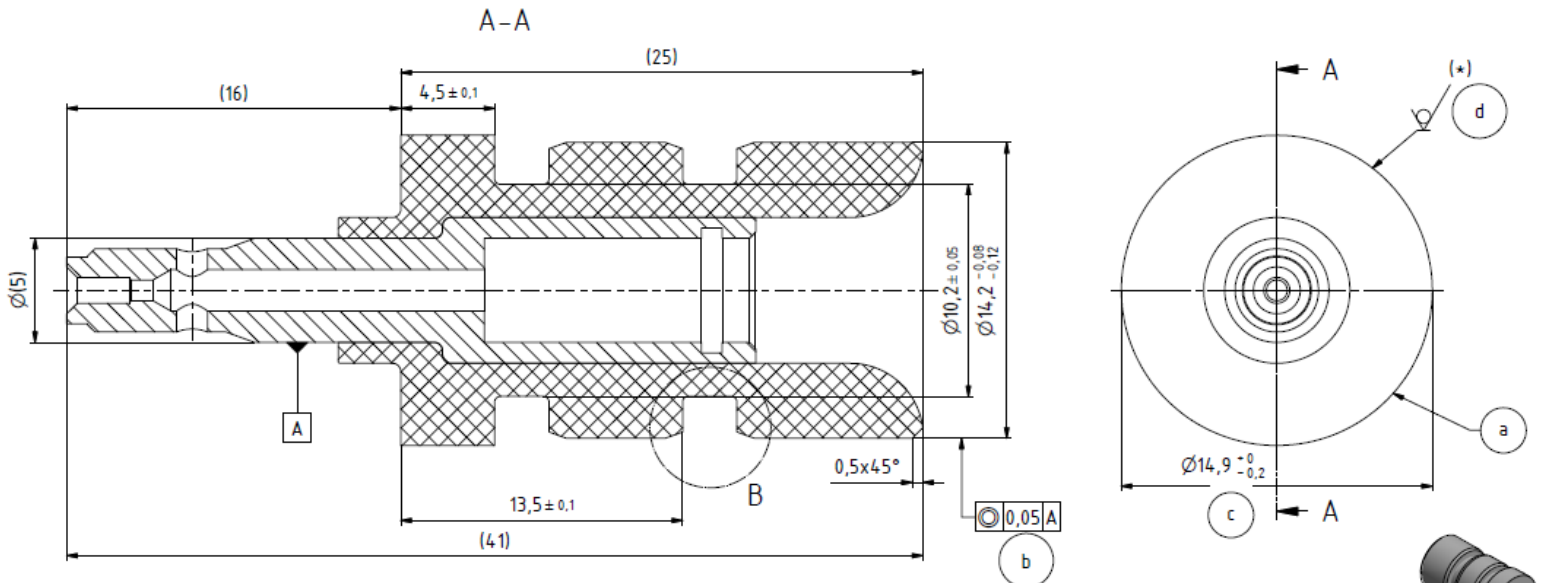
Hauptprojektion 		Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut) München 	
gezeichnet: 09.01.2015 sfa geprüft: 12.01.2015 M.Stadler geplottet:		Projekt <b>ATLAS-MDT II</b> <b>Aufbau-Spritzguss-03.2009</b>	
Heftstich 5:1 (2:1)		Werkstoff Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 104-160422.idw	
Software: Inventor 2011 Blatt: 1 Gesamtzahl: 1 V12.b DIN EN 20 216 - A3 (297 x 420)		Teil:	

Teil	St.	Benennung	Zeichn. Nr.	Werkstoff	Abmessungen	Norm	Bemerkung
2	1	Isolator	104-160406.ipt	PBT/30% Glasfaser			Spritzguß
1	1	Zentralstift	104-160301.ipt	CW-608N CuZn38Pb2			

Stückliste

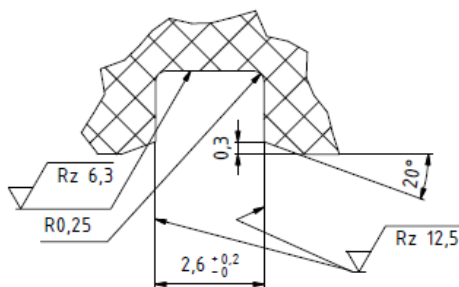


Final machined endplug



Für die Fertigung freigegeben (MPI-Physik)  
26.10.2016/sta

B ( 10 : 1 )

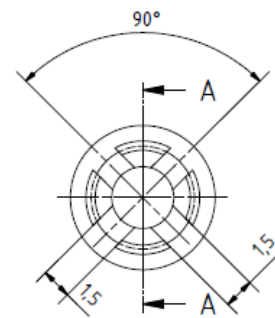
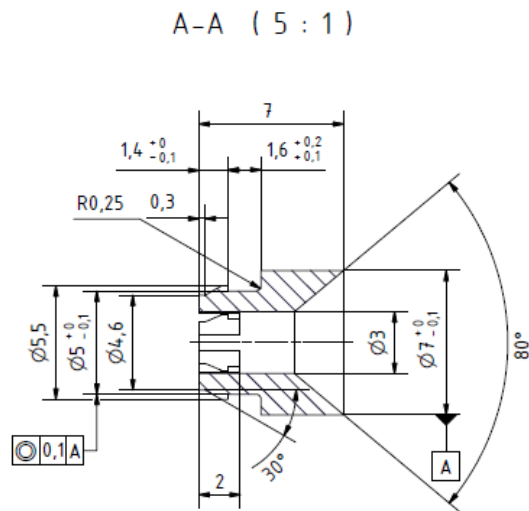


Maße und Oberflächenangaben gelten für beide Einstiche.

REVISIONSVERLAUF			
Nr.:	Beschreibung	Datum	Name
a	Konzentrität zum Bezug A entfernt	26.10.2016	M.Stadler
b	Toleranz von 0,02 geändert	26.10.2016	M.Stadler
c	Toleranzfeld vergrößert, vorher +0/-0,1	26.10.2016	M.Stadler
d	(*)Fläche kann im Rohzustand bleiben, wenn das Maß eingehalten wird	26.10.2016	M.Stadler

Hauptprojektion 		Gewicht: 0,007 kg Dimensionen: mm Maße ohne Toleranzangabe nach DIN ISO 2768 m K	
Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut) München		Werkstoff	
gezeichnet	24.03.2015	Name	Talantfas
geprüft	01.09.2016	Name	M.Stadler
Projekt <b>ATLAS-MDT II</b> <b>Aufbau-Spritzguss-03.2009</b>		Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 104-160600.idw	
Maßstab 1:1 (5:1 10:1)		Software: Inventor 2011 Blatt: 1 Gesamtzahl: 2 VIC.b DIN EN 20 216 - A3 (297 x 420)	
Endstopfen- endbearbeitet, Version 2		Tek:	



Stopper:  
 injection molded,  
 clamp for twister,  
 PBT thermoplastic  
 CRASTIN S600F10 NC010,  
 without reinforcement

Für die Fertigung freigegeben (MPI-Physik)

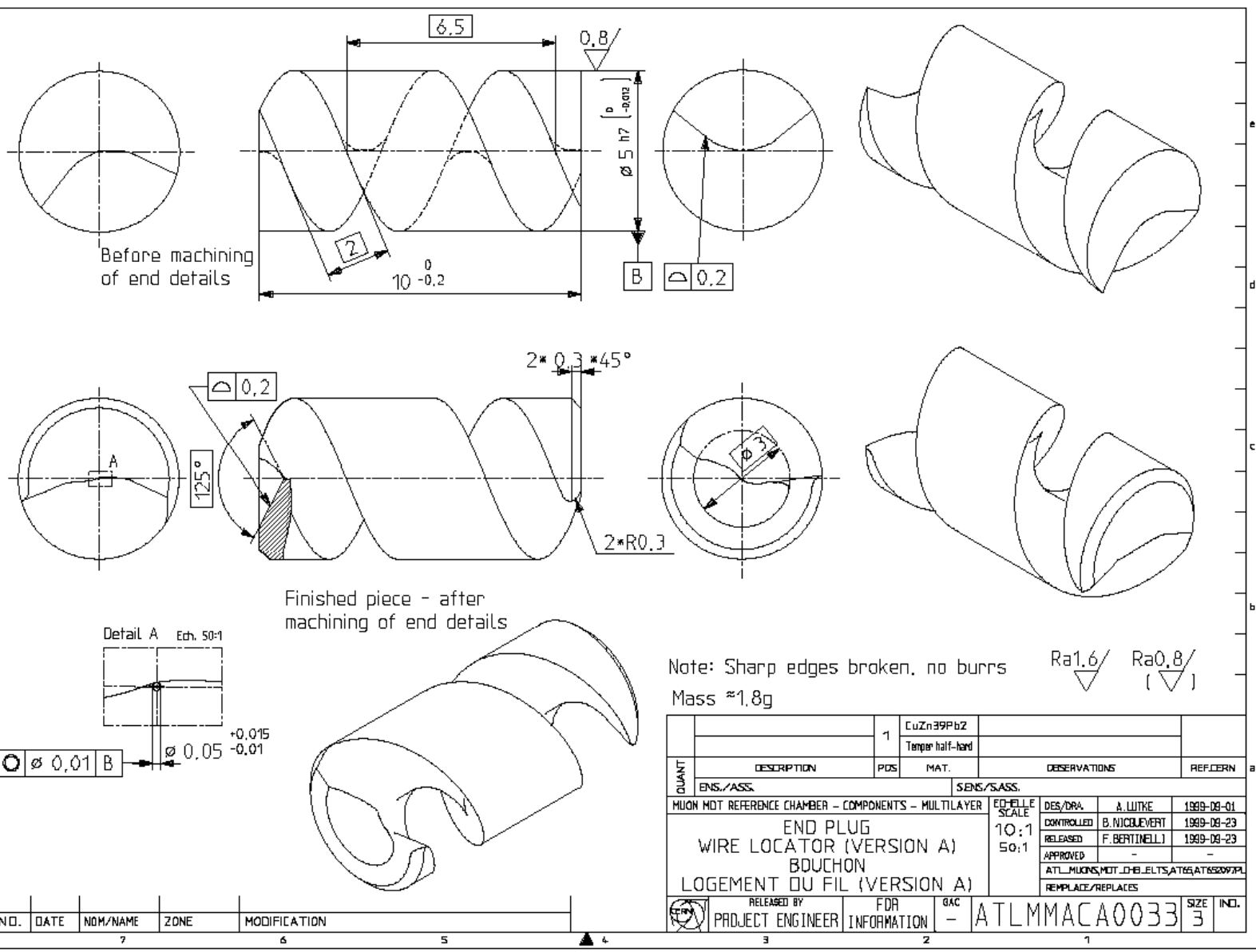
26.10.2016/sta

Hauptprojektion		MAX-PLANCK-INSTITUT FUER PHYSIK MUENCHEN (WERNER-HEISENBERG-INSTITUT)	
Tag: 04.08.2009 Name: M.Stedler		Projekt: ATLAS MDT II Aufbau-Spritzguss-03.2009 Driftrohr	
gezeichnet: M.Stedler		Werkstoff: PBT-Kunststoff (Crastin S600 F10)	
geprüfft:		Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 104-160201.idw	
gepluttet:		Software: Inventor 8	
Maßstab: 5:1		Blatt: 1 Gesamtzahl: 2	
Teil:		V09,h	
Stopper - Spritzguss			
DIN EN 20 216 - A3 (297 x 420)			

DESSIN, RUGOSITE, TOLERANCES  
SELON NORME ISO  
DRAWING, RUGOSITY, TOLERANCES  
ACCORDING TO ISO STANDARD

PROJECTION

ORGANISATION EUROPEENNE POUR  
LA RECHERCHE NUCLEAIRE  
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH  
Ce dessin ne peut être utilisé à des fins commerciales sans autorisation écrite.  
This drawing may not be used for commercial purposes without written authorization.



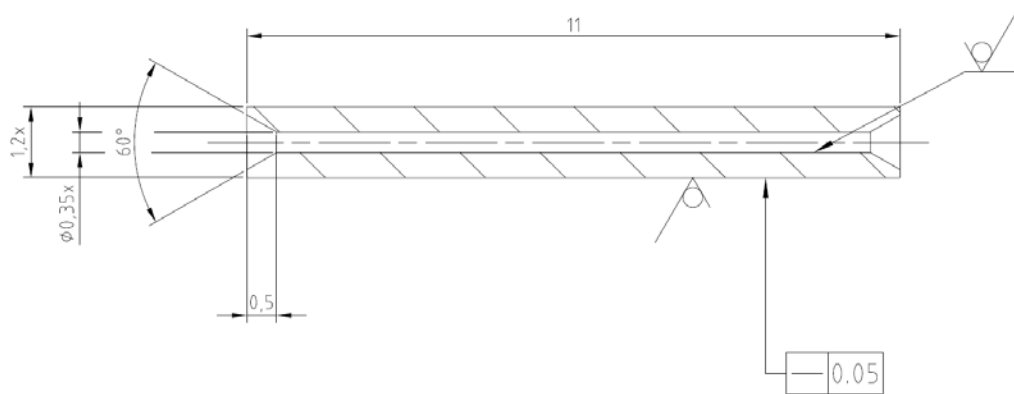
Note: Sharp edges broken, no burrs  
Mass ≈ 1.8g

Ra1,6 / Ra0,8 /

QUANT	1	CuZn39Pb2			
		Temper half-hard			
DESCRIPTION	POS	MAT.	OBSERVATIONS	REF.ERN	
ENS./ASS.		SENS./SASS.			
MILON MOT REFERENCE CHAMBER - COMPONENTS - MULTILAYER			ED-ELLE SCALE	DES/DRA	A. LUTKE 1989-08-01
END PLUG			10:1	CONTROLLED	B. NICOLEVERT 1989-08-23
WIRE LOCATOR (VERSION A)			50:1	RELEASED	F. BERTINELLI 1989-08-23
BOUCHON				APPROVED	-
LOGEMENT DU FIL (VERSION A)				ATL_MILONS_MOT_DHG_ELETS_A_TRE_A_TRESD097PL	
REPLACE/REPLACES					
RELEASED BY	FOR	GAC		SIZE	IND.
PROJECT ENGINEER	INFORMATION	-	ATLMMACA0033	3	

Twister  
(wire locator):  
brass

**Wire crimp  
tubelet:**  
copper,  
ATLAS MDT  
specs



Note : 1. General tolerances  $\pm 0.1\text{mm}$   
2. x For References only  
3. Last step heat treatment

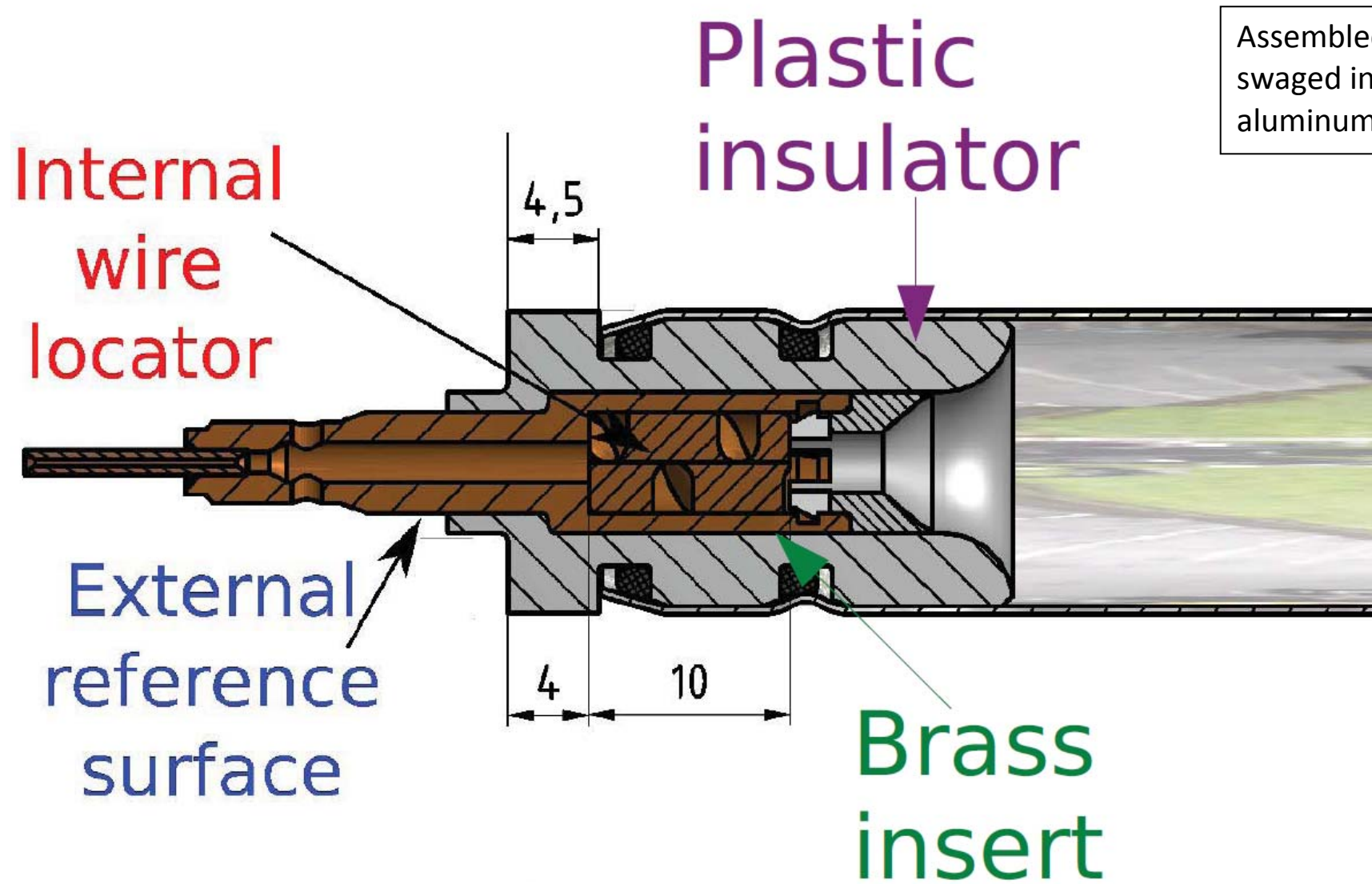
Mass » 0.1g

Material: SF-Cu (Kapillarrohre Fa. G.Rau)  
AD  $1,20 \pm 0,02$  / WD  $0,425\text{mm}$  / ID  $0,35 \pm 0,02\text{mm}$   
HV3 120-140 auf Dornspule  
D 300 DIN 8559



Experiment ATLAS		x	REV. A	CERN Drawing Number ATLMMACA0084	
Project MDT-chamber		Title crimp tube			
Hauptprojektion 		Projekt ATLAS-MDT drift tube		Dimensionen : mm	
Tag 04.18.2000		Name S.Vogt		Masse ohne Toleranzangabe nach DIN ISO 2768 mK	
gezeichnet		MAX-PLANCK-INSTITUT FUER PHYSIK MUENCHEN (WERNER-HEISENBERG-INSTITUT)		Werkstoff SF-Cu Rohr HV3 120-140	
geprueft					
geplottet					
Massstab 10:1		CRIMP TUBE (CERN:ATLMMACA0084)		Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 05400306.dwg	
				Software: Autocad/Mechanical 2000	
				Blatt 1	
				Gesamtzahl 1	

DIN EN 20 216 - A4 (210 x 297)



Assembled endplug swaged into the aluminum tube

**Sense wire:**

tungsten-rhenium, gold-plated  
ATLAS MDT specs updated



*Shipping mark*  
2017097

*Terms of delivery*  
Ex Works Kalmar

*Your Reference*  
HR Kroha / Mr B  
1386171/1010/B

*Mode of transportation*  
DB Schenker

*Terms of payment*  
30 days' net

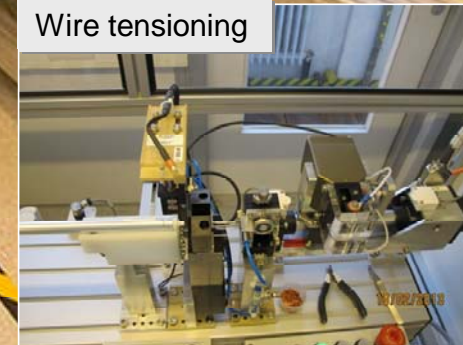
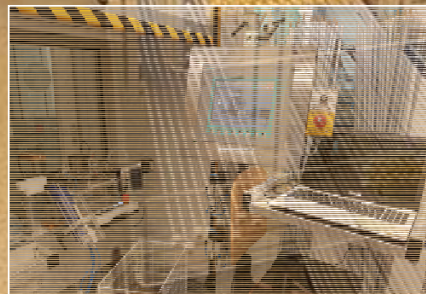
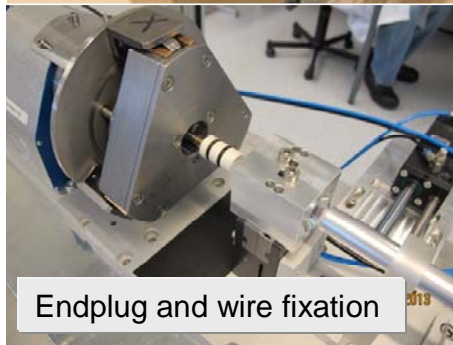
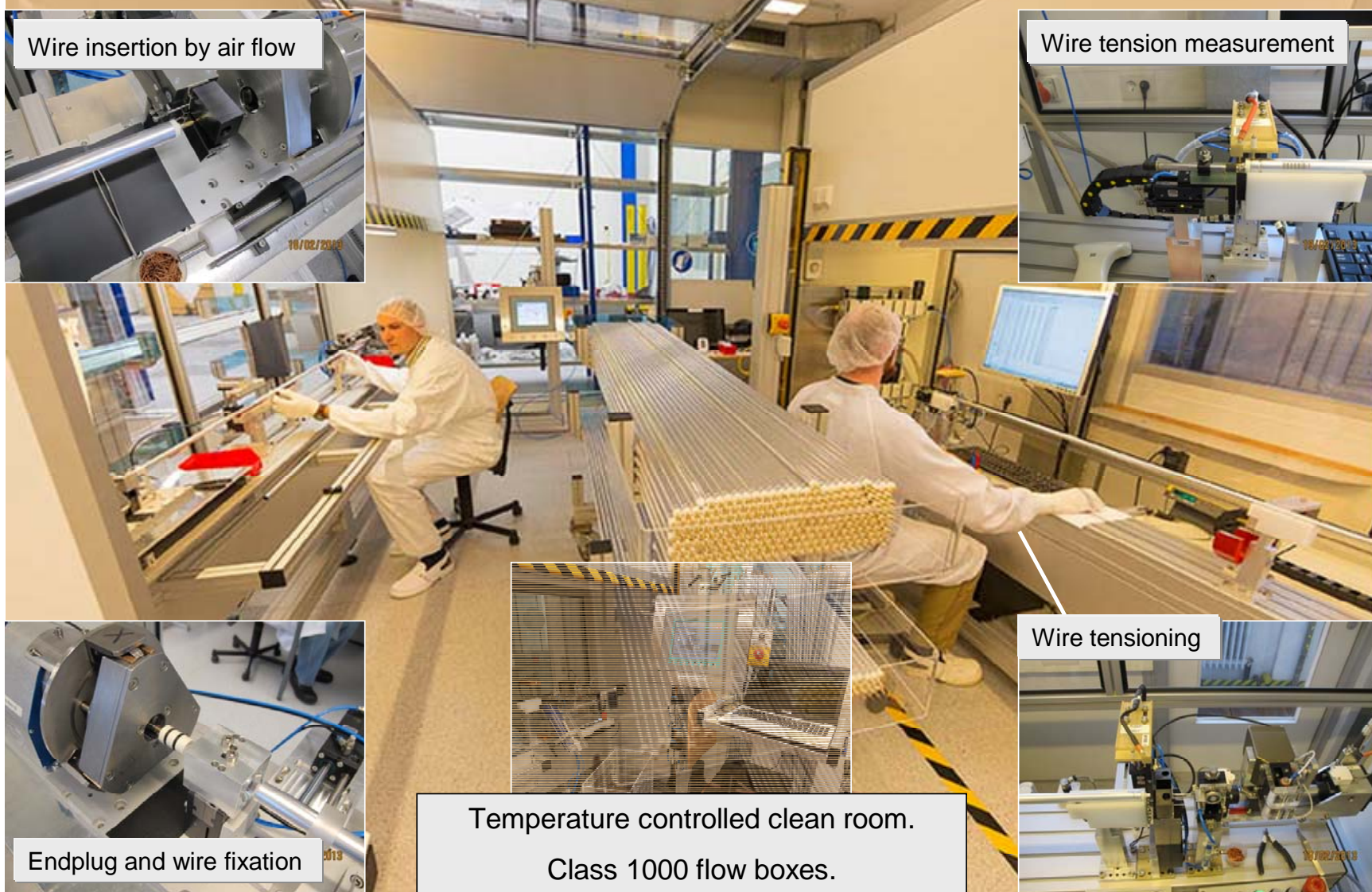
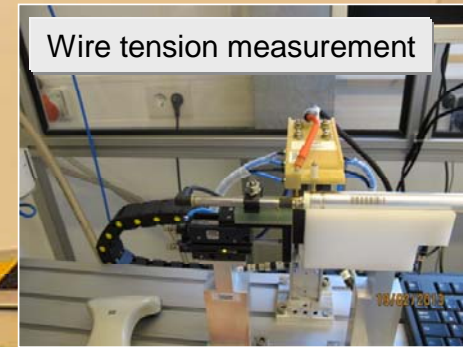
*Del. time*  
2017-06-02

<i>Pos Item</i>	<i>Del. time</i>	<i>Qty Unit</i>	<i>Price</i>
1 LMAX861-050 W/RE WIRE GOLDPLATED Quality 861/67 50 micron +/- 0,5% (7,55 mg/200 mm +/- 1%) Gold coat thickness: 2-4% Nickel flash: approx 0,02 micron Straightness: A maximum average camber of 40 mm/200 mm Ovality: Maximum 1 micron of the base wire Tensile strength: 530-710 g Elongation: Target minimum 3%, but could be somewhat below 3% K63 spools	2017-06-02	40 000,00 M	

Resistivity: 0.055  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m

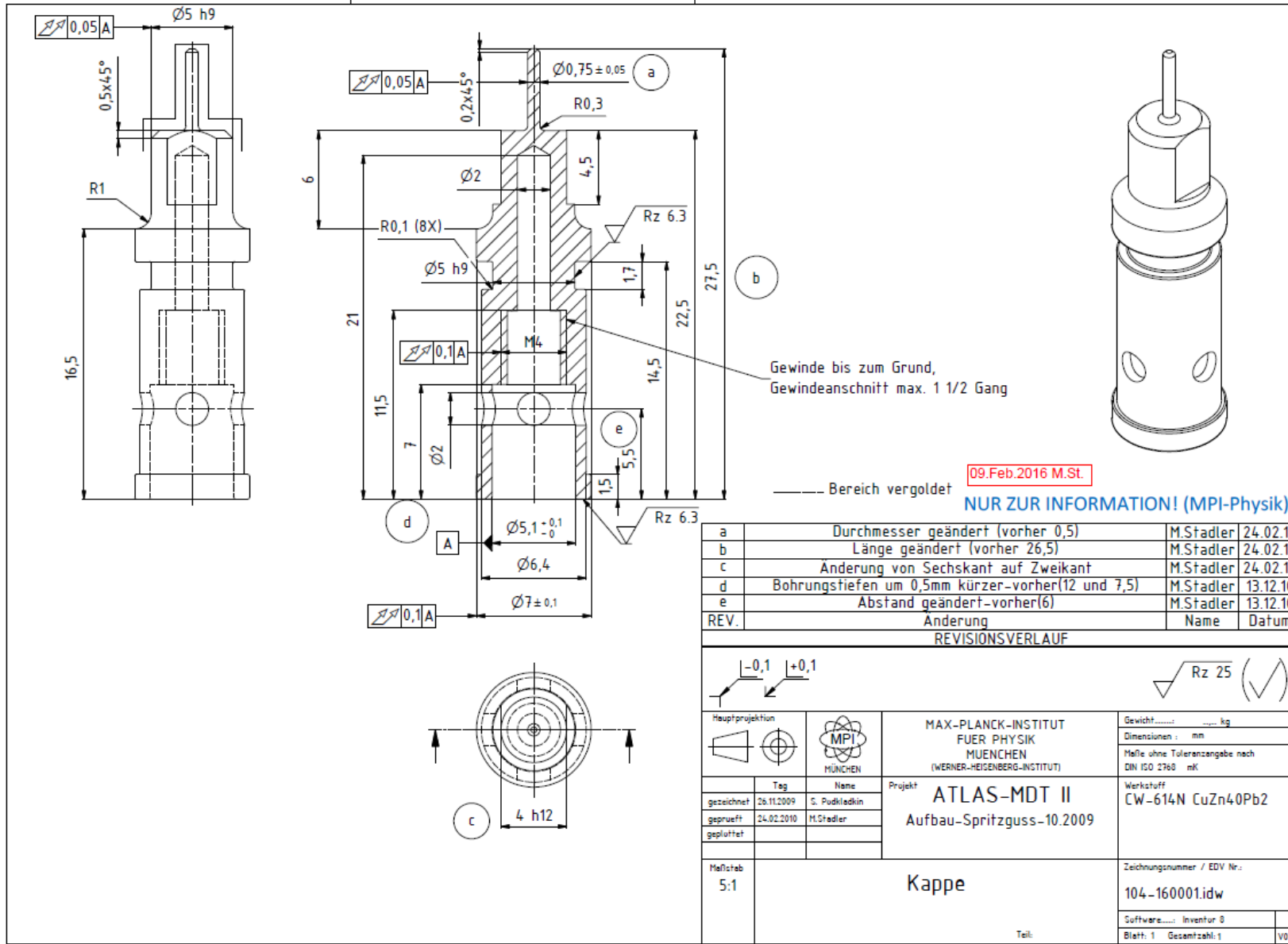


# Automated Drift Tube Assembly Station









Signal cap:  
brass,  
nickel-plated,  
gold-plated tip

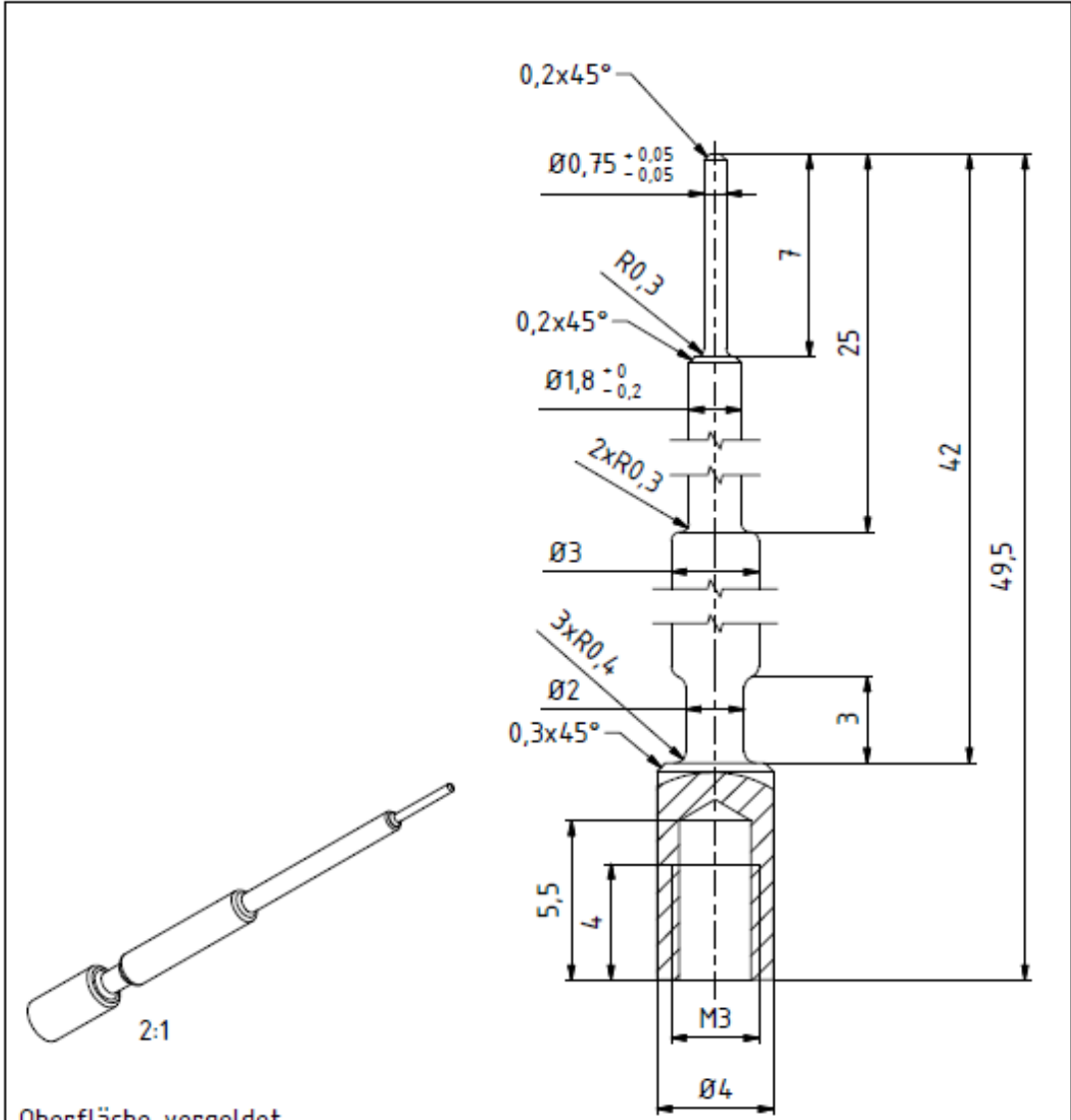
a	Durchmesser geändert (vorher 0,5)	M.Stadler	24.02.10
b	Länge geändert (vorher 26,5)	M.Stadler	24.02.10
c	Anderung von Sechskant auf Zweikant	M.Stadler	24.02.10
d	Bohrungstiefen um 0,5mm kürzer-vorher(12 und 7,5)	M.Stadler	13.12.10
e	Abstand geändert-vorher(6)	M.Stadler	13.12.10
REV.	Anderung	Name	Datum

REVISIONSVERLAUF

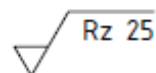
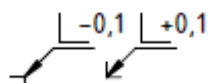
Hauptprojektion 		Gewicht: ..... kg Dimensionen: mm Maße ohne Toleranzangabe nach DIN ISO 2768 - mK	
Tag Name Projekt gezeichnet 26.11.2009 S. Pudklatkin geprüft 24.02.2010 M.Stadler geplottet		MAX-PLANCK-INSTITUT FUER PHYSIK MUENCHEN (WERNER-HEISENBERG-INSTITUT) <b>ATLAS-MDT II</b> Aufbau-Spritzguss-10.2009 Werkstoff CW-614N CuZn40Pb2	
Maßstab 5:1		Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 104-160001.idw Software: Inventor 8 Blatt: 1 Gesamtzahl: 1 V09h	

DIN EN 20 216 - A3 (297 x 420)

Ground pin:  
brass,  
gold-plated

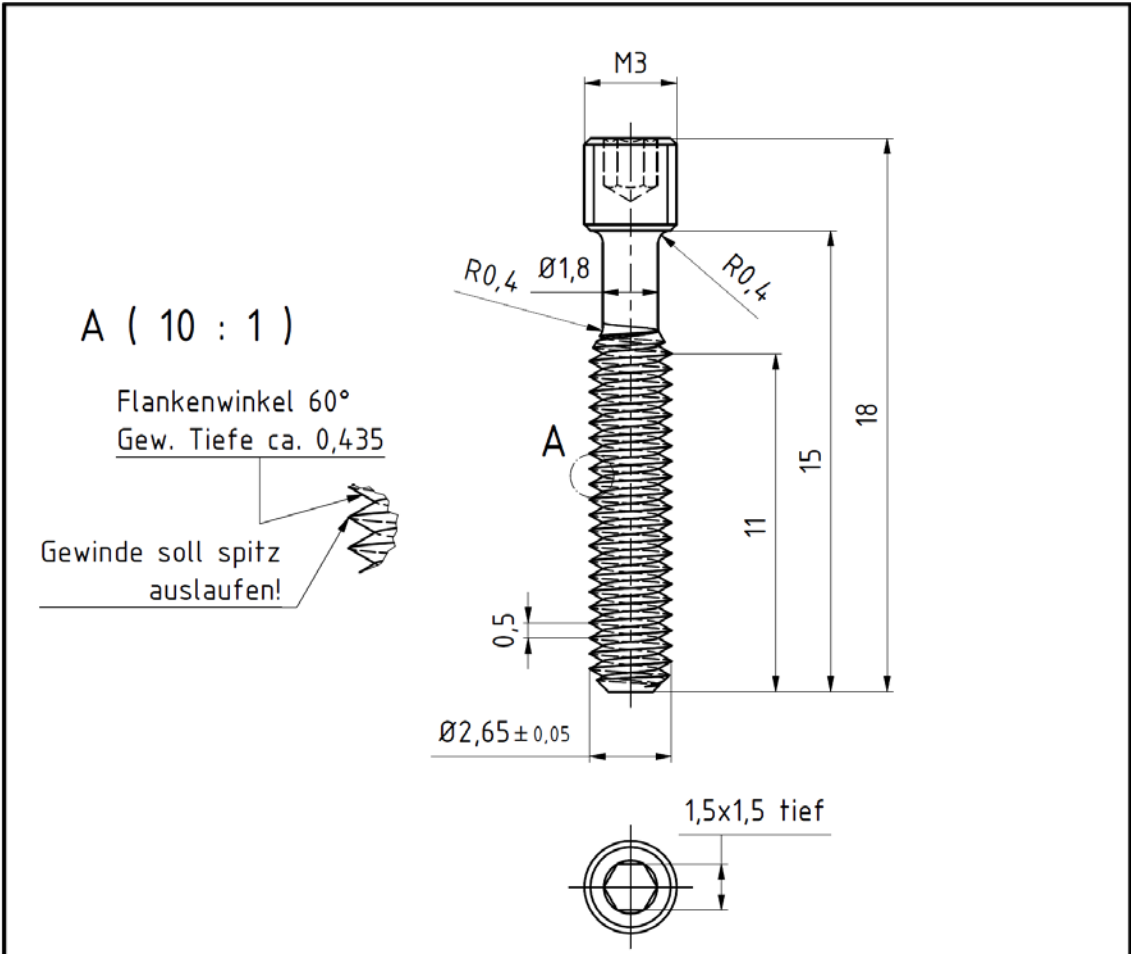


Oberfläche vergoldet



Hauptprojektion				<b>Max-Planck-Institut für Physik</b> (Werner-Heisenberg-Institut) München		Gewicht..... 0,002 kg
						Dimensionen : mm
		Projekt		ATLAS-MDT II		Masse ohne Toleranzangabe nach DIN ISO 2760 m K
gezeichnet	19.06.2010	Name			Werkstoff	CW-614N CuZn40Pb2
geprüft					Oberfläche vergoldet	
geplottet						
Entwurf	19.06.2010				Zeichnungsnummer / EDV Nr.: 104-170009.idw	
Maßstab	Erdungsstift (Ersetzt 104-170008.idw)				Software..... Inventur 2016	
5:1					Blatt: 1 Gesamtzahl: 1 V16.e	
				Teil:		DIN EN 20 216 - A4 (210 x 297)

Ground screw:  
stainless steel



NUR ZUR INFORMATION! (MPI-Physik)

26.07.17/sta

a	Steigung von 1 auf 0,5/Gew. Länge gekürzt/Tol. $\varnothing 2,65$ von 0,02 auf 0,05/ $\varnothing 1,5$ auf $\varnothing 1,8$	23.03.2011	M.Stadler
Nr.:	Beschreibung	Datum	Name

REVISIONSVERLAUF

Hauptprojektion		Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut) München		Gewicht.....: -		
		Projekt <b>ATLAS-MDT II</b> Testaufbau Elektronik		Dimensionen : mm		
gezeichnet				Tag	Name	Maße ohne Toleranzangabe nach DIN ISO 2768 m K
geprüft				02.03.2011	M.Stadler	Werkstoff Edelstahl, austenitisch
geplottet						
Maßstab	Erdungsschraube			Zeichnungsnummer / EDV Nr.:		
5:1				104-170007.idw		
				Software.....: Inventor 2011		
Teil:				Blatt: 1 Gesamtzahl: 1 V11.c		

DIN EN 20 216 - A4 (210 x 297)

O rings: EPDM, ATLAS MDT specs

4.12.2017 08:46/MAEM

**Werksbescheinigung EN 10204-2.1 OS - A17.577915.001**

Ihre Referenzen Robert Braun / 1413831/1010/B			Unsere Referenzen APSOparts Support_7				
Auftrags-Nr. A17.577915.001	Bestell-Datum 01.12.2017	Versend-Datum 04.12.2017				VS ApsO Germany	Seite 1
Artikel-Nr./Artikelbezeichnung		Bestellte Menge	Liefermenge	Rückstand	Einheit		
DT - 11 4006 1050 (0010.000) HITEC® O-Ring EPDM 70.10-02 ID 5.00 x 1.50 mm Werkstoff: EPDM Härte: 70 ±5 IRHD Farbe: schwarz Konformitäten/Zulassungen: EU 65/2011 (RoHS); EC 95/2002 (RoHS); EC 11/2003; FDA; EC 2023/2006; EC 1935/2004 article 3; BfR XXI Category 4; ADI free; ACS; WRAS; USP Class VI; UBA; ÖNORM; NSF 61; NSF 51; KIWA; DVGW W534; DVGW W270; EN 681-1; AS/NZS 4020; 3-A Sanitary Standard; GB 4806.11-2016 Zollposition: 40169300 Ursprungsland: Italien / EU		6'000	6'000		Stk		
DT - 11 4006 1009 (0020.000) HITEC® O-Ring EPDM 70.10-02 ID 9.00 x 1.00 mm Werkstoff: EPDM Härte: 70 ±5 IRHD Farbe: schwarz Konformitäten/Zulassungen: EU 65/2011 (RoHS); EC 95/2002 (RoHS); EC 11/2003; FDA; EC 2023/2006; EC 1935/2004 article 3; BfR XXI Category 4; ADI free; ACS; WRAS; USP Class VI; UBA; ÖNORM; NSF 61; NSF 51; KIWA; DVGW W534; DVGW W270; EN 681-1; AS/NZS 4020; 3-A Sanitary Standard; GB 4806.11-2016 Zollposition: 40169300 Ursprungsland: Italien / EU		1'000	1'000		Stk		

# BIS 1-6 sMDT Parameters

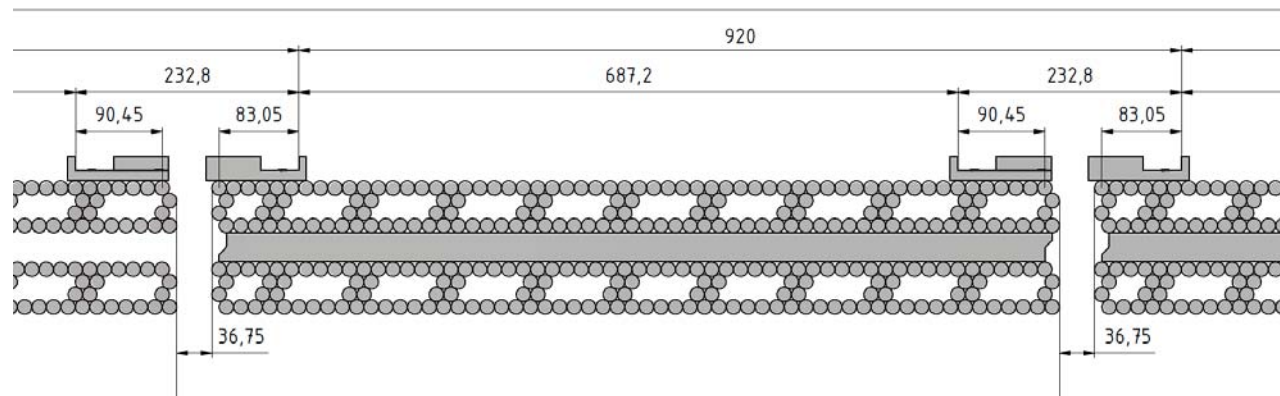
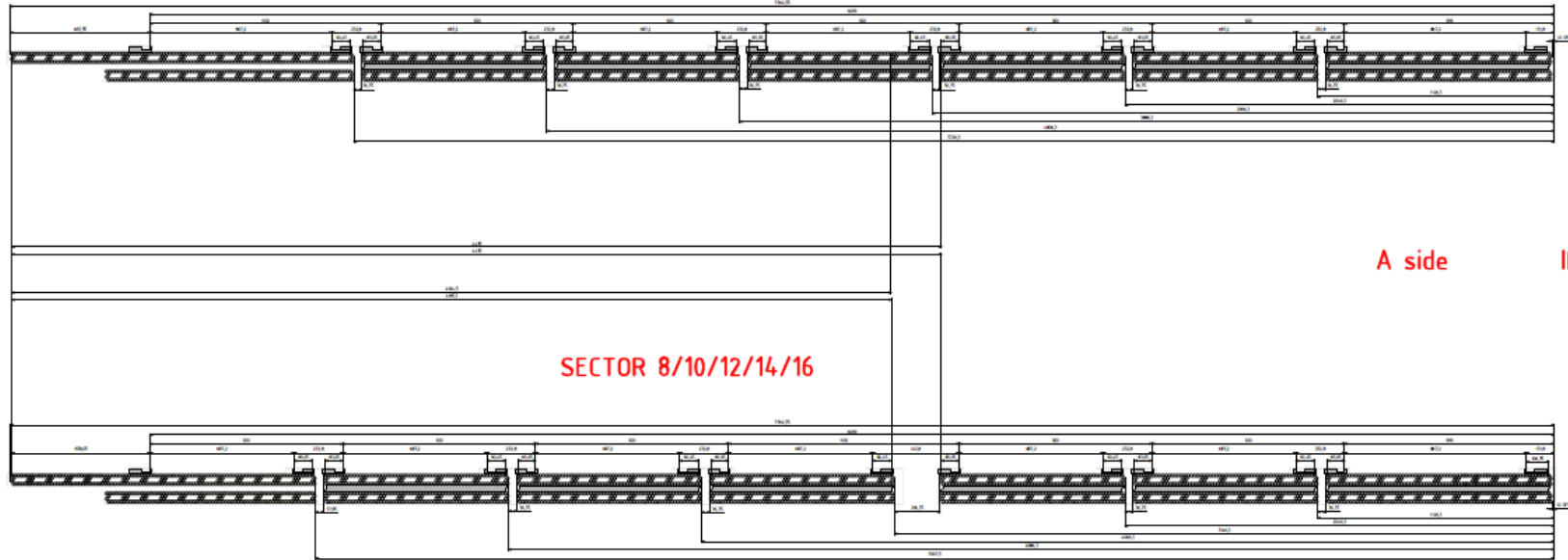
Type	BIS 1	BIS 2-6
Number of chambers	16	80
Radial distance from beam axis (mm)	4550 (4635)*	4550 (4635)*
Chamber width in $z$ (mm)	1097	916
Tubes width in $z$ (mm)	1065	884
Chamber length in $x$ (mm)	1796	1796
Aluminum tube length (mm)	1615	1615
Assembled tube length (mm)	1624	1624
Sense wire length (mm)	1597	1597
Active tube length (mm)	1544	1544
Gas volume length (mm)	1574	1574
Active area/chamber (m <sup>2</sup> )	1.64	1.36
Tube layers	2 × 4	2 × 4
Tubes/layer	70	58
Tubes/chamber	560	464
Spacer height (mm)	45.6	45.6
Multilayer height (mm)	139	139
Chamber height (mm)	249	249
Gas volume/chamber (l)	139.4	115.5
Chamber weight (kg)	140	115
Mezz. cards (24 ch.)/chamber	24	20
CSMs/chamber	2	2
T sensors/chamber	10	10
B-field sensors/chamber	2	2
In-plane alignment systems/chamber	4	4
Axial alignment sensors/chamber	2	4
Praxial alignment sensors/chamber	4	8
CCC alignment sensors/chamber	2	0
Survey targets/chamber	4	4

\* Numbers in brackets refer to sectors 2 and 16.

Parameter	Value
Number of chambers	96
Number of tubes	46080
Total tube and wire length	74.5 km
Total chamber active area	135 m <sup>2</sup>
Total gas volume	114.7 m <sup>3</sup>
Total chamber weight	11.5 tons
Number of mezzanine cards	1984
Number of hedgehog boards	3968
Number of CSMs	192

# BIS 1-6 sMDT Layout

SECTOR 2/4/6



# BIS 1-6 sMDT Drift Tube Length

