

## BERICHT

IB-11-8-115

### über die Prüfung der Kabelverschraubungen mit Druckausgleichsfunktion vom Typ DAE und einem Druckausgleichselement vom Typ DAE

Freiberg, 16.02.2012  
Ri/Hi/Leh

7. 

Dipl.-Ing. (FH) Richter  
Bearbeiter

Dieses Dokument besteht aus: 7 Seiten Text

Dieses Dokument darf nur in vollem Wortlaut weiter verbreitet werden.  
Auszüge aus diesem Dokument bedürfen der schriftlichen Zustimmung der IBExU GmbH.

## BERICHT

### IB-11-8-115

#### über die Prüfung der Kabelverschraubungen mit Druckausgleichsfunktion vom Typ DAE und einem Druckausgleichselement vom Typ DAE

#### 1 Art der Prüfung

- Prüfung auf Schutz gegen Eindringen von Staub und Wasser nach DIN EN 60529:2000, Abschnitte 13 und 14
- Prüfung der Durchlässigkeit von Luft bei verschiedenen Druckdifferenzen/rel. Drücken

#### 2 Prüfgegenstand

Kabelverschraubungen mit Druckausgleichsfunktion, Größe M12x1,5 bis M20x1,5, Typ DAE  
Druckausgleichselement, Größe M40x1,5, Typ DAE

der Rabe-System-Technik und Vertriebs GmbH  
49125 Wallenhorst

RST-Artikel-Nr.	11087514	11087516	11087520	60087514	60087516	60087520	11087540
Gehäusematerial	Polyamid PA 6	Polyamid PA 6	Polyamid PA 6	Messing, vernickelt	Messing, vernickelt	Messing, vernickelt	Polyamid PA 6
Farbe	RAL 7035	RAL 7035	RAL 7035				RAL 7035
Gewindegröße	M12 x1,5	M16 x1,5	M20 x1,5	M12 x1,5	M16 x1,5	M20 x1,5	M40 x1,5
Gewindedichtung	Ring, flach	Ring, flach	Ring, flach	O-Ring	O-Ring	O-Ring	Ring, flach
Dichtungsmaterial	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	Perbunan (NBR)	Perbunan (NBR)	Perbunan (NBR)	Chloropren (CR)
Klemmbereich	4-8 mm	4-8 mm	6-12 mm	4-8 mm	4-8 mm	6-12 mm	---
Material Klemmdichtung	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	Chloropren (CR)	---
PM-Nr. (IBExU)	EXel 008-12	EXel 009-12	EXel 010-12	EXel 011-12	EXel 013-12	EXel 014-12	EXel 583-11

### **3 Auftraggeber**

Rabe-System-Technik GmbH  
Otto-Lilienthal-Straße 19  
49134 Wallenhorst  
DEUTSCHLAND

### **4 Prüfunterlagen**

- Anfrage/Auftrag mit Schreiben vom 18.10.2011 und 03.01.2012
- Auftragsbestätigung mit Schreiben Ri/Leh 243/12 vom 10.01.2012
- Auftragsweiterung mit E-Mail vom 10.02.2012
- DIN EN 60529:2000
- Vorläufiges Datenblatt „DAE-Kabelverschraubung“, RST-Katalog S.41
- Vorläufiges Datenblatt „DAE Polyamid M40“, RST-Katalog S.39
- Prüfmuster Kabelverschraubungen (IBExU PM-Nr. EXel 008/12...011/12, 013/12, 014/12)
- Prüfmuster Druckausgleichselement (IBExU PM-Nr. EXel 583/12)

Die Prüfmuster wurden IBExU am 20.10.2011 und am 05.01.2012 zugestellt.

### **5 Durchführung der Prüfungen und Ergebnisse**

Die Prüfungen wurden in der Zeit vom 12.01. bis 10.02.2012 durchgeführt.

Die Kabelverschraubungen mit Druckausgleichsfunktion vom Typ DAE, M12x1,5 bis M20x1,5, jeweils aus PA6/RAL7035 und Ms/vernickelt, wurden mit je einem Prüfdorn bestückt. Die Außendurchmesser der Prüfdorne entsprachen der kleinsten angegebenen Klemmung der betreffenden Kabelverschraubung. Die Kabelabdichtung (ersatzweise die Prüfdorne) erfolgte in der Überwurfmutter jeweils mit einem Dichtring aus Chloropren (CR).

Die Gehäuseanschlüsse der Kabelverschraubungen waren seitens des Lieferanten mit O-Ring aus Perbunan (NBR) oder mit Flachdichtung aus Chloropren (CR) bestückt. Die Druckausgleichselemente vom Typ DAE M40x1,5 bestehen aus PA6/RAL7035, die Gehäuseanschlüsse waren seitens des Lieferanten mit jeweils einem Flachdichtring aus Chloropren (CR) bestückt.

Prüfmuster jeden Typs wurden an ein leeres Prüfgehäuse montiert. Aufgrund großen Luftdurchsatzes musste das Druckausgleichselement separat und mit einem anderen Prüfgehäuse geprüft werden.

Folgende, minimale Anzugsdrehmomente wurden für die Prüfmuster erprobt:

PM-Nr. (IBExU)	Bezeichnung (Klartext)	Bezeichnung (Art.-Nr.)	Min. Anzugsdrehmoment	Bemerkungen
EXel 008-12	DAE PA6 M12x1,5	11087514	1,0 Nm	
EXel 009-12	DAE PA6 M16x1,5	11087516	1,0 Nm	
EXel 010-12	DAE PA6 M20x1,5	11087520	2,5 Nm	
EXel 011-12	DAE Ms M12x1,5	60087514	3,0 Nm	
EXel 013-12	DAE Ms M16x1,5	60087516	3,0 Nm	
EXel 014-12	DAE Ms M20x1,5	60087520	3,0 Nm	
EXel 583-11	DAE Druckausgleichselement PA6 M40x1,5	11087540	ca. 2 Nm	Werkzeuganwendung nicht vorgesehen

Bei etwas übermäßigem Festschrauben der Anschlussgewinde wurde festgestellt, dass teilweise die Dichtungen zwischen den Dichtungsflächen ausgepresst werden und hervortreten, was wiederum zu Undichtigkeiten zwischen Gehäuse und Verschraubungsgewinde führen kann. Das betrifft vorrangig die Kabelverschraubungen des Typs DAE PA6 M16x1,5 (Art. 11087516) und DAE Ms M12x1,5 (Art. 60087514).

#### 5.1 Prüfung des Staubschutzes IP 6X nach DIN EN 60529, Abschnitte 13.4 und 13.6

Gemäß den Festlegungen von DIN EN 60529, Abschnitte 13.4 und 13.6 wurde diese Konfiguration auf Einhaltung der Schutzart IP 6X (staubdicht) in einer entsprechenden Staubkammer geprüft.

##### 5.1.1 Prüfung Kabelverschraubungen Typ DAE M12...20

Folgende Parameter lagen der Prüfung zugrunde:

Prüfgerät:	Staubkammer nach EN 60529
Erzeugter Unterdruck:	≤ 2 kPa
Gehäuseinhalt:	2,8 dm <sup>3</sup>
Abgesaugte Luftmenge:	79,3 l
Prüfdauer:	8 h
Ergebnis der Sichtprüfung:	kein Staub eingedrungen

Prüfergebnis: **IP 6X erfüllt**

### 5.1.2 Prüfung Druckausgleichselement Typ DAE M40

Folgende Parameter lagen der Prüfung zugrunde:

Prüfgerät:	Staubkammer nach EN 60529
Erzeugter Unterdruck:	≤ 2 kPa
Gehäuseinhalt:	0,05 dm <sup>3</sup>
Abgesaugte Luftmenge:	6,3 l
Prüfdauer:	2 h
Ergebnis der Sichtprüfung:	kein Staub eingedrungen

Prüfergebnis: **IP 6X erfüllt**

### 5.2 Prüfung des Strahlwasserschutzes IP X6 nach DIN EN 60529, Abschnitt 14.2.6 und Abschnitt 14.3

Anschließend wurden die Prüfmuster gemäß den Festlegungen von DIN EN 60529, Abschnitt 14.2.6 auf Einhaltung der Schutzart IP X6 (Schutz gegen starkes Strahlwasser) geprüft. Die Staubablagerungen an den Membranen wurden zuvor entfernt.

Folgende Parameter lagen der Prüfung zugrunde:

Prüfgerät:	Strahldüse 12,5 mm
Wasser-Volumenstrom:	100 l/min ± 5 %
Temperaturdifferenz:	≤ 5 K
Abstand Düse-Gehäuse:	2,5 ... 3,0 m
Prüfdauer:	3 min
Ergebnis der Sichtprüfung:	kein Wasser eingedrungen

Prüfergebnis: **IP X6 erfüllt**

### 5.3 Prüfung des Schutzes gegen zeitweiliges Untertauchen IP X7 nach DIN EN 60529, Abschnitt 14.2.7 und Abschnitt 14.3

Typgleiche, bisher noch ungenutzte Prüfmuster wurden mit o.g. Prüfdorne bestückt und jeweils in ein weiteres Prüfgehäuse montiert und gemäß den Festlegungen von DIN EN 60529, Abschnitt 14.2.7 auf Einhaltung der Schutzart IP X7 (Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen) geprüft.

Prüfgerät:	Wasserbecken
Temperaturdifferenz:	≤ 5 K
Eintauchtiefe:	1000 mm
Prüfdauer:	30 min
Ergebnis der Sichtprüfung:	kein Wasser eingedrungen

Prüfergebnis: **IP X7 erfüllt**

## 5.4 Ermittlung des Luftdurchlasses

Für die Ermittlung einer max. Druckdifferenz, die noch praktisch als sinnvoll erachtet werden kann, und ohne Angaben über spezielle Einsatzbedingungen der Prüfmuster zu haben, wurden für diese Prüfzwecke folgende Kriterien berücksichtigt:

- a) statistisch erhobene, max. Luftdruckschwankungen in Deutschland, in 24 h
- b) max. Temperaturschwankungen der Umgebungsluft in Deutschland, in 24 h
- c) evtl. Verwendung in der zivilen Luftfahrt, zulässige min. Kabinenhöhe von 2.438 m und Sinkgeschwindigkeiten bis max. -300 ... -610 m/min für Passagierflugzeuge

Die max. Druckdifferenz für Versuchszwecke ergibt sich somit zwischen dem hydrostatischen Druck der Luft auf Meereshöhe und einem Flugzeuginnendruck, resultierend aus der minimal vorgeschriebenen Kabinendruckhöhe.

Alle Prüfmustertypen mit Druckausgleichsfunktion wurden auf Luftdurchlässigkeit bei verschiedenen Differenzdrücken geprüft. Dazu wurde das jeweilige Prüfmuster in ein Prüfgehäuse eingeschraubt. Das Prüfgehäuse wurde mit einem Überdruck größer als 300 mbar rel. beaufschlagt, anschließend wurde der Druckabfall im Prüfgehäuse mit einem Differenzdrucksensor Typ GMH 3180 (PM 0463) gemessen.

Prüfgerät:	Druckbehälter
Gehäuseinhalt:	25,4 l
Umgebungstemperatur:	19 °C
Luftdruck (Umgebung):	984 mbar
Temperaturdifferenz (Druckluft):	≤ 5 K
Max. Druckdifferenz:	300 mbar
Prüfdauer:	bis Druckausgleich ( $\Delta p \leq 1$ mbar)

Folgende Luftmengen in Abhängigkeit vom relativen Luftdruck im Prüfgehäuse wurden dabei ermittelt:

PM-Nr. (IBExU)	Bezeichnung (Klartext)	Bezeichnung (Typ)	Arithmetischer Mittelwert vom Luftdurchlass		
			300 mbar rel.	200 mbar rel.	100 mbar rel.
EXel 008-12	DAE PA6 M12x1,5	11087514	6,9 l/min	3,9 l/min	1,8 l/min
EXel 009-12	DAE PA6 M16x1,5	11087516	12,6 l/min	7,1 l/min	3,4 l/min
EXel 010-12	DAE PA6 M20x1,5	11087520	19,9 l/min	11,0 l/min	4,7 l/min
EXel 011-12	DAE Ms M12x1,5	60087514	8,2 l/min	4,4 l/min	2,0 l/min
EXel 013-12	DAE Ms M16x1,5	60087516	9,3 l/min	4,9 l/min	2,4 l/min
EXel 014-12	DAE Ms M20x1,5	60087520	17,1 l/min	9,6 l/min	4,1 l/min
EXel 583-11	DAE Druckausgleichselement PA6 M40x1,5	11087540	75 l/min	75 l/min	43 l/min

## **6 Zusammenfassendes Ergebnis**

Die unter 2 genannten Kabelverschraubungen mit Druckausgleichsfunktion Typ DAE M12-M20 und das Druckausgleichselement Typ DAE M40 erfüllen nach DIN EN 60529 die Anforderungen der Staubdichtheit, Schutzart IP 6X, die Anforderungen des Schutzes gegen starkes Strahlwasser, Schutzart IP X6, und die Anforderungen bei zeitweiligem Untertau-chen, Schutzart IP X7.

## **7 Sicherheitstechnische Hinweise**

Für die Erfüllung der Anforderungen und die Aufrechterhaltung der Schutzarten IP66 und IPX7 ist bei den geprüften Kabelverschraubungen mit Druckausgleichsfunktion und dem Druckausgleichselement besonders auf richtigen Sitz der Gehäusedichtungen zu achten.