

N. V. Holmatro
Zalmweg 30
4940 AA Raamsdonksveer
Niederlande

TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
Institut für Materialprüfung
Berichts-Nr.: 3837PR33560 Rev. 01

Untersuchungen an einem geschädigten Rettungszyylinder

Zusammenfassende Bewertung

Das Institut für Materialprüfung der TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG wurde am 31.10.2006 von der Fa. Holmatro beauftragt, einen geschädigten Rettungszyylinder der Feuerwehr Hamburg zu untersuchen.

Ziel der werkstofftechnischen Untersuchung sollte es sein, die Ursache bzw. Hinweise für das Versagen einer Schraubverbindung zu ermitteln. Eine Bewertung der konstruktiven Auslegung und der eingesetzten Werkstoffkombinationen war nicht Gegenstand der Untersuchung.

Nach Angaben der Firma Holmatro sollte der geschädigte Anschlussblock aus Aluminium bestehen, mit einer min. Härte von 95 HB. Die Schraubverbindung zwischen dem Anschlussblock und dem Reduktionsnippel der Kupplung aus ferritischem Stahl ist mit 35 Nm anzuziehen.

Folgende Erkenntnisse konnten zusammen getragen werden:

- Der Reduktionsnippel ist aufgrund eines geschädigten Gewindes im Anschlussblock herausgerissen.
- Die Untersuchungen zur Verwechslungsprüfung haben ergeben, dass der geschädigte Anschlussblock sowohl von der chemischen Analyse als auch von der Härte den Werten von Referenzbauteilen aus Aluminium entspricht. Die Härte von min. 95 HB wird erfüllt.
- Im Rahmen der Bestimmung des Losdrehmomentes konnte festgestellt werden, dass an drei untersuchten Geräten aus dem zur Verfügung gestellten Gerätesatz, unabhängig vom Losdrehmoment zwischen 23 und 59 Nm, alle Gewindgänge im Anschlussblock für die Gewindelehre nicht gängig waren.

- Die Gewinde der von der Fa. Holmatro zur Verfügung gestellten Anschlussblöcke mit spezifikationsgerechter Härte wurden durch Eindrehen der Nippel mit und ohne Abdichtungsring geprüft.
 - Ohne die Verwendung eines Abdichtringes konnte bei Erhöhung des Anzugsmomentes von geforderten 35 Nm auf 45 Nm eine plastische Verformung des Gewindes im Anschlussblock festgestellt werden.
 - Bei Verwendung eines Abdichtringes kann ab einem Anzugsmoment von 50 Nm plastische Verformung am Gewinde des Anschlussblockes festgestellt werden.
- Die am geschädigten Rettungszyylinder festgestellte massive plastische Verformung der Gewindeflanken im Aluminium in Richtung Gewindeboden / Sackloch des Anschlussblockes sowie Spuren von ineinander gedrehten Gewindeflanken im ferritischen Reduktionsnippel können nicht auf eine Beanspruchung durch Herausreißen des Reduktionsnippels zurückgeführt werden. Solche Schädigungen sind durch unsachgemäßes Eindrehen (Festdrehen) entstanden.
- Unter Berücksichtigung der ermittelten Schadensursache und der für die Gewindelehre nicht gängigen Anschlussblockgewinde weiterer Geräte aus dem Gerätesatz erscheint beim Handling eine Gefahr der Plastifizierung des Anschlussblockgewindes zu bestehen.

1 Gegenstand

Das Institut für Materialprüfung der TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG wurde am 31.10.2006 von der Fa. Holmatro beauftragt, einen geschädigten Rettungszyylinder der Feuerwehr Hamburg zu untersuchen. Für Referenzuntersuchungen wurde der gesamte dazu gehörende Gerätesatz zur Verfügung gestellt.

Während einer wiederkehrenden Prüfung des Rettungszyinders (RA 2006U, s/n 17244, 1996) in der Werkstatt der Feuerwehr Hamburg kam es nach Angabe der Feuerwehr beim Aufbringen des Öldruckes zum Abriss des 1/4" BSP-Gewindes (Stahl) aus dem Anschlussblock (Aluminium) des Gerätes.

Das Gerät ist seit 1996 bei der Feuerwehr Hamburg in Betrieb, die Prüfintervalle für wiederkehrende Prüfungen (jährlich bzw. nach jedem Einsatz) wurden nach Angabe der Feuerwehr eingehalten. Eine Prüfung der in Rede stehenden Schraubenver-

bindung zwischen dem Reduktionsnippel und der Schnellkupplung an den Anschlussblock ist nicht vorgesehen.

Im Schreiben vom 27.10.2006 gibt Fa. Holmatro an, dass die geschädigte Verbindung im Anschlussblock mit 35 Nm angezogen und mit einem Sicherungsmittel / Haftmittel gesichert wird. Der Anschlussbock soll nach Angabe von Fa. Holmatro eine Härte von min. 95 HB besitzen.

Ziel der Untersuchung sollte es sein, die Ursache bzw. Hinweise für das Versagen der Schraubverbindung zu ermitteln. Eine Bewertung der konstruktiven Auslegung bzw. der eingesetzten Werkstoffkombination war nicht Gegenstand der Untersuchung.

2 Angaben zu den Prüfungen

2.1 Bestimmung der Losdrehmomente, Überprüfung der Gewinde

Die Bestimmung der Losdrehmomente erfolgte mit einem Drehmomentschlüssel der Fa. Holmatro (Serialno. MS021, Kalibrierdatum 30.12.05 - nächste Kalibrierung 30.12.06, Messbereich 20 – 200 Nm), sowie mit dem Messgerät Accrat Check des Institutes für Materialprüfung (PMV 008404, Messbereich 0 - 150 Nm). Beide Messgeräte wurden vor der Ermittlung von Prüfergebnissen gegeneinander abgeglichen. Der Abgleich bei verschiedenen Anzugs- und Losdrehmomenten zeigte für das Messgerät Accrat Check einen um ca. 3 - 5 Nm geringeren Messwert.

An zwei baugleichen Anschlussblöcken, die von Fa. Holmatro zu Untersuchungszwecken zur Verfügung gestellt wurden und deren Härte mit ca. 87 HB gemessen bzw. angegeben wurde, erfolgte mit dem Messgerät Accrat Check eine Überprüfung der Reproduzierbarkeit der gemessenen Drehmomente beim Anziehen und Lösen der Schraubverbindung (ohne Abdichtungsringe) sowie die Ermittlung des Drehmomentes, bei dem die Gewinde im Anschlussblock geschädigt (überdreht) werden.

Zur Überprüfung der gemessenen Drehmomente, bei dem die Gewinde im Anschlussblock geschädigt werden, stellte die Fa. Holmatro zu einem späteren Zeitpunkt (19.01.2007) zwei Anschussblöcke mit einer spezifikationsgerechten Härte von 101 bzw. 102 HB zur Verfügung. An beiden Anschlussblöcken erfolgten Einschraubversuche mit neuen Nippeln in die Gewinde der Anschlussblöcke ohne und mit Abdichtungsringen. Der Nippel wurde beginnend mit einem Anzugsmoment von 35 Nm in das Gewinde gedreht und anschließend das Gewinde im

Anschlussblock mit der Gewindelehre der Fa. Holmatro (Nr. 6337, G1/4 BS2779-1986, GO PD 12.301, NO GO PD 12.426) auf Gängigkeit überprüft. In Stufen von 5 Nm wurde das Anzugsmoment erhöht und das Gewinde überprüft bis eine Schädigung festgestellt werden konnte. Die Ergebnisse dazu sind in Tabelle 1 dargestellt.

Zur Bestimmung des Losdrehmomentes der Schraubenverbindungen des geschädigten Gerätes (Verschraubung Anschlussblock aus Aluminium /Reduktionsnippel aus Stahl und Reduktionsnippel aus Stahl/Kupplung aus Stahl) sowie an zwei weiteren Rettungswerkzeugen des gleichen Rettungssatzes wurde der Drehmomentschlüssel MS021 verwendet. Durch stufenweises Erhöhen des Drehmomentes am Drehmomentschlüssel näherte man sich dem Losdrehmoment der Schraubenverbindung bis sich beim dokumentierten Drehmoment die Schraubenverbindung lösen ließ.

Der Zustand der Gewinde der untersuchten Anschlussblöcke sowie der Gewinde der dazugehörigen Reduktionsnippel wurde mit Hilfe von Gewindelehren der Fa. Holmatro überprüft.

2.2 Werkstofftechnische Untersuchungen

Nach einer Sichtprüfung des Rettungszyllinders (Anlage 1, Bild 1) wurde der Reduktionsnippel aus der Kupplung entfernt (Anlage 1, Bilder 2 / siehe Pkt. 2.1) und der Anschlussblock demontiert.

Der Anschlussblock wurde gemäß Bild 6 (Anlage 1) getrennt. Die Untersuchung der Oberfläche des freigelegten Gewindes erfolgte im Stereomikroskop. Anschließend wurde mittels Zielpräparation ein metallographischer Schliff durch den Mittelpunkt der Bohrung gelegt.

Die Oberfläche des Gewindes des Reduktionsnippels wurde im Stereomikroskop sowie im Rasterelektronenmikroskop untersucht. Die unterschiedlichen Materialien wurden mittels energiedispersiver Mikrobereichsanalyse qualitativ bestimmt.

Um eine Materialverwechslung auszuschließen wurde mittels optischer Emissionsspektroskopie die chemische Zusammensetzung des geschädigten Anschlussblockes und eines Anschlussblockes des exemplarisch ausgewählten Gerätes GT 1693 bestimmt und verglichen.

Zusätzlich wurde die Härte des geschädigten und eines ungeschädigten Anschlussblockes (Gerät GT 1693) nach dem Verfahren von Brinell bestimmt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Bestimmung der Losdrehmomente, Überprüfung der Gewinde

In Tabelle 1 und 2 sind die Versuchsergebnisse der Drehmomentbestimmung sowie der Gewindezustand nach Demontage der Schraubverbindungen aufgeführt.

- Es kann aus der Tabelle 1 entnommen werden, dass das Losdrehmoment nach Anziehen mit einem bestimmten Drehmoment reproduzierbar ist und unter den Werten des Anzugmomentes liegt.
- Mehrmaliges Anziehen einer Schraube (ohne Abdichtungsring) mit dem erlaubten maximalen Drehmoment von 35 Nm führt nicht zu plastischen Verformungen im Gewinde des Anschlussblockes, so dass sich eine Gewindelehre in das Gewinde einschrauben lässt (Tabelle 1, Anschlussblock 1, Nippelgewinde 1).
- Eine Verformung des Gewindes im Anschlussblock mit spezifikationsgerechter Härte (101HB, 102HB) kann durch Aufbringen eines Anzugsdrehmomentes ab 45 Nm (ohne Verwendung eines Abdichtungsringes) festgestellt werden. Eine Gewindelehre lässt sich nicht in das Gewinde einschrauben (Tabelle 1, Anschlussblock 10 Nippelgewinde P und Anschlussblock 11, Nippelgewinde R).
- Beim Einschrauben eines Nippels unter Verwendung eines Abdichtungsringes kann plastische Verformung des Anschlussblockgewindes ab einem Anzugsmoment von 50 Nm bestimmt werden.
- Das maximal aufzubringende Drehmoment bis zum Durchdrehen des Gewindes wurde mit 67 Nm (Tabelle 1, Anschlussblock 2; Nippelgewinde 2) ermittelt.

Prüfobjekt	Anzugs-Moment [Nm]	Losdrehmoment [Nm]	Bemerkung Werkstoffkombination Aluminium / Stahl
Anschlussblock 1; Nippelgewinde 1 (87HB)	35	26	ohne Abdichtungsring
	35	27	ohne Abdichtungsring
	40	29	ohne Abdichtungsring
	40	29	ohne Abdichtungsring
	45	35	ohne Abdichtungsring
	45	34	ohne Abdichtungsring
	50	37	ohne Abdichtungsring
	51	36	ohne Abdichtungsring
Anschlussblock 1; Nippelgewinde 2 (87HB)	35	26	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	35	26	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	35	26	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	55	43	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht
Anschlussblock 2; Nippelgewinde 1 (87HB)	40	28	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht
Anschlussblock 2; Nippelgewinde 2 (87HB)	40	30	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht
	67		ohne Abdichtungsring, Durchdrehen des Gewindes
Anschlussblock 10, Nippelgewinde P (101HB)	35	29	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	40	29	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	45	32	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht
Anschlussblock 10; Nippelgewinde R (101HB)	35	26	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	40	31	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	45	32	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	50	51	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht
Anschlussblock 11; Nippelgewinde P (102HB)	35	28	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	40	33	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	45	37	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	50	41	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	56	46	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	60	47	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	65	49	mit Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht
Anschlussblock 11; Nippelgewinde R (102HB)	35	26	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	40	30	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt
	45	33	ohne Abdichtungsring, Gewindelehre passt nicht

Tabelle 1: Vorversuch zur Überprüfung des Losdrehmomentes an von der Fa. Holmatro zur Verfügung gestellten Anschlussblöcken. Drehmoment wurde kontinuierlich steigend aufgebracht (Messung mit Gerät Accrat Check)

- Aus der Tabelle 2 geht hervor, dass sehr unterschiedliche Losdrehmomente der Schraubverbindungen (Anschlussblock aus Aluminium/Nippel aus Stahl und Nippel aus Stahl/Kupplung aus Stahl) trotz Vorgabe eines Anzugsmomentes von 35 Nm ermittelt wurden.

Prüfobjekt	geschlecht	Schraubverbindung		Gewindezustand	
		Anschlussblock (AB) /Nippel (Ni)	Nippel (Ni) /Kupplung (Ku)		
		Werkstoffkombination			
		Alu / Stahl	Stahl / Stahl		
RA 2005U GT 1735 SN: 16847 Bj. 1996	w	23 Nm		Innen AB: defekt	
				Außen Ni: leicht hackend	
		24 Nm	Innen Ku: OK	Außen Ni: OK	
	m	37 Nm		Innen AB: defekt	Außen Ni: leicht hackend
				Innen Ku: OK	Außen Ni: OK
		30 Nm			
CU 2001U GT 1693 SN: 16214 Bj. 1995	w	38 Nm		Innen AB: defekt	
				Außen Ni: letzter Gang leicht hackend	
		56 Nm	Innen Ku: OK	Außen Ni: OK	
	m	53 Nm		Innen AB: defekt	Außen Ni: leicht hackend
				Innen Ku: OK	Außen Ni: OK
		47 Nm			
RA 2006U GT 1680 SN: 17244 Bj. 1996 geschädigtes Gerät	w	Schaden		Innen AB: ausgerissen	
				Außen Ni: Materialreste im Gewindegang (nicht geprüft)	
		47 Nm	Innen Ku: OK	Außen Ni: OK	
	m	45 Nm		Innen AB: defekt	Außen Ni: OK
				Innen Ku: OK	Außen Ni: OK bis auf letzter Gang
		44 Nm			

Tabelle 2: Bestimmung des Losdrehmomentes verschiedener Schraubverbindungen an Geräten aus dem Gerätesatz der Feuerwehr (Messung mit Drehmomentschlüssel Serialno. MS 021)

- Das Losdrehmoment im Anschlussblock schwankt zwischen 23 Nm und 53 Nm. In diesen Messwerten fließen der Einfluss des Sicherungsmittels, was die Verbindung verklebt, sowie Setzungs- und Korrosionseinflüsse mit ein, so dass ein Rückschluss auf das Anzugmoment nicht möglich ist.
- Unabhängig vom Losdrehmoment bleibt festzustellen, dass eine Gewindelehre in allen Gewinden der demontierten Anschlussblöcke (aus Aluminium) nicht eingedreht werden konnte. Dies gilt auch für ein Gewinde, bei dem das Losdrehmoment geringer ausfiel als das vorgeschriebene Drehmoment von 35 Nm (Tabelle 2, Gerät RA2005U).
- An den Gewinden der Reduktionsnippel (aus Stahl) selbst konnten keine Veränderungen nach Prüfung mit der Gewindelehre festgestellt werden (Tabelle 2).

3.2 Werkstofftechnische Untersuchungen

Die Ergebnisse der werkstofftechnischen Untersuchung sind in den Anlagen 1, OES und HRP dargestellt.

Die Darstellungen der Anlage 1 zeigen den geschädigten Anschlussblock (Bild 2) und das Gewinde mit abgescherten Gewindegängen (Bild 3).

In den Gewindegängen des Reduktionsnippels sind Materialreste sichtbar (Anlage 1, Bild 5). An einer Stelle des 3-ten Gewindeganges ist ein deformierter Gewindeberg sichtbar.

Im Rasterelektronenmikroskop (REM) kann diese Deformation am 3-ten Gewindegang bei höherer Auflösung dargestellt werden (Anlage 1, Bilder 12 und 13) und weist Mikrorisse an der Oberfläche auf (Anlage 1, Bild 15). Die Oberfläche des im Gewinde zurückgebliebenen Materials zeigt ein duktils Bruchbild (Anlage 1, Bild 14).

Die Ergebnisse der EDX-Analyse zeigen, dass das im Gewindegang befindliche Material aus Aluminium besteht, während es sich bei dem Reduktionsnippel um Stahl handelt (Vergleich Anlage 1, Analyse 16 und 17).

Die Betrachtung des Innengewindes des Anschlussblockes zeigt im metallographischen Schliff, dass 5 - 6 Gewindegänge herausgerissen wurden (Anlage 1, Bild 18). Darüber hinaus können zylindrische Gewinderänder beobachtet werden,

die nicht auf ein Ausschlagen / Aufbiegen des Gewindeloches durch Biegung schließen lassen (Anlage 1, Bild 19).

Die Gewindeflanke unter dem herausgerissenen Gewindebereich ist in Richtung des Gewindebodens verformt (Anlage 1, Bilder 20, 21 und 24, 25). Zur Verdeutlichung der Verformung wurden zusätzlich Aufnahmen an geätzten Schlifflinien angefertigt. Teilweise ist die Flankenspitze geteilt. Die weiche Gewindeflanke des Anschlussblockes wurde vermutlich beim Hineindreihen eines härteren Gewindes gequetscht bzw. geschädigt (Anlage 1, Bilder 26-29). Solche plastische Verformungen sind an den Gewindegängen in der Anlage 1, Bild 9, 11 zu sehen.

Die Gewindetäler der oberen Gewindegänge des Reduktionsnippels sind mit Material (Aluminium) gefüllt (Anlage 1, Bild 22, 23).

Die Ergebnisse der Werkstoffanalyse weisen sowohl für den geschädigten Anschlussblock als auch für den exemplarisch ausgewählten Anschlussblock des Gerätes GT1693 eine Aluminiumlegierung mit geringen Zusätzen von Silizium (Si), Magnesium (Mg), Blei (Pb), Mangan (Mn), Eisen (Fe) und Kupfer (Cu) auf (Anlage OES). Es sind keine markanten Analyseunterschiede festzustellen, die auf eine Materialverwechslung hindeuten.

Hinsichtlich der gemessenen Härte (Anlage HRP) kann festgestellt werden, dass der geschädigte Anschlussblock mit einer Härte von 119 HB die Holmatro-Anforderung mit min. 95 HB erfüllt. Auch der ausgewählte Referenzanschlussblock des Gerätes GT 1693 liefert vergleichbare Härtewerte.

Die Sachverständige



Dr. Stefan Koch

Hamburg, 13. Februar 2007

Anlagen: Anlage 1, OES, HRP

Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation *Results of examination – picture documentation*

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Rettungszylinder RA 2006U

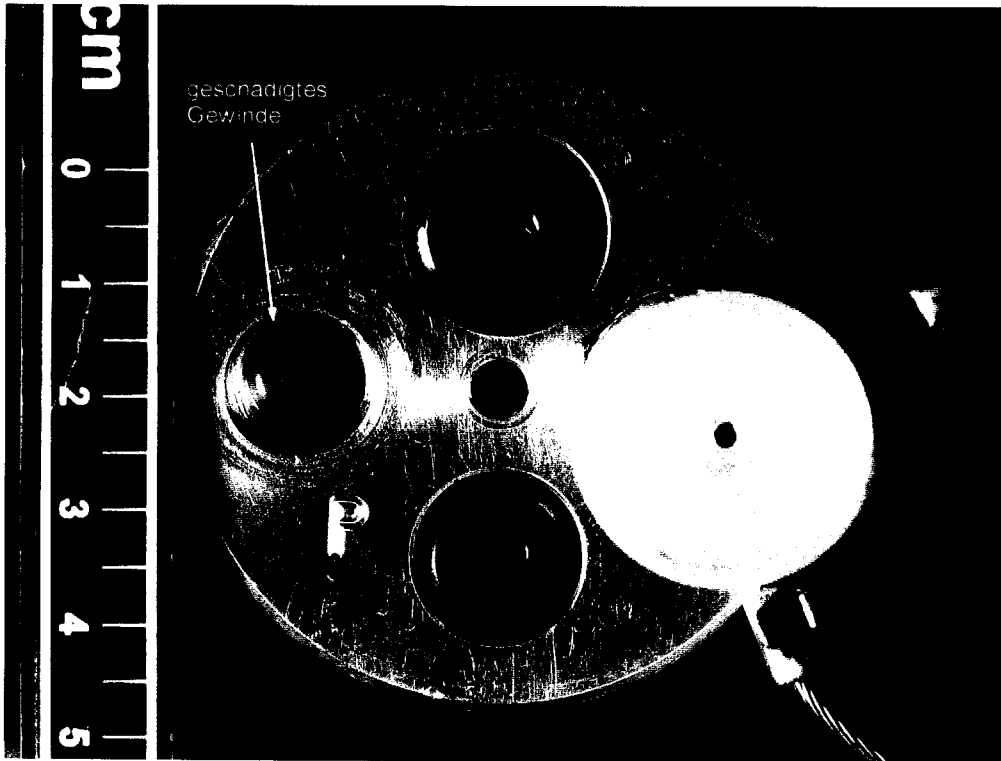


2006_TUV_005364

Bild (fig.) 1 : angelieferter Rettungszylinder in der Übersicht

Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Rettungszylinder RA 2006U



2006_TUV_005024

Bild (fig.) 2 : Blick auf den Anschlußblock aus Aluminium

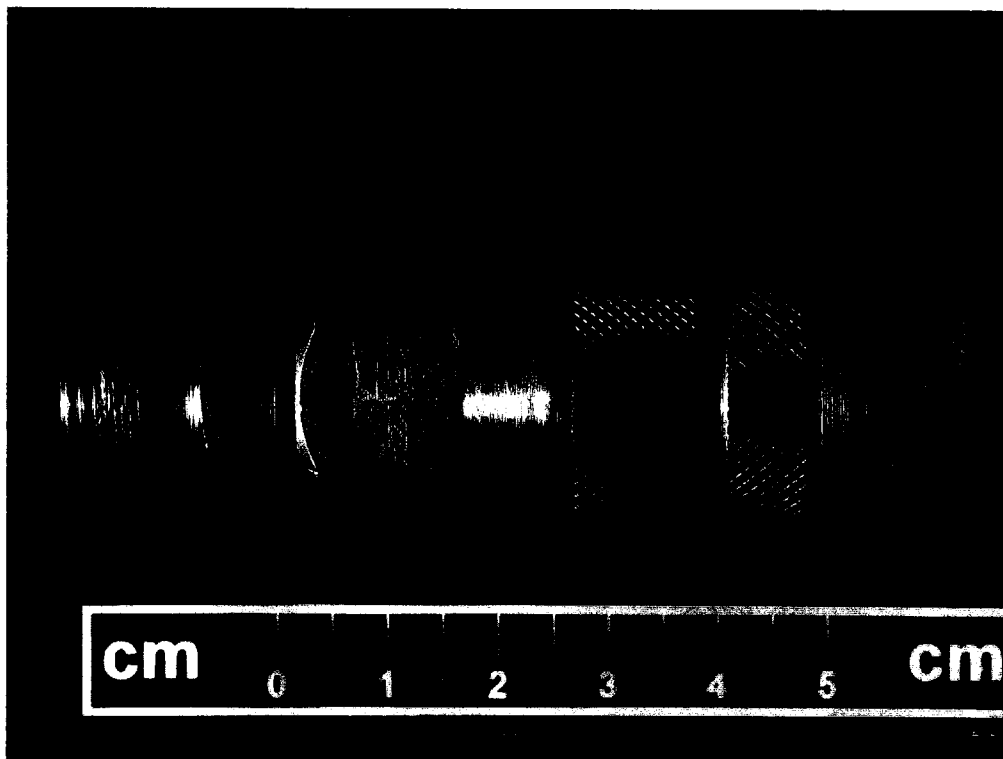


2006_TUV_005027

Bild (fig.) 3 : Blick in das zerstörte Gewinde

Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Rettungszylinder RA 2006U



2006_TUV_005042

Bild (fig.) 4 : Kupplung aus Stahl mit Reduktionsnippel

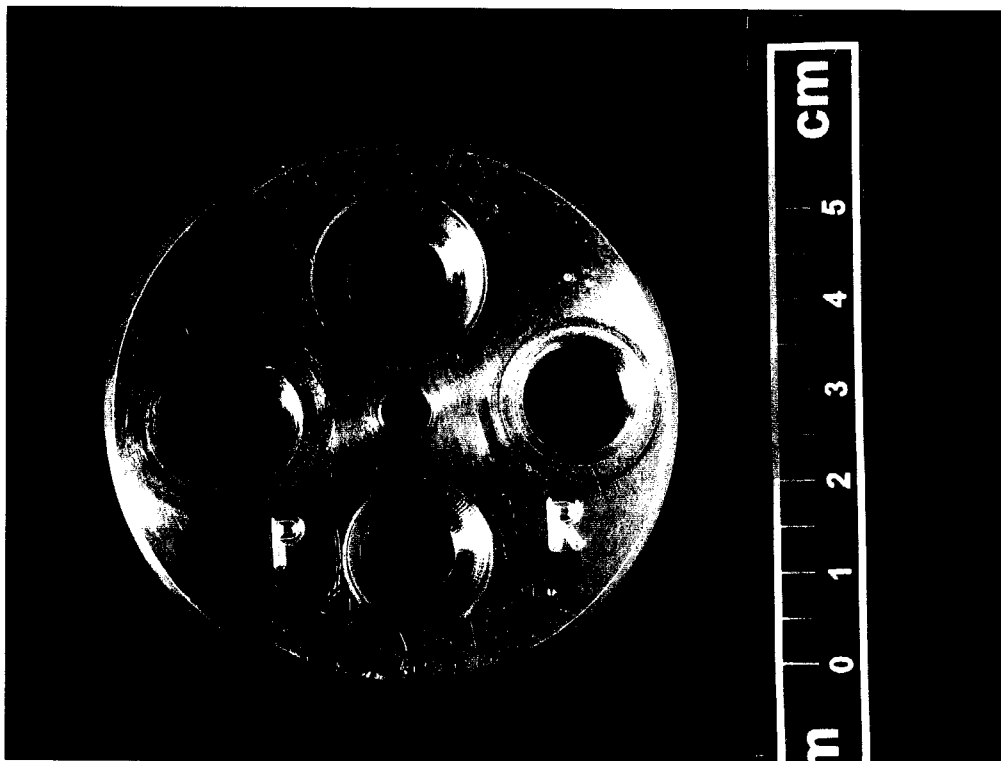


2006_TUV_005036

Bild (fig.) 5 : Ausschnitt aus Bild 4, Ansicht Reduktionsnippel

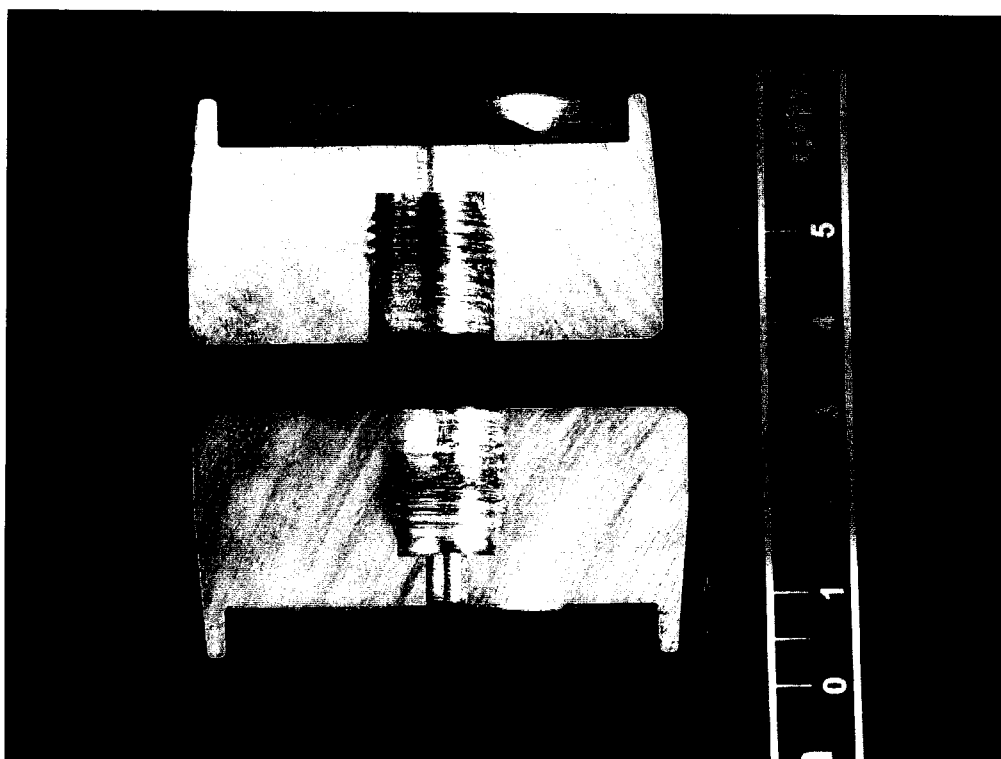
Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005076

Bild (fig.) 6 : Übersicht Anschlußblock mit Trennung für metallographischen Schliff

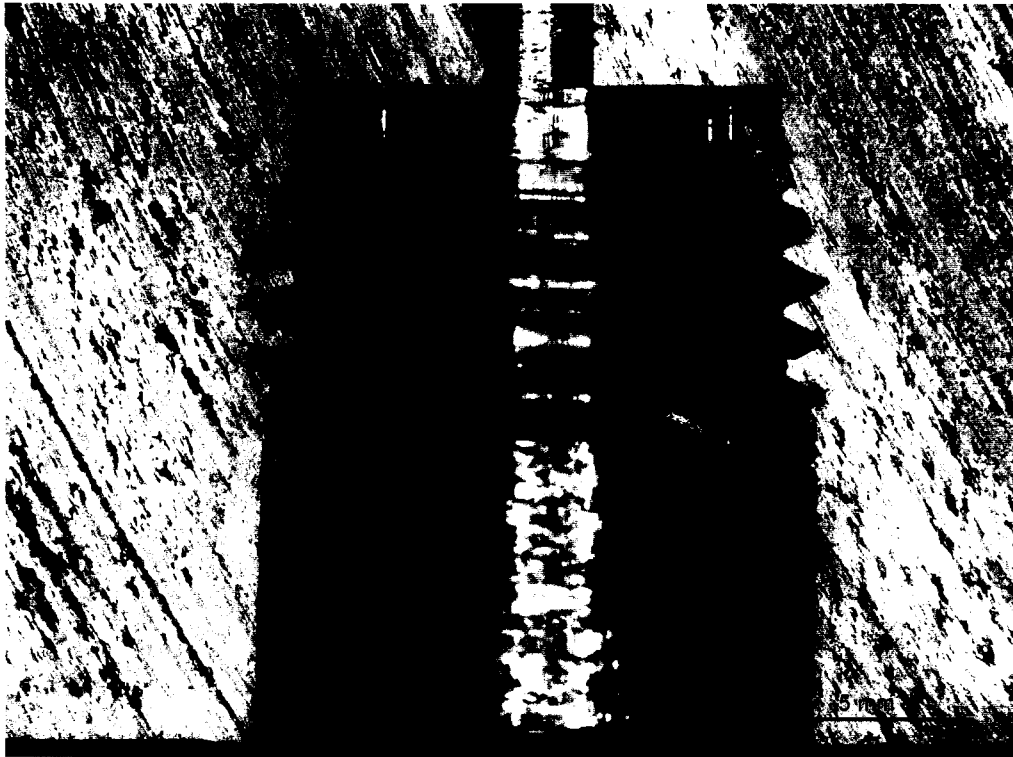


2006_TUV_005077

Bild (fig.) 7 : Übersicht Trennflächen

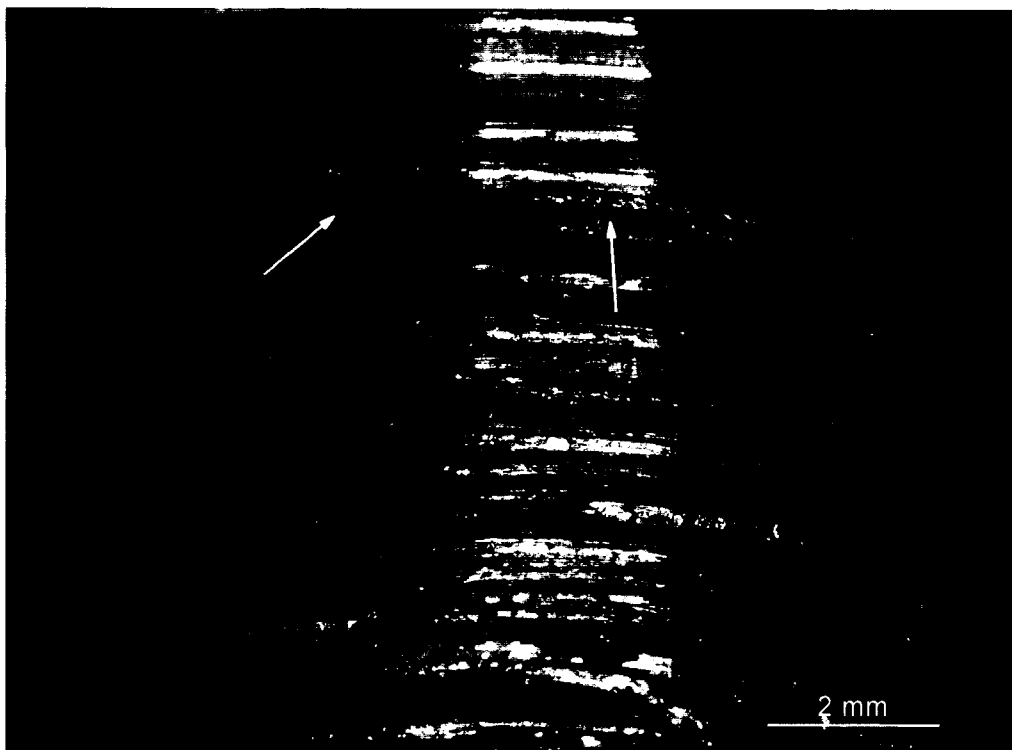
Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005078

Bild (fig.) 8 : Ausschnitt aus Bild 7

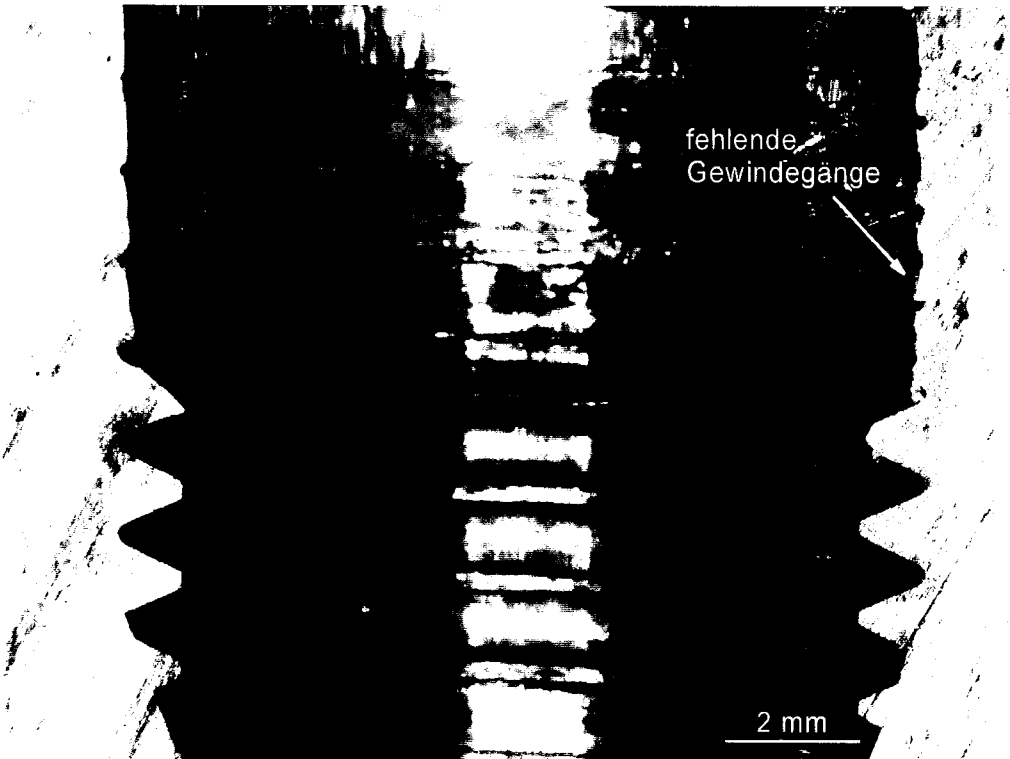


2006_TUV_005081

Bild (fig.) 9 : Ausschnitt aus Bild 8, Beschädigung des Gewindes (Pfeile)

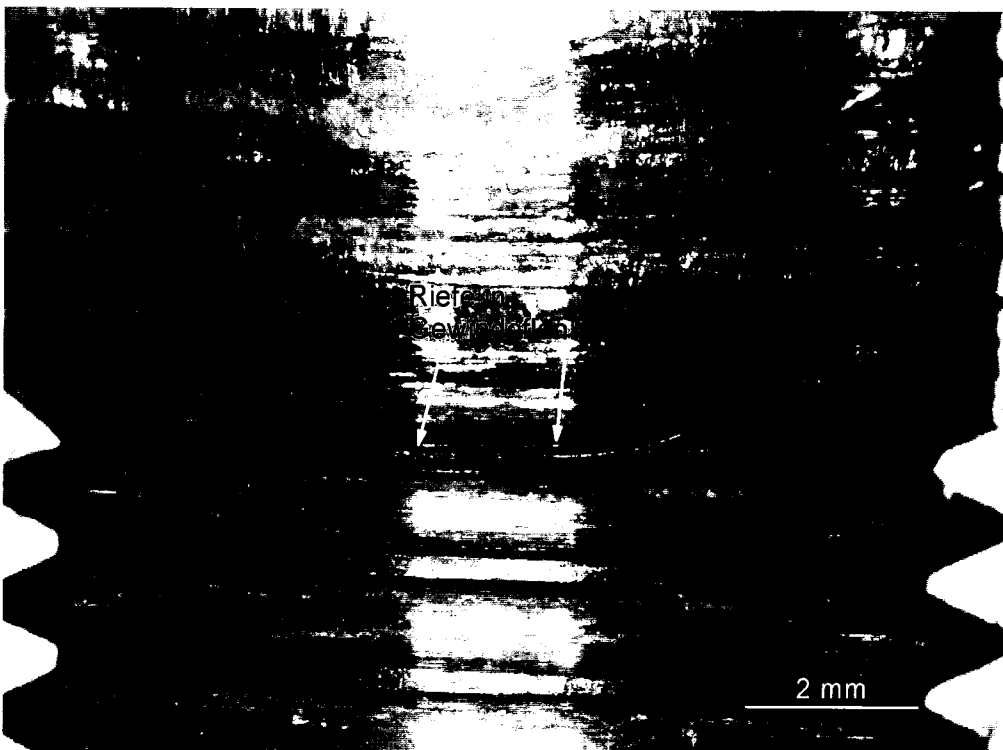
Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005082

Bild (fig.) 10 : Gegenstück zu Bild 8: Geometrie der Gewindezähne

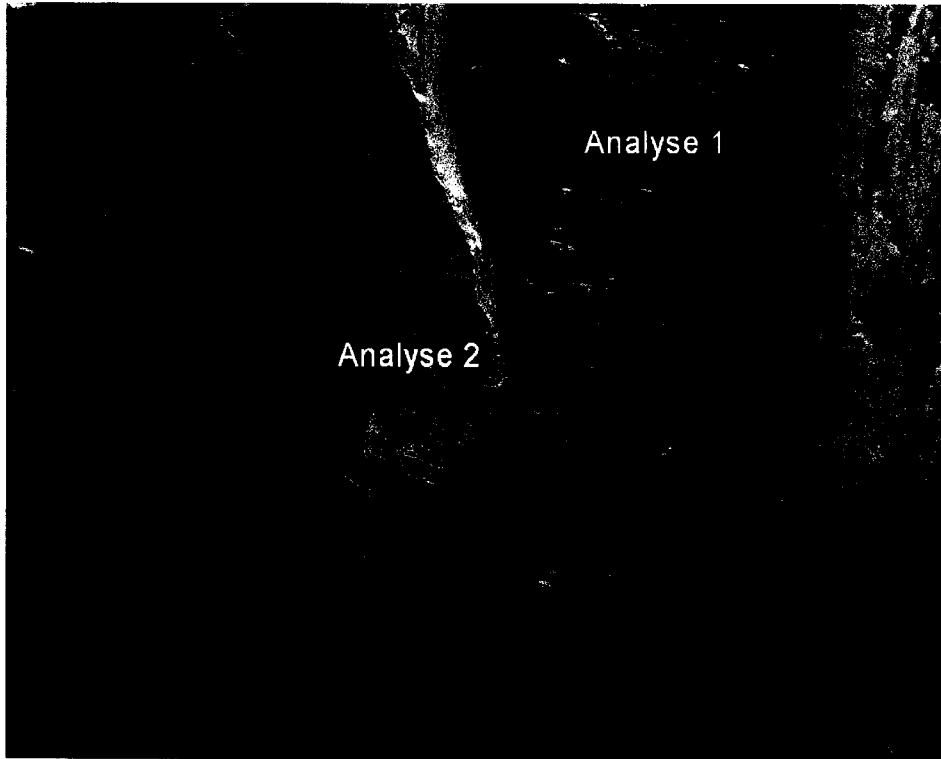


2006_TUV_005083

Bild (fig.) 11 : Ausschnitt aus Bild , Beschädigung des Gewindes

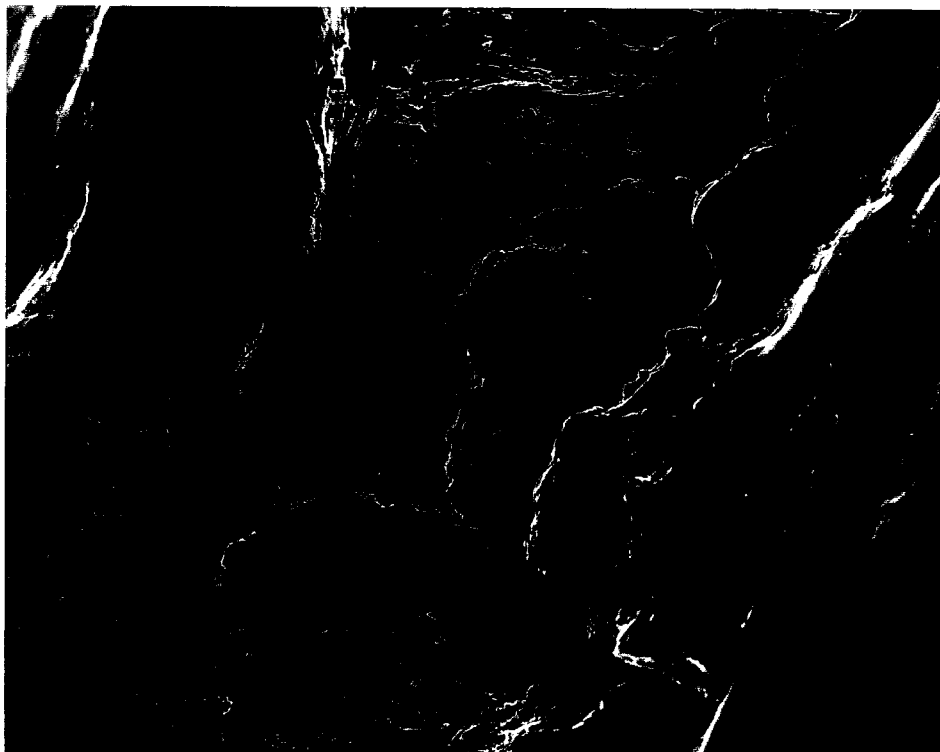
Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Reduktionsnippel RA 2006U



2006_TUV_005094

Bild (fig.) 12 : Delle in Gewindeflanke des Nippels (Analyse 2), Material zwischen den Gewindeflanken (Analyse 1)

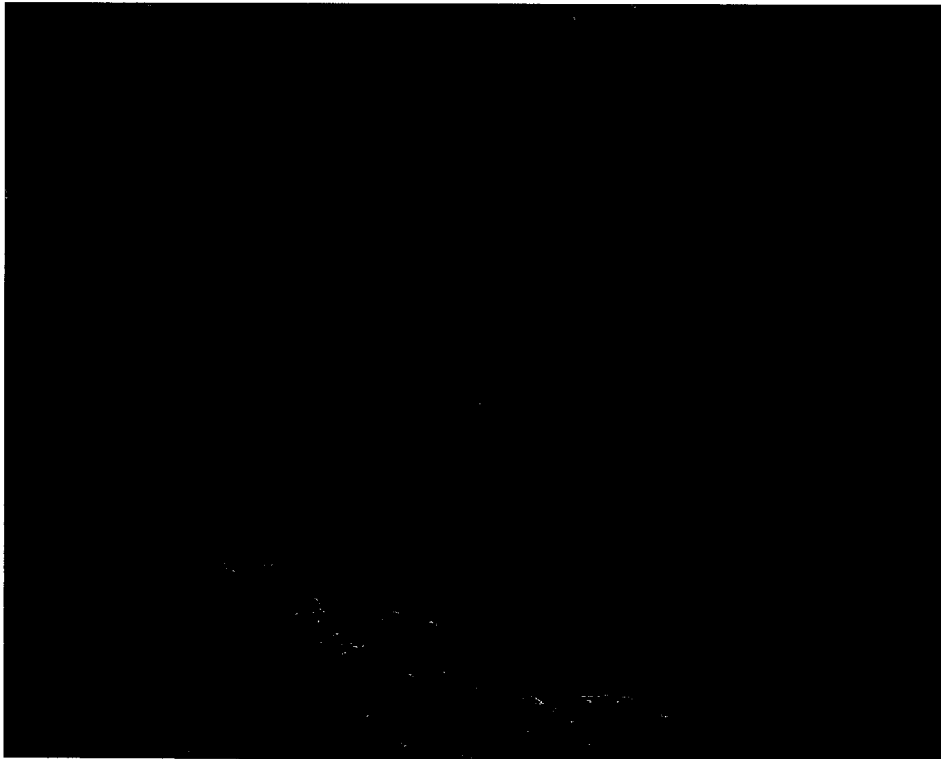


2006_TUV_005088

Bild (fig.) 13 : Oberfläche im Bereich der Delle

Ergebnisse der Untersuchungen – Bilddokumentation
Results of examination – picture documentation

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Probenkennzeichen (sample identification) : Reduktionsnippel RA 2006U



2006_TUV_005090

Bild (fig.) 14 : Material an der Delle, duktiles Bruchaussehen

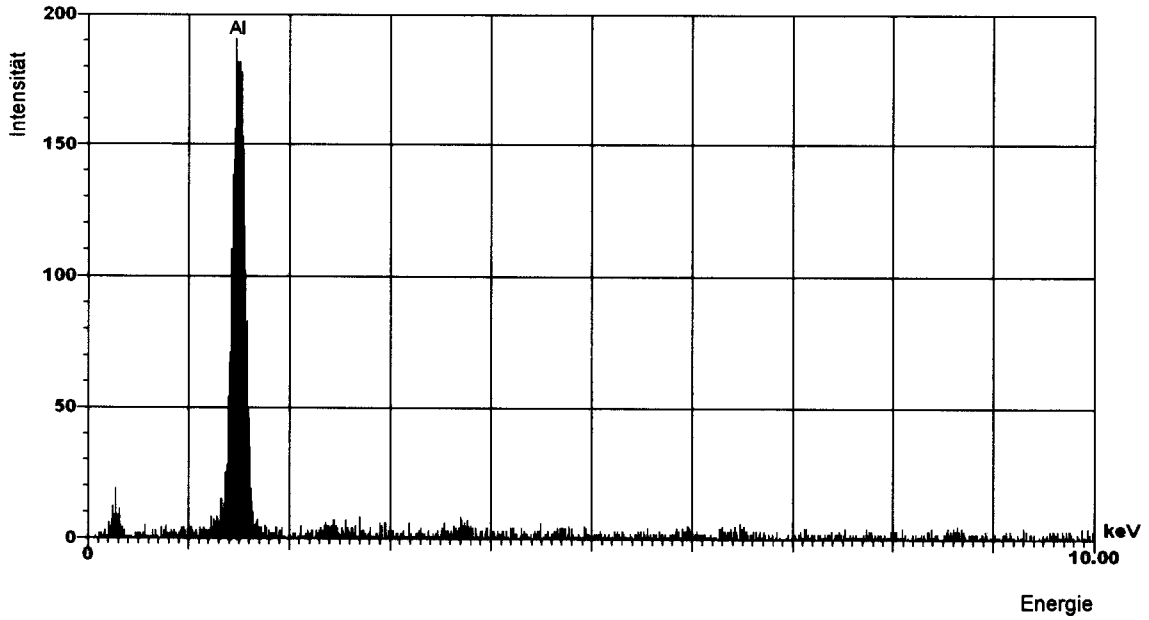


2006_TUV_005092

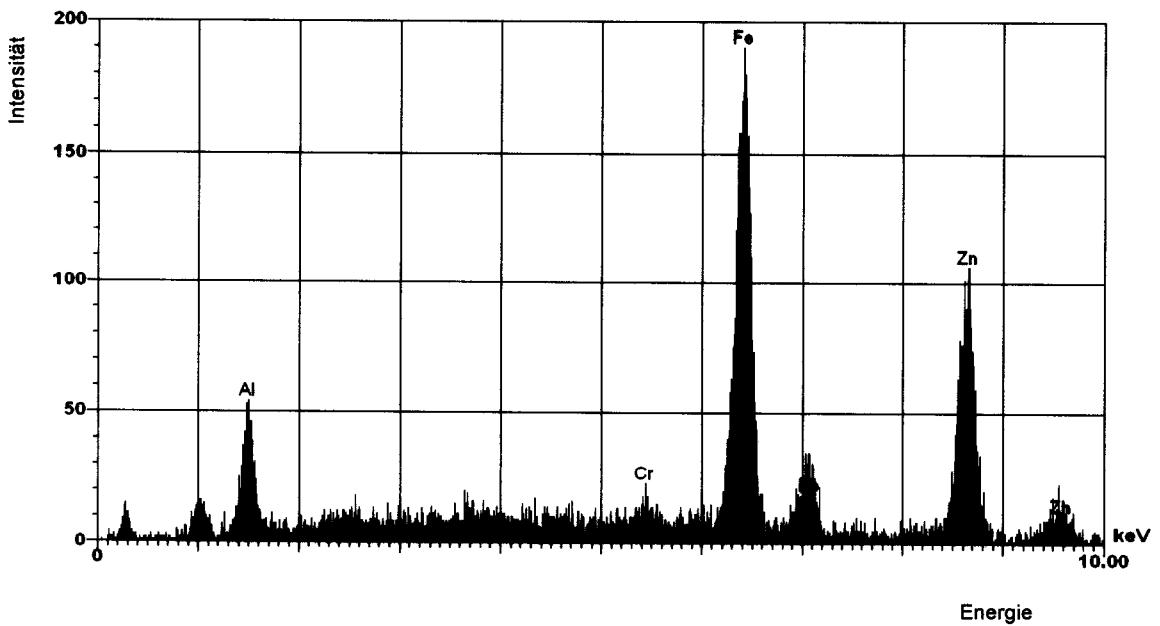
Bild (fig.) 15 : Oberfläche der Gewindeflanke des Reduktionsnippels an der Stelle der Delle

EDX-Analyse
(Anregungsenergie 20 kV)

Gegenstand: herausgerissener Nippel



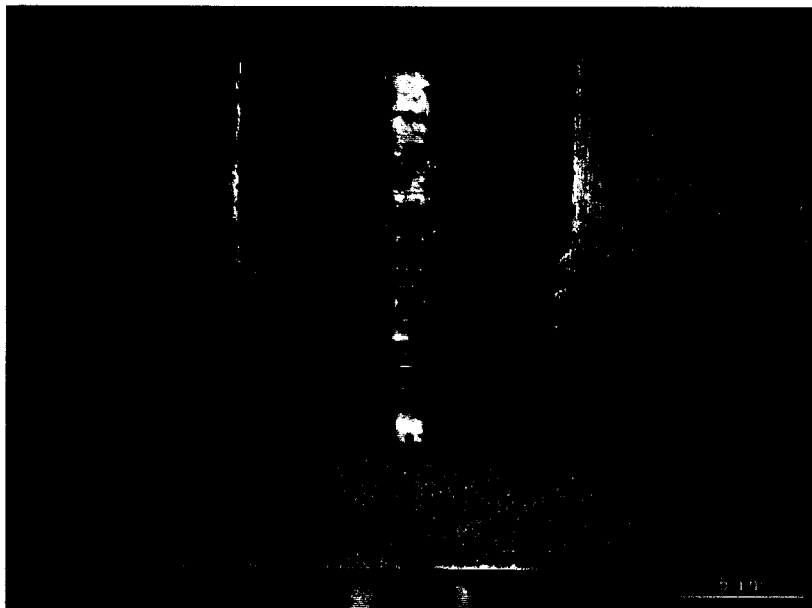
Analyse Bild 16: Materialreste vom Anschlußblock im Gewinde des Reduktionsnippels
(Vergleich Anlage 1, Bild 12)



Analyse Bild 17: Gewindeflanke des Nippels (Vergleich Anlage 1, Bild 12)

Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen *Results of metallographic tests*

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005210

Bild (fig.) 18 : Makrogefüge, Zylindrische Oberfläche - Sackloch mit fehlenden Gewindegängen

Ätzmittel (etching solution) : nach Adler



2006_TUV_005211

Bild (fig.) 19 : Makrogefüge, Verlauf der Gewindegänge, entfernt bis auf Reste des Gewindegrundes

Ätzmittel (etching solution) : nach Adler

Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen *Results of metallographic tests*

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005152

50 : 1

Bild (fig.) 20 : Verformung der Gewindeflanke in Richtung Sackloch
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt

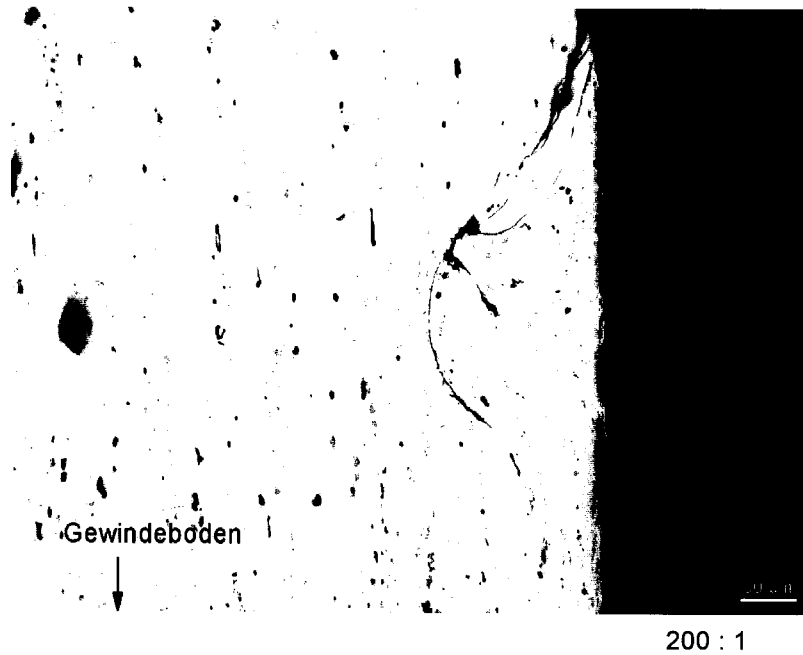


2006_TUV_005205

Bild (fig.) 21 : Mikrogefüge, Verformung der Gewindeflanke in Richtung Sackloch
Ätzmittel (etching solution) : HBF4 elektrolytisch (polar. Licht)

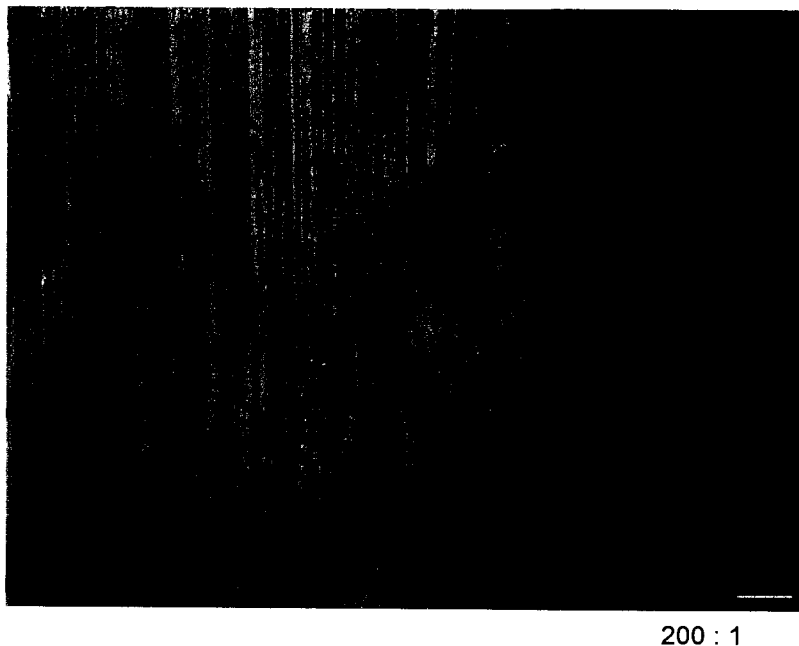
Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen *Results of metallographic tests*

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005156

Bild (fig.) 22 : Material im Gewindegrund im Bereich des herausgerissenen Gewindes
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt



2006_TUV_005204

Bild (fig.) 23 : Mikrogefüge, Material im Gewindegrund im Bereich des herausgerissenen Gewindes
Ätzmittel (etching solution) : HBF₄ elektrolytisch (polar. Licht)

Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen Results of metallographic tests

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005158

200 : 1

Bild (fig.) 24 : Verformung der Gewindeflanke in Richtung Sackloch
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt



2006_TUV_005203

200 : 1

Bild (fig.) 25 : Mikrogefüge, Verformung der Gewindeflanke in Richtung Sackloch
Ätzmittel (etching solution) : HBF4 elektrolytisch (polar. Licht)

Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen Results of metallographic tests

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005160

50 : 1

Bild (fig.) 26 : geteilte Gewindespitze
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt



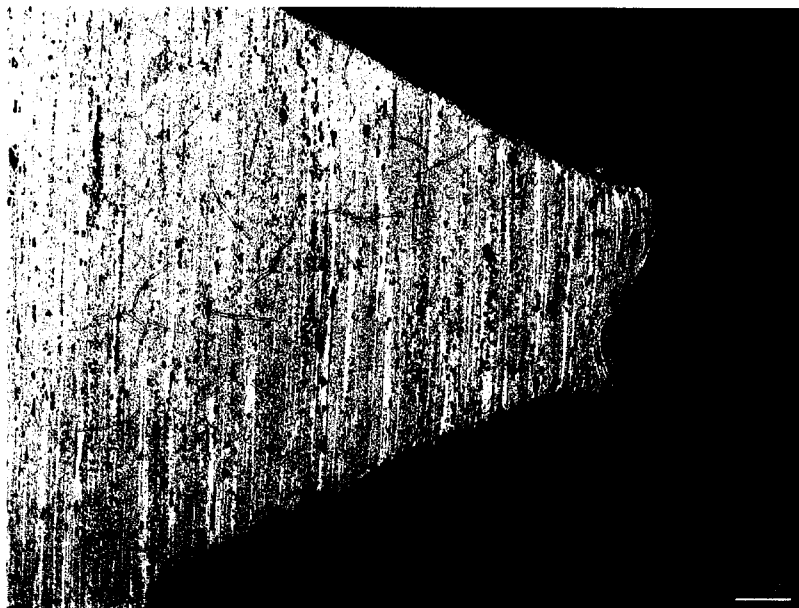
2006_TUV_005159

200 : 1

Bild (fig.) 27 : Ausschnitt aus Bild 26
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt

Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen *Results of metallographic tests*

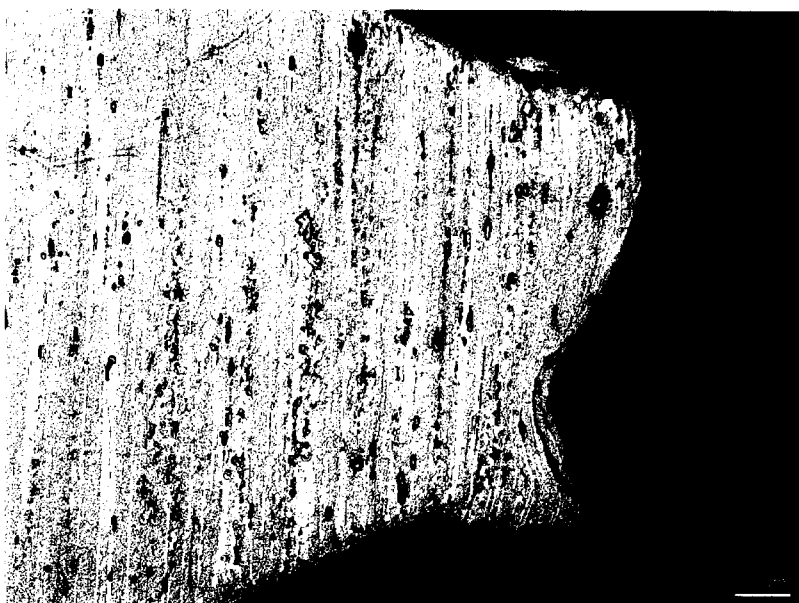
Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005201

100 : 1

Bild (fig.) 28 : Mikrogefüge, geteilte Gewindespitze
Ätzmittel (etching solution) : HBF₄ elektrolytisch (polar. Licht)



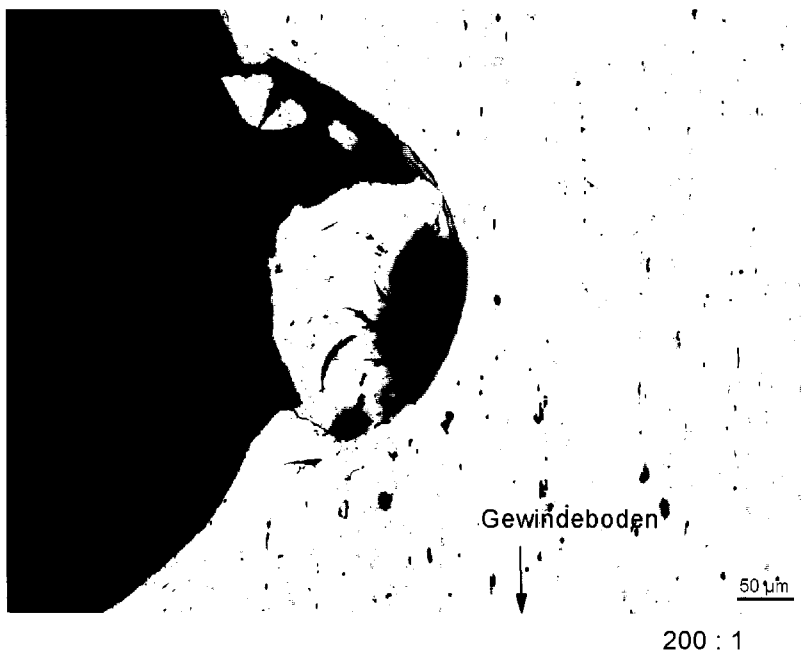
2006_TUV_005200

200 : 1

Bild (fig.) 29 : Mikrogefüge, Ausschnitt aus Bild 28
Ätzmittel (etching solution) : HBF₄ elektrolytisch (polar. Licht)

Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen Results of metallographic tests

Gegenstand (subject) : Rettungszylinder
Werkstoff (material) : Aluminium
Probenkennzeichen (sample identification) : Anschlußblock RA 2006U



2006_TUV_005153

Bild (fig.) 30 : anormaler Gewindebereich
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt



2006_TUV_005154

Bild (fig.) 31 : anormaler Gewindebereich
Ätzmittel (etching solution) : ungeätzt



Anlage (enclosure) OES
 Blatt (page) 1 von (of) 1 zu
 Prüfbericht (to testreport)
 3837PR33560 Rev. 01

N. V. Holmatro
 Raamsdonksveer, NL

(subjekt)

Soll-Werkstoff:
 (nominal material) Aluminium

Analyseverfahren:
 (analytical procedure) Optische Emissionsspektrometrie
 (optical emission spectrometric analysis)

Prüfgerät:
 (checking device) SPECTRO LAB S

Probekennzeichnung (identification)	Element (element) - Angaben in Gewichts-% (Result in weight-%)											
	Basis	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Pb	Bi	Sb	Ga
geschädigter Anschlussblock	Al	1,04	0,374	0,378	0,577	0,957	0,092	0,019	0,944	0,579	0,022	0,013
Anschlussblock GT1693 (Referenz)	Al	1,07	0,392	0,381	0,612	0,923	0,139	0,027	0,893	0,566	0,023	0,013
Sollwerte min. (nominal values) min.												
Sollwerte max. (nominal values) max.												

Diedrich

Hamburg, 10. November 2006

Ergebnisse der Härteprüfung
(results of hardness tests)
Brinell, EN ISO 6506-1

Gegenstand: Anschlußblock
(subjekt)
Werkstoff: Aluminium
(material)
Prüfbedingung: HBW 2,5/62,5
(test conditions)

Probenkennzeichnung (sample identification)	Härte Einzelwerte (hardness measured values)					Mittelwert (average)	Bemerkungen (remarks)
	1	2	3	4	5		
Referenzanschlußplatte	85,6	89,1	88,4	89,2	86,1	87,7	
Anschlussblock 10	102	101	101			101	
Anschlussblock 11	102	102	102			102	
Anschlußblock RA 2006 U	120	119	119	119	120	119	schadhaftes Teil
Anschlußblock GT1693	114	117	114	116	116	115	
Anforderung (requirements)							

Hamburg, 31. Januar 2007


Trenkner