



Materialempfehlungen FAIR – B560.3

In Konkretisierung und Klarstellung der Anlage B560.3 für das vorliegende Vergabeverfahren bzw. den vorliegenden Auftrag ist auf folgendes hinzuweisen:

1. Die Anlage B560.3 lässt eine gesetzliche und vertragliche Mängelhaftung des Auftragnehmers unberührt.
2. Der Auftragnehmer bleibt für die von ihm gewählten Materialien verantwortlich. Dies gilt auch für Materialien / Komponenten innerhalb von Bauteilen.
3. Der Auftragnehmer sollte möglichst Materialien mit der Kennzeichnung „grün“ aus den beigefügten Tabellen verwenden. Materialien mit der Kennzeichnung „orange“ und „rot“ sollten lediglich ausnahmsweise und unter den in der Anlage B560.3 aufgestellten Anforderungen zum Einsatz kommen.

	Dokumenttyp: Vermerk	Datum: 14.05.2018
		Seite 1 von 11

Titel:	Materialempfehlungen FAIR
Verantwortliche Einheit	[REDACTED]
Geltungsbereich:	FAIR GmbH und GSI GmbH

Inhaltsverzeichnis:

1	Zweck und Ziel.....	2
2	Definition.....	2
3	Verfahrensbeschreibung	2
4	Materialübersicht.....	4
5	Referenzen	10

	Dokumenttyp: Vermerk	Datum: 14.05.2018
		Seite 2 von 11

1 Zweck und Ziel

Ionisationen, welche durch hochenergetische Strahlung in Materialien hervorgerufen werden, können dazu führen, dass Materialien vorzeitig altern. So können z.B. in Polymeren die Dehnungseigenschaften reduziert werden, wodurch es spröde wird.

Dieses Dokument soll eine Übersicht der Eignung von verschiedenen Materialien im Strahlungsfeld geben.

2 Definition

Im Folgenden bezeichnet der Begriff „Lebenserwartung“ die Einsatzzeit eines Materials, in der eine Schädigung des Materials aufgrund von Strahlungseinflüssen, auf Basis des derzeitigen Wissensstands, nicht wahrscheinlich ist.

3 Verfahrensbeschreibung

Mit Hinblick auf die gesetzlichen Gewährleistungsfristen wird folgende Klassifikation von Materialien im Strahlungsfeld vorgenommen:

> 10 Jahre	2 < x < 10 Jahre	< 2 Jahre
Ein Versagen des Materials aufgrund von Strahlungseinflüssen ist nicht zu erwarten.	Ein Versagen des Materials aufgrund von Strahlungseinflüssen ist nicht zu erwarten, jedoch sollte der Ort des Einbaus ggf. genauer spezifiziert werden, um eine Überprüfung im Einzelfall vorzunehmen.	Das Material sollte nur verbaut werden, wenn: <ol style="list-style-type: none"> 1) es keine kritische Sicherheitsfunktion besitzt und 2) einfach zu tauschen ist und 3) wesentlich kostengünstiger als ein strahlenresistentes Material ist und 4) vorgeschriebene Überprüfungsintervalle (z.B.: ■■■ etc.) kürzer als 2 Jahre sind.

Für den Fall, dass Materialien mit geringer Lebenserwartung in größeren Mengen eingesetzt werden, ist darauf zu achten, dass das Material kein ungünstiges Aktivierungsverhalten zeigt. Da jedes Material aus dem Kontrollbereich einer Überprüfung (Messung der Aktivierung) und ggf. einer Freigabe unterzogen werden muss, ist bei größeren Mengen mit erheblichen Kosten für eine Lagerung und Entsorgung zu rechnen. Die Verwendung von Stoffen in der Kategorie

	Dokumenttyp: Vermerk	Datum: 14.05.2018
		Seite 3 von 11

„rot“ (< 2 Jahre) in größeren Mengen (mehrere 100 kg) bedarf der Rücksprache mit dem Strahlenschutz.

Die Ergebnisse für Materialien in den Tunneln und Gebäuden mit Strahlführung sind in den Tabellen **1 & 2** (Seiten 5, 6) sowie den **Tabellen 3 & 4** (Seiten 8, 9) aufgelistet, für die Abdichtmaterialien an der Außenseite der Betonabschirmung existiert eine separate Bewertung für die jeweiligen Materialien der [REDACTED] und [REDACTED].

Der Einsatz von Halbleitermaterialien in strahlführenden Bereichen ist wenn möglich zu vermeiden.

Die meisten der in diesem Bericht verwendeten Daten für die Strahlenbeständigkeit stammen aus CERN-Testergebnissen [1-16] sowie weiteren Quellen [17-26].



Dokumenttyp:
Vermerk

Datum:
14.05.2018

Seite 4 von 11

4 Materialübersicht

Die **Tabellen 1 & 2** veranschaulichen die Lebensdauer für Materialien in FAIR-Gebäuden, **wenn die Materialien keinen stärkeren mechanischen Belastungen ausgesetzt sind.**

In **Tabelle 1** finden sich die Lebenserwartungen für **Einsatzorte an der Wand** (heißesten Punkt an der Wand angenommen).

In **Tabelle 2** sind die Lebenserwartungen für Einsatzorte **unmittelbar neben Hot-Spots (Abstand kleiner als 1 Meter von der Beamline) auf der Strahllinie**, vor allem Targets und Beamdumps, aufgelistet.



Dokumenttyp:

Vermerk

Datum:

14.05.2018

Seite 5 von 11

Tabelle 1: Lebenserwartung in Jahren für Materialien entlang der Wand, ohne mechanische Belastung

Grün: mehr als 10 Jahre, Gelb: 2 bis 10 Jahre, Rot: weniger als 2 Jahre

	T 106	T108	G 9	G 7	G 6	G 6a	G 14	G 4 BD	G 50	T 112	T 103n	T 103s	T 113	G 20	G 4	G 6c	T104	T 110	T 101	G 18
Building	5,0E+01	5,0E+03	5,0E+03	5,0E+02	1,0E+04	1,0E+03	5,0E+04	3,0E+08	5,0E+06	5,0E+06	5,0E+06	5,0E+05	1,0E+07	1,0E+05	3,0E+06	5,0E+06	1,0E+07	1,0E+07	5,0E+06	5,0E+06
uSv/h (wall)	180	180	180	180	200	200	200	25	162	200	200	250	132	180	250	180	180	250	250	180
operation days per year	2,2E-02	2,2E+00	2,2E+00	2,2E-01	4,8E+00	4,8E-01	2,4E+01	1,8E+04	1,9E+03	2,4E+03	2,4E+03	3,0E+02	3,2E+03	4,3E+01	1,8E+03	2,2E+03	4,3E+03	6,0E+03	3,0E+03	2,2E+03
# Gy/year (wall)																				
1 Polyvinylchlorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
2 Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
3 Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
4 Hohe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
5 Geringe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
6 Geringe Dichte Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
7 Polyethylenterephthalat	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
8 Polyolefin	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
9 Polyolefin (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
10 Polypropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
11 Polystyrol	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
12 Polyamid 4.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
13 Polyamid 4.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
14 Polyamid 6.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	8	8	ok	6	ok	ok	9	5	3	7	9
15 Polyamid 6.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	8	8	ok	6	ok	ok	9	5	3	7	9
16 Polyamid 6.6 (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	3	2	2	ok	<2	ok	3	2	<2	<2	<2	2
17 Aromatisches Polyamid (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
18 Polyurethan (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
19 Polyurethan (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
20 Polyurethan (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
21 Polyurethan (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
22 Polyurethan (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
23 Polyester (mineralgefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
24 Polyester (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
25 Polyester (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
26 Polyester (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
27 Polyester (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
28 Polyimid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
29 Polyimid (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
30 Viton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
31 Acrylate und Cyanacrylate	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
32 Naturkautschuk Styrol-Butadien-Kautschuk-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
33 Styrol-Butadien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
34 Silikonkautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	9	ok	ok	ok	7	5	10	ok
35 Silikonkautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
36 Silikonkautschuk (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
37 Silikonkautschuk (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
38 Silikonkautschuk (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
39 Ethylen-Propylen Mischpolymer Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
40 Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
41 Ethylen-Vinylacetat-Copolymer-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
42 Chloropren-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
43 Chlorsulfonierter Polyethylen-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
44 Polyvinylidenfluorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
45 Ethylen-Tetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
46 Perfluoralkoxy	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
47 Polytetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
48 Polytetrafluorethylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
49 Perfluorethylenpropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	ok	ok
50 Perfluorethylenpropylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
51 Nitril-Butadien-Kautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
52 Nitril-Butadien-Kautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
53 Epoxidharz (aromatischer hardener)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
54 Epoxidharz (aromatischer hardener) (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
55 Epoxidharz (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
56 Stahl (bzw. Edel-, Feder-, Stahlguss)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
57 Eisen (bzw. Guss-)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
58 Kupfer	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
59 Aluminium	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
60 Zink	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
61 Inconel	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
62 Graphit	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
63 Messing (bzw. vernickelt, hartverchromt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
64 Glas (cerium-doped)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
65 Zementsuspension	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
66 Polymer Zement Beton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
67 Esterbasiertes Öl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
68 Mineralöl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
69 Spezielle strahlungsbeständige Schmierstoffe (in sauerst. Atmos.)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
70 Silikonöl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
71 Baumwolle	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
72 Butylkautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	6	ok	ok
73 Butylkautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5



Dokumenttyp:

Vermerk

Datum:

14.05.2018

Seite 6 von 11

Tabelle 2: Lebenserwartung in Jahren für Materialien in unmittelbarer Nähe zur Beamline (Abstand kleiner als 1 Meter), ohne mechanische Belastung

Grün: mehr als 10 Jahre, Gelb: 2 bis 10 Jahre, Rot: weniger als 2 Jahre

Building	T 106	T108	G 9	G 7	G 6	G 6a	G 14	G 4 BD	G 50	T 112	T 103n	T 103s	T 113	G 20	G 4	G 6c	T104	T 110	T 101	G 18
uSv/h (beamline)	5,0E+02	5,0E+04	5,0E+04	5,0E+04	1,0E+05	5,0E+06	5,0E+06	3,0E+08	5,0E+07	5,0E+07	5,0E+07	5,0E+07	1,0E+08	1,0E+08	3,0E+08	5,0E+08	5,0E+08	5,0E+08	5,0E+08	5,0E+10
operation days per year	180	180	180	180	200	200	200	25	162	200	200	250	132	180	250	180	250	250	180	180
# Gy/year (beamline)	2,2E-01	2,2E+01	2,2E+01	2,2E+01	4,8E+01	2,4E+03	2,4E+03	1,8E+04	1,9E+04	2,4E+04	2,4E+04	3,0E+04	3,2E+04	4,3E+04	1,8E+05	2,2E+05	2,2E+05	3,0E+05	3,0E+05	2,2E+07
1 Polyvinylchlorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2 Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
3 Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
4 Hohe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
5 Geringe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
6 Geringe Dichte Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
7 Polyethylenterephthalat	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
8 Polyolefin	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	7	<2	<2	<2	<2	<2	<2
9 Polyolefin (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	7	<2	<2	<2	<2	<2	<2
10 Polypropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
11 Polystyrol	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
12 Polyamid 4.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
13 Polyamid 4.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
14 Polyamid 6.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
15 Polyamid 6.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
16 Polyamid 6.6 (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
17 Aromatisches Polyamid (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
18 Polyurethan (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	9	9	7	7	<2
19 Polyurethan (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
20 Polyurethan (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	2
21 Polyurethan (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
22 Polyurethan (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	5
23 Polyester (mineralgefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
24 Polyester (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	2
25 Polyester (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
26 Polyester (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
27 Polyester (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
28 Polyimid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
29 Polyimid (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	5
30 Viton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
31 Acrylate und Cyanacrylate	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	7	6	5	<2	<2	<2	<2	<2	<2
32 Naturkautschuk Styrol-Butadien-Kautschuk-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
33 Styrol-Butadien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
34 Silikonkautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
35 Silikonkautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
36 Silikonkautschuk (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
37 Silikonkautschuk (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
38 Silikonkautschuk (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	2
39 Ethylen-Propylen Mischpolymer Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	10	10	<2
40 Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	10	10	<2
41 Ethylen-Vinylacetat-Copolymer-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
42 Chloropren-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
43 Chlorsulfonierter Polyethylen-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
44 Polyvinylidenfluorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
45 Ethylen-Tetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	9	9	7	7	<2
46 Perfluoralkoxy	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	6	6	5	5	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2
47 Polytetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
48 Polytetrafluorethylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
49 Perfluorethylenpropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	3	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
50 Perfluorethylenpropylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
51 Nitril-Butadien-Kautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	4	3	3	<2
52 Nitril-Butadien-Kautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
53 Epoxidharz (aromatischer Hardener)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
54 Epoxidharz (aromatischer Hardener) (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	5
55 Epoxidharz (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	2
56 Stahl (bzw. Edel-, Feder-, Stahlguss)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
57 Eisen (bzw. Guss-)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
58 Kupfer	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
59 Aluminium	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
60 Zink	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
61 Inconel	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
62 Graphit	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	5
63 Messing (bzw. vernickelt, hartverchromt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
64 Glas (cerium-doped)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	5
65 Zementsuspension	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
66 Polymer Zement Beton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
67 Esterbasiertes Öl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	9	9	7	7	<2
68 Mineralöl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
69 Spezielle strahlungsbeständige Schmierstoffe (in sauerst. Atmos.)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok												



Dokumenttyp:
Vermerk

Datum:
14.05.2018

Seite 7 von 11

Die **Tabellen 3 & 4** veranschaulichen die Lebensdauer für Materialien in FAIR-Gebäuden, **wenn die Materialien stärkeren mechanischen Belastungen ausgesetzt sind.**

Unter *stärkeren mechanischen Belastungen* sind wiederholt auftretende Biegungen bzw. Dehnungen sowie der Einsatz in Motoren oder vergleichbaren Maschinen zu verstehen.

In **Tabelle 3** finden sich die Lebenserwartungen für **Einsatzorte an der Wand** (heißesten Punkt an der Wand angenommen).

In **Tabelle 4** sind die Lebenserwartungen für Einsatzorte **unmittelbar neben Hot-Spots (Abstand kleiner als 1 Meter von der Beamline) auf der Strahllinie**, vor allem Targets und Beamdumps, aufgelistet.



Dokumenttyp:

Vermerk

Datum:

14.05.2018

Seite 8 von 11

Tabelle 3: Lebenserwartung in Jahren für Materialien entlang der Wand mit mechanischer Belastung

Grün: mehr als 10 Jahre, Gelb: 2 bis 10 Jahre, Rot: weniger als 2 Jahre


	T 106	T108	G 9	G 7	G 6	G 6a	G 14	G 4 BD	G 50	T 112	T 103n	T 103s	T 113	G 20	G 4	G 6c	T104	T 110	T 101	G 18
Building	5,0E+01	5,0E+03	5,0E+03	5,0E+02	1,0E+04	1,0E+03	5,0E+04	3,0E+08	5,0E+06	5,0E+06	5,0E+06	5,0E+05	1,0E+07	1,0E+05	3,0E+06	5,0E+06	1,0E+07	1,0E+07	5,0E+06	5,0E+06
uSv/h (wall)	180	180	180	180	200	200	200	25	162	200	200	250	132	180	250	180	180	250	250	180
operation days per year	2,2E-02	2,2E+00	2,2E+00	2,2E-01	4,8E+00	4,8E-01	2,4E+01	1,8E+04	1,9E+03	2,4E+03	2,4E+03	3,0E+02	3,2E+03	4,3E+01	1,8E+03	2,2E+03	4,3E+03	6,0E+03	3,0E+03	2,2E+03
# Gy/year (wall)																				
1 Polyvinylchlorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
2 Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
3 Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
4 Hohe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
5 Geringe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
6 Geringe Dichte Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
7 Polyethylenterephthalat	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
8 Polyolefin	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	7	5	ok	ok
9 Polyolefin (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	7	5	ok	ok
10 Polypropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	3	2	2	ok	<2	ok	3	2	<2	<2	<2	2
11 Polystyrol	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
12 Polyamid 4.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	ok	ok
13 Polyamid 4.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	ok	ok
14 Polyamid 6.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	7	<2	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2
15 Polyamid 6.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	7	<2	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2
16 Polyamid 6.6 (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	9	<2	<2	<2	<2	<2	<2
17 Aromatisches Polyamid (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	ok	ok
18 Polyurethan (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
19 Polyurethan (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
20 Polyurethan (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
21 Polyurethan (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
22 Polyurethan (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
23 Polyester (mineralgefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
24 Polyester (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
25 Polyester (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
26 Polyester (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
27 Polyester (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
28 Polyimid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
29 Polyimid (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
30 Viton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
31 Acrylate und Cyanacrylate	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	8	8	ok	6	ok	ok	9	5	3	7	9
32 Naturkautschuk Styrol-Butadien-Kautschuk-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
33 Styrol-Butadien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
34 Silikonkautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	4	3	3	ok	3	ok	4	4	<2	<2	3	4
35 Silikonkautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
36 Silikonkautschuk (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
37 Silikonkautschuk (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
38 Silikonkautschuk (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
39 Ethylen-Propylen Mischpolymer Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
40 Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
41 Ethylen-Vinylacetat-Copolymer-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
42 Chloropren-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
43 Chlorsulfonierter Polyethylen-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
44 Polyvinylidenfluorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
45 Ethylen-Tetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
46 Perfluoralkoxy	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
47 Polytetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	9	<2	<2	<2	<2	<2	<2
48 Polytetrafluorethylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	9	ok	ok	ok	7	5	10	ok
49 Perfluorethylenpropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	8	8	ok	6	ok	ok	9	5	3	7	9
50 Perfluorethylenpropylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	9	ok	ok	ok	7	5	10	ok
51 Nitril-Butadien-Kautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
52 Nitril-Butadien-Kautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
53 Epoxidharz (aromatischer Hardener)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
54 Epoxidharz (aromatischer Hardener) (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
55 Epoxidharz (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
56 Stahl (bzw. Edel-, Feder-, Stahlguss)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
57 Eisen (bzw. Guss-)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
58 Kupfer	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
59 Aluminium	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
60 Zink	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
61 Inconel	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
62 Graphit	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
63 Messing (bzw. vernickelt, hartverchromt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
64 Glas (cerium-doped)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
65 Zementsuspension	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
66 Polymer Zement Beton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
67 Esterbasiertes Öl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
68 Mineralöl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
69 Spezielle strahlungsbeständige Schmierstoffe (in sauerst. Atmos.)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
70 Silikonöl (in sauerstofffreier Atmosphäre)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	ok	ok	ok	ok	9	ok	ok	ok	7	5	10	ok
71 Baumwolle	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
72 Butylkautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	5	4	4	ok	3	ok	6	5	2	<2	3	5
73 Butylkautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	3	<2	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2

	Dokumenttyp: Vermerk	Datum:
		14.05.2018
		Seite 9 von 11

Tabelle 4: Lebenserwartung in Jahren für Materialien in unmittelbarer Nähe zur Beamline mit mechanischer Belastung


Grün: mehr als 10 Jahre, Gelb: 2 bis 10 Jahre, Rot: weniger als 2 Jahre

Building	T 106	T108	G 9	G 7	G 6	G 6a	G 14	G 4 BD	G 50	T 112	T 103n	T 103s	T 113	G 20	G 4	G 6c	T104	T 110	T 101	G 18
uSv/h (beamline)	5,0E+02	5,0E+04	5,0E+04	5,0E+04	1,0E+05	5,0E+06	5,0E+06	3,0E+08	5,0E+07	5,0E+07	5,0E+07	5,0E+07	1,0E+08	1,0E+08	3,0E+08	5,0E+08	5,0E+08	5,0E+08	5,0E+08	5,0E+10
operation days per year	180	180	180	180	200	200	200	25	162	200	200	250	132	180	250	180	250	250	250	180
# Gy/year (beamline)	2,2E-01	2,2E+01	2,2E+01	2,2E+01	4,8E+01	2,4E+03	2,4E+03	1,8E+04	1,9E+04	2,4E+04	2,4E+04	3,0E+04	3,2E+04	4,3E+04	1,8E+05	2,2E+05	2,2E+05	3,0E+05	3,0E+05	2,2E+07
1 Polyvinylchlorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2 Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
3 Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
4 Hohe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
5 Geringe Dichte Polyethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
6 Geringe Dichte Polyethylen (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
7 Polyethylenterephthalat	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
8 Polyolefin	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
9 Polyolefin (vernetztes)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
10 Polypropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
11 Polystyrol	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
12 Polyamid 4.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	3	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
13 Polyamid 4.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	3	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
14 Polyamid 6.6 (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
15 Polyamid 6.6 (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
16 Polyamid 6.6 (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
17 Aromatisches Polyamid (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	3	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
18 Polyurethan (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
19 Polyurethan (hart)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
20 Polyurethan (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
21 Polyurethan (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
22 Polyurethan (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
23 Polyester (mineralgefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
24 Polyester (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
25 Polyester (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
26 Polyester (Textil)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
27 Polyester (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
28 Polyimid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
29 Polyimid (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
30 Viton	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
31 Acrylate und Cyanacrylate	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
32 Naturkautschuk Styrol-Butadien-Kautschuk-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
33 Styrol-Butadien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
34 Silikonkautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
35 Silikonkautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
36 Silikonkautschuk (adhesive)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
37 Silikonkautschuk (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
38 Silikonkautschuk (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
39 Ethylen-Propylen Mischpolymer Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
40 Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	3	2	2	<2	<2	<2
41 Ethylen-Vinylacetat-Copolymer-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
42 Chloropren-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
43 Chlorsulfonierter Polyethylen-Mischungen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
44 Polyvinylidenfluorid	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
45 Ethylen-Tetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	4	4	4	3	3	<2
46 Perfluoralkoxy	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	6	6	5	5	3	<2	<2	<2	<2	<2
47 Polytetrafluorethylen	ok	ok	ok	ok	ok	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
48 Polytetrafluorethylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
49 Perfluorethylenpropylen	ok	ok	ok	ok	ok	ok	8	8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
50 Perfluorethylenpropylen (Vakuum)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
51 Nitril-Butadien-Kautschuk (elastisch)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
52 Nitril-Butadien-Kautschuk (synthetisch verstärkt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	4	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	<2
53 Epoxidharz (aromatischer hardener)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	6	5	5	3	3	<2
54 Epoxidharz (aromatischer hardener) (Glas oder Kohlefaser gefüllt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	2
55 Epoxidharz (Farbe)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	<2
56 Stahl (bzw. Edel-, Feder-, Stahlguss)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
57 Eisen (bzw. Guss-)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
58 Kupfer	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
59 Aluminium	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
60 Zink	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
61 Inconel	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
62 Graphit	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	5
63 Messing (bzw. vernickelt, hartverchromt)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
64 Glas (cerium-doped)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok								

	Dokumenttyp: Vermerk	Datum: 14.05.2018
		Seite 10 von 11

5 Referenzen

- [1] M.H. Van de Voorde, The effect of nuclear radiation on the electrical properties of epoxy resins, CERN 68–13 (1968).
- [2] M.H. Van de Voorde, Effects of radiation on materials and components, CERN 70–5 (1970).
- [3] M.H. Van de Voorde, Action des radiations sur les resines epoxydes, CERN 70–10 (1970).
- [4] M.H. Van de Voorde and C. Restat, Selection guide to organic materials for nuclear engineering, CERN 72–7 (1972).
- [5] H. Schönbacher, M.H. Van de Voorde, Radiation and fire resistance of cable insulating materials used in accelerator engineering, CERN 75–3 (1975).
- [6] M. Van de Voorde, Low temperature irradiation effects on materials and components for superconducting magnets for high-energy physics applications, CERN 77–03 (1977).
- [7] D.C. Phillips et al., The selection and properties of epoxide resins used for the insulation of magnet systems in radiation environments, CERN 81–05 (1981).
- [8] R.I. Keiser and M. Mottier, Radiation resistant magnets, CERN 82–05 (1982).
- [9] P. Maier and A. Stolarz, Long-term radiation effects on commercial cable-insulating materials irradiated at CERN, CERN 83–08 (1983).
- [10] H. Schönbacher and A. Stolarz-Izicka, Compilation of radiation damage test data, Part I: Cable insulating materials, CERN 79–04 (1979).
- [11] H. Schönbacher and M. Tavlet, Compilation of radiation damage test data, Part I, 2nd edition: Halogen free cable-insulating materials, CERN 89–12 (1989).
- [12] H. Schönbacher and A. Stolarz-Izicka, Compilation of radiation damage test data, Part II: Thermosetting and thermoplastic resins, CERN 79–08 (1979).
- [13] M. Tavlet, A. Fontaine and H. Schönbacher, Compilation of radiation damage test data, Part II, 2nd edition: Thermoset and thermoplastic resins, composite materials, CERN 98–01 (1998).
- [14] G. Liptak et al., Radiation tests on selected electrical insulating materials for high-power and high voltage applications, CERN 85–02 (1985). 8
- [15] P. Beynel, P. Maier and H. Schönbacher, Compilation of radiation damage test data, Part III: Materials used around high-energy accelerators, CERN 82–10 (1982).
- [16] H. Schönbacher et al., Results of radiation tests at cryogenic temperatures on some selected organic materials for the LHC, CERN 96–05 (1996).
- [17] Hans Wilski, The Radiation Induced Degradation Of Polymers, Radiat. Phys. Chem. Vol. 29, No. I, pp I-14, 1987

	Dokumenttyp: Vermerk	Datum: 14.05.2018
		Seite 11 von 11

[18] Kenneth T. Gillen And Roger L. Clough, Predictive Aging Results In Radiation Environments, Radiat. Phys. Chem. Vol. 41, No. 6, pp 803 815, 1993

[19] K. T. Gillen Et Al., Dose-Rate Dependence Of The Radiation-Induced Discoloration Of Polystyrene, Radiat.Phys. Chem. Vol.41, No. 1/2,PpL OI-113,1993

[20] M. Celina Et Al., Anomalous Aging Phenomena In A Crosslinke Polyolefin Cable Insulation, Radiat. Phys. Chem. Vol. 48, No. 5, pp 613-626, 1996

[21] V. Placek, B. Bartonicek, The Dose Rate Effect And The Homogeneity Of Radio-Oxidation Of Plastics, Nimb 185 (2001) 335-359

[22] A. B. Reynolds, Dose-Rate Effects On The Radiation-Induced Oxidation Of Electric Cable Used In Nuclear Power Plants, Radar. Phys. Chem. Vol. 45, No. I, pp 103-L Io. 1995

[23] T.Seguchl Et. Al, Radiation Induced Oxidative Degradation Of Polymers Dose Rate Effects On Chemical And Mechanical Properties, Radiat Phys Chem Vol 18, No 3-4, pp 671-678, 1981

[24] H. Wilski, Colloid And Polymer Science Kolloid-Zeitschrift & Zeitschrift For Polymere, Colloid And Polymer Science Kolloid-Zeitschrift & Zeitschrift For Polymere Official Journal Of The Kolloid-Gesellschaft Volume 254 May 1976 Number 5

[25] Roger L. Clough and Kenneth T. Gillen, Radiation-Thermal Degradation Of PE And PVC: Mechanism Of Synergism And Dose Rate Effects, Radiat. Phys. Chem. Vol 18, No 3-4, pp 661-669, 1981

[26] I. Kuriyama, Et Al., Effect Of Dose Rate On Degradation Behavior Of Insulating Polymer Materials, Ieee Transactions On Electrical Insulation Vol. Ei-14 No.5, October 1979