

English

Table of Contents

1	General information	2
2	Regulations	2
3	General Precautions	2
4	Radiological Safety Precautions	2
5	Receipt of a Package with Radioactive Sources	3
6	Unpacking and Inspection	4
7	Usage	4
8	Cleaning	4
9	Storage	4
10	Damage/Loss	5
11	Delivery/Disposal	5
12	Quality assurance system	5
12.1	Quality assurance	5
12.2	ISO Classification	5
12.3	Leakage and Contamination Free	5
12.3.1	Wipe test I	6
12.3.2	Immersion Test II	6
12.3.3	Bubble Test III	6
12.3.4	Krypton Emanation Test VI	6
13	Additional Information for Special Products	6
13.1	Beta Source	6
13.1.1	⁸⁵ Kr (z. B. VZ-2820, VZ-2832, VZ-2866) oder ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y (z. B. VZ-2539, VZ-2453, VZ-2924, VZ-3019, VZ-2931)	6
13.1.2	¹⁴⁷ Pm (z. B. VZ-464, VZ-1030, VZ-1590, VZ-1997, VZ-1962, VZ-1407)	6
13.1.3	⁶³ Ni (z. B. VZ-2722, VZ-2728, VZ-2729, VZ-2738, VZ-2812, VZ-2836, VZ-2884, VZ-2929, VZ-2955, VZ-2966)	7
13.2	Gamma Source	7
13.2.1	²⁴¹ Am, ²⁴¹ Am/Be (z. B. X92, X93, X1277)	7
14	Notes for sources with "Special Form Approval"	8
15	Further additional information	8
16	Recommended Working Life	8
17	Measurement Uncertainty	8
18	Traceability	8
19	Air kerma Rate	9
20	Special applications	9

1 General information

These instructions are for the safe and proper use of radioactive sources. They must be strictly observed at all times, but they do not replace special requirements, e. g. handling permits from competent authorities and/or national and international regulations for handling and transporting radioactive materials.

Where applicable additionally to these Instructions, the handling instructions of the device manufacturer must be considered.

In radiation protection a distinction is made between sealed and unsealed radioactive materials.

During proper handling with enclosed radioactive materials as intended or in accordance with regulations, there is no risk of contamination or incorporation.

The statements concerning "radioactive sources" (sealed radioactive materials) shall also be applied to "radioactive solutions" (unsealed radioactive materials).

2 Regulations

Before ordering or using radiation sources or any other radioactive material, customers must ensure that the national legal regulations for the use of these materials are complied.

In most countries regulations are closely based to the International Atomic Energy Agency (IAEA) regulations and codes of practice. If radioactive sources are to be transported, it is necessary to comply with national regulations and, in the case of international transports, the current IAEA requirements for the safe transport of radioactive materials.

Depending on the mode of transport, it is also necessary to comply with the regulations/requirements of:

ICAO, the International Civil Aviation Organisation and
IATA, the International Air Transport Association or
IMO, the International Maritime Organisation or
ADR, the European Road Regulations (for transport in Europe).

3 General Precautions

All radioactive products are dangerous if they are not handled, used, stored, transported or properly disposed in accordance with the national regulations. To avoid dangers, it is absolutely necessary, that the following instructions are strictly observed:

- a) Because of their possible dangers, radioactive sources must never be changed.
These sources must be unpacked or used only by qualified or competent Person.
- b) Unless specifically requested and indicated, the sources are designed, manufactured and tested to ensure that they cannot be exposed during use or storage to corrosive conditions, temperatures beyond 233 K to 343 K or acceleration $> 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
Exceptions are ISOTRAK products (especially solutions and geometry sources) which are intended for use in temperatures from 280 K to 310 K.
- c) In case of doubt: please ask your radiation protection officer or contact Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH.

Additional protective measures for radioactive solutions

- d) Work with radioactive solutions must be performed under radionuclide flues. In case of accidental spillage of the solution(s), storage baskets (lined with absorbent paper) of sufficient capacity are to be used.
- e) Some Products are classified as chemical hazardous substances according to the characteristics of the chemical used in the carrier solutions.

4 Radiological Safety Precautions

Planning

It is good practice to develop a plan for the planned activities involving radioactive materials. This is the content of the safety analysis. As a rule, the safety analysis is the basis for the handling authorized by the competent authorities about planned exposure situations and their limitations in terms of radionuclides, activities, and handling. This authorization and your national law require protective measures, control and/or monitoring areas, provision, disposal, and dosimetry. An elementary part of the planning is to check if the intended handling is covered by your authorization.

Before unpacking and working with radioactive sources, a detailed procedure of the activities should be planned, also to avoid possible hazards. This should be included in your safety analysis.

For details about radiological parameters of your source, please refer to our catalog, our homepage or ask your radiation protection officer for assistance.

Sealed radioactive materials

Sealed radioactive substances are designed in order to prevent the release of radioactive substances during normal use. Sealed radioactive materials must be checked for their tightness at periodic intervals. External exposition is the relevant exposition path that must be considered. Depending on the external exposure and activity, distance tools and shielding should be used.

Unsealed radioactive materials

All unsealed radioactive materials must be treated/handled as unsealed radioactive materials. Ingestion and direct contact (contamination) with unsealed radioactive materials is to be avoided. It is recommended to wear protective clothing (laboratory coats, safety glasses, gloves) when working with unsealed radioactive materials. The handling of unsealed radioactive materials must be implemented in the designated areas and on leaving, checks for contamination must be carried out to prevent accidental movement of radioactive substances.

The following recommendations must be observed:

- Neither smoking, drinking nor eating is allowed in areas where radioactive material is used.
- A contamination test of the workspace, of hands and protective clothing must be carried out with suitable equipment after work.
- Minimization of the radiation exposure of the personnel by observing the parameters: time, distance and shielding.

Time

Minimizing the time that personnel spend near radioactive sources.

The dose absorbed during the working with radioactive material is directly proportional to the residence time. Good preparation and planning help to minimize this time and therefor the radiation exposure.

Distance

The distance between the personnel and the radioactive source should be as large as possible.

Exposure to gamma radiation is greatly affected by distance in accordance with the inverse square law, for example if the distance is doubled the dose rate is reduced to one quarter of its original value, but if the distance is

halving, the dose rate will increase fourfold.

Beta radiation can cause high dose rates on the skin and eyes, so it is important that these emitters do not touch the skin. Distance tools are used to work with the radioactive emitters. The active side of the emitter should always be directed away from the operator. For protection, protective gloves and protective glasses should always be worn.

Shielding

Shielding must be provided between operating personnel and the radioactive sources.

The required shielding depends on the nuclide used and the activity of the radioactive source. In general, it can be said that materials with low atomic numbers such as plastic (~ 10 mm thickness) are preferably suitable as primary shielding for beta radiation. Materials with high atomic numbers such as lead, or cement are suitable for reducing gamma and X-rays.

Radioactive sources that emit beta radiation also generate bremsstrahlung. In case of high bremsstrahlung, this can be reduced by an additional lead shielding between the plastic shielding and the operating personnel. Wearing eye protection is recommended when handling beta radiation sources.

It is recommended to return the radioactive sources to their containers immediately after use. If you have any further questions regarding shielding, please contact your radiation protection officer.

5 Receipt of a Package with Radioactive Sources

- a) The consignment must be inspected for damage upon receipt of the goods. If damage is found, the packaging must not be opened without taking suitable radiation protection measures. If necessary, the consignment shall be stored in a safe place. The manufacturer and any competent authority shall be notified and await their instructions.
- b) If the package is undamaged, check that the documentation and label description agree with the order acknowledgement. If the accompanying documents are unclear, the consignment is not to be opened, it is to be taken to a secure warehouse and Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH is to be informed immediately.
- c) The responsible authorized specialist (usually the radiation protection officer) must be informed about the arrival of the shipment.

Documentation of the incoming radioactive source must be carried out (at least serial number, activity, date of arrival of the shipment).

- d) If the consignment is not to be opened immediately, it shall be stored until then in a suitable and secure warehouse.
- e) The shielding of the provided transport container is designed according to the IAEA transport regulations. This shielding does not always comply with the required limit values for storage in working areas. (In these cases, additional shielding shall be used).

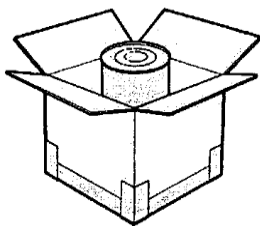
6 Unpacking and Inspection

- a) Shipments with radioactive sources may only be unpacked by authorized specialists in areas designated for this purpose.

Measurements of the dose rate must be taken during the work steps described below. The dose rate at the outer surface of the package may be as high as 2 mSv/h (200 mrem/h).

- b) Depending on the type of emitter, the nuclide and the activity of the emitter, different packaging combinations are possible. The radioactive sources are usually shipped in disposable packaging with an inner container consisting of a closed metal box, a wood/plastic container or a presentation box and a further container containing the emitter (e.g. lead pot).

First, the outer box must be opened and enough packaging material removed to allow access to the closed metal box, the wood/plastic container or the presentation box (see below).



- c) Carefully lift out the inner Container and remove the cover.
- d) Place the inner container in a shielded place. Check again if there is sufficient shielding and if the source can be handled safely from a suitable distance. The lid must be lifted out. Detailed information on special products see chapter 13.
- e) The radioactive source should be inspected immediately taking care to minimise radiation exposure of personnel those levels by the use of suitable shielding, remote handling and viewing using binoculars.

- f) Check that the serial number of the radioactive source corresponds to the serial number indicated in the attached documentation (with the source certificate). If deviations are found, the radioactive source is not to be used, but transferred to a suitable radiation area and Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH or its representative is to be informed.

7 Usage

Before using radioactive sources, it is essential to check if they are suitable for the intended application.

Radioactive sources are developed for a specific application, which is described in our catalogs, or in individual cases, agreed directly and in writing with the customer.

The application conditions described by Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH are required.

Extreme or corrosive environmental conditions as well as strongly fluctuating thermal and/or mechanical conditions are to be avoided.

Unfavorable environmental influences can affect the integrity of the radioactive source. It is the responsibility of the user to test the source regularly to ensure its suitability for further use. Radioactive sources must be checked before and after use to prevent obvious damage.

Regular wipe tests must be carried out in accordance with legal regulations and standards (ISO 2919). Results must be archived for the required period.

8 Cleaning

In the case of many radioactive sources (sealed radioactive materials), careful cleaning can be carried out by using a cotton wool or paper tissue lightly moistened with water or ethanol.

9 Storage

Radioactive sources must be kept in a suitable place in a store when not in use or being transported. The store must be adequately shielded, correctly marked and fully secured against intrusion by any unauthorized persons.

Radioactive sources should be stored at room temperature. During storage, radiators must not come in contact with halogenated plastic materials, because damage to the plastic and the radiator can result.

10 Damage/Loss

If the package or source is damaged or has been involved in an accident or exposed to adverse conditions, then appropriate precautions must be taken according to your contingency plans.

Eckert & Ziegler Nuclitec must be informed, and further advice sought from the appropriate radiological protection service. The radiation protection service should advise in any case of doubt Eckert & Ziegler Nuclitec or its authorised representative. In certain circumstances the national regulatory authority will need to be informed.

If the radioactive material is lost, the person responsible for radiation protection must immediately inform the local and national regulatory authorities. Records of any investigation taken to locate the lost material must be kept for an appropriate period.

11 Delivery/Disposal

- a) Where radioactive material is resold or incorporated in other products or transferred on in any way, it is the responsibility of the initial recipient to ensure that all subsequent users are made aware of the nature of the radioactive source and the specified use. This includes the handling instructions and all information in other accompanying documents.
- b) All users must be provided with the original certificate (if necessary collect certificate), handling instructions and any other relevant information that is required to ensure safe use, return and disposal of the radioactive material and products associated with this material.
- c) After unsealed radioactive materials have been used, the radioactive material (including any material/equipment, unused sources and containers that may be affected during use) must be treated as potentially radioactive material. If necessary, decontamination must be carried out before disposal. Any radioactive, activated or contaminated material, whether solid, liquid or gaseous, must be disposed of in accordance with the legal regulations for handling radioactive waste.
- d) When a radioactive source is no longer required and is to be disposed of, it must be properly packed and documented prior to being sent for disposal. Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH offers you support in the disposal of radioactive waste.
- e) It is important that equipment that contains radioactive material are clearly marked and the possibility of accidental contamination or irradiation during disposal activities is avoided. The equipment shall be inspected accordingly before disposal.

- f) The disposal of contamination-free lead shielding can only be arranged through a specialist disposal company.

12 Quality assurance system

The quality assurance system of Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH was certified by Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) according to ISO 9001 and ISO 13485 for medical devices products.

Isotrak products meet the requirements of 10CFR50 Appendix B

12.1 Quality assurance

- a) Radioactive sources are tested according to the ISO standards. The results of these tests are listed on the attached certificate.
The capsule designs are designed according to their suitability for their typical application and the corresponding requirements of the ISO standards.
- b) Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH makes every effort, to ensure the best possible quality and function of the delivered radiation source. Reports from users on their practical experience in handling the sources are therefore always very welcome.

12.2 ISO Classification

The International Organization for Standardization (ISO) has proposed a system for the classification of sealed radioactive materials, which is now used worldwide (ISO 2919). The purpose of this standard is to provide manufacturers, users and competent authorities with uniform criteria for assessing safety when handling sealed radioactive substances. The tests performed on type samples are listed in Table 1.

Sealed radioactive materials: radioactive materials which are permanently sealed by a tight, solid, non-destructively openable, inactive envelope or permanently embedded in solid inactive materials in such a way that a release of radioactive materials under normal operational conditions is prevented with safety.

12.3 Leakage and Contamination Free

Stringent tests for leakage are an essential feature of radioactive sources production. Our standard methods for testing radioactive materials listed below are performed in accordance with ISO 9978.

12.3.1 Wipe test I

The source is wiped with a swab or tissue, moistened with ethanol or water, the activity removed is measured.

Limit for sealed sources: 200 Bq, USA: 5 nCi

12.3.2 Immersion Test II

The source is immersed in a suitable liquid at $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for at least 4 hours and the activity removed is measured.

Limit for sealed sources: 200 Bq, USA: 5 nCi

12.3.3 Bubble Test III

The source is immersed in a suitable liquid and the pressure in the vessel reduced to 13 kPa (100 mm Hg).

No bubbles must be observed.

12.3.4 Krypton Emanation Test VI

The source is held under reduced pressure for 24 hours. The content of the chamber is analyzed for ^{85}Kr by scintillation counting. The test is repeated after at least 7 days. Limit: 1.85 kBq.

13 Additional Information for Special Products

Please observe this additional information for the following sources.

The necessary product information e. g. „drawing“ for assignment of your product can be found on the certificate.

13.1 Beta Source

13.1.1 ^{85}Kr (z. B. VZ-2820, VZ-2832, VZ-2866) oder $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (z. B. VZ-2539, VZ-2453, VZ-2924, VZ-3019, VZ-2931)

Radiological protections

^{85}Kr sources have beta energies between 0.2 and 0.7 MeV; ^{85}Kr sources also emit gamma radiation at 0.514 MeV. The dose rate from high activity sources may be significant but this can be reduced by using lead shielding, as necessary.

Note

Although ^{85}Kr is a gas it can be absorbed into grease. ^{85}Kr sources have a thin window, if this window is damaged or punctured the radioactive gas will be released into the air. In this instance, the room must be ventilated, and entry

restricted until the gas has evaporated. The person responsible for supervising work with ionising radiation must be informed immediately.

^{90}Sr sources emit high energy beta particles. It is important to screen this beta emission with thick absorbers of low atomic number. For example, 15 mm „Perspex“ shield (PMMA) will absorb nearly all beta radiation below 4 MeV and minimise the formation of penetrating bremsstrahlung radiation.

Cleaning

It is recommended to clean the emitter with a swab. To hold the swab, use (e. g. forceps). Make sure that the window of the emitter is not scratched. Do not use abrasive cleaners.

13.1.2 ^{147}Pm (z. B. VZ-464, VZ-1030, VZ-1590, VZ-1997, VZ-1962, VZ-1407)

Wipe test for ^{147}Pm sources

Wipe test on our ^{147}Pm emitters can damage the 5 μm thick titanium window. This can cause ^{147}Pm to be released from the inside of the emitter.

In general, we recommend performing wipe tests on a replacement wiping surface to avoid the high dose rates at the window of the emitter, and to avoid mechanical stress on the window itself.

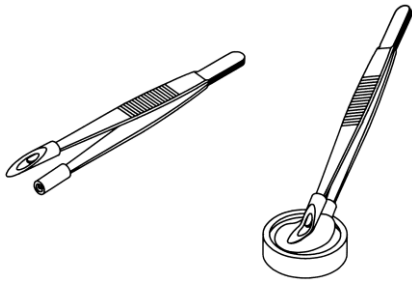
To wipe the window directly, we recommend proceeding as indicated in the following procedure, which has proved to be very suitable for us over many years.

Materials

- filter paper diameter 25 mm
- forceps, length approx. 300 mm
- soft silicon tube, inner diameter fitting the forceps
- alcohol/water mixture 50/50

Description of special forceps preparation

The forceps are covered at both ends with soft silicone tube. The lower tube is cut off vertically, flush with the end of the forceps. The upper tube is cut off diagonally (tapering to a point) and should protrude about 10 mm over the end of the forceps (see below).



Description of wipe test

A filter paper moistened with alcohol/water is held in the forceps so that the filter paper protrudes beyond the longer silicon tube by approximately 2 mm.

The window of the emitter is carefully wiped from above diagonally, especially the corners of the socket must be wiped. This is shown schematically in the picture above. The source is held from behind (if necessary, with the help of a suitable device). Although the flexible silicone tube lip of the forceps ensures that not too much pressure is transferred to the titanium foil window, great care is also required for this wipe test.

General precautions

Never put your hand into the radiation field (very high dose rate!). We recommend wearing a finger ring dosimeter, eye protection glasses and gloves during this procedure.

The source window should always point away from the body.

13.1.3 ^{63}Ni (z. B. VZ-2722, VZ-2728, VZ-2729, VZ-2738, VZ-2812, VZ-2836, VZ-2884, VZ-2929, VZ-2955, VZ-2966)

General risks and precautions

^{63}Ni sources are coated with non-radioactive Nickel. They are required to be leak tested at least every six months. The source consists of a metal surface where the ^{63}Ni is applied by means of electrode positioning. The source can produce contamination by rubbing or scratching the active surface, from overheating the source at temperatures exceeding the SS & DR specifications (US-License), or from cleaning with caustic solutions. So such sources must be handled with care.

Surface contamination is difficult to identify with conventional contamination monitors. If contamination is suspected or for leak testing, wipe sampling and subsequent evaluation by liquid scintillation spectrometry are necessary.

Leak test - determination of the leakage rate

The source shall be leak tested at intervals not to exceed 6 months using techniques capable of detecting 5 nCi (185 Bq) of removable contamination. Removable contamination from the inactive side is not to exceed 0.05 μCi (1.85 kBq) and the active side shall not exceed 0.5 μCi (18.5 kBq).

Precautions for leak tests

^{63}Ni sources are not to be treated as sealed radioactive sources. They should be handled with precautions to avoid abrasion of the active layer. Do not wipe the active surface. Coated surfaces are sensitive, and the radioactive layer can be damaged and removed by wiping, touching or scratching.

Use of wet wipes are not recommended on unsealed electroplated ^{63}Ni foils. If acids, ethanol, acetone, or other liquid solvents or soap solutions seep to the active matrix, these may destroy the source's integrity. Dry wipe leak tests are recommended. If use of a moistened wipe is required, use a slightly damp wipe with water or methanol with special care not to allow any liquid to seep on to the active side.

It must be assured that the foil surface or the ring is not broken or torn by rough handling or pierced by handling with forceps.

^{63}Ni sources are normally packed in a glass tube (Securitainer). ^{63}Ni sources gradually discolor under normal atmospheric conditions due to exposure to air and moisture. It is recommended that ^{63}Ni sources should be stored under an inert atmosphere such as dry argon when not in use.

13.2 Gamma Source

13.2.1 ^{241}Am , $^{241}\text{Am/Be}$ (z. B. X92, X93, X1277)

Radiological protections

^{241}Am sources can emit neutron radiation. Depending on the activity of the source, it may be necessary to install neutron shielding. Wide shields made of light-atomic materials such as water, graphite, wax or concrete are the most effective materials.

Unpacking

Sources are dispatched in lead pots. Disc and annual sources are packed with the radiation emitting window facing down but when the lid is lifted the sources will be unshielded so the dose rate may be high. When unpacking, make sure that the source is without shielding when

opening the lid, whereby high dose rates are possible.

Use forceps to remove any foam plastic packing. Use suitable handling device to remove the source, taking care not to scratch or damage the active face.

14 Notes for sources with "Special Form Approval"

Radioactive material in "special form" is a source or a non-dispersible solid radioactive material that meets special thermal and mechanical requirements above and beyond the usual stresses as described in the IAEA Transport Regulations.

The tests are carried out by the competent authority, the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), which then issues a corresponding certificate. The special configuration of a radiator is important when selecting a transport container but is also often used to determine the quality of a radiator.

Quality assurance measures (QSM) before transport

Before transporting radiation sources with "special form approval", the following points must be observed:

- Identification of the source (by comparison with the relevant certificates/documents)
- Visual inspection of source/source holder (if source is mounted in holder) for mechanical damage/corrosion which may affect the integrity of the source
- After application, sources may only be transported if a leak test (e. g. wipe test) has been performed with positive results before transport. In case of sources installed in holders, control is carried out on appropriate square test surface. The test methods shall be based on ISO 2919. At the start of transport, the leak test must not be more than 6 months in the past, national regulations must be observed!

15 Further additional information

For mounting of sources in devices (e. g. using special holders), the instructions of the device manufacturer must also be observed.

In some sources (e. g. reference sources) the radioactive material is covered by a very fine layer of inactive material. The handling of such sources requires special attention in order to prevent leakage and loss of radioactive material.

If these sources contain ^{230}Th , the daughter nuclides ^{222}Rn and ^{226}Ra - which are also constantly reproduced - are also contained in small quantities. Due to the very fine inactive layer of the source a slight emission of ^{222}Rn is inevitable.

16 Recommended Working Life

The recommended service life (RWL) is the maximum time assumed by Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH in which the source meets the design requirements under normal environmental and usage conditions. A source should be replaced within the recommended working life or a proper assessment should be made to verify its suitability for continued use.

Eckert & Ziegler Nuclitec makes no warranties, expressed or implied, or guarantees as to how long any source can be safely used. Adverse environmental conditions, improper usage, or materials combination in usage could affect the appearance and integrity of the source. It is the user's responsibility to carry out routine inspection and testing to determine when it should be replaced.

According to the requirements of the authorities the expiry of the RWL (details see approval) may result in the loss of the approval as special form source.

17 Measurement Uncertainty

The reported uncertainty is based on standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$, providing a level of confidence of approximately 95 %. (GUM 1995).

18 Traceability

Traceability is defined as 'the property of a result of a measurement whereby it can be related to appropriate standards, generally international or national standards, through an unbroken chain of comparisons.

The traceability of the measurement results to national standards, standard measuring devices and procedures for presentation in accordance with the International System of Units (SI) is ensured by using calibrated and / or verified test equipment under controlled ambient conditions.

The calibration laboratory of Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH has been accredited by the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) and is authorized to issue reference sources which are traceable to national standards held at the PTB in Germany.

Because of the European co-operation for Accreditation (EA) mutual recognition agreement the certificates are also accepted by all EA-members (e. g. UKAS).

19 Air kerma Rate

The air kerma rate of a source with an activity A is the sum of the initial kinetic energies of all charged particles created by photons, released per volume element of air and per unit of time.

The air kerma performance values are traceable to standards of the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

20 Special applications

No test programme can cover all possible combinations of environments to which a source may be exposed. Users should therefore consult our experts before using sources in potentially adverse environments.

Table 1 Classification of sealed source performance standard according to ISO 2919 (extract)

Test	Class						X
	1	2	3	4	5	6	
Temperature	No test	- 40 °C (20 min) + 80 °C (1 h)	- 40 °C (20 min) + 180 °C (1 h)	- 40 °C (20 min) + 400 °C (1 h) and thermal shock to 20 °C	- 40 °C (20 min) + 600 °C (1 h) and thermal shock to 20 °C	- 40 °C (20 min) + 800 °C (1 h) and thermal shock to 20 °C	Special test
External Pressure	No test	25 kPa absolute to atmospheric	25 kPa absolute to 2 MPa absolute	25 kPa absolute to 7 MPa absolute	25 kPa absolute to 70 MPa absolute	25 kPa absolute to 170 MPa absolute	
Impact	No test	50 g from 1 m or equivalent imparted energy	200 g from 1 m or equivalent imparted energy	2 kg from 1 m or equivalent imparted energy	5 kg from 1 m or equivalent imparted energy	20 kg from 1 m or equivalent imparted energy	
Vibration	No test	3 times 10 min 25 Hz to 500 Hz at 49 m/s ² (5 g) ^a	3 times 10 min 25 Hz to 50 Hz at 49 m/s ² (5 g) ^a and 50 Hz to 90 Hz at 0.635 mm peak to peak and 90 Hz to 500 Hz at 98 m/s ² (10 g) ^a	3 times 30 min 25 Hz to 80 Hz at 1.5 mm peak to peak and 80 Hz to 2000 Hz at 196 m/s ² (20 g) ^a	Not used	Not used	
Puncture	No test	1 g from 1 m or equivalent imparted energy	10 g from 1 m or equivalent imparted energy	50 g from 1 m or equivalent imparted energy	300 g from 1 m or equivalent imparted energy	1 kg from 1 m or equivalent imparted energy	
^a 1 g = 9.8 m/s ²							

Information on the most important parameters of the nuclides used, tests performed and quality assurance measures can be found in our product catalog or on our homepage www.ezag.com.

Please contact Eckert & Ziegler Nuclitec to any further question.

Deutsch

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	11
2	Rechtsvorschriften	11
3	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	11
4	Radiologische Schutzvorkehrungen	11
5	Entgegennahme einer Sendung mit radioaktiven Strahlenquellen	13
6	Auspacken und Inspektion	13
7	Benutzung	13
8	Reinigung	14
9	Lagerung	14
10	Beschädigung/Verlust	14
11	Abgabe/Entsorgung	14
12	Qualitätssicherungssystem	14
12.1	Qualitätssicherung	15
12.2	ISO-Klassifikation	15
12.3	Dichtheit und Kontaminationsfreiheit	15
12.3.1	Wischprüfung I.....	15
12.3.2	Tauchprüfung II.....	15
12.3.3	Blasenprüfung III.....	15
12.3.4	Krypton Emanationsprüfung VI.....	15
13	Zusatzinformationen für spezielle Produkte	15
13.1	Betastrahler	15
13.1.1	⁸⁵ Kr (z. B. VZ-2820, VZ-2832, VZ-2866) oder ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y (z. B. VZ-2539, VZ-2453, VZ-2924, VZ-3019, VZ-2931).....	15
13.1.2	¹⁴⁷ Pm (z. B. VZ-464, VZ-1030, VZ-1590, VZ-1997, VZ-1962, VZ-1407).....	16
13.1.3	⁶³ Ni (z. B. VZ-2722, VZ-2728, VZ-2729, VZ-2738, VZ-2812, VZ-2836, VZ-2884, VZ-2929, VZ-2955, VZ-2966).....	16
13.2	Gammastrahler.....	17
13.2.1	²⁴¹ Am, ²⁴¹ Am/Be (z. B. X92, X93, X1277)	17
14	Hinweise für Strahler mit "Zulassung in besonderer Form"	17
15	Weitere Zusatzinformationen	18
16	Empfohlene Nutzungsdauer	18
17	Messunsicherheit	18
18	Rückführbarkeit	18
19	Luftkerma-Leistung	18
20	Spezielle Anwendungen	18

1 Allgemeines

Diese Hinweise dienen dem sicheren und anwendungsgerechten Einsatz von radioaktiven Strahlenquellen. Sie sind zu jeder Zeit strikt zu beachten, sie ersetzen jedoch nicht spezielle Auflagen, z. B. Umgangsgenehmigungen zuständiger Behörden und/oder nationale und internationale Vorschriften für den Umgang und die Beförderung radioaktiven Materials.

Wo zutreffend, sind neben diesen Hinweisen die Handhabungshinweise/Benutzerhandbücher der Gerätehersteller zu beachten.

Im Strahlenschutz wird zwischen umschlossenen und offenen radioaktiven Stoffen unterschieden. Beim bestimmungsgemäßen Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen ist nicht von einem Kontaminations- und Inkorporationsrisiko auszugehen.

Die Aussagen, die „radioaktive Strahlenquellen“ (umschlossene radioaktive Stoffe) betreffen, sind sinngemäß auch für „radioaktive Lösungen“ (offene radioaktive Stoffe) anzuwenden.

2 Rechtsvorschriften

Vor Bestellung oder Benutzung von radioaktiven Strahlenquellen oder anderem radioaktiven Material müssen die Kunden sicherstellen, dass die nationalen gesetzlichen Regularien für die Benutzung dieser Stoffe erfüllt werden.

In den meisten Ländern sind die Regelungen eng an die Regelungen der International Atomic Energy Agency (IAEA) angelehnt. Sind radioaktive Strahlenquellen zu transportieren, ist es notwendig, die nationalen Vorschriften und bei internationalen Transporten die jeweils aktuellen IAEA-Anforderungen zum sicheren Transport radioaktiven Materials zu erfüllen.

Abhängig von der Art des Transportes ist es ebenso notwendig, die folgenden Regularien/Anforderungen einzuhalten:

ICAO, der internationalen zivilen Luftfahrt Organisation und
IATA, der International Air Transport Association oder
IMO, der International Maritime Organisation oder
ADR, der European Road Regulations.

3 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Radioaktive Strahlenquellen sind gefährlich, wenn sie nicht unter Beachtung der entsprechenden Rechtsvorschriften gehandhabt, benutzt, gelagert, transportiert oder sachgerecht entsorgt werden. Um Gefährdungen zu vermeiden, ist es unbedingt notwendig, dass die folgenden Anweisungen beachtet werden:

- a) Radioaktive Strahlenquellen dürfen wegen ihres möglichen Gefährdungspotentials nie nachträglich verändert/bearbeitet werden.
- b) Radioaktive Strahlenquellen dürfen nur von fachlich qualifiziertem Personal, ausgepackt oder gehandhabt werden.
- c) Sofern nichts anderes gefordert und angegeben ist, sind radioaktive Strahlenquellen so hergestellt und getestet, dass sie nicht korrosiver Umgebung, Temperaturen außerhalb des Bereichs von 233 K bis 343 K oder Beschleunigung $> 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ bei der Benutzung oder Lagerung ausgesetzt werden dürfen. Ausnahmen bilden ISOTRAK-Produkte (insbesondere Lösungen und Geometriestrahler), die für den Einsatz bei Temperaturen von 280 K bis 310 K vorgesehen sind.
- d) Bei Unklarheiten: Fragen Sie bitte ihren Strahlenschutzverantwortlichen.

Zusätzliche Schutzmaßnahmen für radioaktive Lösungen:

- e) Arbeiten mit radioaktiven Lösungen sind unter Radionuklidabzügen durchzuführen. Für den Fall unbeabsichtigten Verschüttens der Lösung(en) sind Ablagekörbe (ausgelegt mit saugfähigem Papier) mit ausreichendem Fassungsvermögen zu benutzen.
- f) Einige Produkte sind entsprechend der Charakteristiken der in den Trägerlösungen benutzten Chemikalien als chemische Gefahrenstoffe klassifiziert.

4 Radiologische Schutzvorkehrungen

Planung

Es ist gute Praxis einen Plan für die geplanten Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen zu erarbeiten. Dies ist der Inhalt der Sicherheitsanalyse. In der Regel ist die Sicherheitsanalyse die Basis für den von den zuständigen Behörden bewilligten Umgang hinsichtlich geplanten Expositionssituationen und deren Limitierung hinsichtlich Radionuklide, Aktivitäten und Umgang. Diese Bewilligung und ihr nationales Recht schreibt Ihnen Schutzmaßnahmen, Kontroll- und/oder Überwachungsbereiche, Bereitstellung, Entsorgung und Dosimetrie vor. Ein elementarer

Teil der Planung ist es zu prüfen ob der beabsichtigte Umgang von ihrer Bewilligung gedeckt ist.

Vor dem Auspacken und Arbeiten mit radioaktiven Strahlenquellen sollte eine detaillierte Vorgehensweise der Tätigkeiten geplant werden, auch um mögliche Gefährdungen vorab einzuschätzen. Dieses sollte in ihrer Sicherheitsanalyse mitumfasst sein.

Details zu radiologischen Parametern ihres Strahlers entnehmen Sie bitte unserem Katalog, unserer Homepage oder bitten Sie Ihren Strahlenschutzverantwortlichen um Unterstützung.

Umschlossene radioaktive Stoffe

Umschlossene radioaktive Stoffe sind dahingehend ausgelegt, um bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine Freisetzung von radioaktiven Stoffen zu ermöglichen. Umschlossene radioaktive Stoffe sind in periodischen Zeitabständen auf Ihre Dichtheit zu prüfen. Externe Exposition ist der relevante Expositionspfad, der beachtet werden muss. Abhängig von der externen Exposition und der Aktivität sind Distanzwerkzeuge und Abschirmungen zu verwenden.

Offene radioaktive Stoffe

Alle nicht umschlossenen radioaktiven Stoffe sind als offene radioaktiven Stoffe zu behandeln. Ingestion und direkter Kontakt (Kontamination) zu offenen radioaktiven Stoffen ist zu vermeiden. Es wird empfohlen, Schutzkleidung (Laborkittel, Sicherheitsbrillen, Handschuhe) zu tragen, wenn Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen durchgeführt werden. Der Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen ist in den dafür ausgezeichneten Bereichen durchzuführen und beim Verlassen sind Kontrollen hinsichtlich Kontamination durchzuführen, um ein unbeabsichtigtes Verbringen von radioaktiven Substanzen zu vermeiden.

Folgende Empfehlungen sind unbedingt zu beachten:

- Weder Rauchen, Trinken oder Essen sind in Bereichen, wo radioaktives Material verwendet wird, erlaubt.
- Eine Kontaminationsprüfung des Arbeitsbereiches, der Hände und der Schutzkleidung ist nach durchgeführten Arbeiten mit passenden Geräten durchzuführen.
- Minimierung der Strahlenbelastung des Personals durch Beachtung der Parameter: Zeit, Abstand und Abschirmung

Zeit

Minimierung der Zeit, die das Personal in der Nähe von radioaktiven Strahlenquellen verbringt.

Die Dosis, die während des Arbeitens mit radioaktivem Material aufgenommen wird, ist direkt proportional zur verbrachten Zeit; deshalb hilft gute Vorbereitung und Planung diese Zeit und so die Strahlenbelastung zu minimieren.

Abstand

Der Abstand zwischen dem Personal und der radioaktiven Quelle sollte so groß wie möglich sein.

Bei Strahlenbelastung durch Gamma-Strahler besteht eine quadratische Abhängigkeit zum Abstand. Z. B. verdoppelt sich der Abstand, reduziert sich die Dosisleistung auf ein Viertel der ursprünglichen Größe; halbiert sich der Abstand, erhöht sich die Dosisleistung um das Vierfache.

Betastrahlung kann zu hohen Dosisleistungen an der Haut und den Augen führen, deshalb ist es wichtig, dass keine Berührung dieser Strahler mit der Haut stattfindet. Es sind Distanzwerkzeuge zum Arbeiten mit den radioaktiven Strahlern benutzt werden. Die aktive Seite des Strahlers sollte stets vom Bediener weg gerichtet sein. Zum Schutz sollten stets Schutzhandschuhe und Schutzbrille getragen werden.

Abschirmung

Es sind Abschirmungen zwischen Bedienpersonal und den radioaktiven Strahlenquellen zu schaffen.

Die erforderliche Abschirmung ist abhängig vom verwendeten Nuklid und der Aktivität der radioaktiven Strahlenquelle. Allgemein kann gesagt werden, dass Materialien mit niedrigen Ordnungszahlen wie Kunststoff (~ 10 mm Dicke) bevorzugt als primäre Abschirmungen bei Betastrahlung geeignet sind. Materialien mit hohen Ordnungszahlen wie Blei oder Beton sind zur Reduzierung von Gamma- und Röntgenstrahlung geeignet.

Radioaktive Strahlenquellen, die Betastrahlung emittieren, erzeugen auch Bremsstrahlung. Bei hoher Bremsstrahlung kann diese durch eine zusätzliche Bleiabschirmung zwischen der Kunststoffabschirmung und dem Bedienpersonal reduziert werden. Das Tragen von Augenschutz ist beim Umgang mit Betastrahlern empfohlen.

Es wird empfohlen, die radioaktiven Strahlenquellen nach Benutzung sofort wieder in ihr Behältnis zu verbringen. Bei weiteren Fragen zur Abschirmung setzen Sie sich bitte mit ihrem Strahlenschutzbeauftragten in Verbindung.

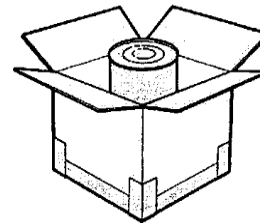
5 Entgegennahme einer Sendung mit radioaktiven Strahlenquellen

- a) Die Sendung ist bei Wareneingang hinsichtlich Beschädigung zu überprüfen. Wird eine Beschädigung festgestellt, darf die Verpackung nicht ohne geeignete Strahlenschutzmaßnahmen geöffnet werden. Die Sendung ist ggf. an einem gesicherten Ort aufzubewahren. Der Hersteller und ggf. zuständige Behörde sind zu benachrichtigen und deren Weisungen abzuwarten.
- b) Ist die äußere Verpackung einer Sendung einwandfrei, sind vor der Entnahme der Strahlenquelle alle Begleitpapiere auf Übereinstimmung mit dem zu erwartenden Inhalt hin zu prüfen. Sollten sich aus den Begleitpapieren Unklarheiten ergeben, ist die Sendung nicht zu öffnen, sie ist in ein geeignetes Lager zu verbringen und die Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH ist unverzüglich zu informieren.
- c) Die zuständige autorisierte Fachkraft (in der Regel der Strahlenschutzbeauftragte) ist über das Eintreffen der Sendung zu benachrichtigen. Es ist die Dokumentation der eingetroffenen radioaktiven Strahlenquelle durchzuführen (mindestens Serien-Nummer, Aktivität, Datum des Eintreffens der Sendung).
- d) Soll die Sendung nicht unverzüglich geöffnet werden, ist sie bis dahin in einem geeigneten und gesicherten Lager aufzubewahren.
- e) Die Abschirmung des beigegebenen Transportcontainers ist entsprechend den IAEA-Transportregularien ausgelegt. Diese Abschirmung entspricht nicht in allen Fällen den geforderten Grenzwerten bei Lagerung in Arbeitsbereichen. (In diesen Fällen ist eine zusätzliche Abschirmung vorzusehen).

6 Auspacken und Inspektion

- a) Sendungen mit radioaktiven Strahlenquellen dürfen nur in dafür vorgesehenen Bereichen von autorisierten Fachkräften auspackt werden.
Es sind Messungen der Dosisleistung während der nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritte durchzuführen. Die Dosisleistung an der Außenfläche der Verpackung darf bis zu 2 mSv/h (200 mrem/h) betragen.
- b) Abhängig vom Strahlertyp, vom Nuklid und der Aktivität des Strahlers sind verschiedene Verpackungskombinationen möglich. Die radioaktiven Strahlenquellen werden in der Regel in Einwegverpackungen mit einem inneren Container, bestehend aus einer verschlossenen Metalldose, einem Holz/Plastik-Behälter oder einer Präsentations-Box und einem darin befindlichen weiteren Behältnis, das den Strahler beinhaltet (z. B. Bleitopf) versendet.

Zunächst ist der äußere Karton zu öffnen und so viel Packmaterial zu entnehmen, dass die verschlossene Metalldose, der Holz/Plastik-Behälter oder die Präsentations-Box zugänglich ist (siehe unten).



- c) Vorsichtig den inneren Behälter herausheben und den Deckel lösen.
- d) Den inneren Behälter an einen abgeschirmten Platz abstellen. Nochmals überprüfen, ob eine ausreichende Abschirmung vorliegt und ob der Strahler sicher aus angemessenem Abstand gehandhabt werden kann. Dann ist der Deckel abzuheben.
Detaillierte Informationen zu speziellen Produkten: Kapitel 13.
- e) Die radioaktive Strahlenquelle ist unter Beachtung einer minimierten Strahlenbelastung des Personals (durch passende Abschirmung, Handhabung der Quelle in ausreichendem Abstand, ggf. Benutzung von Vergrößerungsgläsern) unverzüglich zu inspizieren.
- f) Überprüfung der Übereinstimmung der Serien-Nummer der radioaktiven Strahlenquelle mit der in der beigegebenen Dokumentation (mit dem Strahlerzertifikat) ausgewiesenen Serien-Nummer. Bei festgestellten Abweichungen ist die radioaktive Strahlenquelle nicht einzusetzen, sondern in einen geeigneten Strahlenbereich zu überführen und die Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH oder dessen Vertreter sind zu informieren.

7 Benutzung

Es ist grundlegend wichtig, vor Benutzung der radioaktiven Strahler zu überprüfen, ob diese für die vorgesehene Anwendung geeignet sind.

Radioaktive Strahlenquellen sind für eine spezifische Anwendung entwickelt, die in unseren Katalogen beschrieben ist, oder, in Einzelfällen, direkt und schriftlich mit dem Kunden abgestimmt ist.

Die von Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH beschriebenen Anwendungsbedingungen werden vorausgesetzt.

Extreme oder korrosive Umweltbedingungen sowie stark schwankende thermische und/oder mechanische Bedin-

gungen sind zu vermeiden.

Ungünstige Umgebungseinflüsse können Auswirkungen auf die Integrität der radioaktiven Strahlenquelle haben. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, den Strahler regelmäßig hinsichtlich der Eignung für den weiteren Gebrauch zu testen. Radioaktive Strahlenquellen sind vor und nach ihrer Benutzung zu überprüfen, um so offensichtliche Beschädigungen auszuschließen.

Es sind regelmäßige Wischtests entsprechend den gesetzlichen Regelungen und Standards (ISO 2919) durchzuführen. Ergebnisse sind für den erforderlichen Zeitraum zu archivieren.

8 Reinigung

Die vorsichtige Reinigung kann bei vielen radioaktiven Strahlenquellen (umschlossene radioaktive Stoffe) durch Benutzung eines leicht mit Wasser oder Ethanol befeuchteten Wattebausches oder Papiertaschentuches durchgeführt werden.

9 Lagerung

Radioaktive Strahlenquellen sind, wenn sie nicht benutzt oder transportiert werden, umgehend in einem passenden Behältnis und einem geeigneten Lager aufzubewahren. Das Lager ist angemessen abzuschirmen, korrekt zu kennzeichnen und gegen den Zutritt nicht autorisierter Personen zu sichern.

Radioaktive Strahlenquellen sind bei Raumtemperatur zu lagern. Strahler dürfen bei ihrer Lagerung nicht mit halogenierten Plastikmaterialien in Verbindung kommen, weil eine Schädigung des Kunststoffes und des Strahlers auftreten kann.

10 Beschädigung/Verlust

Wenn die Verpackung oder der Strahler selbst beschädigt ist oder die Gefahr einer solchen Beschädigung bestand, sind Vorkehrungen entsprechend ihrer internen Sicherheitsanalyse durchzuführen.

Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH ist zu informieren und ggf. fachliche Unterstützung zum weiteren Vorgehen einzuholen. Bei Unklarheiten konsultieren Sie bitte Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH oder seine autorisierten Vertretungen, In manchen Fällen kann eine Meldung an die zuständige Aufsichtsbehörde notwendig sein
Bei Verlust radioaktiven Materials sind sofort durch den

Strahlenschutzverantwortlichen die zuständigen Behörden zu informieren. Unterlagen, die es ermöglichen, das verlorengegangene Material bestmöglich zu lokalisieren, sind für entsprechende Zeiträume zu archivieren.

11 Abgabe/Entsorgung

- a) Wird eine Strahlenquelle weiterverkauft, in andere Produkte eingebaut oder an einen Dritten abgegeben, ist es die alleinige Verantwortung des Erstpempfängers, sicherzustellen, dass alle nachfolgenden Benutzer des Strahlers auf seine Eigenschaften und die zu beachteten Sicherheitsbestimmungen hingewiesen werden. Dies schließt die hier gegebenen Handhabungshinweise und alle Angaben in sonstigen Begleitpapieren ein
- b) Allen Benutzern sind das Original-Strahlerzertifikat (ggf. Sammelzertifikat), Handhabungshinweise sowie jegliche relevanten Informationen mitzuliefern, um eine sichere Benutzung, Rücksendung und Entsorgung des radioaktiven Materials bzw. mit diesem Material verbundenen Produkten sicherzustellen.
- c) Nach Benutzung von offenen radioaktiven Stoffen ist das radioaktive Material (auch die bei der Benutzung evtl. betroffenen Materialien/Gerätschaften, unbenutzte Strahler und Behälter) als potenziell radioaktives Material zu behandeln. Wenn erforderlich, ist vor der Entsorgung eine Dekontamination durchzuführen. Jegliches radioaktive, aktivierte oder kontaminierte Material, ob fest, flüssig oder gasförmig, ist nach den gesetzlichen Regelungen für den Umgang mit radioaktivem Abfall zu entsorgen.
- d) Ist eine radioaktive Strahlenquelle zu entsorgen, muss diese vor dem Versand entsprechend verpackt und dokumentiert werden. Unterstützung bei der Entsorgung radioaktiven Abfalls bietet Ihnen Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH.
- e) Es ist wichtig, dass die Behälter, die das radioaktive Material enthalten, eindeutig gekennzeichnet sind und die Möglichkeit versehentlicher Kontamination oder Bestrahlung bei den Entsorgungsaktivitäten vermieden werden. Die Gerätschaften sind vor der Entsorgung entsprechend zu überprüfen.
- f) Die Entsorgung von kontaminationsfreien Bleiabschirmungen ist nur über einen Entsorgungsfachbetrieb zu veranlassen.

12 Qualitätssicherungssystem

Das Qualitätssicherungssystem von Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH wurde durch Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) nach der ISO 9001 und nach der ISO 13485 für Medizinprodukte zertifiziert.

12.1 Qualitätssicherung

- a) Radioaktive Strahlenquellen werden ggf. entsprechend den zu beachtenden ISO-Standards getestet. Die Resultate dieser Tests sind auf dem beigegeführten Zertifikat zitiert.
Die Kapsel-Designs sind entsprechend ihrer Tauglichkeit für ihre typische Anwendung ausgelegt und entsprechen den Anforderungen der zu beachtenden ISO-Standards.
- b) Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH ist bemüht, die bestmögliche Qualität und Funktion der gelieferten Strahlenquelle sicherzustellen. Berichte von Anwenderseite über praktische Erfahrungen beim Umgang mit den Quellen sind deshalb stets sehr erwünscht.

12.2 ISO-Klassifikation

Die International Organization for Standardization (ISO) hat ein System zur Klassifikation von umschlossenen radioaktiven Stoffen vorgeschlagen, das inzwischen weltweit angewendet wird (ISO 2919). Zweck dieser Norm ist es, Herstellern, Anwendern und zuständigen Behörden einheitliche Kriterien zur Beurteilung der Sicherheit beim Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen zu geben.

Umschlossene radioaktive Stoffe: Radioaktive Stoffe, die ständig von einer allseitig dichten, festen, nicht zerstörungsfrei zu öffnenden, inaktiven Hülle umschlossen oder in festen inaktiven Stoffen ständig so eingebettet sind, dass bei üblicher betriebsmäßiger Beanspruchung ein Austritt radioaktiver Stoffe mit Sicherheit verhindert wird (siehe Tabelle 1).

12.3 Dichtheit und Kontaminationsfreiheit

Sorgfältige Prüfungen auf Dichtheit und Kontaminationsfreiheit sind ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung bei der Produktion von Strahlern. Unsere unten aufgeführten Standardmethoden zur Prüfung radioaktiver Stoffe werden gemäß ISO 9978 durchgeführt.

12.3.1 Wischprüfung I

Die Hülle, die Oberfläche oder wesentliche Teile des zu prüfenden Strahlers werden mit befeuchtetem saugfähigem Material abgewischt. Anschließend wird die Aktivität des abgelösten radioaktiven Stoffes bestimmt.
Grenzwert für umschlossene radioaktive Stoffe: 200 Bq, USA: 5 nCi

12.3.2 Tauchprüfung II

Der zu prüfende Strahler wird für mindestens vier Stunden vollständig in eine geeignete Flüssigkeit eingetaucht, die während dieser Zeit auf einer Temperatur von $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ gehalten wird. Anschließend wird die Aktivität des radioaktiven Stoffes in der Flüssigkeit bestimmt.
Grenzwert für umschlossene radioaktive Stoffe: 200 Bq, USA: 5 nCi

12.3.3 Blasenprüfung III

Der Strahler wird in eine geeignete Flüssigkeit eingetaucht und der Druck in dem Gefäß auf 13 kPa (100 mm Hg) reduziert.
Es dürfen keine Blasen entstehen.

12.3.4 Krypton Emanationsprüfung VI

Der Strahler wird für 24 Stunden Unterdruck ausgesetzt. Der ^{85}Kr Gehalt in der Kammer wird durch Szintillation analysiert. Der Test wird spätestens nach 7 Tagen wiederholt.
Grenzwert: 1,85 kBq

13 Zusatzinformationen für spezielle Produkte

Die zusätzlichen Informationen sind unbedingt für die folgenden radioaktiven Strahler zu beachten.

Die für die nachfolgende Zuordnung notwendigen Informationen zur Produktzuordnung wie z. B. Zeichnung (drawing) entnehmen Sie bitte dem beigegeführten Strahlerzertifikat.

13.1 Betastrahler

13.1.1 ^{85}Kr (z. B. VZ-2820, VZ-2832, VZ-2866) oder $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (z. B. VZ-2539, VZ-2453, VZ-2924, VZ-3019, VZ-2931)

Radiologische Schutzvorkehrungen

^{85}Kr -Strahler emittieren eine Betastrahlung von etwa 0,2 bis 0,7 MeV; ^{85}Kr Strahler emittieren ebenso Gammastrahlung von 0,514 MeV. Die Dosisleistung von hochaktiven Strahlern muss deshalb beachtet werden, dazu werden entsprechende Bleiabschirmungen vorgeschlagen.

Anmerkung

Obwohl ^{85}Kr gasförmig ist wird es durch Fette adsorbiert. ^{85}Kr -Strahler besitzen ein dünnes Fenster, wodurch – bei Beschädigung – das radioaktive Gas entweichen kann.

In diesem Fall ist der Raum zu belüften und in dieser Zeit nicht zu betreten, bis das Gas verflüchtigt ist. In jedem Fall ist der Strahlenschutzbeauftragte bzw. -bevollmächtigte unverzüglich zu informieren

^{90}Sr -Strahler emittieren hochenergetische Betastrahlung, deshalb ist es wichtig, entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen. Eine 15 mm dicke Plexiglasabschirmung absorbiert z. B. beinahe die gesamte Betastrahlung < 4 MeV und minimiert das Entstehen der Bremsstrahlung.

Reinigung

Es wird empfohlen, den Strahler mittels Tupfer zu reinigen. Zum Halten des Tupfers ist Distanzwerkzeug (bspw. Pinzette) zu verwenden. Achten Sie darauf, dass das Fenster des Strahlers nicht zerkratzt wird. Auf keinen Fall korrosive Reiniger verwenden.

13.1.2 ^{147}Pm (z. B. VZ-464, VZ-1030, VZ-1590, VZ-1997, VZ-1962, VZ-1407)

Wischtests bei ^{147}Pm -Strahler

Bei Wischtestes an unseren ^{147}Pm -Strahlern kann es zu Beschädigungen des 5 μm dicken Titanfensters kommen. Dadurch kann ^{147}Pm aus dem Inneren des Strahlers herausgelöst werden

Generell empfehlen wir, Wischtests an einer Ersatzwischfläche auszuführen, um die hohen Dosisleistungen am Fenster des Strahlers zu vermeiden und das Fenster nicht übermäßig mechanisch zu belasten.

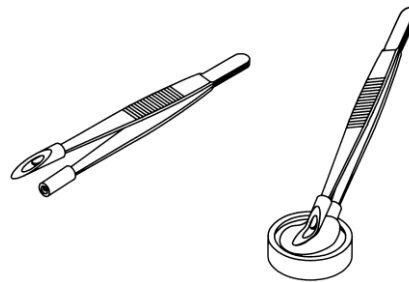
Sollte es jedoch unumgänglich sein, das Fenster direkt zu wischen, empfehlen wir, nach der folgenden Prozedur vorzugehen, die sich bei uns im Laufe vieler Jahre als gut geeignet erwiesen hat.

Materialien

- Filterpapier Durchmesser 25 mm
- Pinzette, Länge ca. 300 mm
- Silikonschlauch, Innendurchmesser passend zur Pinzette
- Alkohol/Wasser-Gemisch 50/50

Beschreibung der speziell vorbereiteten Pinzette

Die Pinzette wird an beiden Enden mit weichem Silikonschlauch überzogen. Der untere Schlauch wird senkrecht, bündig mit dem Ende der Pinzette abgeschnitten. Der obere Schlauch wird schräg (spitz zulaufend) abgeschnitten und soll etwa 10 mm über das Pinzetenende hinausragen (siehe unten).



Beschreibung des Wischtests

Ein Filterpapier wird mit Alkohol/Wasser angefeuchtet und so in der Pinzette eingeklemmt, dass es noch ca. 2 mm übersteht.

Damit wird die Oberfläche des Strahlers von schräg oben vorsichtig gewischt, wobei insbesondere die Ecken der Fassung gewischt werden müssen. Dies ist schematisch im oberen Bild dargestellt. Der Strahler wird dabei von hinten (ggf. mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung) gehalten. Obwohl die nachgiebige Silikonschlauchlippe der Pinzette sicherstellt, dass nicht zu viel Druck auf das Titanfolienfenster übertragen wird, ist auch bei diesem Wischtest große Vorsicht geboten.

Generelle Vorsichtsmaßnahmen

Es ist darauf zu achten, dass man nicht mit der Hand in den Strahlungsbereich gelangt (hohe Dosisleistung)! Wir empfehlen das Tragen eines Fingerrings, einer Schutzbrille und Handschuhe bei diesen Arbeiten.

Das Strahlerfenster sollte immer vom Körper abgewandt sein.

13.1.3 ^{63}Ni (z. B. VZ-2722, VZ-2728, VZ-2729, VZ-2738, VZ-2812, VZ-2836, VZ-2884, VZ-2929, VZ-2955, VZ-2966)

Allgemeine Gefahren und Vorsichtsmaßnahmen

^{63}Ni -Quellen sind mit nicht radioaktivem Nickel beschichtet. Sie müssen mindestens alle sechs Monate auf Dichtigkeit geprüft werden. Die Quelle besteht aus einer Metalloberfläche, wo das ^{63}Ni mittels Elektrodeposition aufgebracht ist. Die Quelle kann durch Reiben oder Kratzen an der aktiven Oberfläche, durch Überhitzen der Quelle bei Temperaturen, die über den SS & DR Spezifikationen (US-Lizenz) liegen, oder durch Reinigen mit ätzenden Lösungen eine Kontamination verursachen, daher müssen solche Quellen mit Vorsicht behandelt werden.

Eine Oberflächenkontamination ist mit herkömmlichen Kontaminationsmonitoren schwer zu identifizieren. Bei Verdacht auf Kontamination oder zur Dichtheitsprüfung

sind eine Wischprobenahme und anschließende Auswertung mittels Flüssigszintillationsspektrometrie erforderlich.

Dichtheitsprüfung – Ermittlung der Leckrate

Die Quelle muss in Abständen von nicht mehr als 6 Monaten auf Dichtheit geprüft werden, wobei Verfahren angewandt werden müssen die 5 nCi bzw. 185 Bq nachweisen können. Die entfernbare Kontamination von der inaktiven Seite darf 0,05 µCi bzw. 1,85 kBq und auf der aktiven Seite darf 0,5 µCi bzw. 18,5 kBq nicht überschreiten.

Vorsichtsmaßnahmen für Dichtheitsprüfungen

⁶³Ni-Quellen sind wie nicht umschlossenen Strahlenquellen zu behandeln. Sie sollten mit Vorsicht behandelt werden, um einen Abrieb der aktiven Schicht zu vermeiden.

Wischen sie die aktive Oberfläche nicht ab. Beschichtete Oberflächen sind empfindlich und die radioaktive Schicht kann durch Abwischen, Berühren oder Kratzen beschädigt und entfernt werden.

Die Verwendung von feuchten Wischtests wird auf ⁶³Ni-Folien, beschichtet mittels Elektrodeposition, nicht empfohlen. Wenn Säuren, Ethanol, Aceton oder andere flüssige Lösungsmittel oder Seifenlösung in die aktive Schicht eindringen, können diese die Integrität der Quelle zerstören. Daher wird eine Dichtheitsprüfung mittels trockenen Wischtestverfahren empfohlen. Wenn ein feuchter Wischtest erforderlich ist, verwenden sie einen leicht befeuchteten Wischtest mit Wasser oder Methanol. Achten Sie dabei darauf, dass keine Flüssigkeit auf die aktive Schicht gelangt.

Es muss darauf geachtet werden, dass die Folienoberfläche oder der Ring nicht durch raue Handhabung zerbrechen oder reißen oder durch Hantieren mit einer Pinzette durchstoßen werden.

⁶³Ni-Quellen sind normalerweise in einer Glasröhre (Securitainer) verpackt. ⁶³Ni-Quellen verfärben sich graduell unter normalen atmosphärischen Bedingungen, aufgrund der Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit. Es wird empfohlen ⁶³Ni-Quellen, die nicht eingesetzt oder verwendet werden, unter einer inerten Atmosphäre wie trockenem Argon zu lagern.

13.2 Gammastrahler

13.2.1 ²⁴¹Am, ²⁴¹Am/Be (z. B. X92, X93, X1277)

Radiologische Schutzvorkehrungen

²⁴¹Am Strahler können Neutronenstrahlung emittieren. In

Abhängigkeit von der Aktivität des Strahlers kann es deshalb notwendig sein, Neutronen-Abschirmungen zu installieren. Breite Abschirmungen aus leichtatomigen Werkstoffen wie Wasser, Grafit, Wachs oder Beton sind hierbei die effektivsten Materialien.

Auspacken

Die Strahler werden in Bleicontainer versendet. Scheiben- oder ringförmige Strahler werden mit nach unten gerichtetem aktivem Fenster verpackt. Beim Auspacken ist darauf zu achten, dass beim Öffnen des Deckels der Strahler ohne Abschirmung ist, wodurch hohe Dosisleistungen möglich sind.

Zum Entnehmen der Schaumstoffteile bitte Pinzetten benutzen. Zur Entnahme der Strahler sind ebenso geeignete Werkzeuge zu verwenden, wobei darauf geachtet werden muss, dass die aktive Seite des Strahlers nicht beschädigt/verkratzt wird.

14 Hinweise für Strahler mit "Zulassung in besonderer Form"

Ein radioaktiver Stoff in besonderer Form (special form) ist ein Strahler oder ein nicht dispergierbares festes radioaktives Material, der besonderen, über den üblichen Beanspruchungen liegenden, thermischen und mechanischen Anforderungen genügt, wie sie in den IAEA Transport Regulations beschrieben werden.

Die Prüfungen werden von der zuständigen Behörde Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, (BAM) durchgeführt, die dann ein entsprechendes Zeugnis ausstellt. Die besondere Form eines Strahlers ist bei der Auswahl eines Transportbehälters wichtig, wird aber auch häufig zur Beurteilung der Qualität eines Strahlers herangezogen.

Qualitätssichernde Maßnahmen (QSM) vor Transport

Vor Beförderung von Strahlenquellen mit "Zulassung in besonderer Form" sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- Identifikation der Strahlenquelle (Vergleich mit Zertifikaten/Dokumenten)
- Visuelle Inspektion Strahlenquelle/Quellenhalter (wenn Quelle in Halter eingebaut ist) auf mechanische Beschädigung/Korrosion, die Einfluss auf die Integrität der Quelle haben könnte
- Nach Anwendung dürfen Strahler nur befördert werden, wenn vor Beförderung eine Dichtheitsprüfung (z. B. Wischtest) mit positivem Ergebnis durchgeführt wurde. Bei in Halter eingebauten Quellen erfolgt Kon

trolle an geeigneter Ersatzprüffläche. Die Prüfmetho-
den müssen auf ISO 2919 basieren. Bei Beförde-
rungsbeginn darf die Dichtheitsprüfung max. 6 Mo-
nate zurückliegen, nationale Vorschriften beachten!

15 Weitere Zusatzinformationen

Beim Einbau von Strahlenquellen in Geräte/Vorrichtun-
gen (z. B. unter Anwendung von speziellen Haltern) sind
zusätzlich die Anweisungen des Geräteherstellers zu be-
achten.

Bei einigen Quellen (z. B. Referenzstrahlern) ist der radi-
oaktive Stoff durch eine sehr dünne Schicht inaktiven Ma-
terials abgedeckt. Deshalb erfordert der Umgang mit sol-
chen Strahlern besondere Aufmerksamkeit, um ein Un-
dicht werden und den Verlust radioaktiven Materials aus-
zuschließen.

Enthalten diese Strahler ^{230}Th sind ebenso die Toch-
ternuklide ^{222}Rn und ^{226}Ra - welche auch ständig nachge-
bildet werden – in geringen Mengen enthalten. Durch die
sehr dünne inaktive Schicht der Strahler ist ein geringfü-
giger Austritt von ^{222}Rn unvermeidlich.

16 Empfohlene Nutzungsdauer

Die empfohlene Nutzungsdauer (RWL) ist die von E-
ckert & Ziegler Nuclitec GmbH angenommene maximale
Zeit, in der der Strahler den Designanforderungen unter
normalen Umgebungs- und Gebrauchsbedingungen ent-
spricht. Ein Strahler sollte innerhalb der empfohlenen Nut-
zungsdauer ersetzt werden oder es sollte eine geeignete
Begutachtung durchgeführt werden, um zu prüfen, ob er
für den weiteren Gebrauch geeignet ist.

Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH gibt keine Gewährlei-
stung, direkt oder indirekt, oder Garantien wie lange ein
Strahler tatsächlich sicher genutzt werden kann. Ungüns-
tige Umgebungsbedingungen, unsachgemäßer Ge-
brauch oder Kombinationen von Materialien während des
Gebrauchs könnten das Äußere und die Unversehrtheit
des Strahlers beeinflussen. Es ist die Verantwortung des
Nutzers, regelmäßige Inspektionen und Tests durchzu-
führen, um zu bestimmen, wann der Strahler ersetzt wer-
den sollte.

Der Ablauf der RWL kann je nach Vorgabe der jeweiligen
Zulassung (Details siehe Zulassung) den Verlust der Zu-
lassung als Strahlenquellen in besonderer Form zur Folge
haben.

17 Messunsicherheit

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich
aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation
mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde
gemäß dem "Guide to the Expression of Uncertainty in
Measurement" (GUM 1995) ermittelt. Der Wert der Mess-
größe liegt im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von
annähernd 95 % im zugeordneten Werteintervall.

18 Rückführbarkeit

Die Rückführbarkeit (Traceability) ist die Eigenschaft ei-
nes Messergebnisses, durch eine ununterbrochene Kette
von Vergleichsmessungen auf geeignete Normale, i. Allg.
nationale oder internationale, bezogen zu sein.

Die Rückführbarkeit der Messergebnisse auf nationale
Normale, Normalmesseinrichtungen und -verfahren zur
Darstellung in Übereinstimmung mit dem Internationalen
Einheitensystem (SI) ist sichergestellt durch den Einsatz
von kalibrierten und/oder geeichten Prüfmitteln unter kon-
trollierten Umgebungsbedingungen.

Das Kalibrierlaboratorium der Eckert & Ziegler Nuclitec
GmbH wurde von der Deutschen Akkreditierungsstelle
GmbH (DAkkS) akkreditiert und kann daher Referenz-
strahler abgeben, deren Messergebnisse rückführbar auf
nationale Normale sind.

Infolge des gegenseitigen Anerkennungsabkommens der
European co-operation for Accreditation (EA) werden die
Messzertifikate unserer Strahler von den EA-Mitgliedern
anerkannt.

19 Luftkerma-Leistung

Die Luftkerma-Leistung eines Strahlers mit der Aktivität A
ist die Summe der Anfangswerte der kinetischen Ener-
gien aller geladenen Teilchen, die von den Photonen pro
Zeiteinheit und pro Volumenelement in Luft freigesetzt
werden. Die Luftkerma-Leistungswerte sind rückführbar
auf Standards der Physikalisch-Technischen Bundesan-
stalt (PTB).

20 Spezielle Anwendungen

Kein Testprogramm kann die vielfältigen Einsatzbedin-
gungen von Strahlern berücksichtigen. Daher sollten An-
wender von Strahlern sich mit uns vorher in Verbindung
setzen und unseren Rat einholen, wenn unsere Strahler
nicht normalen Einsatzbedingungen ausgesetzt werden
sollen.

Tabelle 1 Klassifikation der Strahler nach Ihrer Beanspruchbarkeit nach ISO 2919 (Auszug)

Prüfung	Klasse						X
	1	2	3	4	5	6	
Temperatur	ungeprüft	- 40 °C (20 min) + 80 °C (1 h)	- 40 °C (20 min) + 180 °C (1 h)	- 40 °C (20 min) + 400 °C (1 h) und Thermoschock auf 20 °C	- 40 °C (20 min) + 600 °C (1 h) und Thermoschock auf 20 °C	- 40 °C (20 min) + 800 °C (1 h) und Thermoschock auf 20 °C	Sonderanforderung
Außendruck	ungeprüft	25 kPa absolut bis at- mosphärischen Luft- druck	25 kPa absolut bis 2 MPa absolut	25 kPa absolut bis 7 MPa absolut	25 kPa absolut bis 70 MPa absolut	25 kPa absolut bis 170 MPa absolut	
Stoßein- wirkung	ungeprüft	50 g aus 1 m Höhe o- der gleichwertig ein- wirkende Energie	200 g aus 1 m Höhe o- der gleichwertig ein- wirkende Energie	2 kg aus 1 m Höhe o- der gleichwertig ein- wirkende Energie	5 kg aus 1 m Höhe o- der gleichwertig ein- wirkende Energie	20 kg aus 1 m Höhe o- der gleichwertig ein- wirkende Energie	
Vibration	ungeprüft	3-mal 10 min 25 Hz bis 500 Hz bei 49 m/s ² (5 g) a	3-mal 10 min 25 Hz bis 50 Hz bei 49 m s ⁻² (5 g) a und 50 Hz bis 90 Hz bei 0,635 mm Spitze- Spitze-Amplitude und 90 Hz bis 500 Hz bei 98 m/s ² (10 g) ^a	3-mal 30 min 25 Hz bis 80 Hz bei 1,5 mm Spitze-Spitze- Amplitude und 80 Hz bis 2000 Hz bei 196 m/s ² (20 g) a	Nicht verwendet	Nicht verwendet	
Durchstoß	ungeprüft	1 g aus 1 m oder gleichwertig ein- wirkende Energie	10 g aus 1 m oder gleichwertig einwir- kende Energie	50 g aus 1 m oder gleichwertig einwir- kende Energie	300 g aus 1 m oder gleichwertig einwir- kende Energie	1 kg aus 1 m oder gleichwertig einwir- kende Energie	

^a 1 g = 9,8 m/s²

Informationen zu den wichtigsten Parametern der verwendeten Nuklide, durchgeführter Prüfungen und qualitätssichernder Maßnahmen entnehmen Sie unseren Produktkatalogen oder unserer Homepage www.ezag.com.

Bitte kontaktieren Sie Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH für weitere Fragen.

All goods and services sold are subject to the standard terms and conditions of sale of the company Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH which supplies them. Copies of the current terms and conditions are available on request.

Contact

**Eckert & Ziegler
Nuclitec GmbH**



Gieselweg 1
38110 Braunschweig
Germany
www.ezag.com

Tel. +49 5307 932-0
Fax +49 5307 932-293