VACUTEC

Gerolf Fiegler

Fertigungsleiter

69. Radiometrisches Seminar, Amberg

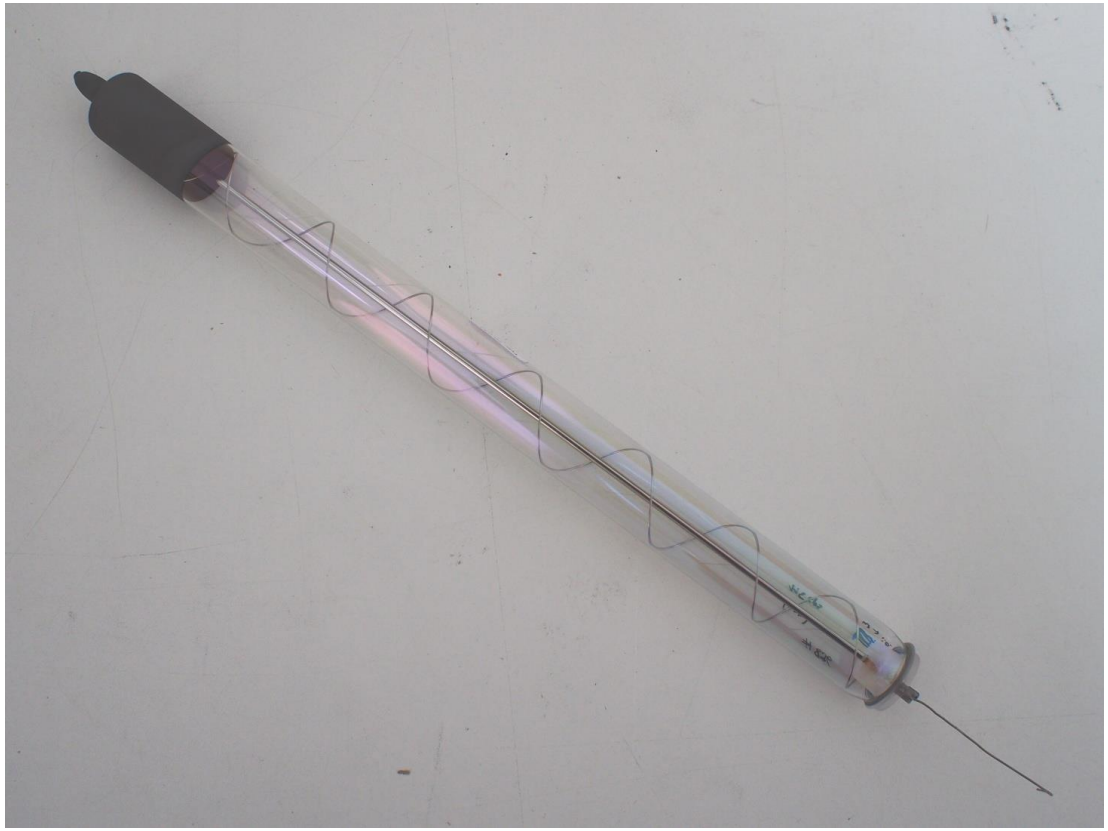
Detaillierte Produktionsabläufe bei der Herstellung von Strahlungsdetektoren am Beispiel eines

Geiger-Müller-Zählrohrs

und einer

Ionisationskammer

I. Abschnitt
Geiger-Müller-Zählrohr



Historie

Seit der Firmengründung von Vakutronik in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts werden Geiger-Müller-Zählrohre - entwickelt und gebaut.

Vakutronik
ist der Vorläuferbetrieb der
VacuTec Meßtechnik GmbH.

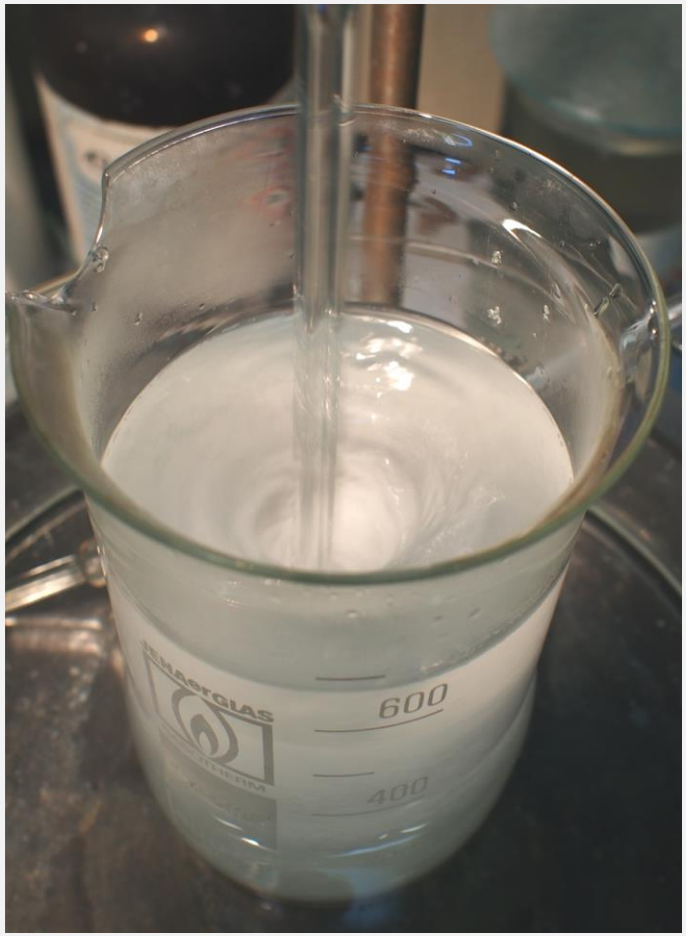
Fertigungsbereiche

für die Herstellung von Geiger-Müller-Zählrohren

- **Glasbearbeitung**
- **Chemie**
- **Montage**
- **Evakuieren und Füllen**
- **Prüffeld**

Herstellung von Glasgries

Glasbearbeitung



- dient der Herstellung von Formteilen wie z. B. Abschlussteller
- Glasrohr wird in Glasmühle zerkleinert
- aus dem Gries werden Metallpartikel entfernt
- nach Größe sortiert
- gereinigt und getrocknet

Anodenstift

- der Anodenstift für das Zählrohr muss eine glatte und fehlerfreie Oberfläche aufweisen, dazu wird der Anodenstift optisch kontrolliert chemisch gereinigt und elektropoliert
- der Anodenstift wird auf der Seite des Sintertellers oxidiert
- anschließend wird auf die oxidierte Fläche eine Glaskapillare aufgebracht um eine sichere vakuumdichte Verbindung zum Sinterteller herzustellen
- der in Form von Glasgries in einer Kohleform in der Hochfrequenzerwärmungsanlage gebacken wird

Anodenstift

Chemie - Glasbearbeitung

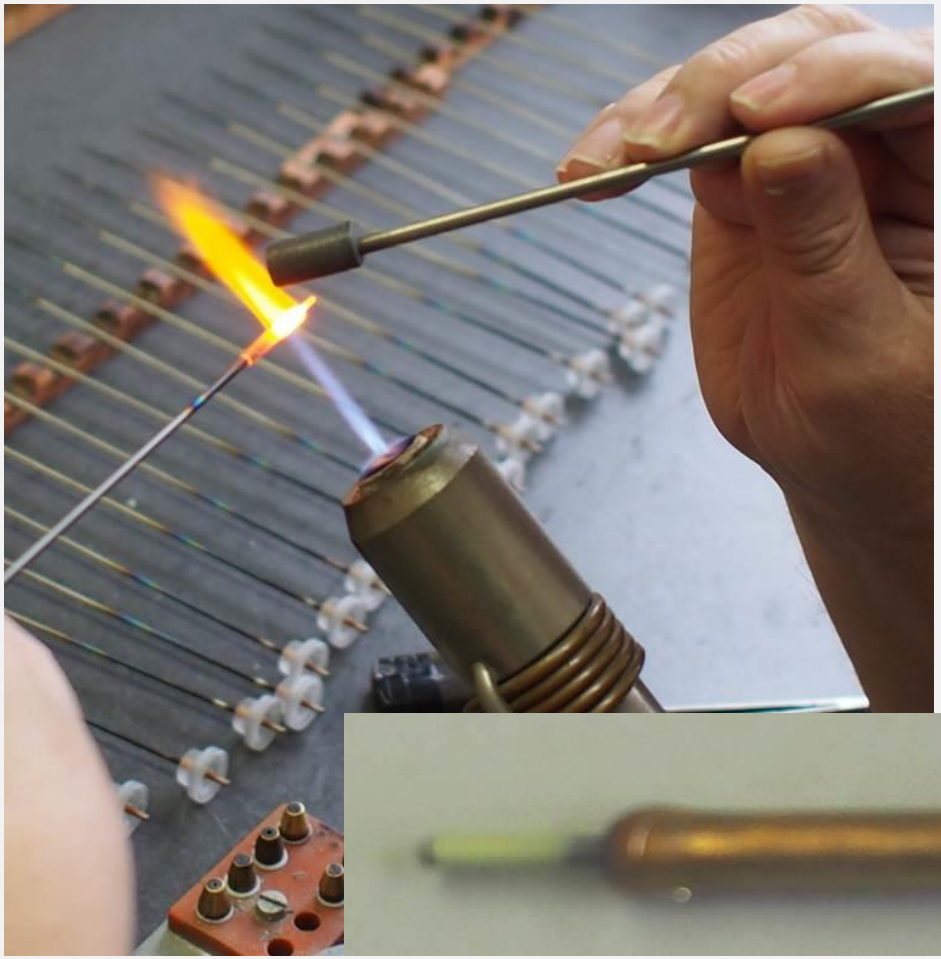
Herstellung Sinterteller

Glasbearbeitung

- Kohleformen
- Hochfrequenz-erwärmungsanlage Temperatur: 1135 °C
- Wolframanode
- Glasgries

Herstellung Sinterteller

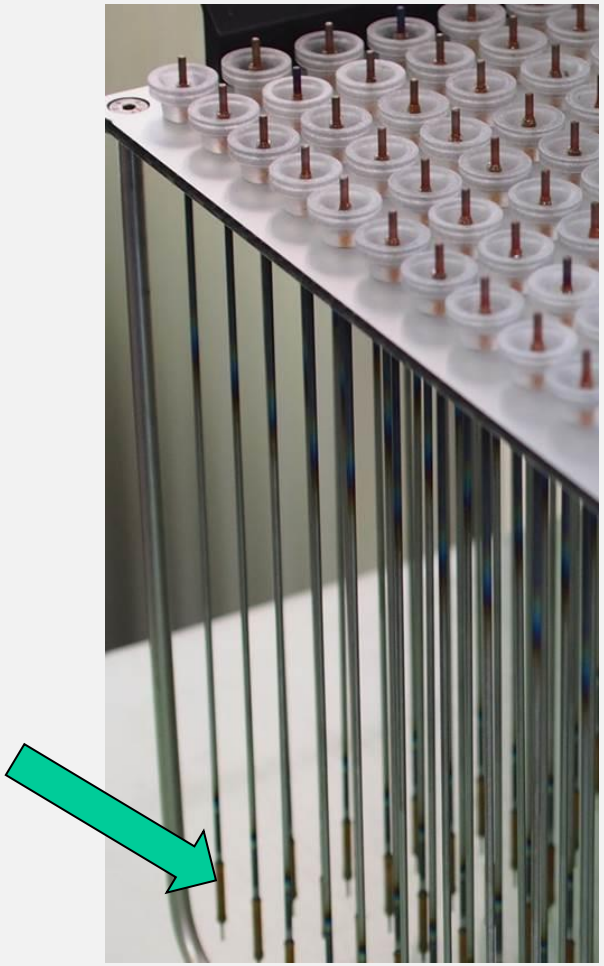
Glasbearbeitung



- Zweite Kapillare wird von Hand aufgeschmolzen (Glasröhrchen, dient zur Begrenzung des elektrischen Feldes)

Elektropolieren und Reinigen

Chemie



- Sinterteller wird nach Aufschmelzen der zweiten Kapillare wiederum elektropoliert und gereinigt
- für die Montage werden sie in entsprechende Behältnisse abgelegt

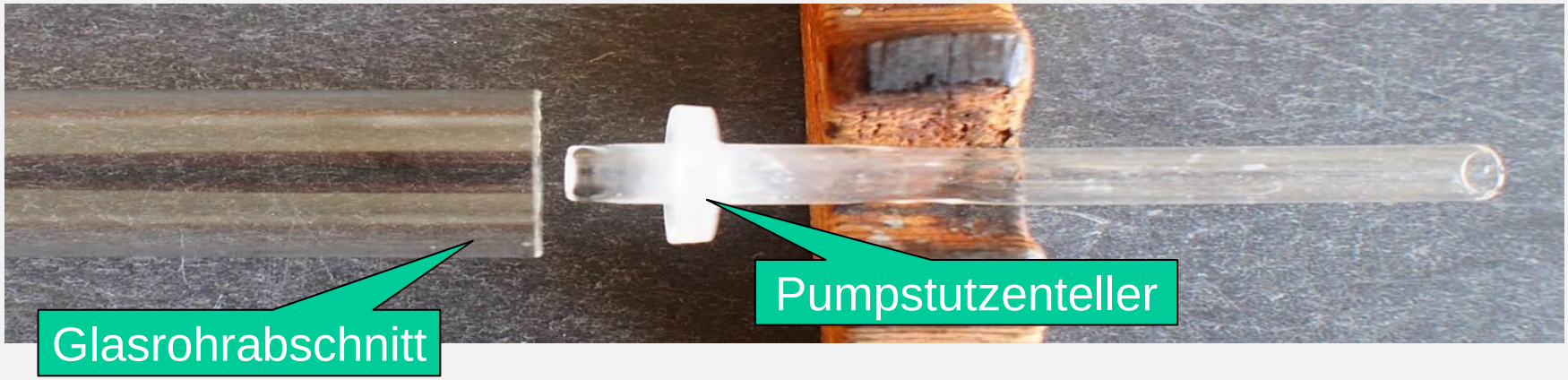
Herstellung Pumpstutzenteller

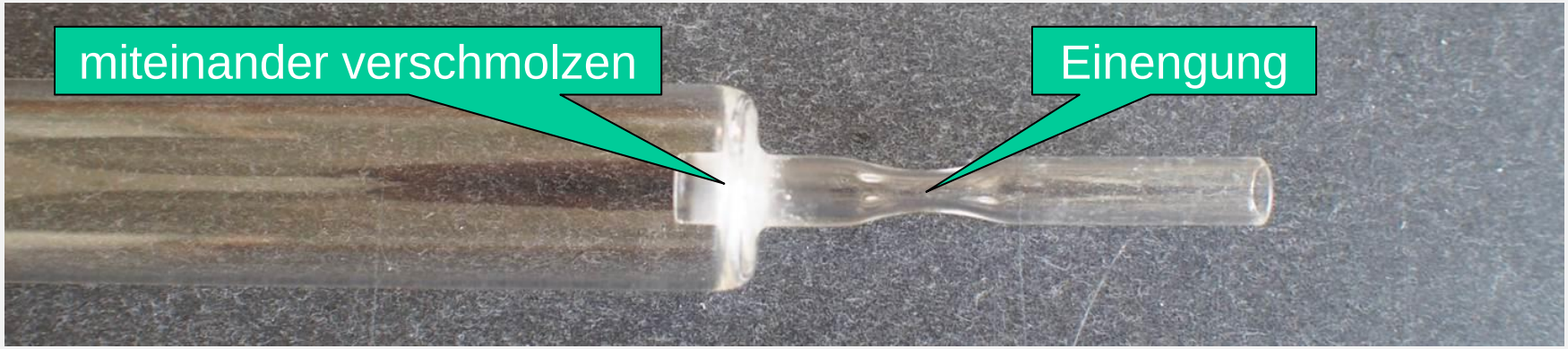
Glasbearbeitung

- Kohleformen
- Hochfrequenz-erwärmungsanlage Temperatur: 1055 °C
- Glasrohr
- Glasgries

Kolbenfertigung

Glasbearbeitung





Kolbenfertigung

Glasbearbeitung

- die gereinigten Komponenten werden auf einer Glasdrehbank miteinander verbunden
- anschließend wird der Pumpstutzen eingeengt

Kolben einengen

Glasbearbeitung

- auf der gegenüberliegenden Seite wird der Kolben eingeengt

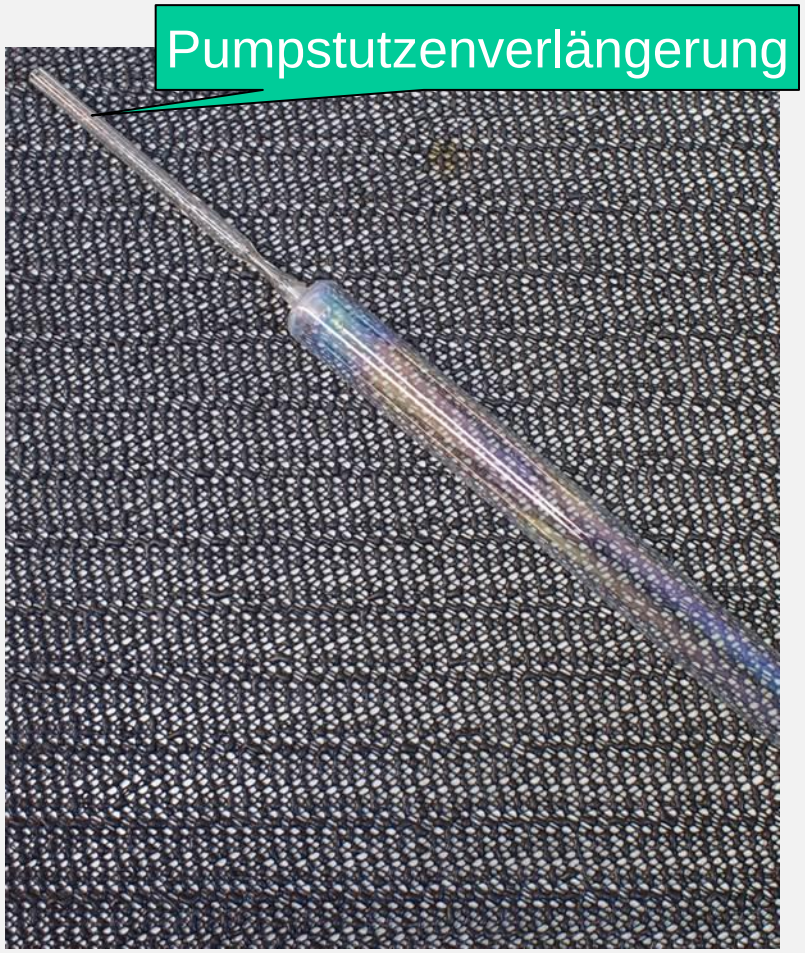
Kolben bedampfen

Chemie

- nach einem Reinigungs-schritt wird der Kolben mittels Alkohol und Wärme schlierenfrei getrocknet
- zum Erzeugen einer leitfähigen Schicht wird der Kolben innen mit Zinntetrachlorid bedampft

Pumpstutzenverlängerung

Glasbearbeitung



- da das Zählrohr zweimal an den Pumpstand angesetzt wird bedarf es eines langen Pumpstutzens
- durch Wegschneiden des verschlossenen Pumpstutzenteiles nach dem Abziehen vom Vorpumpstand wird er wieder geöffnet und entsprechend kürzer

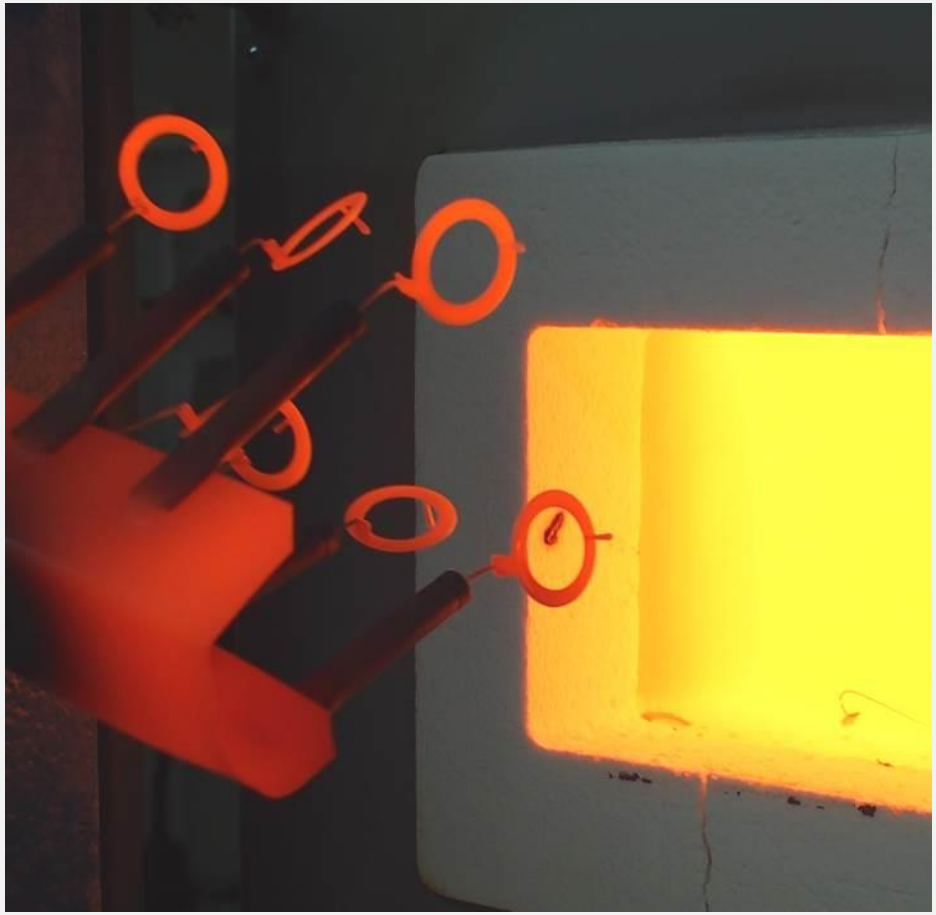
Einschmelzring

Montage

- an den Einschmelzring (Nickelblech) werden zwei Drähte, der Anodenanschluss und der Anschlussdraht für die Kathodenwendel gepunktet
- nach dem oxidieren bei 950 °C erfolgt eine Beschichtung mit Glaspulver

Einschmelzring

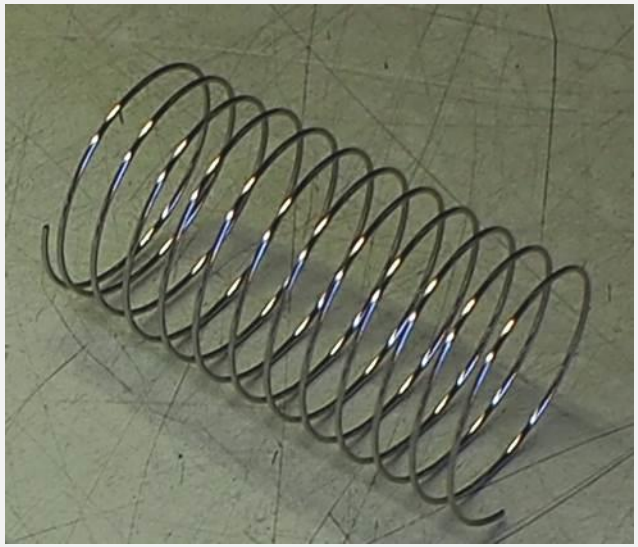
Montage



- das Glaspulver wird bei einer Temperatur von 1250 °C emailliert

Federn wickeln

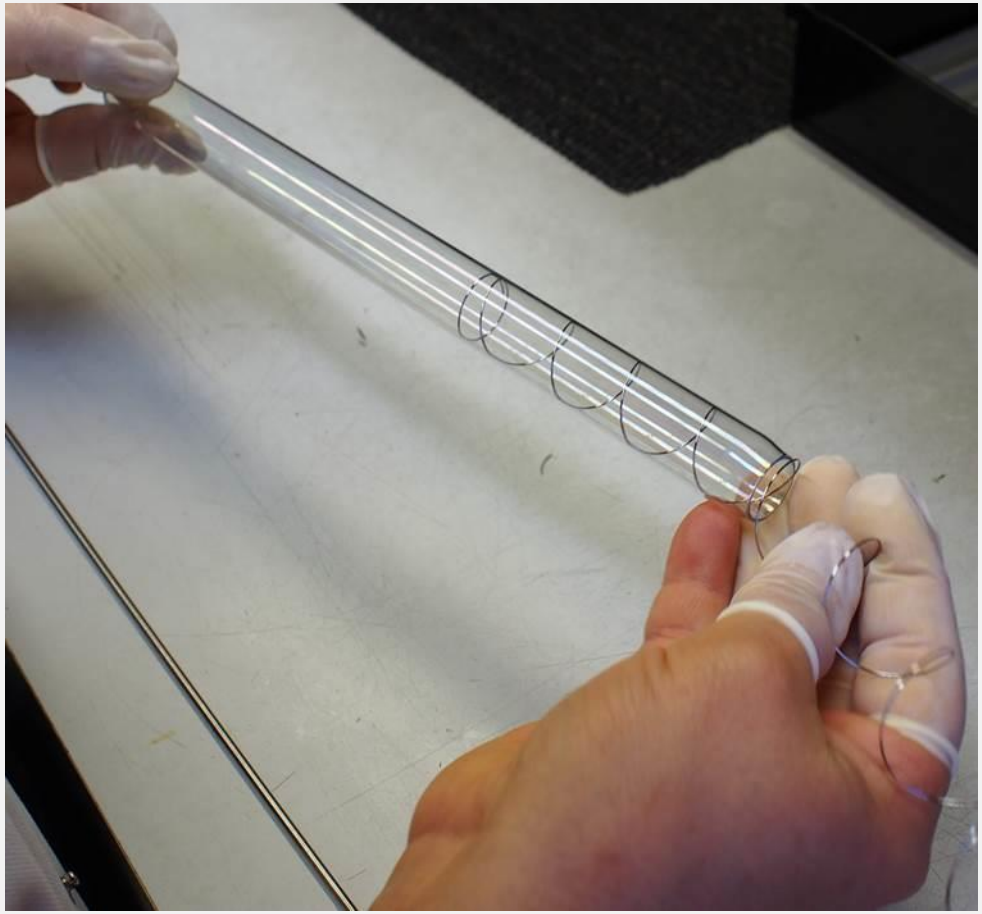
Montage



- Kathodenwendel aus Wolfram wird unter Schutzgas und Temperatureinwirkung gewickelt, beschnitten, anschließend elektropoliert und gereinigt, sie dient als Kontakt für die Kathode (bedampfte Innenseite des Kolbens)
- die Zentrierfeder (Wolfram) ist das Lager für die Wolfram-anode auf der Pumpstutzenseite

Zählrohr

Montage



- die Kathodenwendel wird auf Länge des Kolbens gereckt, beschnitten und eng an der leitfähigen Innenseite anliegend in den Kolben gedreht

Zählrohr

Montage

- die Kathodenwendel wird mit dem Einschmelzring mittels Punkt-schweißen verbunden

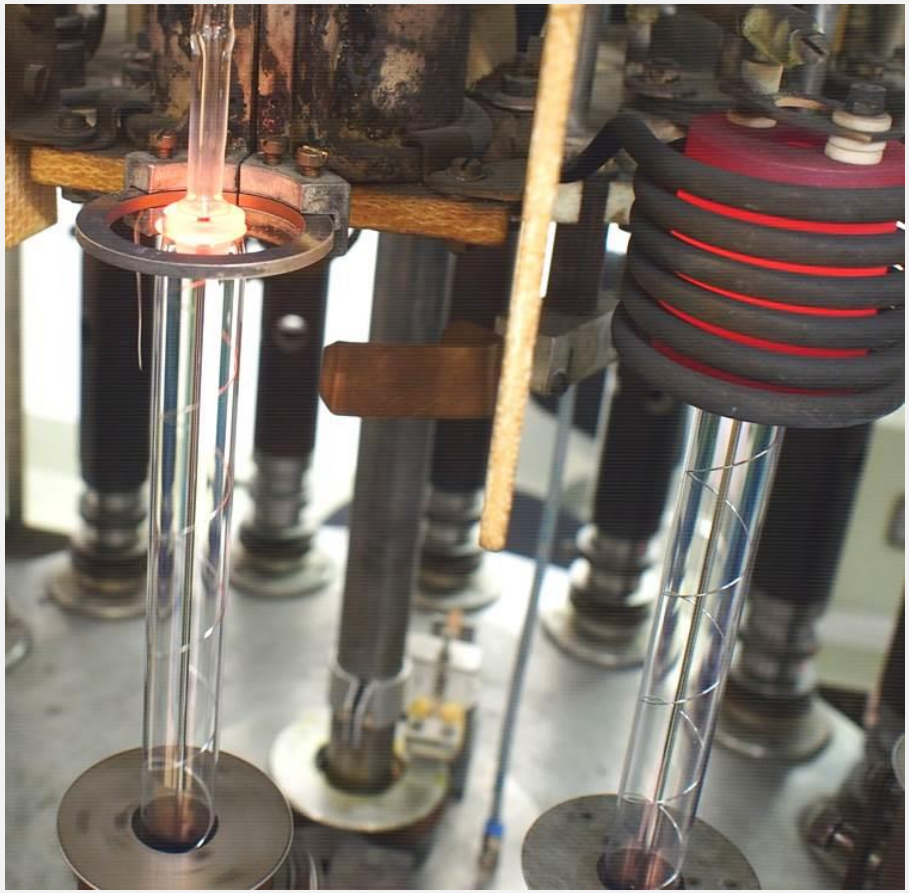
Zählrohr

Montage

- der Sinterteller mit Wolframanode wird mit aufgesteckter Zentrierfeder in den Kolben eingeführt ausgerichtet und in Staubgeschützte Behälter abgelegt

Aufschmelzen

Glasbearbeitung



- mittels Hochfrequenz-erwärmungsanlage wird das vormontierte Zählrohr unter Schutzgas vakuumdicht am Aufschmelzautomaten verschmolzen
- stufenweise Vorwärmen und anschließendes Tempern

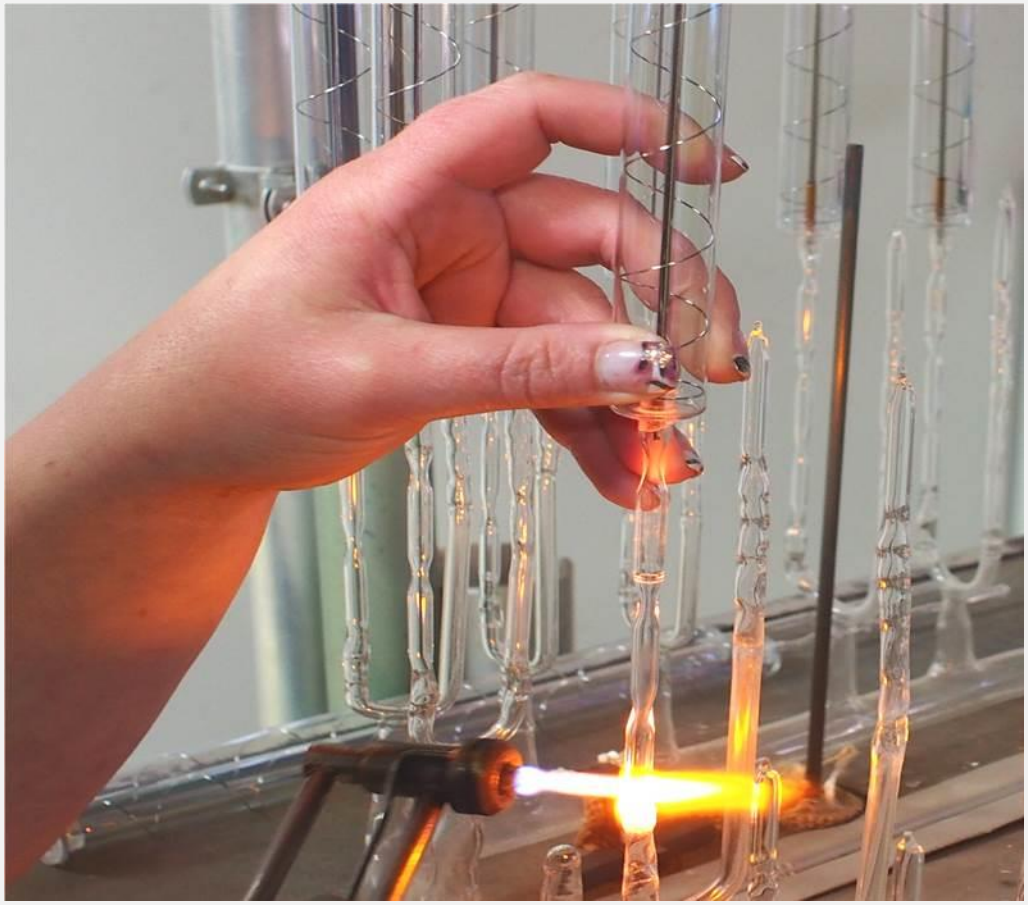
Pumpstutzen einengen

Glasbearbeitung

- der Pumpstutzen bekommt die zweite Einengung

Ansetzen

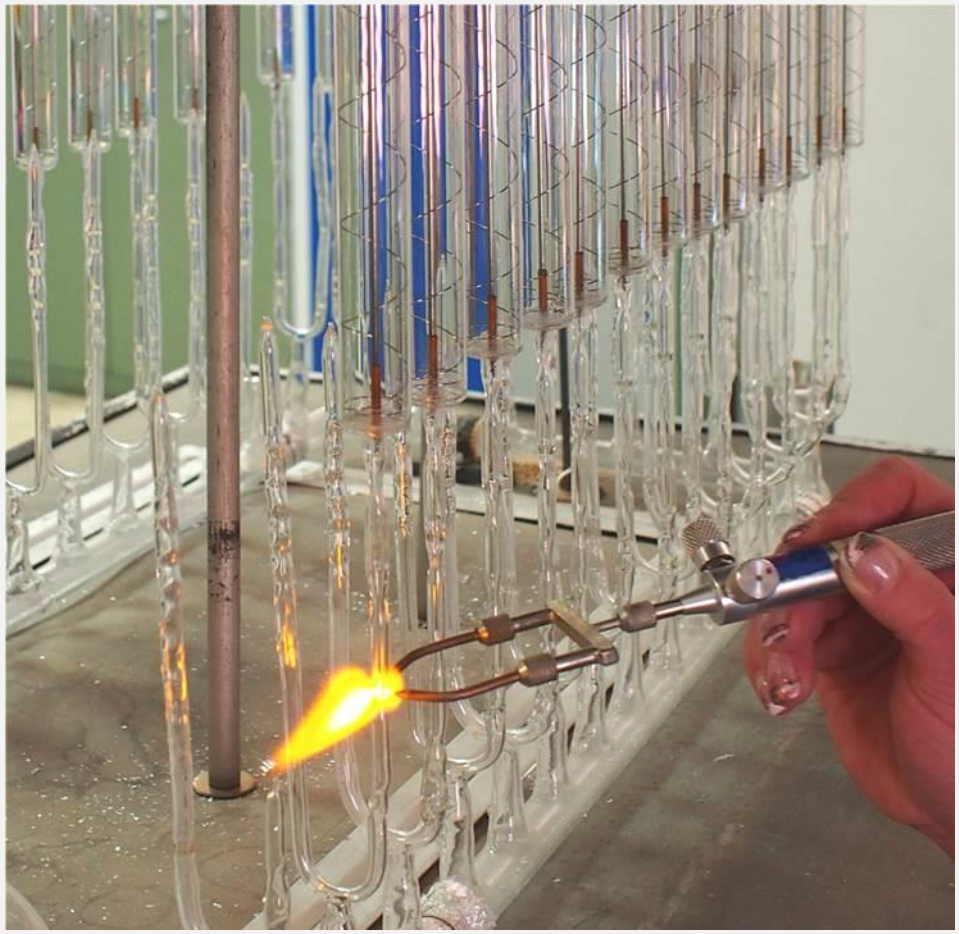
Evakuieren und Füllen



- das Zählrohr wird an den Vorpumpstand angesetzt und bei 425 °C für 12 Stunden unter einer Heizhaube evakuiert und ausgeheizt

Abziehen

Evakuieren und Füllen

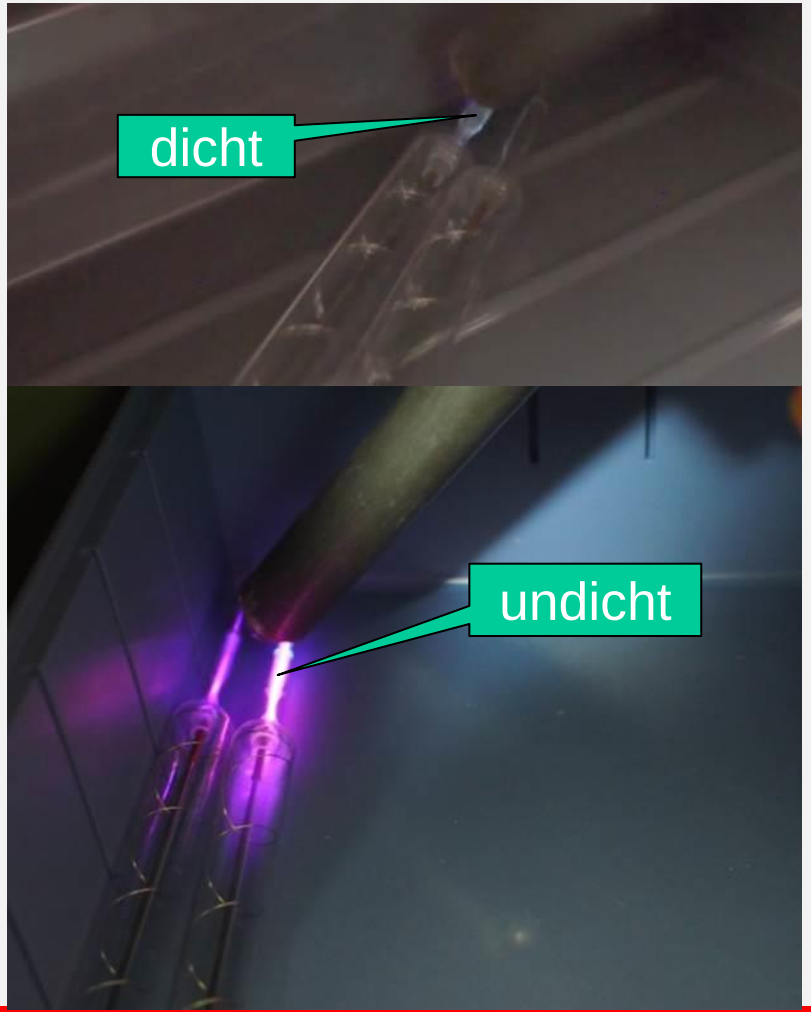


- anschließend wird das evakuierte Zählrohr an der ersten Einengung vakuumdicht abgezogen

Glaszählrohr- Evakuier- und Füllstand

Evakuier- und Füllstand

Dichtheitsprüfung



- Dichtheitsprüfung mit dem Tesla-Hoch-spannungsgenerator
- unterschiedliche Färbung des Plasmas
- das Zählrohr lagert 14 Tage
- erneute Dichtheitsprüfung
- öffnen des Zählrohrs zum erneuten Ansetzen an den Füllstand

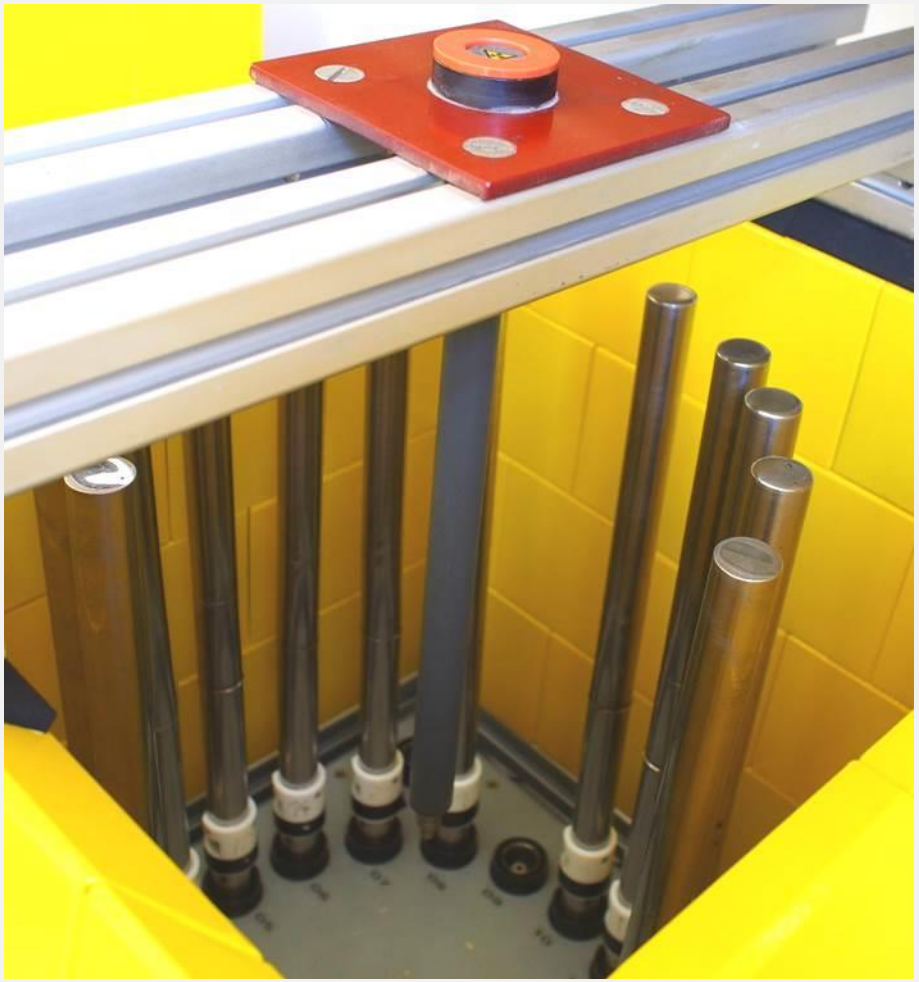
Ansetzen und Abziehen der gefüllten Zählrohre

Evakuieren und Füllen

- Ansetzen an der zweiten Einengung am Füllstand
- Evakuieren und ausheizen des Zählrohres für 12 Stunden
- Füllen mit dem Edelgas Neon und Löschgas Brom
- Vakuumdicht Abziehen des Zählrohr

Erstmessung

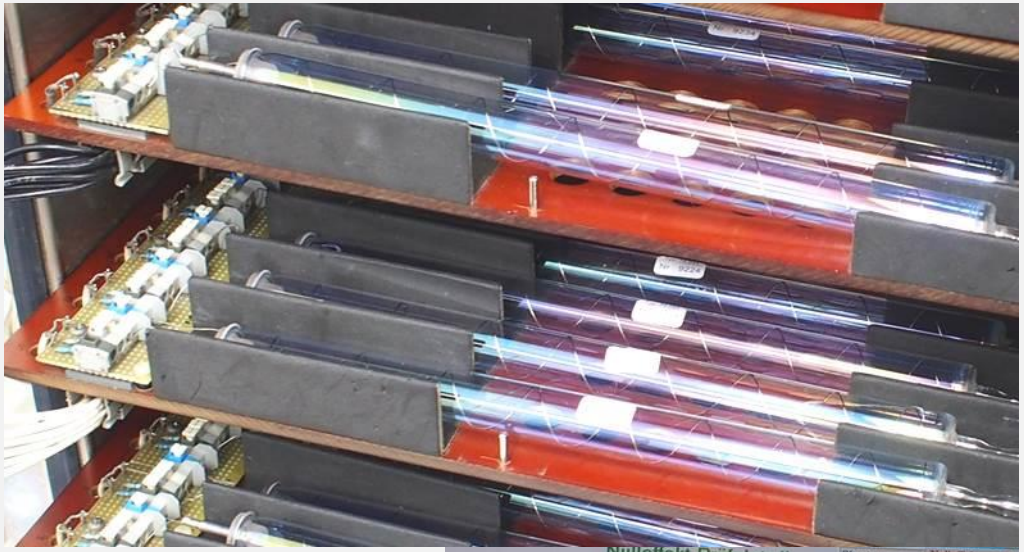
Prüffeld

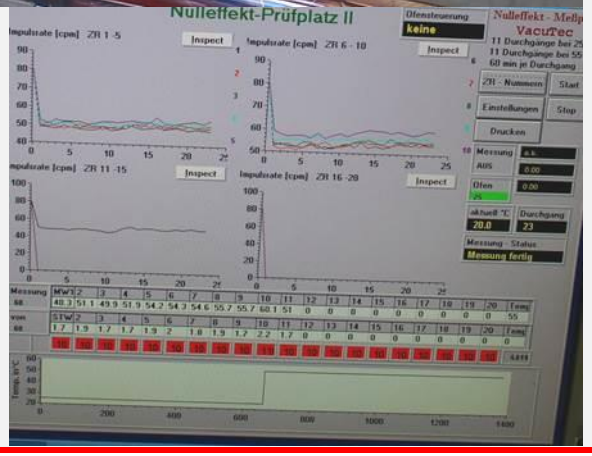


- Erstmessung unmittelbar nach dem Befüllen am Zählrohrmessplatz mit dem Prüfstrahler Cs-137
- Plateaumessung
- Nachklingmessung

Nulleffektmessung

Prüffeld

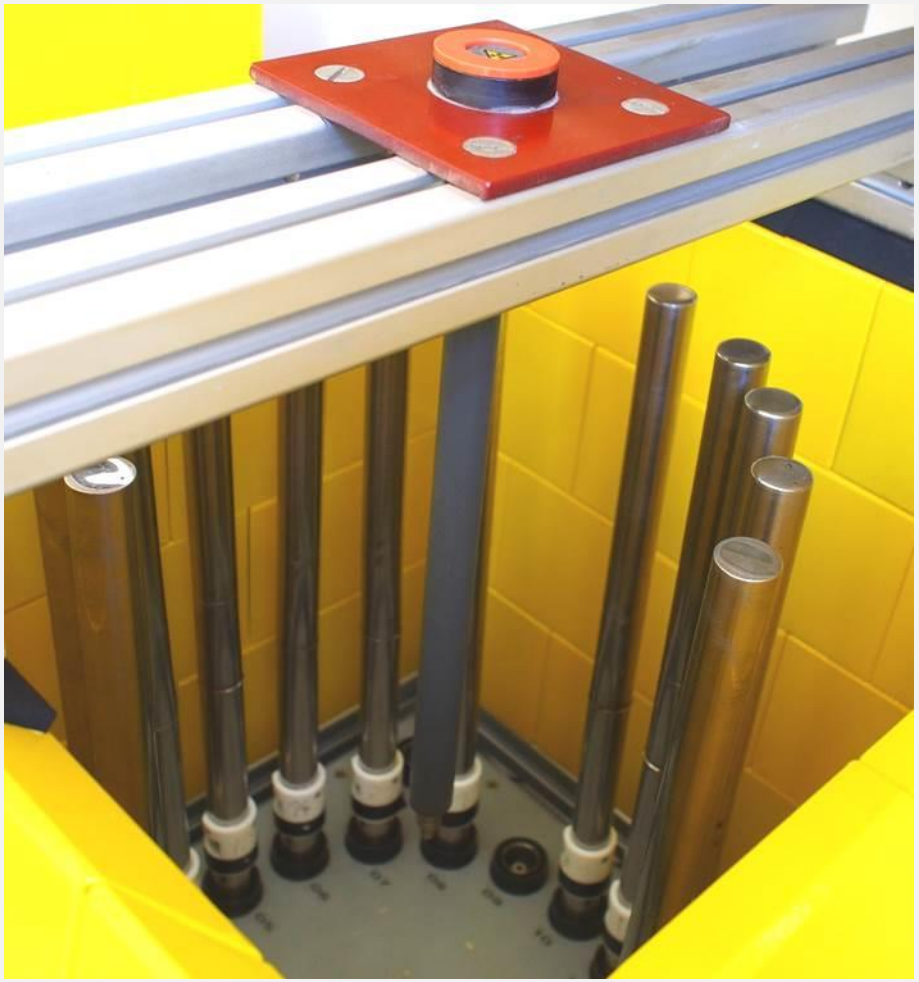




- Zählrohr wird im Temperaturschrank auf Nulleffekt geprüft d. h. das Zählrohr soll ohne Quelle möglichst keine Impulse zählen

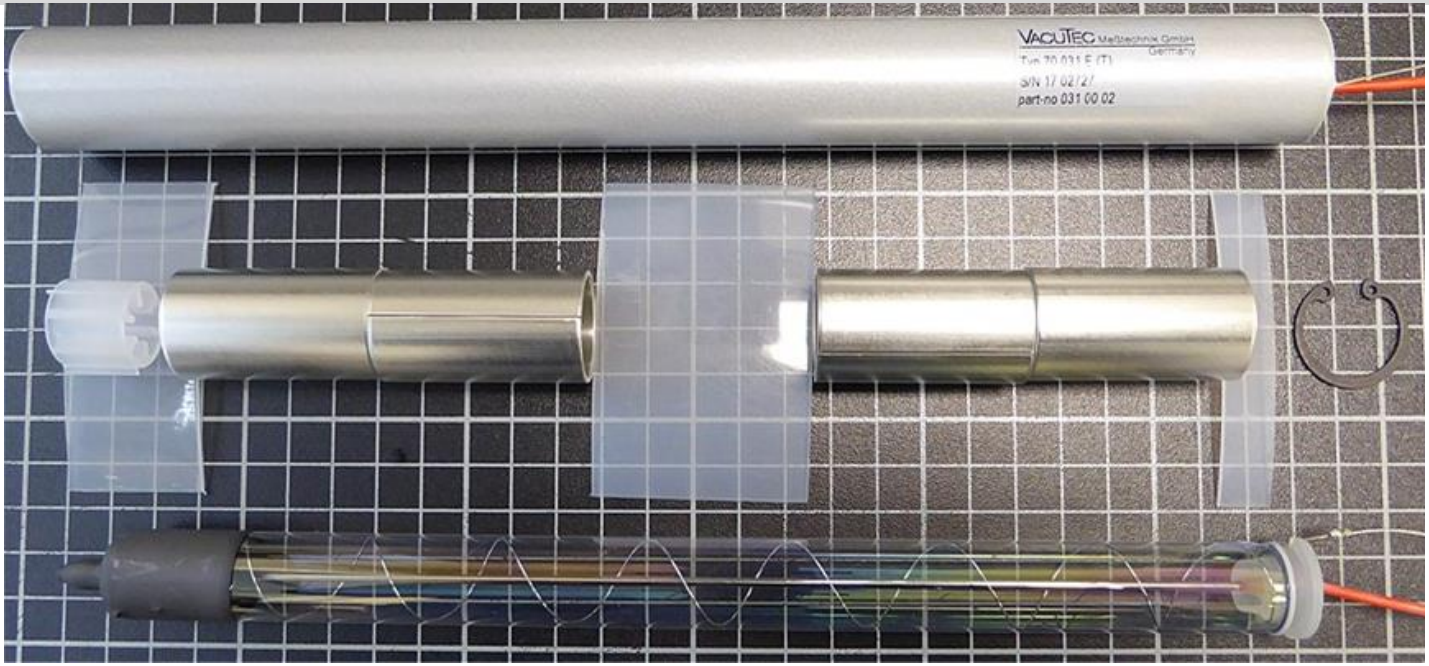
Zweitmessung

Prüffeld



- nach einer Lagerzeit von 21 Tagen erfolgt die Zweitmessung am Zählrohrmessplatz mit dem Prüfstrahler
- Aufbringung des Leitlacks
- anschließend kann das Zählrohr auf Kundenwunsch konfiguriert werden

Zerlegtes Geiger-Müller-Zählrohr für Gammastrahlung



- unten das Zählrohr aus Glas mit Leitlack
- in der Mitte Abschirmbleche, die zwischen Zählrohr und Gehäuse angebracht werden, um die Empfindlichkeit für Strahlung verschiedener Energie zu verändern (Korrektive)
- oben das äußere Aluminiumgehäuse

II. Abschnitt

Ionisationskammer

Historie

Ebenfalls seit Anbeginn wurden bei Vakutronik Ionisations-kammern entwickelt und produziert.

Es wurden hauptsächlich verschraubte und mit Dichtring versehene Kammern gebaut.

Mit Einsatz moderner Fügetechniken wie Micro-Plasma-Schweißen, Klebetechnologien und Gasreinigungs-methoden hat sich die Qualität der I-Kammern wesentlich verbessert.

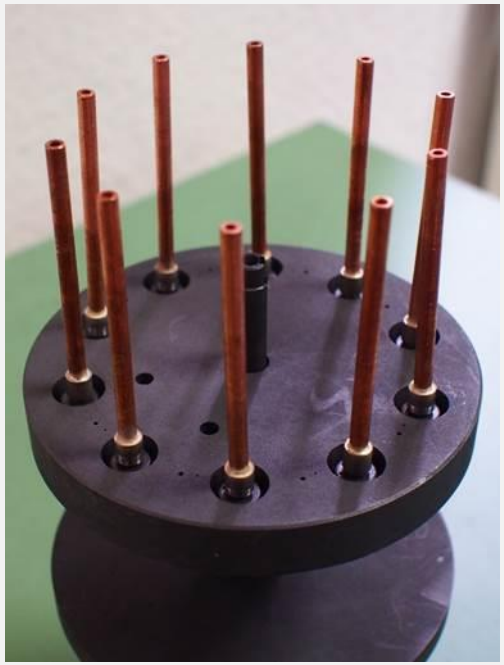
Fertigungsbereiche

für die Herstellung von Ionisationskammern

- **Schweißbearbeitung**
- **Glasbearbeitung**
- **Chemie**
- **Evakuieren und Füllen**
- **Prüffeld**

Löten der Pumpstutzen

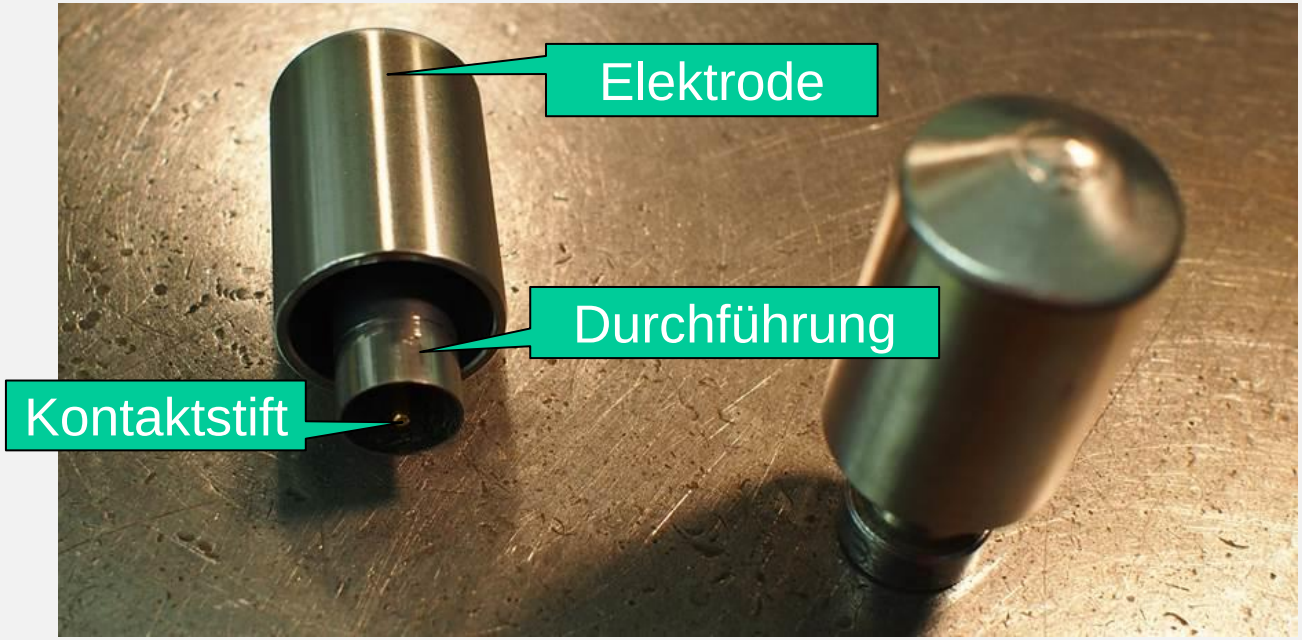
Glasbearbeitung



- Pumpstutzen (Kupferrohr und Edelstahlbuchse) werden in der Hochfrequenzerwärmungsanlage bei ca. 700 °C mit Silberlot miteinander verlötet
- anschließend in der Chemie entzundert und gereinigt

Schweißen der Elektrodenbaugruppe

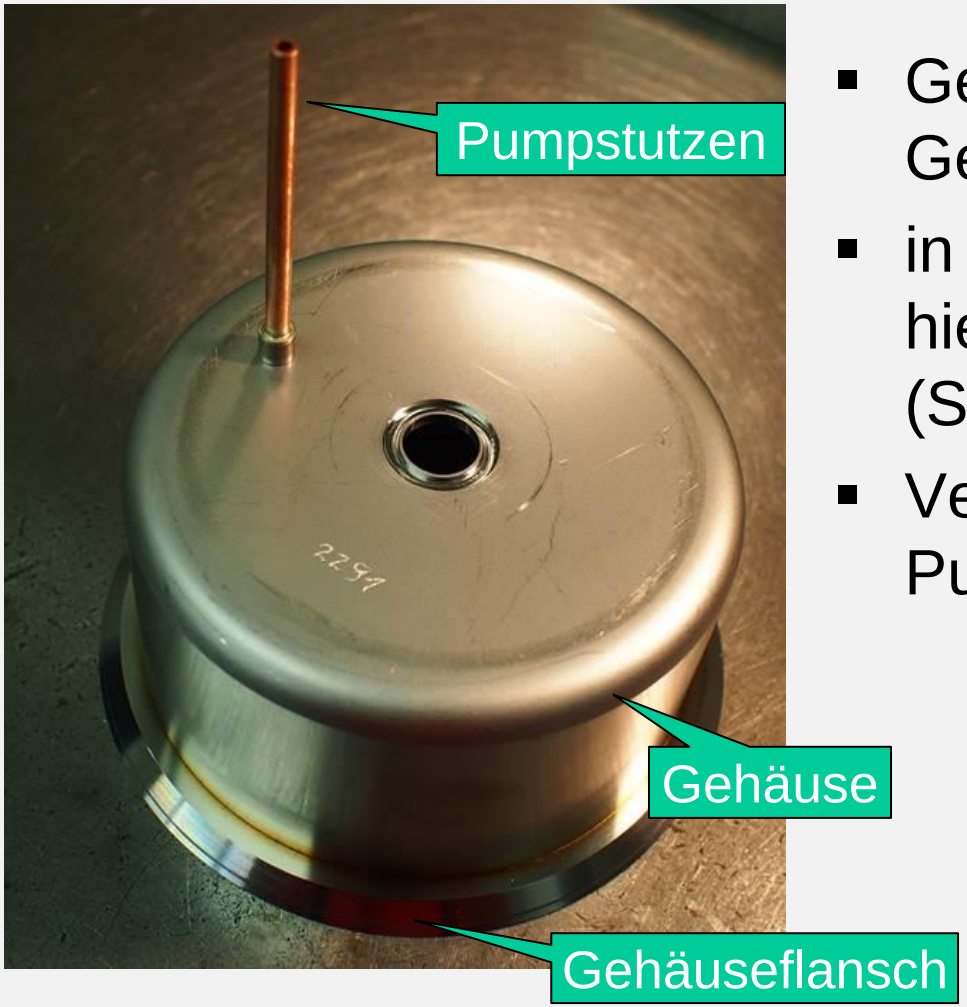
Schweißbearbeitung



- die Elektrode wird mit der Durchführung und einem Kontaktstift, der am Ende vergoldet ist, vakuumdicht verschweißt
- Heliumlecktest der Baugruppe

Verschweißen von Komponenten

Schweißbearbeitung



- Gehäuse wird mit dem Gehäuseflansch verschweißt
- in Fremdfertigung wird die hier sichtbare Kontur (Schweißlippe) bearbeitet
- Verschweißen des Pumpstutzens von innen

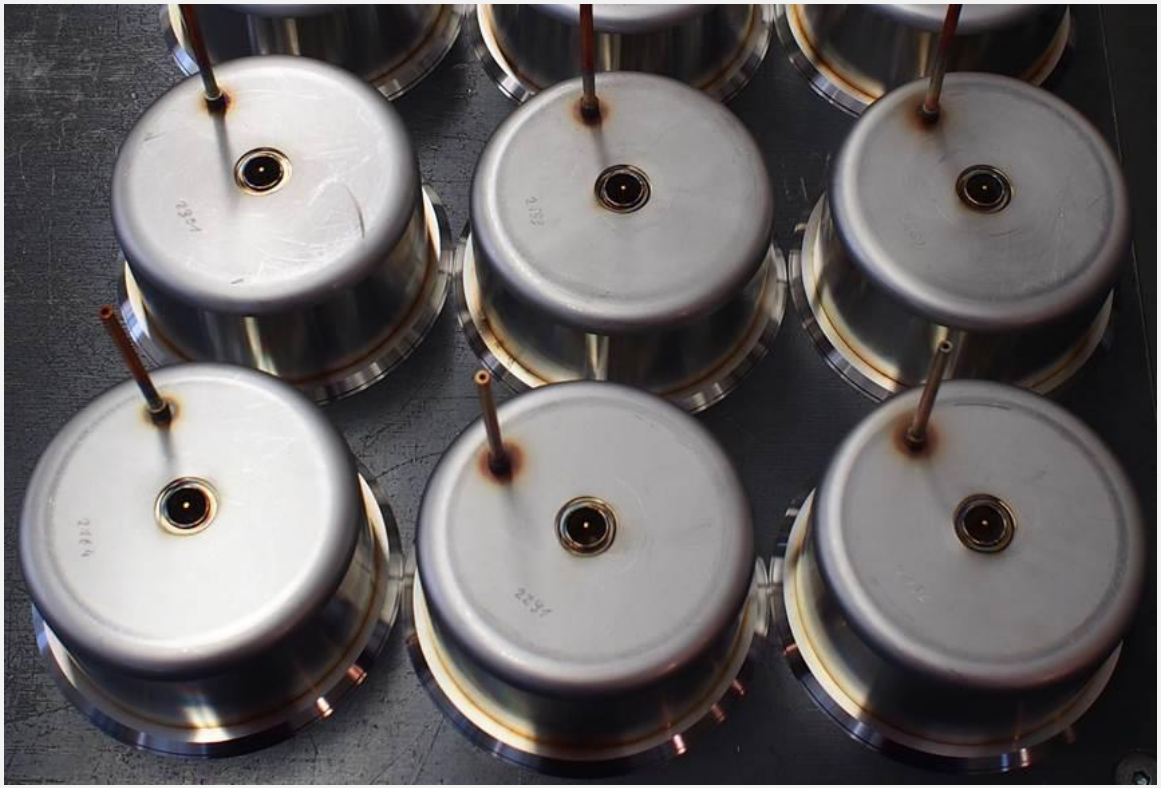
Verschweißen von Komponenten

Schweißbearbeitung

- Durchführungs-baugruppe wird von außen eingeschweißt

Verschweißen von Komponenten

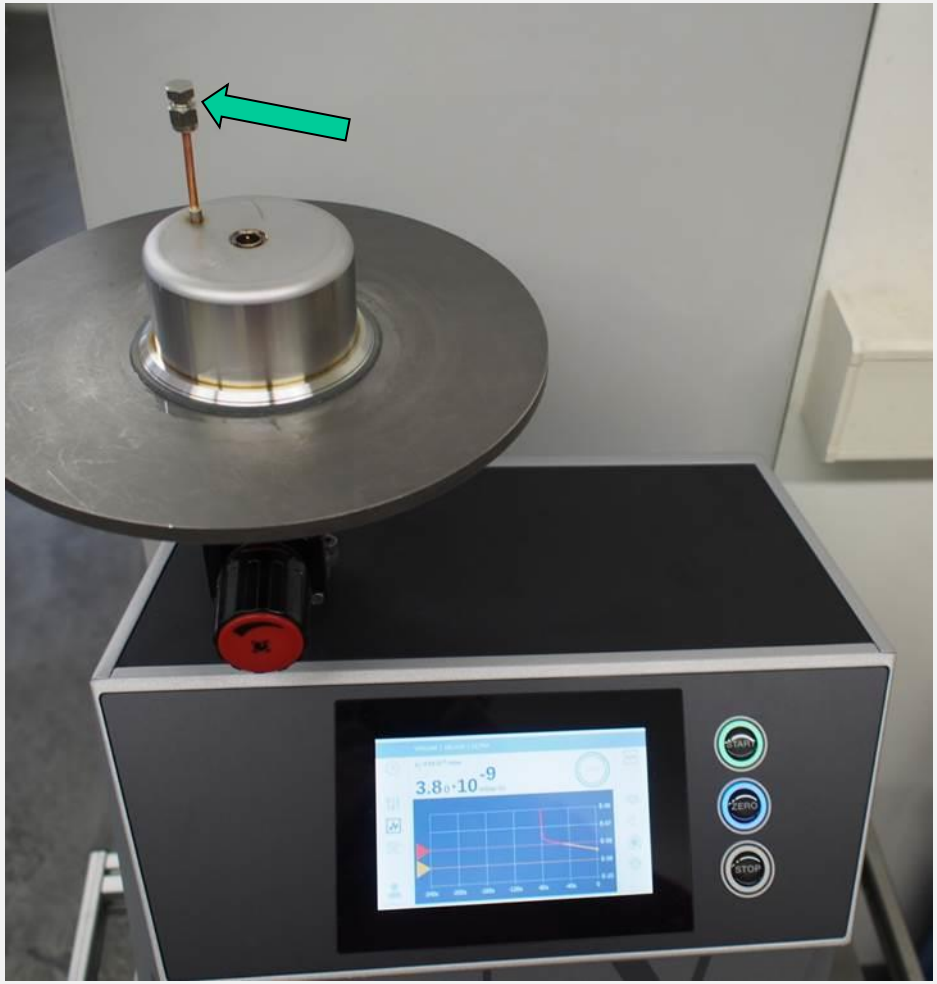
Schweißbearbeitung



- Gehäuse geschweißt komplett

Lecktest

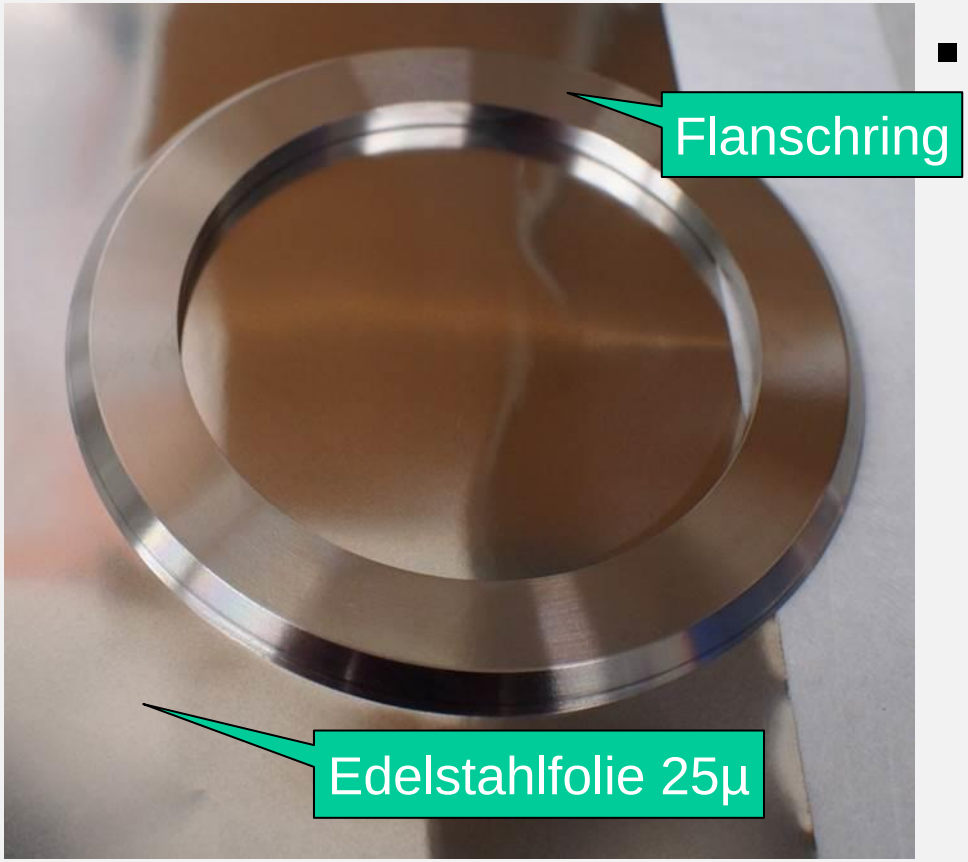
Schweißbearbeitung



- die komplette Baugruppe wird mit einem Helium-Leck-Tester auf Dichtheit geprüft; dazu wird der Pumpstutzen mit einer Swagelock®-Verschraubung verschlossen
- sie dient später als Anschlussverschraubung für den Pumpstand

Verschweißen von Komponenten

Schweißbearbeitung



- Flanschring und Edelstahlfolie werden mit dem Gehäuse in eine Drehvorrichtung gespannt und ausgerichtet

Verschweißen von Komponenten

Schweißbearbeitung

- bei langsamer Drehzahl mit dem Micro-Plasma-Schweißverfahren wird das Gehäuse die Edelstahlfolie und der Flanschring vakuumdicht verschweißt
- erneuter Lecktest

Evakuieren

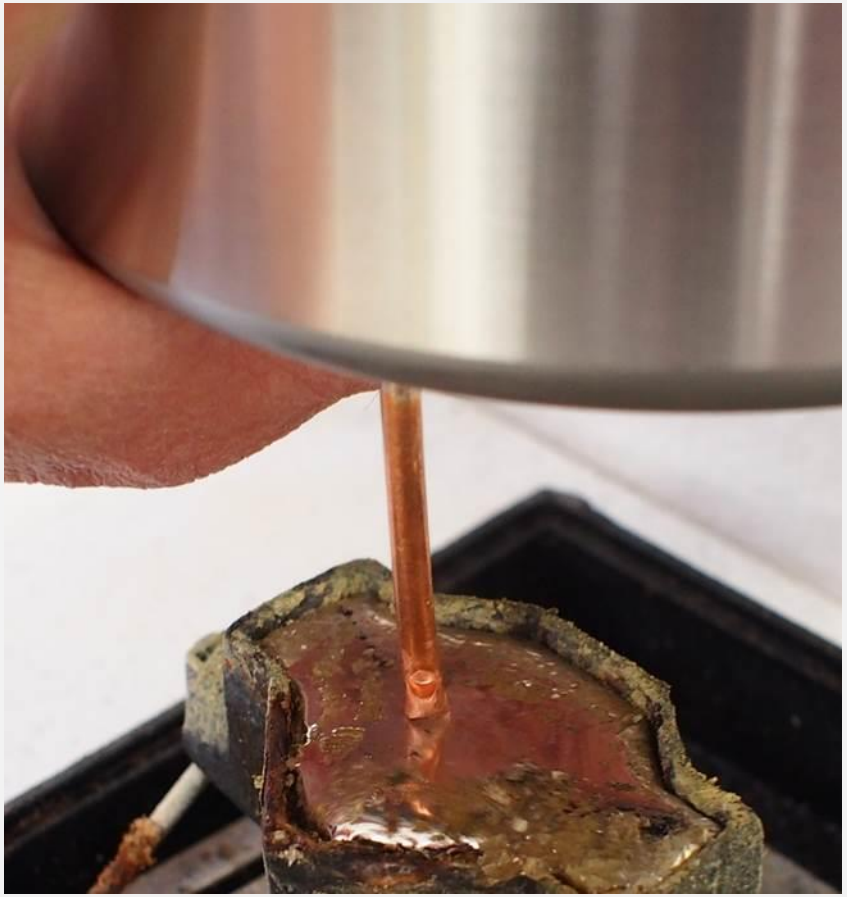
- die Kammer wird am Evakuier- und Füllstand unter einer Heizhaube für mindestens 12 Stunden bei 120 °C ausgeheizt und evakuiert

Evakuier- und Füllstand - Ionisationskammer

Füllen

- bei Normaltemperatur wird die Kammer mit gereinigtem Edelgas gefüllt
- anschließend wird der Pumpstutzen abgequetscht und die Kammer vom Pumpstand geschnitten

Pumpstutzen abdichten



- im Zinnbad an der Abquetschstelle wird der Pumpstutzen durch Verzinnen dicht verschlossen

mit Edelgas gefüllte Kammer

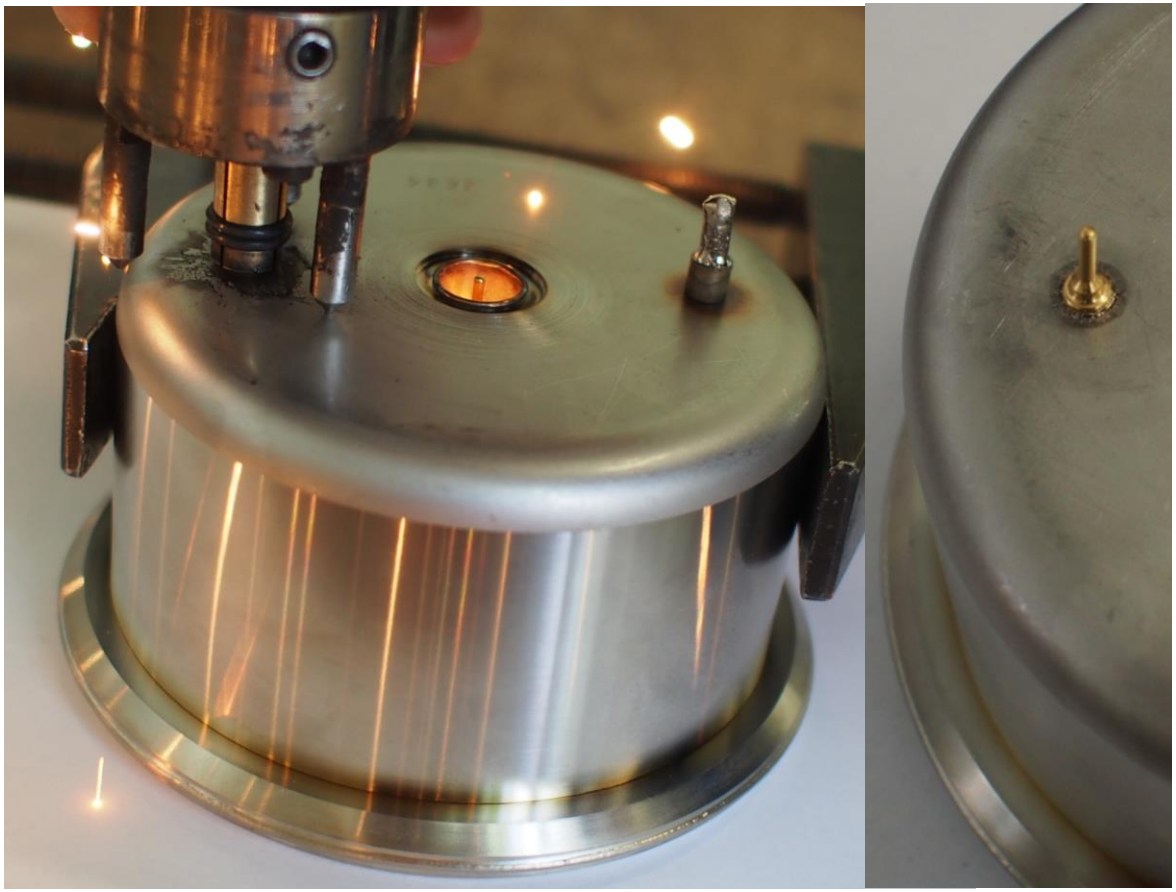
- jede Kammer erhält ein Protokoll, in dem die
- Füllparameter
- der Leckstrom und die
- Messwerte der Kammer mit Prüfstrahler dokumentiert werden

Erst- und Endmessung

Prüffeld

- Leckstrommessung
- Erstmessung mit Prüfstrahler
- Lagerzeit ist mind. 7 Tage
- vor Auslieferung Zweitmessung
- Einkürzen des Pumpstutzen

Fertigstellung - nach Kundenwunsch



- Gehäusekon-
  taktierung
- Oberflächen-
  behandlung
- Typschild

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Contact us

VacuTec Meßtechnik GmbH
Dornblüthstraße 14 a
01277 Dresden
Germany

Tel.: +49 (0)351 31724-0

E-mail: info@vacutec-gmbh.de
Website: www.vacutec-gmbh.de