

VEB Elektronische Spezialröhren
Leipzig
Berliner Straße 69
Leipzig
7010
Betrieb im VEB Kombinat
Wohn- und Freizeitbedarf Leipzig

JUGENDOBJEKT

**"Erarbeitung einer Dokumentation und
praktischer Aufbau des vakuuntechnischen
Teils eines Hochvakuumpumpestandes"**

vorgelegt von: Sigrid Schubert, XB-Pumperin
 Thorsten Matthes, Glaebläser
 Jens Satzke, Ansetzer

Kollektivbetreuer: Eckhard Schlesiger, Technologie

Leipzig, März 1986

GLIEDERUNG

Einleitung

1. Was ist Vakuum?

- 1.1. Aufgliederung der Vak.-Bereiche
- 1.2. Messung des HV im Betrieb
- 1.3. HV, als Voraussetzung für Cäsiumeinsetzung
- 1.4. Ökonomischer Einsatz des HV

2. Erzeugung von Hochvakuum

- 2.1. Vakuumpumpen
 - 2.1.1. Drehschiebervorvakuumpumpe
 - 2.1.2. Diffusionspumpe (Hg)
 - 2.1.3. Weitere Pumparten
- 2.2. Grundmaterialien der Vakuumtechnik
 - 2.2.1. Metalle
 - 2.2.2. Gläser
 - 2.2.3. Fette
 - 2.2.4. Schläuche
- 2.3. Temperatureinfluß
 - 2.3.1. Ausheizen
 - 2.3.2. Ausfrieren

3. HV-Pumpetand

- 3.1. Pumpengestell
- 3.2. Arbeitsplatte (Instrumententeil)
- 3.3. Ofenteil (Ausheizstrecke)

4. Aufbau des Pumpengestells

- 4.1. Mechanischer Aufbau
- 4.2. Elektrischer Aufbau
- 4.3. Vakuumtechnischer Aufbau
 - 4.3.1. Vorvakuumseite
 - 4.3.1.1. Vorpumpe
 - 4.3.1.2. Vorvakuumgefäß
 - 4.3.1.3. Vorvakuumkreuz
 - 4.3.1.4. Vorpumpenhahn
 - 4.3.2. Hochvakuumseite
 - 4.3.2.1. Diffusionspumpe
 - 4.3.2.2. Kühlfalle
 - 4.3.2.3. Umwegleitung, Absperrhahn, Rezipient
 - 4.3.2.4. Gasahnrechen
 - 4.3.3. Füllgasversorgung
 - 4.3.3.1. Gasballons, Ausgleichsgefäß
 - 4.3.3.2. Quecksilbermanometer
 - 4.3.3.3. Ausfriertaschen

5. Allgemeines zur Glasbearbeitung

- 5.1. Materialauswahl
- 5.2. Rohrleitungen
- 5.3. Befestigen der Glasteile
- 5.4. Vakuumverbindungen von Glasteilen
 - 5.4.1. Starre Verbindungen
 - 5.4.2. Bewegliche Verbindungen
- 5.5. Fetten von Schliffverbindungen
- 5.6. Lösen von festsitzenden Schliffverbindungen
- 5.7. Reparaturarbeiten an Glasteilen

- 6. Ökonomie des HV-Pumpstandes
- 6.1. Aufbau nach Fertigungseinsatz
- 6.2. Auslastung durch tägliche Arbeitszeit
- 6.3. Typenbedingter Ausnutzungsgrad
- 6.4. Geplante Pumpleistung
- 7. Qualitätsanforderungen
- 7.1. Schutzgüternachweis
- 7.1.1. Mechanische Schutzgüte
- 7.1.2. Elektrische Schutzgüte
- 7.1.3. Vak.-technische Schutzgüte
- 7.2. Praktische Erprobung
- 7.2.1. Ansetzen und Pumpen
- 7.2.2. Prüfen am Pp.-Stand
- 7.2.3. Weitere Prüfungen
- 8. Übergabe an Fertigung
- 9. Zusammenfassung
- 10. Anlagen (Zeichnungen, Bilder)

Einleitung

Zur Fertigung elektronischer Bauteile wie Blitzröhren, Fotozellen und Glimmlampen werden Materialien verwendet, die nur unter Hochvakuum hergestellt, verarbeitet und aufbewahrt werden können.

Hochvakuumpumpstände sind deshalb Schwerpunkte in den Fertigungslinien XB und FZ des Betriebsteiles Leipzig im VEB Elektronische Spezialröhren.

Im Folgenden werden der Aufbau eines HV-Pp.-Standes beschrieben sowie naheliegende Zusammenhänge aus der Vakuumtechnik, des Materialeinsatzes, der Fertigungstechnologie und des ökonomischen Einsatzes.

1. Was ist Vakuum?

Unter Vakuum bezeichnet man den Zustand in einem gaserfüllten Raum bei Drücken unterhalb des Atmosphärendruckes.

1.1. Aufgliederung der Vak.-Bereiche

Der gesamte Unterdruckbereich wird in vier Einzelbereiche aufgeteilt, die folgende Bezeichnungen haben:

- Grobvakuum
- Feinvakuum
- Hochvakuum
- Ultrahochvakuum oder Höchstvakuum

Aus der Tabelle lassen sich Aufschlüsse über den Vak.-Zustand gewinnen:

	Grobvakuum	Feinvakuum	Hochvakuum	Ultra-HV
Druck (Torr)	760 bis 1	1 bis 10^{-3}	10^{-3} bis 10^{-7}	kleiner 10^{-7}
Teilchenzahl pro cm^3	10^{19} - 10^{16}	10^{16} - 10^{13}	10^{13} - 10^9	kleiner 10^9
Mittlere freie Weglänge (cm)	10^{-5} - 10^{-2} kleiner Gefäßdim.	10^{-2} - 10^1 kleiner od. gleich Gefäßdim.	10^1 - 10^5 größer Gefäßdim.	größer 10^5 wesentlich größer als Gefäßdimension

Die im Betrieb übliche Bezeichnungswiese beschränkt sich auf die Angabe des Drucks (Torr) für HV also 10^{-3} bis 10^{-7} Torr.

1.2. Messung des HV im Betrieb

Zum Messen des Gasdrucks, wenn er geringer als der gewöhnliche Atmosphärendruck ist, gibt es eine Vielzahl von Meßgeräten, die speziellen Anforderungen wie Gasart, Aggressivität des Gases oder Erschütterungsempfindlichkeit genügen.

Im Betrieb werden folgende Meßgeräte eingesetzt:

U-Rohr-Vak-Meter (Quecksilbersäule):	ca. Grobvakuum	760 - 1 Torr
Pirani-Vak-Meter (Wärmeleitungs-vak.-M):	Feinvakuum	10^{-4} - 1 Torr
Penning- * (Kaltkathoden-vak.-M):	ca. Hochvak.	10^{-2} - 10^{-6} Torr
Ionisationsvakuummeter IVM :	ca. HV - UHV	10^{-2} - 10^{-8} Torr

Mit diesen Geräten werden alle Vak.-Bereiche ausgemessen, die zur Herstellung unserer elektronischen Bauteile erforderlich sind, wobei an den Pumpständen bis zu drei verschiedene Meßgeräte installiert sind. Die abzusaugenden Gase beschränken sich dabei auf Luft (N_2 und O_2) sowie die Edelgase Xenon, Argon, Krypton und Neon.

1.3. HV, als Voraussetzung für Cäsium Einsatz

Zur Erzeugung lichtempfindlicher Schichten in Fotozellen sowie zur Erzielung niedriger Zündspannungen in der XB-Fertigung werden bestimmte Materialien eingesetzt, die von ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften her beste Voraussetzungen für eine qualitative und zugleich ökonomische Fertigungstechnologie bieten. Dazu zählen speziell die Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), von denen Cäsium und besonders Cäsiumoxyd die günstigsten Einsatzmöglichkeiten zeigt.

Da Cs in metallischer Form nicht beständig ist (es reagiert sehr heftig mit O_2) muß es aus chemischen Verbindungen gewonnen werden (z. B. Cs-Chlorid oder Cs-Azid).

Im Betrieb wird es durch Wärmeeinwirkung aus Cs-Azid Cs_2N_3 gewonnen, wobei zunächst die Luft und danach der entstehende Stickstoff abgesaugt werden. Um eine unkontrollierte Verbindung $Cs - O_2$ zu verhindern, ist für diesen Vorgang ein HV von mindestens 10^{-4} Torr erforderlich.

Im späteren Prozeß wird eine gewünschte und gezielte Oxydation des Cs zur weiteren Herabsetzung der Austrittsarbeit (niedrige U_z) vorgenommen.

1.4. Ökonomischer Einsatz des HV

Da zur Erzeugung und Erhaltung des HV in den Rezipienten ein beträchtlicher Aufwand erforderlich ist (gesamter Pp-Stand incl. Energie-, Meßmittel-, Kühlmittel-, Versorgung und Entsorgung-, Material- sowie Zeitaufwand), ist durch qualitativ hochwertige Arbeitsleistung am Pumpstand selbst sowie in den vorbereitenden Abteilungen ein Minimum an zusätzlichen Aufwendungen zu erreichen. Dazu gehören:

- Verhinderung von Lecks
- Vermeidung von Luftleinbrüchen im HV-Bereich
- Einsparung von Xenon (Verluste vermeiden)
- Vorbeugende Instandsetzung
- Wartung und Pflege
- Sparsamater Einsatz von Cs-Tabletten
- Rationelle Auslastung der täglichen Arbeitszeit

Dabei liegt der Schwerpunkt auf der qualifizierten Bedienung des HV-Pumpstandes und der verantwortungsbewußten Tätigkeit der Pumper bei der Fertigung von XB-Röhren.

2. Erzeugung von Hochvakuum

2.1. Vakuumpumpen

Zum Erreichen eines HV ist eine Anzahl von speziellen Pumpen einsetzbar, die betriebsspezifisch verwendet werden. Durch sie werden Gase sowie Dämpfe aus abgeschlossenen Räumen entfernt. Wichtige Kennziffern der Vak.-Pumpen sind Enddruck und Saugleistung.

2.1.1. Drehschiebervorvakuumpumpe

Als Transportpumpe ist die gegen Atmosphärendruck arbeitende Drehschiebervorvakuumpumpe (kurz Vorpumpe) im Einsatz. Bei ihr wird ein an den Vakuumbehälter angeschlossener Schöpfraum erweitert (Gas strömt ein) und wieder verkleinert (Gas entweicht, bei gleichzeitiger Schließung zum Vakuumgefäß und Öffnung des ölüberlagerten Auspuffs).

Der Vorgang wiederholt sich periodisch. Es entsteht ein Druckbereich von 760 - etwa 10^{-2} Torr bei einer Förderleistung von $4 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.1.2. Diffusionspumpe (Hg)

Diffusionspumpen sind Treibdampfpumpen für sehr niedrige Drücke (HV). Quecksilber als Treibmittel wird elektrisch verdampft. Der mit Überschallgeschwindigkeit aus Düsen austretende Hg-Dampf kondensiert an der gekühlten Wandung und fließt zurück ins Siedegefäß.

Die Gase diffundieren (Eindringen durch Eigenbewegung der Moleküle) in den Dampfstrahl hinein und werden in den Vorvakuumraum befördert.

Saugleistung bei 10^{-2} Torr: 25 l/sek.

Endvakuum: kleiner 10^{-7} Torr bei ausgefrorenen Dämpfen

Benötigtes Vorvakuum: = 1 Torr

Hg-Menge (Füllung): 120 cm^3

Heizleistung: 500 W

2.1.3. Weitere Pumparten

Neben den beschriebenen Pumpen existieren weitere Konstruktionen, teils auf ganz unterschiedlichen Prinzipien beruhend, die zur Erzeugung von Vakuum dienen. Das sind beispielsweise Roots-pumpen, Molekularpumpen, Wasserstrahlpumpen, Absorptionspumpeinrichtungen, Zerstäuberpumpen (Getter).

In unserem Betrieb werden Getter zur Kontrolle der Edelgasreinheit eingesetzt. Bei allmählichem Eindringen von Verunreinigungen wird der Getterspiegel aufgezehrt und zeigt somit den Auswechselzeitpunkt für Gasballons an.

2.2. Grundmaterialien der Vakuumtechnik

Zur Herstellung elektronischer Bauteile, die unter Bedingungen der Vak-Technik gefertigt werden, gelangen spezielle Materialien zur Anwendung.

Dabei gibt es grundsätzliche Unterschiede zwischen Gefäßmaterialien und elektrischen Leitern. Als besonders geeignet haben sich bestimmte Metalle und Gläser erwiesen. Jedoch auch Schmiermittel und flexible Leitungen sind im Einsatz. Im weiteren wird kurz darauf eingegangen.

2.2.1. Metalle

Eingebaute Elektroden-teile werden aus Nickel, Molybdän, Wolfram oder Eisen gefertigt. Außerdem sind noch Platin und Silber in geringem Umfang beteiligt.

Diese Metalle besitzen gute vak.-technische Eigenschaften, d. h. sie lassen sich gut von anhaftenden und eingeschlossenen Gasteilen befreien. Dieser Vorgang wird in der Regel durch Glühung erreicht, wobei Vakuum-Glügen und Wasserstoff-Glügen unterschieden werden.

2.2.2. Gläser

Ein Material, das die Anforderungen erfüllt, die an opto-elektronische Bauteile wie XB und FZ gestellt werden, ist Glas. Große Vorteile dieses Baustoffs sind: Transparenz, elektrische Isolation, gute Verformbarkeit, geringe thermische Ausdehnung, phys. und chemische Resistenz, billige Herstellung mit einer Vielzahl spezieller Eigenschaften. Je nach Einsatzgebiet werden Gläser verwendet, die sich in ihrer Zusammensetzung und bestimmten Eigenschaften wesentlich unterscheiden und im allgemeinen Sprachgebrauch als Weichgläser, Hartgläser und Quarzglas (Kieselglas) bezeichnet werden.

Eine große Rolle in der Vak.-Technik spielen dabei die Möglichkeiten zur Verschmelzbarkeit mit den o. a. Metallen (gleiche Ausdehnungskoeffizienten), zur Erhitzung unter Vak.-Einfluß zum Reinigen (Ablösung der Wasserhaut) sowie die elektro-thermische Belastbarkeit im Anwenderbereich (z. B. schnelle Blitzfolge). Möglichkeiten zur Verbindung von Weichgläsern mit Hartgläsern und Kieselglas bieten die Übergangs- oder Zwischengläser (C 1 - C 16), die die unterschiedliche Ausdehnung kompensieren.

Außerdem wird durch Glasrohr und seine Weiterverarbeitung der gesamte vak.-technische Teil des Pumpstandes aufgebaut.

Ein Nachteil bei dem Einsatz von Gläsern liegt in der Bruchgefahr, die jedoch durch eine qualifizierte Arbeit und die Einhaltung technologischer Vorschriften sehr gering gehalten werden kann.

2.2.3. Fette

In vak.-technischen Anlagen, wie sie HV-Pp-Std. darstellen, wird neben den starren Verbindungen von Glasrohren und Gefäßen auch eine

Vielzahl von beweglichen Verbindungselementen benötigt (Schliffe, Hähne). Um ein Festfressen dieser Bauteile im Unterdruck des HV zu vermeiden, werden Abdichtmittel (Schmiermittel) benötigt, die wiederum die Besonderheit der Vak.-Technik berücksichtigen. Es sind dazu Fette entwickelt worden, die in ihren Eigenschaften diesen Forderungen entsprechen. Naturgummi, Vaseline, Paraffin sind Bestandteile solcher Fette.

Im Betrieb wird HV-Fett (Silikonfett) verwendet, das wasserabweisend, wärme- und kältebeständig sowie chemisch beständiger ist als andere Fette sowie einen Dampfdruck bei Zimmertemperatur von kleiner 10^{-8} Torr aufweist. Weichere und zähere HV-Fette mit entsprechender Viskosität werden in bewegliche Hahnverbindungen bzw. in starre Schliffverbindungen mit Erfolg eingesetzt.

2.2.4. Schläuche

Infolge platzsparender Bauweise in Pp-Std. wird anstelle von starren Glasleitungen auch mit gutem Ergebnis Plastmaterial eingesetzt. Wir verwenden dazu PVC-Schläuche im Vorvak-Bereich mit einer Wanddicke von 2 - 4 mm und \varnothing_1 bis 8 mm. Eingezogene Glasrohrstücke oder Spiralfedern verhindern das Zusammendrücken und gewährleisten somit die volle Saugleistung der Pumpe in der flexiblen Vakuumleitung.

2.3. Temperatureinfluß

2.3.1. Ausheizen

Außerordentlich wichtig für die Erzielung niedriger Drücke ist der Einfluß der Temperaturen im Rezipientenbereich. Als Faustregel gilt: Je höher die Temperatur um so schneller ist das gewünschte Endvakuum erreicht. Die Verwendung der Materialien läßt einen unbegrenzten Temperaturanstieg nicht zu. Bestimmte Glasarten, Chemikalien wie Cs-, K- oder Na-Verbindungen machen einen Kompromiß notwendig. So wird die Einwirkdauer mit fallender Temperatur länger.

Mindestausheizungen bei ca. 200 - 250 °C sind jedoch im HV-Teil erforderlich, um die am Glas haftende Wasserhaut zu lösen und abzusaugen. (Bei FZ-Pp-Std. wird deshalb nachts 8 h ausgeheizt, elektr. Ofenheizung).

Die XB-Fertigung mit Hartgläsern und Kieselglas läßt eine kurzzeitige Erhitzung mit dem Handbrenner bei etwa 500 °C zu, dabei wird ein Stadtgas-O₂-Preßluft-Gemisch als Brennstoff verwendet. Für partielle Ausheizungen stehen kleine Formieröfen zur Verfügung.

2.3.2. Ausfrieren

Der Einsatz von Hg-Diff-Pp. zur Erzeugung des HV macht erforderlich, daß das Vordringen von Hg-Dämpfen von der Diff-Pp. zum Rezipienten verhindert wird. Dazu werden allgemein Kühlfallen benutzt. Sie bestehen in einfacher Form aus einem U-förmig gebogenem Glasrohr. Im XB-Pp-Std. aus einem Glaskörper mit 2 eingeschmolzenen Rohren, durch die einmal das abzusaugende Gas geführt wird und zum anderen der Anschluß zum Penning-Vak-Meter gegeben ist.

In der Kühlfalle schlägt sich der Hg-Dampf nieder, da eine Kühlung an der Außenwand mit flüssigem N₂ einwirkt, der sich in einem Dewar-Gefäß befindet und eine Temperatur von -196 °C aufweist.

Kühlfallen und Dewargefäße werden aus Rasotherm (Hartglas) gefertigt. Es gleicht die großen Temperaturunterschiede und entsprechende Spannungen im Material aus.

Wegen erhöhter Brandgefahr werden aus AS-Gründen flüssiger Sauerstoff und flüssige Luft als Kühlmittel nicht mehr verwendet. Die Verwendung von Trockeneis (CO₂ in fester Form) mit ca. -70 °C ist wegen relativ geringer Kühlwirkung und anderer Ursachen (Transport, Aufbewahrung) an Pumpständen nicht mehr praktikabel.

3. HV-Pumpstand

3.1. Pumpengestell

Je nach Aufstellungsort befindet sich das Pp-Gestell rechts oder links von der Arbeitsplatte (Instrumententeil). Dementsprechend werden alle Einbauten seitentauschbar montiert. Innerhalb des mit Streckmetall (Alu) verkleideten Winkelleisenrahmens befinden sich in mehreren Etagen die vak-technischen Ausrüstungen. Auf dem Deckel sind die Vak-Meßgeräte in Augenhöhe stationiert. An besonderen Halterungen befinden sich die Brenner und Handgebläse für Gas-, Preßluft-, Sauerstoffflammen. Die Ver- und Entsorgungsleitungen und Schläuche (Elektrizität, Wasser, Gas, Preßluft, Sauerstoff) werden zum rückwärtigen Teil des Pp-Gestells von einer zentralen Leitung zugeführt.

3.2. Arbeitsplatte (Instrumententeil)

Bei den Pumpständen ist je nach Fertigungstechnologie der Mittelteil als Instrumententeil ausgelegt (Fotozelle) oder als Arbeitsplatte (XB). Gleichzeitig dient der kastenförmige Teil als Verbindungstück zwischen Pp-Gestell und Ofenteil sowie zur mechanischen Verschiebefestigkeit des Pp-Standes. In ihm sind zusätzlich die elektrischen Leitungen zum Ofenteil sowie Sicherungselemente untergebracht.

3.3. Ofenteil (Ausheizstrecke)

Öfen mit einer Länge von 0,3 - 1,0 m werden während des Arbeitstages auf das Ofenteil geschoben (Schienenführung). Bei XB-Pp-Ständen befinden sich über diesem Gestell die Gabeln mit XB-Röhren, die im jeweiligen Ansatz bearbeitet werden. Da mit großflächigen Flammen (Handgebläse) gearbeitet wird, sind Ofen- und Mittelteil mit Hitze Schutzfolie abgedeckt. Im Ofenteil sind auch Schubfächer für Kleinteile und persönlichen Bedarf der Pumper eingebaut.

4. Aufbau des Pp-Gestells

4.1. Mechanischer Aufbau

Das Pumpgestell wird im betriebseigenem Rationalisierungsmittelbau hergestellt. Es besteht aus einem Arbeitstisch und einem Turmgestell, in dem der vakuumtechnische Teil untergebracht ist.

Der Rahmen mit den Abmessungen 0,5 x 0,75 x 1,5 m wird aus Winkelleisen 30 x 30 x 3 mm geschweißt. Ein besonderes Winkelleisen ist als Auflagefläche für das Mittelteil angebracht. Die Verkleidung ist soweit möglich aus Streckalu und eine Abdeckplatte aus 1,5 mm Blech mit verschiedenen Aussparungen für Meßgeräteanschlüsse. Rundstähle sind im Innern des Gestells (horizontal und vertikal) als Befestigungselemente für die Vak-Teile verschraubt.

Außerdem ist eine pneumatische Hebevorrichtung für das Dewargefäß aus Alu-Zylinder, Gummikolben, Deckplatten und Luftzuführung im Gestell untergebracht. Weitere flexible Halterungen (Klemmen, Doppelmuffen) werden nach Bedarf bei dem Aufbau der Vak-Teile verwendet.

Zum Betreiben des Hochvakuumpumpstandes werden folgende Versorgungsträger am Standort benötigt:

- Wasserversorgung (Gebrauchswasser)
- Druckluftversorgung
- Stadtgasversorgung
- Sauerstoffversorgung
- Elektrische Schalttafel

Alle Metallteile sind mit grauem Lack gestrichen.

4.2. Elektrischer Aufbau

Der Hochvakuumpumpstand wird über 220 V Wechselspannung versorgt. Da in einem HV-Pp-Stand verschiedene elektrische Vorgänge ablaufen und entsprechend gesteuert werden müssen, ist ein umfangreiches Arbeitsprogramm zu bewältigen, zumal ein Großteil der Vorgänge selbsttätig abläuft. Beispiele der elektrischen Steuerung und Überwachung sind:

- Glasvakuumbühne und Schliffverbindungen verschiedener Abmessungen
- Glasrohre
- Füllgaskolben
- Kühlfalle
- Quecksilbermanometer
- Ausfrieraschen
- Vorvakuumgefäß
- sowie Schlauchverbindungen

benötigt.

Alle Glasteile sind wegen der guten Abdichtung weitestgehend zu verschmelzen. Dadurch wird eine hohe vakuumdichte Belastbarkeit der gesamten Anlage erreicht. Alle Bauteile sollen mit Rücksicht auf eine gute Saugleistung kurz, weit und mit möglichst wenig Krümmungen versehen sein.

Alle genannten Bauelemente werden vom Glasbläser am Tischbrenner, gemäß der vorgegebenen technologischen Unterlagen vorgefertigt, um danach am Pumpstand schrittweise zusammengesetzt zu werden.

4.3.1. Vorvakuumseite

4.3.1.1. Vorpumpe

Verwendet wird eine Drehschieberpumpe Fabrikat Maschinenbau Ilmenau mit folgenden Kenndaten:

Förderleistung	4 m ³ / h
Endvakuum	10 ⁻³ Torr mit Kühlfalle
Motorenleistung	0,25 KW
Drehzahl	13050 U / min

Die Drehschieberpumpe ist zweistufig, d. h. zwei mittels einer Gliederkette verbundene Drehschieberkammern sind hintereinander geschaltet. Die Drehschieberpumpe ist im Pumpurm rechts neben der Diffusionspumpe angeordnet.

Die beim Betreiben der Drehschieberpumpe am Auspuff austretenden Öldämpfe und industriellen Abgase werden über ein Rohrleitungssystem gefahrlos ins Freie abgeleitet.

4.3.1.2. Vorvakuum - Gefäß

Zwischen der Diffusionspumpe und Vorpumpe befindet sich ein 5 Liter Vorvakuum - Pufferglasgefäß, das zur Aufrechterhaltung des nötigen Vorvakuumdruckes auch bei zeitweise abgeschalteter Vorpumpe dient.

Verbunden ist es über einen PVC-Schlauch mit dem Vorvakuumkreuz. Um ein Zusammenziehen des PVC-Schlauches zu verhindern, werden Glasrohrabschnitte in den Schlauch geschoben.

4.3.1.3 Vorvakuumkreuz

Das Vorvakuumkreuz verbindet die Vorvakuumpumpe mit der Diffusionspumpe, das Vorvakuumgefäß und den Piranimeßkopf miteinander. Es besteht aus einem 15 mm starkwandigem Rohr, an den zwei Schlaucholiven und ein Schliffkern von 19,5 verbunden sind. Obenauf sitzt eine Schliffhülse von 19,5 mm, welche zur Aufnahme des Piranimeßkopfes dient (siehe Bild u. ZN).

Beim Einbau muß das Kreuz mit dem Handbrenner an die anderen Verbindungsteile angepaßt werden. Auftretende Spannungen im Glas sind durch nochmaliges Erwärmen zu beseitigen.

4.3.1.4. Vorpumpenhahn

Um bei neu angesetzten Röhren zunächst den Atmosphärendruck bis unter 1 Torr zu erniedrigen, enthält der Pumpstand einen Vorvakuumumschalthahn, mit dessen Hilfe zunächst die Vorpumpe mit den zu evakuierenden Röhren verbunden wird, bei selbstverständlich geschlossener Diffusionspumpe.

Der Vorpumpenhahn ist ein 10 mm Vakuumdreiweghahn. Der rechte Schenkel ist mit einer 19,5 mm Schliffverbindung mit dem Vorvakuumkreuz verbunden. Der linke Schenkel ist mit der Hahnleiste verschmolzen. Der hintere Ansatz des Hahnes ist mit einer Schliffverbindung mit der Vorpumpe verbunden.

4.3.2. Hochvakuumseite

4.3.2.1. Diffusionspumpe

Im Turmgestell ist die Diffusionspumpe links neben der Vorpumpe angeordnet. Sie wird mit Kühlerklemmen gehalten. Beim Einbau ist darauf zu achten, daß durch die Klemmen keinerlei "Versepannung" an der Diffusionspumpe auftritt. Unter das Glasgefäß mit dem "Treibmittel Quecksilber" wird ein kleiner Heizofen zum Erhitzen des Quecksilbers angebaut. Unter die Diffusionspumpe ist ein Auffanggefäß zu stellen, welches im Notfall das auslaufende Quecksilber aufnehmen muß.

Im Pumpstand eingebaut wird die Quecksilberdiffusionspumpe Q 190 mit folgenden Kenndaten:

Saugleistung	25 l/s bei 10^{-2} Torr
Endvakuum	10^{-7} Torr (Dämpfe durch fl. N_2 ausgefroren)
Benötigtes Vorvakuum	1 Torr
erforderliche Hg-Füllung	180 cm^3
Heizleistung des Ofens	700 W
Stufenzahl	3

Die Diffusionspumpe ist an den vorgesehenen Olivenstutzen mit den Kühlwasserzu- und -abflußschläuchen zu versehen. Diese müssen gegen Abrutschen bei Erhöhung des Wasserdruckes mit Schlauchschellen versehen werden. Das gebrauchte Kühlwasser wird über eine Leitung in einen Sammelbehälter geleitet und wird nach dem Abkühlen wieder als Kühlwasser verwendet.

Das durch die Diffusionspumpe fließende Kühlwasser betätigt einen elektr. Strömungswächter, der im Falle von Wassermangel den Heizofen automatisch ausschaltet, so daß ein Aufsteigen von Quecksilberdampf bei Kühlwasserausfall und damit eine Vergiftung der Vakuumanlage vermieden wird.

4.3.2.2. Kühlfalle

Zur Rückhaltung der Quecksilberdämpfe aus der Diffusionspumpe und zum Einfrieren anderer auftretender Dämpfe (z. B. Fettdämpfe der Schlitze) wird im Hochvakuumzustand eine Kühlfalle eingesetzt.

Verwendet wird eine doppelwirkende Kühlfalle mit drei konzentrisch angeordneten Röhren, so daß keinerlei Fettdämpfe in die zu pumpenden Röhren gelangen können (siehe ZN).

Da die Kühlfallen bei der Verwendung sehr starken Belastungen durch tiefe Temperaturen ausgesetzt sind, müssen sie während der Herstellung besonders gut entspannt werden.

Unterkühlt wird mit flüssigem Stickstoff N_2 ($-196^\circ C$).

Die Aufbewahrung von flüssigem N_2 erfolgt in doppelwandigen Dewargefäßen aus Glas, dabei muß der Hohlraum zwischen den Gefäßwänden sehr gut evakuiert sein (10^{-4} Torr), um die Wärmeleitung völlig auszuschalten und damit die Verdampfung des Kühlmittels klein zu halten. Zur Reflektion von Wärmestrahlen von außen sind die Dewargefäße aus gleichem Grund zusätzlich versilbert.

Das eingesetzte Dewargefäß ist während des Pumpprozesses mittels der Hebevorrichtung über die Kühlfalle zu heben.

Zum Messen des Hochvakuums wird der Penning-Meßkopf auf den oberen Schliff der Kühlfalle aufgesetzt.

4.3.2.3. Umwegleitung, Absperrhahn und Rezipient

Um ein Absaugen des Rezipienten mit der Vorpumpe zu ermöglichen, ist zwischen der Hahnleiste und den Rezipienten eine Umwegleitung mit Absperrhahn um die Hochvakuumseite mit Diffusionspumpe und Kühlfalle notwendig. Beim Absaugen der zu pumpenden Röhren wird der Hochvakuumbereich durch den Umschalthahn abgeschaltet, mit der Vorpumpe ein Vakuum von ca. 10^{-2} Torr erzeugt, und bei Dichtheit der Röhren wieder auf die Diffusionspumpe umgeschaltet. Die Umwegleitung wird aus einem 12 mm \varnothing weiten Rohr gefertigt.

4.3.2.4. Gashahnrechen

Zum Hochvakuumbereich gehört der Pumphahnrechen. An ein 12 mm \emptyset weites Glasrohr werden mindestens vier 6 mm Zweiwegvakuumhähne angesetzt. Vorbereitet werden die Hähne, indem zwei der gleichen Hähne zusammengesetzt werden, so daß zwischen Hochvakuumbereich und Gasballon ein Gasschöpfraum entsteht (siehe Bild).

An den Gashahnrechen ist ein weiterer Ansatz für die Umwegleitung sowie ein 4 mm Vakuumdurchlaßhahn für den Blasschlauch und ein Ansatz für den Vorpumpenhahn angeschmolzen. Der Gashahnrechen wird im Turmgestell an einen vorgesehenen Halter mit Metallschellen angeschraubt.

4.3.3. Füllgasversorgung

4.3.3.1. Gasballons, Ausgleichsgefäß

Zum Füllen von Blitzröhren wird das Edelgas Xenon eingesetzt. Angeliefert wird dies in zwei-Liter-Glasgasballons aus Ggl 320, die mit einem Glasventil verschlossen sind.

Dieser Ballon wird an den mittleren Doppelhahn angeschmolzen. In die Glasleitung zwischen Ventil und Hahn wird ein Eisenkern eingesetzt, der mittels Magnet nach dem Evakuieren das Ventil zertrümmert. Der untere Doppelhahn ist für das Sauerstoffentwicklungsgefäß vorgesehen.

An den oberen Doppelhahn wird ein zwei-Liter-Glasballon als Ausgleichsgefäß zur Aufnahme des Xenongases angesetzt, der über eine Leitung mit den Ausfrieraschen verbunden ist.

4.3.3.2. Quecksilber-Manometer

Das Manometer besteht aus einem U-förmigen Glasrohr von 10 mm \emptyset , dessen einer Schenkel mit einem 6 mm Vakuumhahn verschlossen werden kann, während der andere mit dem zu messenden Vakuum verbunden ist. Der untere Bogen ist mit Quecksilber gefüllt, die linke Seite über dem Quecksilber wird evakuiert. Der zu messende Gasdruck kann unmittelbar als Höhendifferenz an der Skala abgelesen werden.

Das U-Rohr-Manometer wird im Bereich von Atmosphärendruck bis etwa 600 Torr zur Gasfüllung verwendet.

Das Manometer ist mit der Gasfüllleitung zu den Ausfrieraschen bzw. zur Gasballonleitung verbunden.

4.3.3.3. Ausfrieretaschen

Die zwei Ausfrieretaschen sind Glasgefäße von 30 mm \varnothing und 250 mm Länge und sind zur Gasfüllleitung mit Schlifffen verbunden. Sie sind seitlich am Turmgestell angebaut und dienen zum Umfrieren, Reinigen und Aufbewahren des Füllgases Xenon. Über die Ausfrieretaschen werden noch bewegliche Dewargefäße mit N_2 -flüssig-Füllung übergeschoben. Das eingefrorene Füllgas wird bei heruntergelassenem Dewargefäß mit Heißluft aufgetaut und in die Gasleitung gedrückt.

5. Allgemeines zur Glasbearbeitung

5.1. Materialauswahl

Alle Glasteile des Pumpstandes sind wegen der guten Verschmelzbarkeit und Bearbeitungsmöglichkeiten aus Rasotherm Ggl 320 gefertigt. Durch diese Glasart wird eine hohe Belastbarkeit der Pumpanlage während des Betriebens gewährleistet. Das Glasrohr ist vor dem Verarbeiten gründlich zu reinigen. Wechselweise wird beim glastechnischen Aufbau entweder am Arbeitsplatz des Glasbläfers mit dem Tischbrenner oder am Pumpstand selbst mit dem Handbrenner mit unterschiedlichen Flammenbildern gearbeitet.

5.2. Rohrleitungen

Die am Arbeitsplatz vorgefertigten Bauelemente werden mittels Rohrleitungen oder Schliffverbindungen am Pumpstand Schritt für Schritt aufgebaut. Dazu muß vom Glasbläser der Umgang mit dem Handbrenner sowie solche Tätigkeiten wie das Trennen von Glasröhren (Kalt- und Warmtrennung), formgerechtes Biegen, Nachwärmen und gründliches Glasentspannen, fachgerechtes Fetten von Schliffverbindungen sowie anfallende Montageprozesse einwandfrei beherrscht werden.

5.3. Befestigen der Glasteile

Die Glasteile müssen an den dafür vorgesehenen Haltestäben mit Doppelmuffen, Kühlerklemmen, Schraubschellen, Federklemmen und Haltehaken so befestigt werden, daß sie festsitzen, aber ein Verspannen des Glases ausgeschlossen ist.

Als Schutz vor Beschädigung des Glases werden solche Hilfsmittel wie Kork, Filz, Gummi zwischen Metall und Glas untergelegt.

5.4. Vakuum-Verbindungen von Glasteilen

5.4.1. Starre Verbindungen

Als starre Verbindung beim Pumpenbau wird das unmittelbare Verschmelzen von Glasröhren und Glasteilen bezeichnet.

Zu den starren Verbindungen zählen aber auch Zylinderschliffverbindungen, bei denen Kern- und Mantelschliff "starr" ineinandergesetzt sind. Dabei muß beim Einbau beachtet werden, daß der Schliffmantel immer in Richtung Pumpe angesaugt werden kann.

5.4.2. Bewegliche Verbindung

Als bewegliche Verbindungen werden in der Vakuumtechnik Kugelschliffverbindungen und Glashähne bezeichnet. Durch ihre notwendige Beweglichkeit haben sie eine geringere Vakuumdichtheit aufzuweisen als starre Verbindungen. Dies muß durch gezieltes und öfteres Fetten der Verbindungen ausgeglichen werden.

5.5. Fetten von Schliffverbindungen

Bei Schliffverbindungen, die für vakuumtechnische Zwecke Verwendung finden, muß ein Schmiermittel mit niedrigem Dampfdruck benutzt werden.

Zum Fetten von Schliffverbindungen an unseren Pumpständen wird das Fett HV 30 für starre Verbindungen und das Fett HV 05 für bewegliche Verbindungen benutzt.

Beim Fetten ist zu beachten, daß bei Schliffverbindungen nur etwa

1/3 des Kernes mit Fett ringsum bestrichen wird, und bei Hähnen das Hahnkücken ober- und unterhalb des Durchlasses eingefettet wird. Dabei ist das Fett sparsam aufzutragen, da sonst beim Evakuieren das nach innen überquellende Fett eingezogen wird und dadurch die unzugänglichen Glasinnenteile verunreinigt werden. Um ein Verwecheln der Hähne zu vermeiden, sind diese zu nummerieren oder einzeln zu fetten.

Gefettete Schlitze zeigen bei einwandfreien Schliffflächen eine klare Aufsicht. Schlierenbildung zeigt zu wenig Fett an oder läßt auf nicht genau ineinanderpassende Schliffteile schließen. Besonders wichtig ist bei starren Schliffverbindungen (z. B. Kühlfallen, Diffusionspumpenschliff), das nach dem Fetten das Glasteil mit der Vorvakuum-pumpe angesaugt wird. Erst nach dem Ansaugen und Nachstellen der Klemmen kann mit dem weiteren Aufbau von Bauteilen fortgefahren werden. Dadurch wird ein Verspannen und späterer Bruch des Glases vermieden.

5.6. Lösen von festsitzenden Schliffverbindungen

Festsitzende Schliffteile sollten grundsätzlich nie gewaltsam gelöst werden. Es könnten dadurch nicht nur ernsthafte Schnitt- und Augenverletzungen eintreten, sondern auch wertvolle Apparate-teile zerbrechen.

Eine sichere und zuverlässige Methode, die meist zum Erfolg führt, besteht darin, daß der Außenschliff etwas erwärmt und durch leichtes Klopfen mit einem Holzstück bei gleichzeitigem Anheben und Drehen der Innenschliff gelöst wird. Durch das Erwärmen wird ein Ausdehnungsunterschied beider Schliffteile erreicht. Das ist jedoch nur möglich, wenn der Außenschliff wärmer als der Innenschliff ist.

Auf jeden Fall ist beim Lösen von Schliffverbindungen, die fest sitzen, Vorsicht geboten. Dabei sind die Hände und das Auge durch das Anlegen von Körperschutzmitteln zu schützen.

5.7. Reparaturarbeiten an Glasteilen

Bevor die Reparaturarbeiten, nach erfolgter Demontage, an den einzelnen Bauteilen erfolgen kann, müssen diese Teile gründlich gereinigt werden. Dadurch wird eine Gefahr des Eindringens von Quecksilberdämpfen, Fettdämpfen usw. in den menschlichen Körper vermieden und das Risiko einer Berufskrankheit wird damit ausgeschlossen.

Nach dem Zerlegen sind Schliffverbindungen und Hähne leicht zu erwärmen und das alte Fett mit einem Lappen abzuwischen. Danach wird mit einem Entfetter, Wasser und dest. Wasser gründlich gereinigt.

Kühlfallen, Diffusionspumpen und andere mit Quecksilber verunreinigte Glasteile sind mit Salpetersäure und Flußsäure zu reinigen und gründlich mit Wasser und dest. Wasser nachzuspülen. Dabei sind die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes genau einzuhalten.

Durch die Unhandlichkeit der Geräte und oftmals Sprödigkeit des Glases, ist auf Verletzungsgefahr durch Schneiden und Stechen usw. zu achten.

Es ist zweckmäßig, ein altes und verbrauchtes Bauteil nicht zu reparieren, sondern dies durch ein neues zu ersetzen. Dadurch wird die Gebrauchswerteigenschaft der Pumpanlage erhöht.

Beim Umgang mit dem Handbrenner ist auf die Verbrennungsgefahr zu achten, Schliffverbindungen, Hähne oder Plastteile, die in Nähe der Reparaturstelle liegen, sind mit Hitzeschutzfolie abzudecken. Dadurch wird ein Überhitzen verhindert und das Auslaufen von Fett aus Schliffen und Hähnen kann vermieden werden.

Alle Schmelzstellen sind in der Glaswandung starkwandig zu halten, um beim Betreiben des Hochvakuumumpumpstandes eine hohe Lebensdauer zu garantieren.

6. Ökonomie des HV-Pp-Standes

6.1. Aufbau nach Fertigungseinsatz

Die Fertigung unterschiedlicher elektronischer Bauteile wie FZ, XB und G11La erfordert ebenso eine verschiedenartige Bauart des HV-Pp-Standes. Bereits im Bereich der FZ-Fertigung sind noch drei verschiedene Technologien in Nutzung, die einen gesonderten Aufbau von Einzelheiten des Pp-Standes bewirken.

Das betrifft besonders den Mittelteil mit dem Instrumentarium und den Ofenteil für Nachtausheizung oder die Ausheizöfen selbst mit unterschiedlichen Abmessungen oder elektrischen Leistungen ebenso wie die Meßgeräte oder den Rezipientenaufbau.

In der XB-Fertigungslinie spielen die verschiedenen Bauformen mit ihren Pumptechnologien eine Rolle bei dem Pumpaufbau.

Äußere Abmessungen des Arbeitsteils sowie Standort des Pp-Standes im Arbeitsraum bestimmen den mechanischen Aufbau.

Allen Pumpständen gemeinsam sind die dreiteilige Form (Pp-Gestell, Arbeitstisch, Ofenteil bzw. Ausheizplatte) und die Grundausstattung des Pp-Gestells zur Vak-Erzeugung mit Vorpumpe, Diffusionspumpe, Kühlfalle und Meßeinrichtungen.

6.2. Auslastung durch tägliche Arbeitszeit

HV-Pp-Stände und die an ihnen durchzuführenden AG sind neben anderen Schwerpunkten der Fertigungslinien FZ, XB und G11La wie z. B. Einschmelzautomaten Kernstücke des technologischen Ablaufs. Neben den materiellen Aufwendungen zum Erstellen der Pp-Stände (ca. 15 - 20 TM), dem Flächenbedarf, den AS-technischen Erfordernissen ist die Qualifikation der Pumper und ihr Engagement für höchste Qualität und Quantität entscheidend für eine plangerechte arbeitstägliche Leistung. Zur erfolgreichen Qualifizierung der Pumper am HV-Pp-Stand gehören nicht nur das Beherrschen der Fertigungstechnologie und die sichere Bedienung des Pp-Standes mit allen Zusatzgeräten, sondern ist auch inbegriffen, daß die tägliche Arbeits-

zeit als Leistungszeit genutzt werden kann sowie die Fähigkeiten, im organisatorischen Ablauf weitestgehend Verlustzeiten zu vermeiden.

6.3. Typenbedingter Ausnutzungsgrad

Die tägliche Losgröße an den Pumpständen ist sehr weit gefächert. Von 3 Stück MAK über 20 Stück FZ sowie 50 - 250 Stück Spezial-XB-Röhren reicht die Stückzahl bei stabförmigen Massen-XB-Typen bis 420 am Tag. In der Glila-Fertigung erhöht sich die Zahl bei teilweise automatisierten Pp-Ständen auf ca. 2000 - 2500 Stück. Dadurch ist eine rationelle Auslastung der Pp-Stände durch typenbedingten Fertigungseinsatz mit den jeweils spezialisierten Fachkräften möglich und wird mit gutem Ergebnis praktiziert.

6.4. Geplante Pumpleistung

Die Erfüllung der Jahresaufgabe in der XB-Fertigung erfordert incl. der Ausfallübersetzung, daß in der Pp-Station ca. 350 T Stück hergestellt werden. Eine Aufgliederung erfolgt auf 14 verschiedene Typen. Diese Eckzahlen werden auf monatliche Leistungen umgerechnet, die dann für die Pumpstation bis zur täglichen Type und Stückzahl aufgeschlüsselt werden.

Berücksichtigung müssen die bereits o. a. Voraussetzungen finden, um schließlich zu den benötigten Pumpständen je Jahr im jeweiligen Abt.-Bereich zu kommen.

Diese rein rechnerischen Vorgänge werden gestützt oder gerundet durch die praktischen Erfahrungen der betreffenden Meister und Technologen, damit die Planerfüllung einerseits und auch die rationelle Auslastung der vorhandenen Anlagen und Geräte andererseits mit geringstem Aufwand an Arbeitskräften gesichert werden kann.

7. Qualitätsanforderungen

7.1. Schutzgüternachweis

Zur Abnahme der Schutzgüte findet sich die Schutzgütekommision am Objekt ein mit Vertretern von T (TG, TV, TE) und F (Meister, AS-Obmann, Werkstätiger) sowie dem Sicherheitsinspektor des Betriebes. Bei Bestätigung erfolgt die Übergabe an die Fertigungsabteilung.

7.1.1. Mechanische Schutzgüte

In dem Schutzgüte-Gutachten, das für im Betrieb errichtete Arbeitsmittel erstellt wurde, wird eingehend auf die Sicherheit der Werkstätigen orientiert.

Die maßliche Gestaltung, der Kräfteaufwand, die Sehbedingungen und nervliche Beanspruchung wird ebenso begutachtet wie schädliche Einflüsse oder Beeinflussung Dritter und in den entsprechenden Unterpunkten nach 3 Positionen (entfällt, ohne-mit Beanstandung, Bemerkung) beurteilt.

7.1.2. Elektrische Schutzgüte

Zum Schutzgüteprotokoll gehört auch die Bestätigung, daß die Elektrosicherheit ohne Beanstandung beurteilt wird, ebenso wie darin einbezogen die elektrostatische Aufladung enthalten ist. Selbstverständlich ist, daß die gesetzlichen Bestimmungen beim Bau von elektrotechnischen Geräten und Ausrüstungen vorrangig gelten. Daneben werden, wie aus dem Vordruck (Anlage) ersichtlich, bei Bedarf sonstige Gutachten angefordert, bzw. Auflagen erteilt, so daß Arbeitsmittel wie HV-Pp-Stände erst dann an die F-Bereiche übergeben werden, wenn Gefährdungen ausgeschlossen sind.

7.1.3. Vak.-technische Schutzgüte

Nach Aufbau des mechanischen, elektrischen, vak.-technischen und meßtechnischen Teils des Pp-Standes erfolgt eine Überprüfung

der Vakuumverhältnisse sowohl der Vorvakuumseite als auch der Hochvakuumseite.

Die Grobprüfung wird mittels HF-Prüfer durchgeführt. Sie gibt Aufschluß über evtl. größere Lecke in Glasteilen.

Die Vorpumpenseite kann mit Hilfe des Pirani überprüft werden, während die Rezipientenseite incl. Kühlfalle, Rechen, Diff.-Pp. durch Penning und IVM gemessen werden.

Dabei wird geprüft, ob die Sollwerte an den Meßgeräten erreicht werden. Ofenausheizung bzw. Flammenausheizung sowie Kühlung mit N_2 -flüssig sind dabei selbstverständliche Voraussetzung.

Ohne sie können die vorgegebenen Werte nicht erreicht werden.

Werden Lecks festgestellt, wird sofortige Beseitigung veranlaßt.

Die vak.-technische Überprüfung wird vom Meister und entsprechendem Fachtechnologen vorgenommen. Sie ist eine Grundlage zur Bestätigung des Schutzgüternachweises bei HV-Pp-Ständen.

7.2. Praktische Erprobung

7.2.1. Ansetzen und Pumpen

Nach dem elektr. Einschalten des Pp-Standes wird zunächst über die Vorpumpe der gesamte Vorvak.-Bereich incl. Diff.-Pp. abgesaugt. Zuschalten der Diff.-Pp. und Auffüllen der Dewargefäße mit N_2 -flüssig für Kühlfalle und Ausfriertasche sowie Anzünden der Gebläse gehören auch zur Pp-Std.-Vorbereitung für den Tagesbetrieb. Zwei Gabeln mit je 15 angesetzten XB-Röhren werden mit Handgebläse vak.-dicht an die Rohrleitung der HV-Seite angeschmolzen. Absaugen mit Vor-Pp. und Diff.-Pp. sowie Vak.-Prüfen mit Penning (10^{-5} Torr) ergeben die idealen Vak.-Verhältnisse für die XB-Fertigung.

Es folgen Ausheizen mit Gebläseflamme, Oxydieren mit aus $KMnO_4$ entwickeltem O_2 (20 Torr), erneutes Absaugen und Entwickeln von Cäs.-Azid-Tabletten.

Eindestillieren des metallischen Cäs. und Austreiben mit großer Brennerflamme gehören zu den handwerklichen Geschicklichkeiten des XB-Pumpers ebenso wie das Einlassen des Füllgases Xenon (XEHS 19/35: 420 Torr), das über Ausfriertaschen unter Hochvak. gereinigt und lt. Skala des Hg-Manometers mit vorgegeschriebenem Druck eingebracht, die Qualität der Röhren mitbestimmt. Es folgen Abschmelzen der einzelnen Röhren mit kleiner Gas-O₂-Flamme und Rückfrieren des Xenons aus dem Leitungssystem in die Ausfriertaschen zur Wiederverwendung.

7.2.2. Prüfen am Pumpstand

Das Zwischenprüfen der Blitzröhren wird mittels HF-Prüfer durchgeführt. Durch helles blaues Leuchten wird die Dichtheit der gepumpten Röhren angezeigt. Bei Lecks verfärbt sich das Füllgas in helles Grün (Luftstickstoff), d. h. Ausfall und Aussortieren am Pumpstand. Es werden nur einwandfreie XB-Röhren zur Montage und Endprüfung weitergegeben.

7.2.3. Weitere Prüfungen

Nach der mechanischen und elektrischen Endprüfung im Prüffeld werden weitere Prüfungen in der TKO durchgeführt. Dabei werden in Typ- und Lebensdauerprüfungen Zündwilligkeit und Belastbarkeit der Röhren nach den festgelegten Kriterien ermittelt, z. B. bei XEHS 19/35: 2500 Blitze bei 200 V. U_h. Danach erfolgt die Beurteilung nach Ansichtsgüte.

8. Übergabe an die Fertigung

Vor der offiziellen Übergabe eines HV-Pp-Standes an die Fertigungsabteilung ist eine weitgehende Erprobung vorgenommen worden. Ebenso sind evtl. kleine Mängel, die zur Auflage im Schutzgüternachweis geführt haben, beseitigt worden. Die Prüfung der Röhren hat incl. Lebensdauerprüfung ein positives Ergebnis gezeigt. Somit kann der Pp-Stand von dem Bereich Technik an den Bereich Fertigung übergeben werden und weiter einem qualifizierten Pumper zur täglichen Arbeitsleistung.

Von diesem Zeitpunkt unterliegt der Pp-Stand, wie die übrigen auch, den Wartungs- und Pflegearbeiten der Pumper, den Reparaturen nach der Abteilung Mechanik, die eine regelmäßige Reparatur nach dem PVI und eine operative Instandsetzung nach Anforderung vom jeweiligen Meister durchführt.

9. Zusammenfassung

Mit vorliegender Arbeit ist der Aufbau eines HV-Pp-Standes beschrieben worden, wobei der Schwerpunkt auf den vak.-technischen und glasbläserischen Anteil gelegt wurde.

Eine Vielzahl von Aufbauarbeiten im mechanischen und elektrischen Bereich konnte nicht oder nur andeutungsweise genannt werden. Ebenso ist natürlich der technologische Fertigungsablauf am HV-Pp-Stand im wesentlichen unberücksichtigt geblieben.

Es bleibt zu bemerken, daß ein im Betrieb benötigter HV-Pp-Stand mit seinen Besonderheiten, die aus der speziellen Fertigung von XB-Röhren und Fotozellen hervorgehen, nicht von der Fabrikationsindustrie angeboten wird, oder nur in gesonderter Einzelanfertigung mit einem Kostenaufwand, der das 3 - 4fache des Eigenbaus umfaßt, und deshalb am besten auch aus ökonomischen Gründen selbst

hergestellt wird.

Auf diese Weise sind in vergangenen Jahren über 20 HV-Pp-Stände in Betrieb genommen worden, die z. T. veraltete Modelle ablösten und den besonderen Anforderungen der verschiedenen Fertigungsbereiche sowie des F/E-Labors als Versuchsstand genügten.

Die als Anlagen beigefügten Bilder und Zeichnungen sollen neben dem beschreibenden Teil einen kleinen optischen Eindruck von einem HV-Pp-Stand vermitteln.

Bild 1: Gesamtansicht XB-HV-Pp.-Stand

Bild 2: Vorderansicht - Hahnenleiste Pp.-Gestell

Bild 3: Seitenansicht Pp.-Gestell von Arbeitsplatte -
Ausfriertaschen, Hg-Manometer, Penning-Pirani

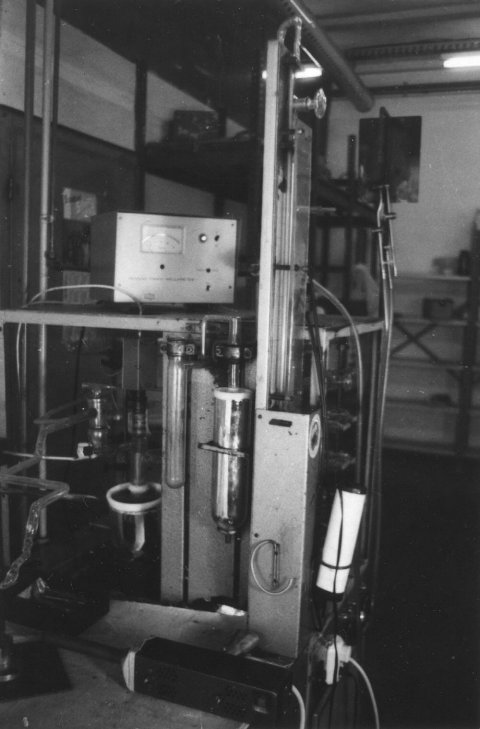
Bild 4: Seitenansicht Pp.-Gestell mit Gasballon, O₂-Entwick-
lungsgefäß, Vorvak.-Gefäß, Pirani-Meßkopf und
Vorvak.-Kreuz

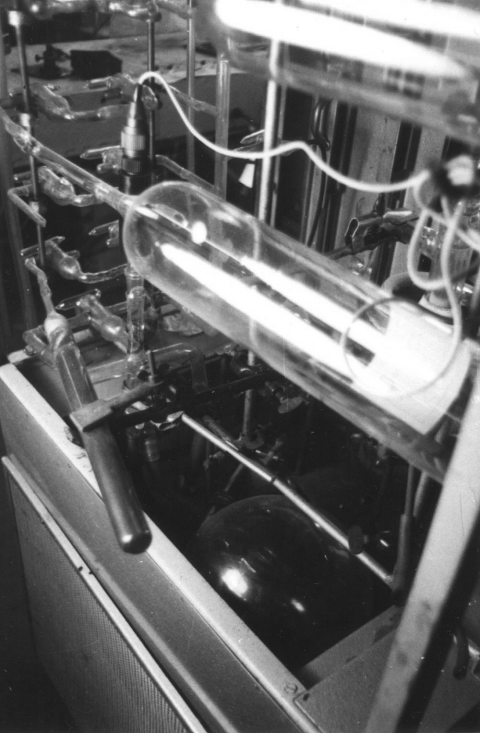
Bild 5: Seitenansicht Pp.-Gestell: Kühlfalle mit Dewargefäß,
Penning-Meßkopf und Umwegleitung

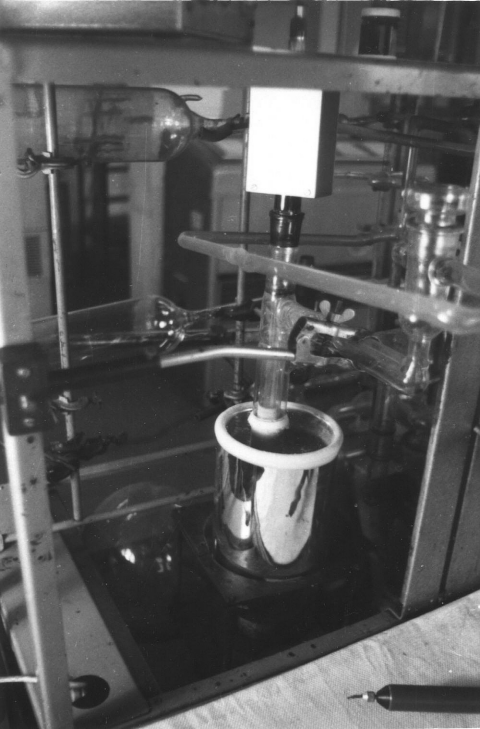
Bild 6: Seitenansicht Pp.-Gestell-Unterteil: Vorak. Pumpe,
Diff.-Pp., Hebevorrichtung und Ver- Entsorgungs-
schläuche

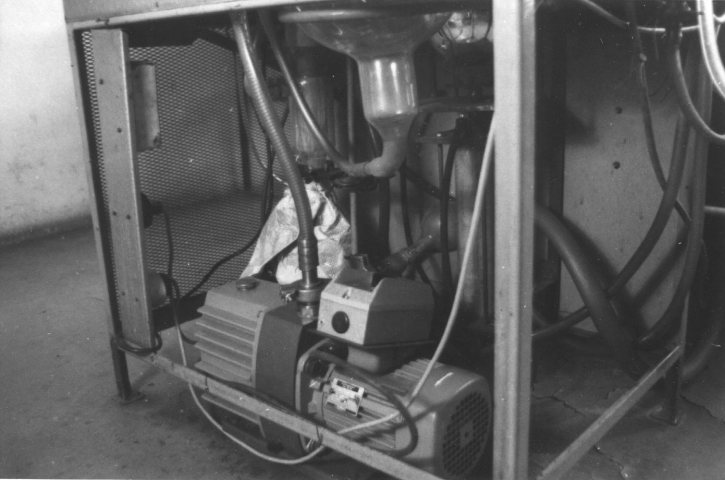




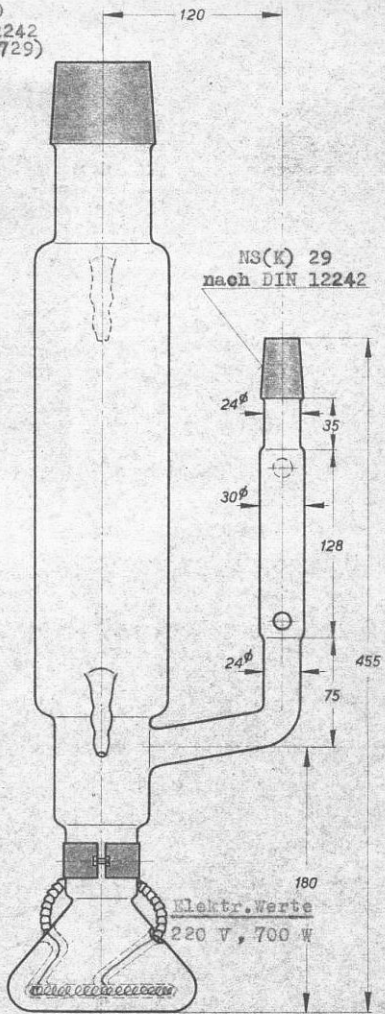
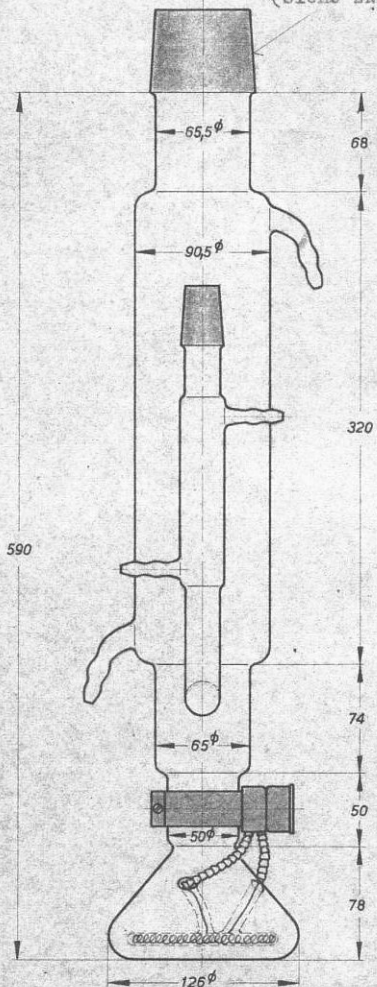








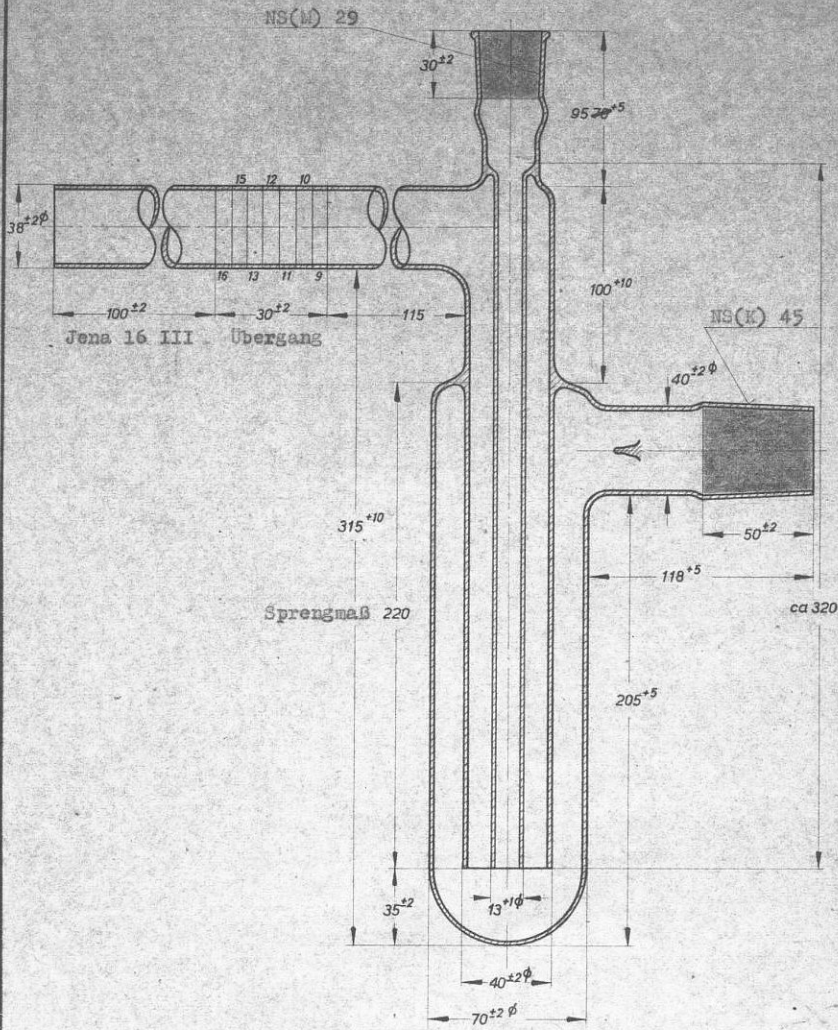
NS(K) 70
nach DIN 12242
(siehe ZN 5729)



NS(K) 29
nach DIN 12242

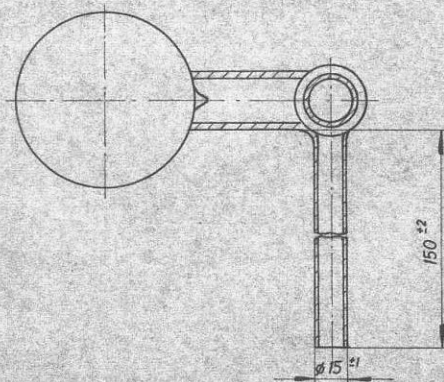
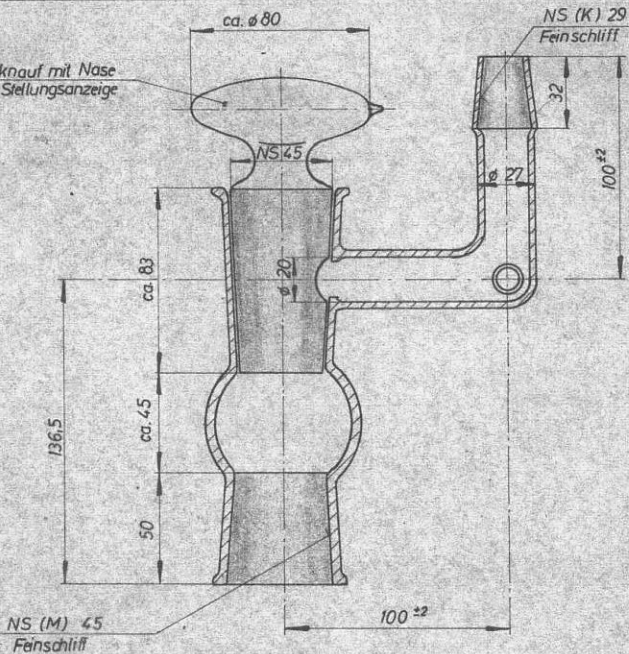
Elektr. Werte
220 V, 700 W

Materiell	Rasothermglas	Maßstab	gezeichnet B.1.62 1:3 geprüft gezeichnet	Ersatz für	
Bezeichnung	Hg-Diff-Pp Q 190 (Sittig)			Ersetzt durch	a
					b
					c
Erste Verwendung	Zell-PP	KZ		ZN	157 05



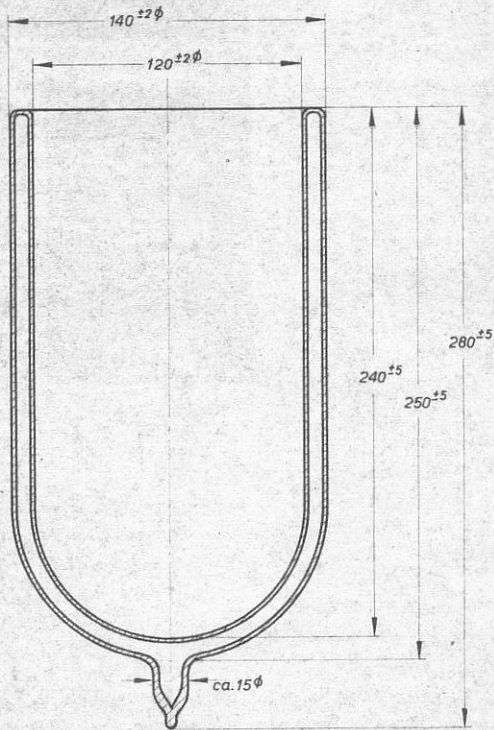
Material Rasotherm	Maßstab 1:2	gezeichnet 24.9.62	geprüft geprüft	gezeichnet gezeichnet	geprüft geprüft	Ersatz für Ersatz durch
Bezeichnung Kühlfalle				Änderungen a b c	21.3.64	
Erste Verwendung Zeiss-Pp			KZ		ZN 15708	
VEB Elektronische Spezialröhren Leipzig						

Drehknopf mit Nase
zur Stellungsanzeige

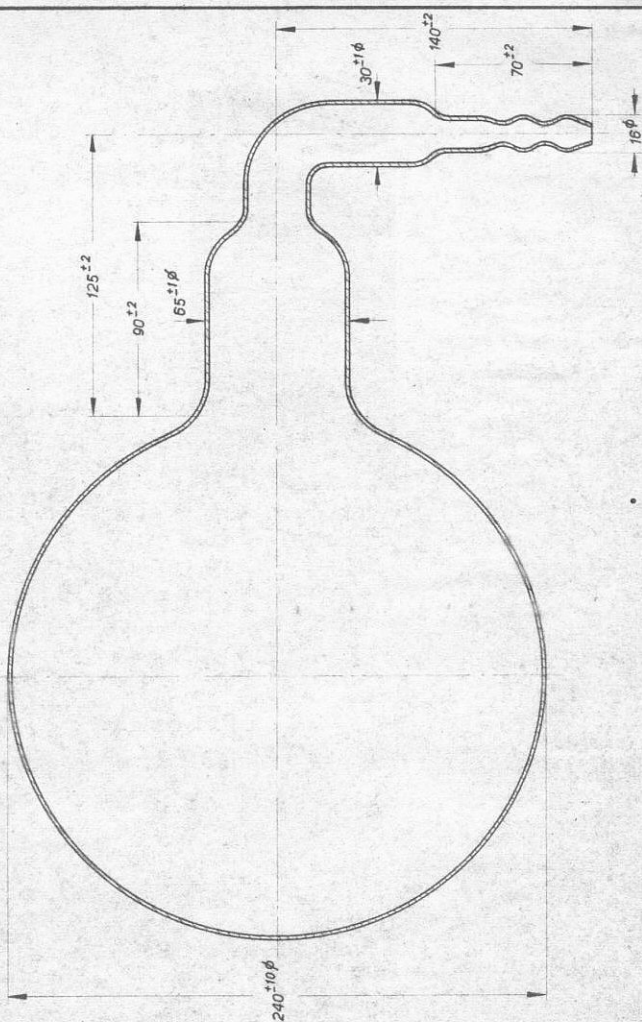


Material Rasotherm	Maßstab	gezeichnet	17.8.63	WU	Ersatz für Ersetzt durch
	1:2	geprüft			
	gezeichnet				
Bezeichnung Glashahn mit Ansatz (rechts)					Änderung
					a
					b
					c
Erste Verwendung HVP	KZ	ZN			5736
VEB Elektronische Spezialröhren Leipzig					

Lief.: R. Burger u. Co.
 Berlin-Pankow



Material	Rasotherm	Maßstab	gezeichnet	3.9.62	Ersetzt für	
			1:2	geprüft		
Bezeichnung	Dewargefäß	KZ	gezeichnet		Änderungen	a
			geprüft			b
Erste Verwendung	Zeiss-Pp		gezeichnet		ZN	15707
VEB Elektronische Spezialröhren Leipzig						



Material	Rasotherm Wdg: 1,5 ... 2,0	Maßstab	gezeichnet	4.7.63	Ersatz für Ersatz durch
		1:2	geprüft		
Bezeichnung	Vorvakuumgefäß				Änderungen
					a
					b
					c
Erste Verwendung	Zeiss-Pp	KZ			ZN
					15709
VEB Elektronische Spezialröhren Leipzig					