

## Inhalt

- 1 Technische Daten
- 2 Lieferumfang
- 3 Beschreibung
- 4 Inbetriebnahme
- 5 Betriebshinweise
- 6 Wartung

### Erläuterung der Typenbezeichnungen

- RPK Refrigerator-Kryopumpe (Kaltkopf mit Pumpe)  
 RGD zweistufiger Kaltkopf  
 ... E Einbau-Kryopumpe  
 ... N Anbau-Kryopumpe  
 ... S2/S3 Kryopumpen für Sputterprozesse (für Argon)  
 RPS Kryo-Pumpensysteme  
 RW2 Kompressoreinheit  
 RW5 Kompressoreinheit  
 FL2 Flexible Druckleitungen  
 FL3 Flexible Druckleitungen

- R-210 } Kryo-Refrigeratoren bestehend aus:  
 R-330 } Kompressoreinheit,  
 R-580 } Kaltkopf und  
 R-1040 } flexiblen Druckleitungen  
 R-20 }

## Contents

- 1 Technical Data
- 2 Standard Specification
- 3 Description
- 4 Initial Operation
- 5 Notes on Operation
- 6 Maintenance

### List of Type Designations

- RPK Refrigerator-cooled cryopump (cold head with pump)  
 RGD Two-stage cold head  
 ... E Built-in cryopump  
 ... N Bolt-on cryopump  
 ... S2/S3 Cryopumps for sputtering processes (for argon)  
 RPS Refrigerator-cooled pump systems  
 RW2 Compressor unit  
 RW5 Compressor unit  
 FL2 Flexible pressure tubing  
 FL3 Flexible pressure tubing

- R-210 } Cryogenators, consisting of:  
 R-330 } Compressor unit  
 R-580 } Cold Head and  
 R-1040 } Flexible pressure tubing  
 R-20 }

## Sommaire

- 1 Données techniques
- 2 Equipement de série
- 3 Description
- 4 Mise en service
- 5 Fonctionnement
- 6 Entretien

### Signification des symboles

- RPK Pompe cryogénique à cryogénérateur (tête froide avec pompe)  
 RGD Tête froide à 2 étages  
 ... E Cryopompe incorporée  
 ... N Cryopompe rapportée  
 ... S2/S3 Cryopompes pour processus de pulvérisation cathodique (pour argon)  
 RPS Groupes de pompage cryogéniques  
 RW2 Bloc compresseur  
 RW5 Bloc compresseur  
 FL2 Flexibles  
 FL3 Flexibles

- R-210 } Cryogénérateurs, comprenant:  
 R-330 } Bloc compresseur  
 R-580 } tête froide et  
 R-1040 } Flexibles  
 R-20 }

## 1 Technische Daten/Technical Data/Données techniques

### 1.1 Technische Daten und Ausrüstung der Refrigerator-Kryopumpen RPK / Technical Data and Specification of RPK Refrigerator-Cooled Cryopump / Données techniques et équipement

Type	Kat.-Nr. Cat.-No. N° de cat.	A	B	C	D	E	F	G	Saugvermögen für Pumping speed for Débit-volume pour					H	K	M	N					
									N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Ar	He					[l · s <sup>-1</sup> ]	[ltr/sec]	[l · s <sup>-1</sup> ]		
RPK		DN	RGD	DN																		
800 E	892 60	150 LF	210 X	-	-	-	-	-	800	1000	13000	640	300	3,5/-	4/2	65	145	168	492	10	2	2
900 E	892 62	150 CF	210 X	-	-	-	-	-	800	1000	13000	640	300	3,5/-	4/2	65	145	168	492	12	2	2
1500 E	891 64	200 CF	210 X	-	-	-	-	-	1500	2000	18000	1150	600	7/-	4/2	75	190	183	515	13	2	2
400	891 57	100 LF	210 X	25 KF	-	X	-	-	400	530	1100	300	130	1,2/-	2/2	55	104		480	10	2	2
500	891 59	100 CF	210 X	16 KF	-	X	-	-	400	530	1100	300	130	1,2/-	2/2	55	104		480	11	2	2
800	892 61	150 LF	210 X	25 KF	-	X	-	-	800	1000	2600	640	300	3,5/-	4/2	65	164		503	12	2	2
900	892 63	150 CF	210 X	35 CF	-	X	-	-	800	1000	2600	640	300	3,5/-	4/2	65	164		508	14	2	2
1500	891 65	200 CF	210 X	35 CF	-	X	-	-	1500	2000	4200	1200	600	7/-	4/2	75	203		517	15	2	2
1500 S2	892 64	6"ASA	210 X	40 KF	-	X	-	-	1500	2000	4200	1200	600	9/1000	5 <sup>3)</sup>	75	203		505	15	2	2
1500 S3	892 66	6"ASA	330 X	40 KF	-	X	-	-	1500	2000	4200	1200	600	12/1000	10 <sup>3)</sup>	75	203		522	18	2	2 <sup>1)</sup>
2500	891 66	250 LF	330 X	25 KF	X	X	-	-	2500	3000	6500	2000	1000	8/-	6/4	80	267		535	30	2	2 <sup>1)</sup>
3500	891 67	250 LF	330 X	40 KF	X	X	-	-	3500	4500	7200	2600	1500	14/-	6/6	80	406		630 <sup>2)</sup>	35	2	2 <sup>1)</sup>
3600	891 69	250 CF	580 X	35 CF	X	X	-	-	3500	4500	7200	2600	1500	14/-	6/6	80	406		630 <sup>2)</sup>	37	2	2 <sup>1)</sup>
5000	891 75	400 LF	580 X	40 KF	X	X	-	-	5000	5500	18000	3700	1700	22/-	9/7	100	406		607 <sup>2)</sup>	35	5	5
5000 N	891 45	400 LF	210 X	40 KF	X	X	X	-	5000	5500	18000	3700	1700	22/-	5/2	180	406		660 <sup>2)</sup>	38	2	2
10000	891 79	500 LF	580 X	40 KF	X	X	-	-	10000	10000	29000	7500	3000	40/-	10/7	150	506		705 <sup>2)</sup>	45	5	5
10000 N	891 49	500 LF	330 X	40 KF	X	X	X	-	10000	10000	29000	7500	3000	40/-	5/2	200	506		728 <sup>2)</sup>	49	2	2
18000 N	891 53	630 LF	580 X	65 LF	X	X	X	-	18000	14000	46000	13500	4000	65/-	10/7	180	636		850 <sup>2)</sup>	65	5	5

X = vorhanden/included/inclus  
 - = nicht vorhanden/not included/non inclus

- 1) Im Lieferumfang ist das Übergangsstück (Best.-Nr. 950 00 008) zwischen Druckleitung FL 2 und Kaltkopf RGD 580 enthalten.
- 2) Pumpe mit angeschraubten Füßen ist 70 mm länger.
- 3) Die unter 1 genannten Daten beziehen sich bei den Kryopumpen für Sputterprozesse (S) auf Argon.
- 4) Kompressoreinheit RW2, 220/240 V, 50 Hz, Kat.-Nr. 891 96  
 Kompressoreinheit RW3, 208/230 V, 60 Hz, Kat.-Nr. 892 96  
 Kompressoreinheit RW5, 380/420 V, 3-phasig, 50 Hz, Kat.-Nr. 891 99  
 Kompressoreinheit RW6, 460 V, 3-phasig, 60 Hz, Kat.-Nr. 892 99

- 1) Adapter (Ref.No. 950 00 008) for FL 2 pressure tubing to RG 580 cold head is included in standard equipment.
- 2) Additional height of screwed-on feet: 70 mm.
- 3) In case of cryopumps used in sputtering process (S), the data stated under 1 apply to argon.
- 4) RW2 compressor unit, 220/240 V, 50 Hz, Cat. No. 891 96  
 RW3 compressor unit, 208/230 V, 60 Hz, Cat. No. 892 96  
 RW5 compressor unit, 380/420 V, 3-ph., 50 Hz, Cat. No. 891 99  
 RW6 compressor unit, 460 V, 3-ph., 60 Hz, Cat. No. 892 99

- 1) La fourniture comprend la pièce d'adaptation (Réf. 950 00 008) entre le flexible FL 2 et la tête froide RG 580.
- 2) La pompe avec pieds vissés est plus haute de 70 mm.
- 3) Pour les cryopompes utilisées dans des installations à pulvérisation cathodique (S) la colonne «1» se réfère à l'argon.
- 4) Bloc compresseur RW2, 220/240 V, 50 Hz, N° de cat. 891 96  
 Bloc compresseur RW3, 208/230 V, 60 Hz, N° de cat. 892 96  
 Bloc compresseur RW5, 380/420 V, triphasé, 50 Hz, N° de cat. 891 99  
 Bloc compresseur RW6, 460 V, triphasé, 60 Hz, N° de cat. 892 99

### Erläuterungen zu den technischen Daten

- A Hochvakuumflansch  
 B Eingebauter Kaltkopf  
 C Dampfdruck-Thermometer  
 D Vorvakuumanschluß  
 E Thermoelement  
 F Sicherheitsventil  
 G LN<sub>2</sub>-Bafflekühlung  
 H Kapazität für S = 0,8 S<sub>max</sub>, in bar · l  
 I Maximaler Gasdurchsatz für Luft/H<sub>2</sub> in mbar · l · s<sup>-1</sup>  
 K Abkühlzeit bis 20 K  
 L Pumpenkörper-Durchmesser bzw. Strahlungsschutz-Durchmesser  
 M Höhe des Strahlungsschutzes  
 N Gesamthöhe

### Key to technical data

- A High-vacuum flange  
 B Built-in cold head  
 C Vapour pressure thermometer  
 D Fore-vacuum connection  
 E Thermocouple  
 F Safety valve  
 G LN<sub>2</sub> baffle cooling  
 H Capacity for S = 0,8 S<sub>max</sub>, bar ltr  
 I Max. gas throughput for air/H<sub>2</sub>, mbar ltr/sec  
 K Cool-down time to 20 K  
 L Dia. of pump body or radiation shield respectively  
 M Height of radiation shield  
 N Overall height

### Légende des données techniques

- A Bride vide poussée  
 B Tête froide incorporée  
 C Thermomètre à tension de vapeur  
 D Raccord vide primaire  
 E Thermocouple  
 F Soupape de sûreté  
 G Refroidis. baffle LN<sub>2</sub>  
 H Capacité pour S = 0,8 S<sub>max</sub>, bar · l  
 I Flux maxi de gaz pour air/H<sub>2</sub>, mbar · l · s<sup>-1</sup>  
 K Tps mise en froid jusqu'à 20 K  
 L Ø corps de pompe/écran antirayonnement  
 M H écran antirayonnement  
 N Hauteur totale



1.2 Beispiele zum Betrieb mehrerer Kryopumpen (Pumpsysteme RPS) oder Kaltköpfe mit jeweils einer Kompressoreinheit (Umgebungstemperatur im Vakuumbehälter und Gastemperatur ca. 300 K,  $p \leq 10^{-4}$  mbar), Zusammenstellung der Kat.-Nr. und Best.-Nr.

1.2 Examples for the Operation of several Cryopumps (RPS Pump Systems) or Cold Heads with one Compressor Unit (Ambient Temperature in Vacuum Chamber and Gas Temperature approx. 300 K,  $p \leq 10^{-4}$  mbar).

1.2 Exemples d'agencement (avec indication des réf. à indiquer dans votre commande) pour le raccordement de plusieurs cryopompes (groupes de pompage RPS) ou têtes froides à un seul compresseur (température régnant dans l'enceinte et température du gaz: env. 300 K,  $p \leq 10^{-4}$  mbar).

RPS	RW	RGD	FL	Kryopumpe Cryopump Cryopompe Best.-Nr. Ref. No. Réf.	MC1 (890 76)	Zubehör/Accessories/Accessoires Bezeichnung: Designation: Désignation:	Best.-Nr. Ref. No. Réf.
<b>2-fach-Kombination/2-fold Combination/Groupe bi-pompe</b>							
402	2	210	2	2 x 891 57	1 x	T-Stück/Tee/T	2 x 95 000 009
502	2	210	2	2 x 891 59	1 x	T-Stück/Tee/T	2 x 95 000 009
802	2	210	2	2 x 892 60	1 x	T-Stück/Tee/T	2 x 95 000 009
802E	2	210	2	2 x 892 62	1 x	T-Stück/Tee/T	2 x 95 000 009
902	2	210	2	2 x 892 61	1 x	T-Stück/Tee/T	2 x 95 000 009
902E	2	210	2	2 x 892 63	1 x	T-Stück/Tee/T	2 x 95 000 009
1502	5	210	2	2 x 891 64	1 x	T-Stück/Tee/T	1 x 95 000 009
1502E	5	210	2	2 x 891 65	1 x	T-Stück/Tee/T	1 x 95 000 012
<b>3-fach-Kombination/3-fold Combination/Groupe 3 pompes</b>							
403	5	210	2	3 x 891 57	1 x		
503	5	210	2	3 x 891 59	1 x		
803	5	210	2	3 x 892 60	1 x		
803E	5	210	2	3 x 892 62	1 x	Kreuzstück/Cross/Croix	2 x 95 000 010
903	5	210	2	3 x 892 61	1 x	Übergangsstück/Adapter/Pièce d'adaption	1 x 95 000 008
903E	5	210	2	3 x 892 63	1 x		
1503	5	210	2	3 x 892 64	1 x		
1503E	5	210	2	3 x 892 65	1 x		
<b>4-fach-Kombination/4-fold Combination/Groupe 4 pompes</b>							
404	5	210	2	4 x 891 57	2 x		
504	5	210	2	4 x 891 59	2 x	T-Stück/Tee/T	1 x 95 000 009
804	5	210	2	4 x 892 60	2 x		1 x 95 000 011
804E	5	210	2	4 x 892 62	2 x		2 x 95 000 012
904	5	210	2	4 x 892 61	2 x	Übergangsstück/Adapter/Pièce d'adaption	1 x 95 000 010
904E	5	210	2	4 x 892 63	2 x		
-	2	210	2	2 x 891 95*)			
-	5	580	5	2 x 891 98*)			

\*) = Kaltkopf/cold head/Tête froide

## 2 Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehört der Kaltkopf mit Kryopumpe, einschl. Wasserstoff-Dampfdruck-Thermometer zur Messung der Temperatur der Kaltfläche (Fülldruck bei Zimmertemperatur: ca. 5 bar Überdruck).

Kryopumpen mit LN<sub>2</sub>-Kühlung des Strahlungsschutzes und des Baffles enthalten im Lieferumfang 2 Peilstäbe A (kurz) und B (lang) mit je einem Pt 100-Meßfühler.

Die Kryopumpen enthalten außer dem Hochvakuum-Anschlußflansch einen Vorvakuum-Anschlußflansch und ein Sicherheitsventil, das vom Werk auf einen Überdruck von etwa 50 mbar (1,06 bar) eingestellt und versiegelt ist. Bei den Pumpen der RPK-E-Serie (Einbaupumpen) bis einschl. Nennweite DN 200 ist kein Vorvakuum-Anschlußflansch vorhanden; er muß am Vakuumbehälter vorgesehen werden.

Kryopumpen ab Nennweite DN 250 sind zusätzlich mit einem Kupfer-Konstantan-Thermoelement an der Kaltfläche (2. Stufe) und mit einer 8poligen Stromdurchführung mit Gegenstecker ausgerüstet.

Die Kryopumpen für Sputterprozesse, RPK-S-Pumpen, sind serienmäßig mit einer zweipoligen Durchführung versehen (z. B. für Si-Diode).

## 2 Standard Specification

The standard specification comprises the cold head with cryopump, including hydrogen-filled vapour-pressure thermometer to measure the temperature of the cryopanel (filling pressure at room temperature: approx. 5 bar overpressure).

Cryopumps with LN<sub>2</sub>-cooled radiation shield and baffle have two dip sticks A (short) and B (long), each with a PT 100 level sensor.

The bolt-on RPK pumps are fitted additionally to the high-vacuum connection flange with a fore-vacuum connection flange and a safety valve set for approx. 50 mbar (1.06 bar) overpressure and sealed in the factory. RPK pumps, series E (build-in pumps) up to and including DN 200 are not fitted with a fore-vacuum connection, and this connection must be provided on the vacuum chamber.

The larger RPK pumps from nominal flange bore DN 250 are additionally equipped with a copper-constantan thermocouple at the cryopanel (2nd stage) and an 8-pin leadthrough with mating connector plug.

Special cryopumps for sputtering processes, RPK-S pumps, are equipped with a two-pin leadthrough as standard (e.g. for Si diode).

## 2 Equipement de série

La fourniture comprend la tête froide avec pompe cryogénique, y compris thermomètre à tension de vapeur d'hydrogène pour mesurer la température de la cryosurface (pression de remplissage à la température ambiante: env. 5 bar surpression).

Les cryopompes avec écran antirayonnement et baffle refroidis au LN<sub>2</sub> sont livrées avec 2 jauges de niveau A (courte) et B (longue), chacune avec une sonde Pt 100.

Les cryopompes rapportées (boulonnées) ont en plus de la bride vide poussé un raccord vide primaire et une soupape de sûreté réglée en usine pour une surpression d'env. 50 mbar (1,06 bar) et scellée. Les pompes de la série RPK-E (pompes incorporées), jusqu'à DN 200 compris, n'ont pas de raccord vide primaire, qui doit être prévu sur l'enceinte de vide.

A partir de DN 250, les pompes RPK sont équipées en plus d'un thermocouple en cuivre-constantan sur la cryosurface (2<sup>ème</sup> étage) et un passage de courant à 8 broches avec contre-fiche.

Les pompes RPK-S destinées aux processus de pulvérisation cathodique sont équipées de série d'un passage bipolaire (par exemple pour diode au silicium).



### Erläuterungen zu den Abb. 1 und 2

- 1 Hochvakuum-Anschlußflansch
- 2 Baffle
- 3 Flansch der 2. Stufe
- 4 Strahlungsschutz
- 5 Kaltflächen
- 6 Sicherheitsventil
- 7 Flansch der 1. Stufe
- 8 Wasserstoff-Dampfdruck-Thermometer
- 9 Elektrischer Anschluß
- 10 He-Druckgasanschlüsse
- 11 Vorvakuum-Anschlußflansch
- 12 Federring
- 13 Befestigungsschrauben M4x10 mm
- 14 Unterleg-Scheiben
- 15 Befestigungsschrauben M4x6 mm
- 16 Indium-Folie
- 17 Andrück-Scheiben
- 18 Indium-Scheibe
- 19 Andrück-Ring
- 20 Indium-Ring

### Erforderliches Zubehör

(nicht im Lieferumfang enthalten, Zuordnung siehe Abschnitt 1)

Kompressoreinheit RW 2	Kat.Nr. 891 96
Flexible Druckleitungen	
FL 2	Kat.-Nr. 891 86
Kompressoreinheit RW 5	Kat.-Nr. 891 99
Flexible Druckleitungen	
FL 5	Kat.-Nr. 891 87

### Optionen

Si-Diode zur Temperatur-Überwachung und -Messung auf Anfrage

H<sub>2</sub> Dampfdruck-Thermometer mit 2 Schaltpunkten zur Temperaturüberwachung, -Messung und Prozeßsteuerung auf Anfrage

Automatische Regenerations-Einrichtung mit 2 elektrischen Heizern, Übertemperaturschutz und Netzgerät zum schnellen regenerieren auf Anfrage

Steuergerät KRYOTRONIK SR1 zum automatischen Betrieb von Kryopumpen in Vakuumsystemen Kat.-Nr. 890 75

Elektrische Verteilereinheit MC 1 für den unabhängigen Betrieb von bis zu 3 Kryopumpen mit einer Kompressoreinheit Kat.-Nr. 890 76

He-Druckgasverteiler (T- und Kreuzstücke) mit Verschraubungen zum Anschluß mehrerer Refrigerator-Kryopumpen an eine Kompressoreinheit (siehe Katalog HV 200, Teil 12)

Übergangsstück 3/4" - 1/2"	950 00 008
T-Stück 1/2" - 1/2"	950 00 009
Kreuzstück 1/2" - 1/2"	950 00 010
T-Stück 3/4" - 3/4"	950 00 011
T-Stück 3/4" - 1/2"	950 00 012

Nachfüllvorrichtung für LN<sub>2</sub> (siehe Katalog HV 200, Teil 12)

## 3 Beschreibung

### 3.1 Refrigerator-Kryopumpen ohne LN<sub>2</sub>-Kühlung (siehe Abb. 1 und 2)

Bei diesen Kryopumpen werden Strahlungsschutz (4) mit Baffle (2) und die Kaltfläche (5) von einem 2stufigen Refrigerator gekühlt. Der Refrigerator arbeitet nach dem Gifford-McMahon-Prinzip. Er besteht aus Kaltkopf und Kompressoreinheit, die über zwei flexible

### Key to Figs. 1 and 2

- 1 High-vacuum connection flange
- 2 Baffle
- 3 Flange of the 2nd stage
- 4 Radiation shield
- 5 Cryopanel
- 6 Safety valve
- 7 Flange of the 1st stage
- 8 Hydrogen-filled vapour pressure thermometer
- 9 Electrical connection
- 10 Connections for He pressure tubing
- 11 Fore-vacuum connection port
- 12 Spring washer
- 13 Fastening screws M4x10 mm
- 14 Washers
- 15 Fastening screws M4x6 mm
- 16 Indium foil
- 17 Press-on disk
- 18 Indium disk
- 19 Press-on ring
- 20 Indium ring

### Required accessoires

(not included in standard specification, for assignment see Section 1).

RW 2 compressor unit	Cat. No. 891 96
FL 2 flexible pressure tubings	Cat. No. 891 86
RW 5 compressor unit	Cat. No. 891 99
FL 5 flexible pressure tubings	Cat. No. 891 87

### Options

Si diode for temperature control and measurement to order

H<sub>2</sub> vapour pressure thermometer with 2 set points for temperature control, measurement and process control to order

Automatic regeneration assembly with 2 electrical heaters, overheating protection and power supply for very short regeneration time to order

KRYOTRONIC SR 1 control unit for automatic operation of cryopumped vacuum systems Cat. No. 890 75

MC 1 electrical manifold control for independent operation of up to 3 cryopumps by one compressor unit Cat. No. 890 76

He gas manifold (tees and crosses) with screw-couplings to connect several refrigerator-cooled cryopumps to one compressor unit (see Catalogue HV 250, Section 12)

Adapter 3/4" / 1/2"	950 00 008
Tee 1/2" / 1/2"	950 00 009
Cross 1/2" / 1/2"	950 00 010
Tee 3/4" / 3/4"	950 00 011
Tee 3/4" / 1/2"	950 00 012

Refilling unit for LN<sub>2</sub> (see Catalogue HV 250, Section 12)

## 3 Description

### 3.1 Refrigerator-cooled cryopumps without LN<sub>2</sub> cooling (see Figs. 1 and 2)

With these cryopumps, radiation shield (4) with baffle (2) and cryopanel (5) are cooled by a two-stage refrigerator operating on the Gifford-McMahon principle. The refrigerator consists of cold head and compressor unit connected via two flexible pressure tubings.

### Légende des fig. 1 et 2

- 1 Bride vide poussé
- 2 Baffle
- 3 Bride 2ème étage
- 4 Ecran antirayonnement
- 5 Cryosurfaces
- 6 Soupape de sûreté
- 7 Bride 1er étage
- 8 Thermomètre à tension de vapeur de H<sub>2</sub>
- 9 Branchement courant
- 10 Branchement de la bonbonne d'hélium gaz
- 11 Bride vide primaire
- 12 Rondelle élastique
- 13 Vis M4x10 mm
- 14 Rondelles
- 15 Vis M4x6 mm
- 16 Feuille d'indium
- 17 Disque de pression
- 18 Disque d'indium
- 19 Anneau de pression
- 20 Anneau d'indium

### Accessoires

(à commander séparément; voir § 1)

Bloc compresseur RW 2	N° de cat. 891 96
Flexibles FL 2	N° de cat. 891 86
Bloc compresseur RW 5	N° de cat. 891 99
Flexibles FL 5	N° de cat. 891 87

### Options

Diode au silicium pour contrôle et mesure de la température sur demande

Thermomètre à tension de vapeur d'hydrogène avec 2 seuils, pour contrôle et mesure de la température et surveillance de processus sur demande

Régénérateur automatique avec 2 chauffages électriques, protection anti-surchauffe, bloc secteur, pour régénération rapide sur demande

Appareil de commande KRYOTRONIK SR1, pour commande automatique des pompes cryogéniques à cryogénérateur, montées dans un groupe de pompage N° de cat. 890 75

Commande électrique MC 1 pour distributeur, pour fonctionnement indépendant de 3 cryopompes avec un seul bloc compresseur N° de cat. 890 76

Distributeur d'hélium gazeux (T et croix) avec raccords vissés pour raccorder plusieurs pompes cryostatiques à cryogénérateur à un seul bloc compresseur (voir catalogue HV 254, section 12 - à paraître prochainement)

Pièce de raccordement	Réf.:
3/4" - 1/2"	950 00 008
T 1/2" - 1/2"	950 00 009
Croix 1/2" - 1/2"	950 00 010
T 3/4" - 3/4"	950 00 011
T 3/4" - 1/2"	950 00 012

Chargeur automatique pour LN<sub>2</sub> (voir catalogue HV 254, section 12 - à paraître prochainement).

## 3 Description

### 3.1 Pompes cryogéniques à cryogénérateur sans refroidisseur au LN<sub>2</sub> (fig. 1 et 2)

L'écran antirayonnement (4) avec baffle (2) et la cryosurface (5) sont refroidis par un cryogénérateur bi-étagé qui travaille selon le principe de Gifford-McMahon basé sur un cycle fermé d'hélium gazeux. La tête froide et le bloc compresseur sont reliés entre eux par



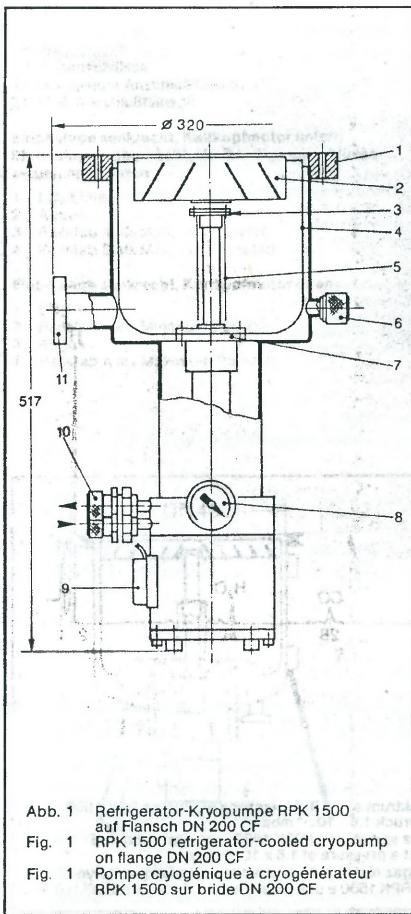


Abb. 1 Refrigerator-Kryopumpe RPK 1500 auf Flansch DN 200 CF  
 Fig. 1 RPK 1500 refrigerator-cooled cryopump on flange DN 200 CF  
 Fig. 1 Pompe cryogénique à cryogénérateur RPK 1500 sur bride DN 200 CF

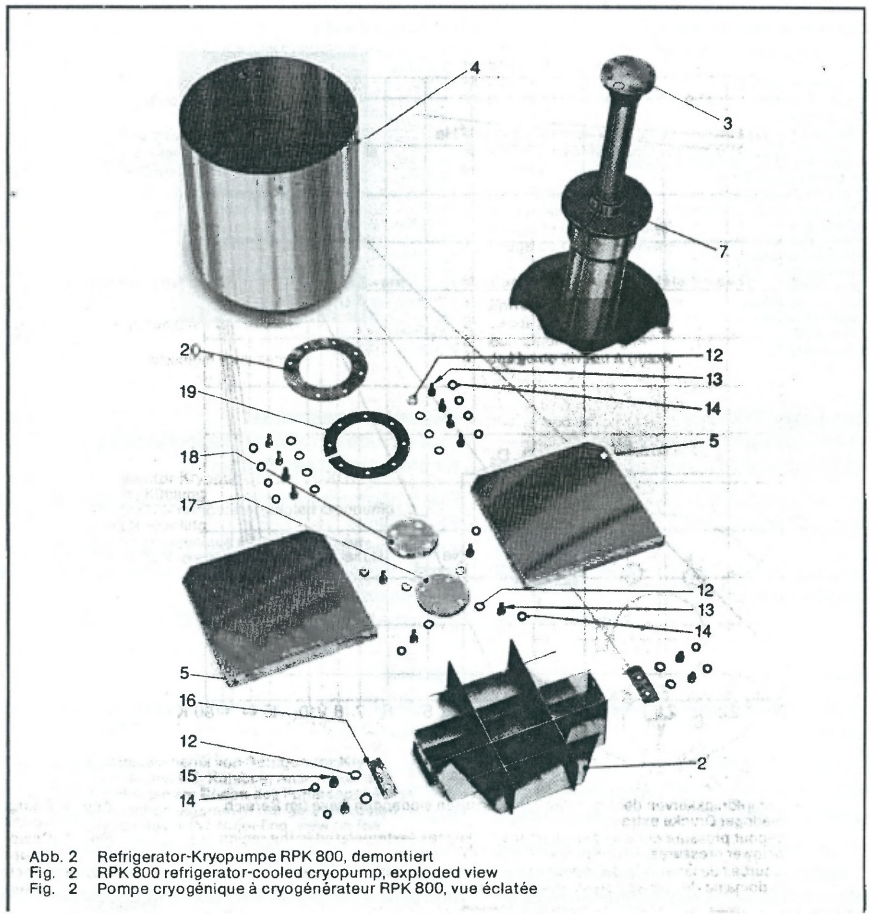


Abb. 2 Refrigerator-Kryopumpe RPK 800, demontiert  
 Fig. 2 RPK 800 refrigerator-cooled cryopump, exploded view  
 Fig. 2 Pompe cryogénique à cryogénérateur RPK 800, vue éclatée

Hochdruckleitungen miteinander verbunden sind. Als Arbeitsmedium dient gasförmiges Helium, das im geschlossenen Kreislauf vom Kompressor durch den Kaltkopf gefördert wird. Im Kaltkopf entspannt das Gas auf zwei verschiedene Temperaturen und kühlt dabei ab. Strahlungsschutz (4) mit Baffle (2) sind mit der 1. Stufe (7) kontaktiert, die Kaltfläche (5) mit der 2. Stufe (3).

Das Baffle ist streifen- oder plattenförmig ausgeführt und am Strahlungsschutz (4) befestigt. Wird die Pumpe ständig bei Drücken unter  $10^{-6}$  mbar betrieben und ist keine zusätzliche Wärmequelle im Vakuumbehälter vorhanden, kann das Baffle ausgebaut werden. Das effektive Saugvermögen erhöht sich dadurch um etwa 50%.

Der Strahlungsschutz (4) ist außen hochglanzvernickelt und innen mit einem Speziallack geschwärzt.

Die Kaltfläche (5) besteht aus zwei Platten, die parallel zueinander in geringem Abstand angeordnet sind. Die Außenflächen sind hochglänzend. Die einander gegenüberliegenden Innenflächen sind mit einem festen Adsorptionsmittel (Aktivkohle) belegt. Die Aktivkohle ist durch diese Anordnung weitgehend vor einer direkten Wärmestrahlung durch den Strahlungsschutz und das Baffle geschützt.

Die Betriebstemperatur der beiden Platten an der 2. Stufe ohne Gasbelastung liegt bei etwa 12 K. Sie wird mit einem Wasserstoff-Dampfdruck-Thermometer (8) (Anzeigebereich: 14 bis 27 K) gemessen, dessen Meß-

The refrigerator uses a closed helium gas cycle where the gas compressed by the compressor is expanded in the cold head to two different temperatures and thereby cooled. Radiation shield (4) and baffle (2) are in mechanical contact with the 1st stage (7), whereas the cryopanel (5) is in mechanical contact with the 2nd stage (3).

The baffle of parallel-screen or plate design is bolted to the radiation shield (4). If the pump is continuously operated below  $10^{-6}$  mbar and the vacuum chamber has no additional heat source, the baffle is unnecessary and may be removed. The effective pumping speed will then be increased by approx. 50%.

The radiation shield (4) is externally high-polish nickel-plated and blackened on the inside.

The cryopanel (5) consists of two plates arranged in parallel at a small distance. The outer surfaces are highly polished. The inner surfaces, facing each other, are covered with adsorbent (activated charcoal). By this arrangement the activated charcoal is largely protected from direct heat radiation by radiation shield and baffle.

The operating temperature of the two plates in the 2nd stage, without gas load, amounts to approx. 12 K. It is measured with a hydrogen-filled vapour pressure thermometer (8) (indication range: 14 to 27 K) whose sensing chamber is connected with the 2nd stage (3) of the cold head.

deux flexibles haute pression. Dans la tête froide, le gaz se détend à deux températures différentes, tout en refroidissant. L'écran antirayonnement (4) et le baffle (2) sont en contact mécanique avec le 1er étage (7), la cryosurface (5) avec le 2ème étage (3).

Le baffle à écrans parallèles ou à plateau est fixé à l'écran antirayonnement (4). Si la pompe travaille toujours à des pressions inférieures à  $10^{-6}$  mbar et que l'enceinte de vide n'a pas de source de chaleur additionnelle, on peut enlever le baffle. Le débit-volume effectif augmente alors d'environ 50%.

L'écran antirayonnement (4) est nickelé brillant à l'extérieur et noirci à un vernis spécial à l'intérieur.

La cryosurface (5) se compose de deux plateaux parallèles à peu de distance. Les surfaces extérieures sont brillantes. Les surfaces intérieures se faisant face sont couvertes d'adsorbant (charbon actif). Cette disposition protège dans une large mesure le charbon actif contre un dégagement direct de chaleur de l'écran antirayonnement et du baffle.

La température de régime des deux plateaux dans le 2ème étage non chargé en gaz est d'environ 12 K. On la mesure avec un thermomètre à tension de vapeur de  $H_2$  (8) (échelle 14 - 27 K) dont la chambre de mesure est reliée au 2ème étage (3) de la tête froide.

Dans les pompes cryogéniques à cryogénérateur, les gaz et vapeurs sont pompés par



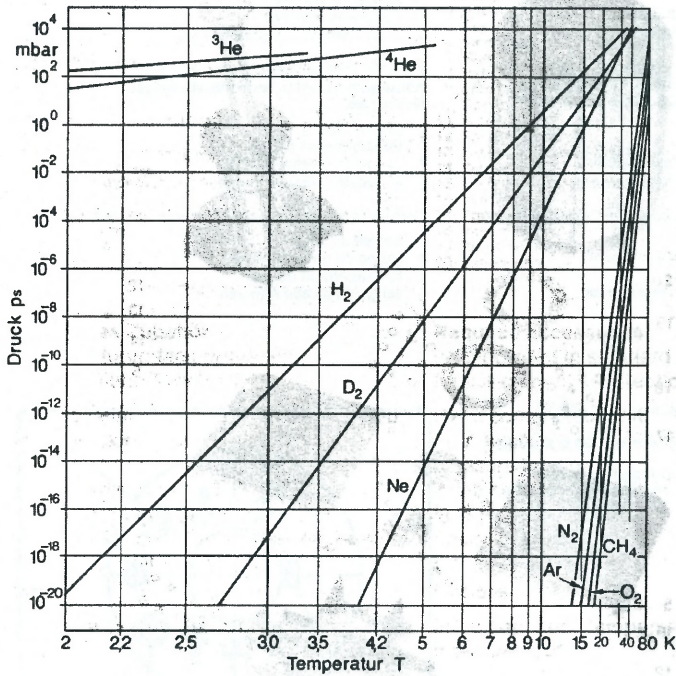


Abb. 3 Dampfdruckkurven der bei tiefen Temperaturen siedenden Gase (im Bereich niedriger Drücke extrapoliert)  
 Fig. 3 Vapour pressure curves of low boiling point gases (extrapolated in the region of lower pressures) -  $p_s$  = pressure; T = Temperature  
 Fig. 3 Courbes de la tension de vapeur de gaz à bas point d'ébullition (extrapolé dans le domaine des basses pressions) -  $p_s$  = Pression; T = Température

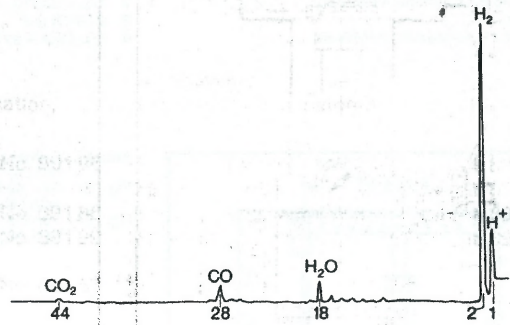


Abb. 4 Restgasspektrum einer Refrigerator-Kryopumpe RPK 1500 bei einem Druck  $1,6 \cdot 10^{-10}$  mbar  
 Fig. 4 Residual gas spectrum of RPK 1500 refrigerator-cooled cryopump at a pressure of  $1,6 \times 10^{-10}$  mbar  
 Fig. 4 Spectre de gaz résiduel d'une pompe cryogénique à cryogénérateur RPK 1500 à une pression de  $1,6 \cdot 10^{-10}$  mbar

kammer mit der 2. Stufe (3) des Kaltkopfes verbunden ist.

In Kryopumpen werden Gase und Dämpfe durch Kondensation und Adsorption gepumpt. Durch Kondensation werden bei einer Kaltflächentemperatur von 20 K alle Gase außer Helium, Neon und Wasserstoff gepumpt (siehe Abb. 3). Durch Sorption werden an der Aktivkohle Wasserstoff und Neon sowie in geringem Maße Helium gepumpt.

Kryopumpen arbeiten im Druckbereich von etwa  $10^{-3}$  mbar bis  $10^{-10}$  mbar mit einem nahezu konstanten Saugvermögen. Bei Drücken über  $5 \cdot 10^{-3}$  mbar wird die Wärmebelastung der Kaltfläche durch das Gas so groß, daß die Kaltfläche (5) nicht auf die notwendige Temperatur abgekühlt werden kann.

Der Enddruck  $p_{end}$  einer Kryo-Kondensations-Pumpe ergibt sich aus dem Sättigungsdampfdruck  $p_s$  des kondensierten Gases bei der Kaltflächentemperatur  $T_k$  unter Berücksichtigung der Apparate- und Gastemperatur T (die meistens der Zimmertemperatur entspricht, bei der auch die Druckmessung erfolgt) zu

$$p_{end} = p_s(T_k) \cdot \sqrt{\frac{T}{T_k}}$$

Wird das Gas überwiegend durch Kryosorption gepumpt, so ist bei gleicher Temperatur  $T_k$  des Sorptionsmittels der Enddruck  $p_{end}$  niedriger, da anstelle des Sättigungsdampfdruckes des kondensierten Gases ein um mehrere Zehnerpotenzen niedrigerer Dampfdruck des sorbierten Gases einzusetzen ist.

In refrigerated cryopumps, gases and vapours are pumped by condensation and adsorption. At a heat sink temperature of 20 K all gases except helium, neon and hydrogen are pumped by condensation. Hydrogen, neon and, to a small extent, helium are entrapped by adsorption on the activated charcoal.

Refrigerator-cooled cryopumps are operating in a pressure range between approx.  $10^{-3}$  mbar and  $10^{-10}$  mbar with nearly constant pumping speed. At pressures higher than  $5 \times 10^{-3}$  mbar the gas density, and hence the heat conduction, increases so that the capacity of the refrigerator becomes insufficient to cool down the pump.

The ultimate pressure  $p_{ult}$  of a cryo-condensation pump results from the saturation vapour pressure  $p_s$  of the condensed gas at the cryopanel temperature  $T_c$ , taking into account the system and gas temperature T (which in most cases corresponds to the room temperature at which also pressure measurement is made), giving

$$p_{ult} = p_s(T_c) \cdot \sqrt{\frac{T}{T_c}}$$

If the gas is mainly pumped by cryosorption, the ultimate pressure  $p_{ult}$  is lower - for the same temperature  $T_c$  of the adsorbent - as the vapour pressure of the adsorbed gas, lower by several powers of ten, must be substituted for the saturation vapour pressure of the condensed gas.

The effective pumping speed of a cryopump

condensation et adsorption. A une température de la cryosurface égale à 20 K, tous les gaz sauf l'hélium, le néon et l'hydrogène sont pompés par condensation (fig. 3). L'hydrogène, le néon et, dans une faible mesure, l'hélium sont captés par adsorption sur le charbon actif.

Les pompes cryogéniques à cryogénérateur travaillent dans le domaine d'env.  $10^{-3}$  mbar à  $10^{-10}$  mbar avec un débit pratiquement constant. A des pressions  $> 5 \cdot 10^{-3}$  mbar la densité de gaz, donc la conduction de chaleur, augmente, de sorte que la capacité du cryogénérateur ne suffit plus pour refroidir la pompe.

La pression limite  $p_{lim}$  est égale à :

$$p_s(T_k) \cdot \sqrt{\frac{T}{T_k}}$$

$p_s$  est la pression de vapeur de saturation du gaz condensé à

$T_k$  = la température de la cryosurface.

T est la température du système et du gaz (correspondant le plus souvent à la température ambiante à laquelle on mesure la pression).

Si le gaz est surtout pompé par cryosorption,  $p_{lim}$  est inférieure à température égale  $T_k$  de l'adsorbant, vu qu'on pose à la place de la pression de vapeur de saturation du gaz condensé, une pression de vapeur du gaz adsorbé inférieure de plusieurs puissances de dix.

Le débit-volume effectif d'une cryopompe en fonction de la pression de service p s'exprime:



**Erläuterungen zur Abb. 6**

- 6 Sicherheitsventil
- 8 Wasserstoff-Dampfdruck-Thermometer
- 10 Gasanschlüsse
- 11 Vorvakuum-Anschlußflansch
- 21 Meß-Anschlußflansch

Einbaulage senkrecht, Kaltkopfmotor unten;  
Einbaulage waagrecht, He-Druckgasanschlüsse  
zeigen nach unten

- 1 LN<sub>2</sub>-Einlaß
- 2 Abgas
- 3 Peilstab A als Minimum-Peilstab
- 4 Peilstab B als Maximum-Peilstab

Einbaulage senkrecht, Kaltkopfmotor oben

- 1 LN<sub>2</sub>-Einlaß
- 2 Peilstab B als Minimum-Peilstab
- 3 Abgas
- 4 Peilstab A als Maximum-Peilstab

**Key to Fig. 6**

- 6 Safety valve
- 8 Hydrogen-filled vapour pressure thermometer
- 10 Gas connections
- 11 Fore-vacuum connection port
- 21 Instrument lead connection

Vertical mounting position, cold-head motor  
downward; Horizontal mounting position, He gas  
pressure connections showing downward

- 1 LN<sub>2</sub> inlet
- 2 Boil-off gas tubulation
- 3 Dip stick A as minimum level sensor
- 4 Dip stick B as maximum level sensor

Vertical mounting position, cold-head motor upward

- 1 LN<sub>2</sub> inlet
- 2 Dip stick B as minimum level sensor
- 3 Boil-off gas
- 4 Dip stick A as maximum level sensor

**Légende de la fig. 6**

- 6 Soupape de sûreté
- 8 Thermomètre à tension de vapeur de H<sub>2</sub>
- 10 Branchement gaz
- 11 Bride vide primaire
- 21 Branchement câble de mesure

Montage vertical, moteur tête froide vers le bas;  
montage horizontal, raccords He dirigés  
vers le bas.

- 1 Entrée de LN<sub>2</sub>
- 2 Echappement de gaz
- 3 Jauge de niveau A (mini)
- 4 Jauge de niveau B (maxi)

Montage vertical, moteur tête froide vers le haut

- 1 Entrée de LN<sub>2</sub>
- 2 Jauge de niveau B (mini)
- 3 Echappement de gaz
- 4 Jauge de niveau A (maxi)

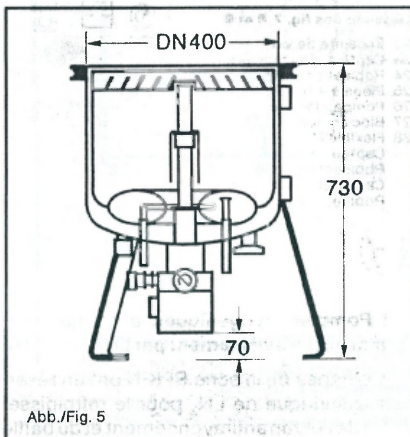


Abb. 5 Refrigerator-Kryopumpe RPK 5000 N  
mit LN<sub>2</sub>-Kühlung  
Fig. 5 RPK 5000 N refrigerator-cooled cryopump  
with LN<sub>2</sub>-cooling  
Fig. 5 Pompe cryogénique à cryogénérateur  
RPK 5000 N avec refroidissement par LN<sub>2</sub>,

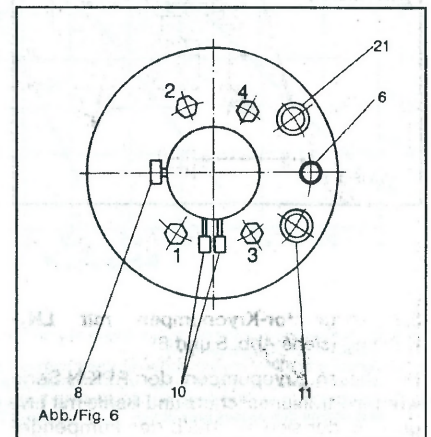


Abb. 6 Anschlußschema von Refrigerator-Kryo-  
pumpen mit LN<sub>2</sub> Kühlung; Ansicht auf die  
Anschlüsse am Boden des Pumpengehäuses  
Fig. 6 Connection diagram of refrigerator-cooled  
cryopumps with LN<sub>2</sub> cooling; view on the  
connections at the bottom of the pump body  
Fig. 6 Connexions d'une pompe cryogénique à  
cryogénérateur avec refroidissement par LN<sub>2</sub>;  
vue sur les raccords au fond du corps  
de pompe.

Das effektive Saugvermögen einer Kryopumpe in Abhängigkeit vom Arbeitsdruck p ist gegeben durch den Ausdruck

$$S_{\text{eff}} = S_{\text{Nenn}} \left(1 - \frac{p_{\text{end}}}{p}\right)$$

$S_{\text{Nenn}}$  = Nennsaugvermögen bei  $p \leq 10^{-4}$  mbar.

Hierbei ist die Wiederverdampfung des kondensierten bzw. sorbierten Gases berücksichtigt. Nur bei  $p \gg p_{\text{end}}$  erreicht  $S_{\text{eff}}$  seinen maximalen Wert.

Bei  $p = p_{\text{end}}$  ist  $S_{\text{eff}} = 0$ .

Der Enddruck von RPK-Pumpen in UHV-Ausführung mit Metall-Dichtungen nach Ausheizen der Apparatur wurde zu  $10^{-11}$  mbar bestimmt. Beim Ausheizen des Vakuumbehälters und der Kryopumpe ist darauf zu achten, daß die Temperatur an den Kältestufen des Kaltkopfes 70 °C nicht übersteigt (siehe Abschnitt 5.4).

RPK-Pumpen in Hochvakuum-Ausführung mit Elastomer-gedichteten Vakuumflanschen erreichen typische Enddrücke von etwa  $5 \cdot 10^{-10}$  mbar bis  $1 \cdot 10^{-8}$  mbar, abhängig von der Gasabgabe im Vakuumbehälter.

Diese Enddrücke gelten sowohl für die Kondensation (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Kohlenwasserstoffe, H<sub>2</sub>O) als auch für die Adsorption (H<sub>2</sub>, Ne, He) gaspumpter Gase.

Besonders hervorzuheben ist bei allen Refrigerator-Kryopumpen die Kohlenwasserstofffreiheit des Restgases. Abb. 4 zeigt das Restgasspektrum der RPK 1500 bei einem Druck von  $1,6 \cdot 10^{-10}$  mbar.

as a function of the working pressure p is given by the equation:

$$S_{\text{eff}} = S_{\text{nom}} \left(1 - \frac{p_{\text{ult}}}{p}\right)$$

where  $S_{\text{nom}}$  = nominal pumping speed at  $p \leq 10^{-4}$  mbar.

Here, the re-evaporation of the condensed or adsorbed gas respectively has been taken into account. Only at  $p \gg p_{\text{ult}}$  does  $S_{\text{eff}}$  reach its maximum value.

With  $p = p_{\text{ult}}$ ,  $S_{\text{eff}} = 0$ .

In RPK pumps, UHV design with metal gaskets, the ultimate pressure achieved after baking out the system was  $10^{-11}$  mbar. When baking out vacuum chamber and cryopump, make sure that the temperature in the refrigerating stages of the cold head does not exceed 70 °C (see Section 5.4).

RPK pumps of high-vacuum design with elastomer-sealed vacuum flanges achieve typical ultimate pressures between approx.  $5 \times 10^{-10}$  mbar and  $1 \times 10^{-8}$  mbar, depending upon the outgassing in the vacuum chamber. These ultimate pressures apply for cryocondensation (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, hydrocarbons, H<sub>2</sub>O) as well as for cryosorption (H<sub>2</sub>, Ne, He).

A special feature of all refrigerator-cooled cryopumps is the fact that the residual gas is free from hydrocarbons. Fig. 4 shows a residual gas spectrum of the RPK 1500 at a pressure of  $1,6 \times 10^{-10}$  mbar.

$$S_{\text{eff}} = S_{\text{nom}} \left(1 - \frac{p_{\text{lim}}}{p}\right)$$

$S_{\text{nom}}$  = débit nominal pour  $p \leq 10^{-4}$  mbar, tenant compte de la ré-évaporation du gaz condensé ou adsorbé. Seulement à  $p \gg p_{\text{lim}}$ ,  $S_{\text{eff}}$  atteint sa valeur maxi.

A  $p = p_{\text{lim}}$ ,  $S_{\text{eff}} = 0$ .

Dans les pompes RPK pour ultra-vide, avec joints métalliques, la pression limite après évacuation du système est de  $10^{-11}$  mbar. En évacuant l'enceinte et la cryopumpe veillez à ce que la température des étages de refroidissement de la tête froide ne dépasse pas 70 °C (voir 5.4).

Les pompes RPK pour vide poussé, avec joints élastomères aux brides à vide, atteignent des pressions limites typiques d'env.  $5 \cdot 10^{-10}$  mbar à  $1 \cdot 10^{-8}$  mbar, en fonction de la désorption de gaz dans l'enceinte de vide.

Ces pressions limites sont valables tant pour la cryocondensation (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, hydrocarbures, H<sub>2</sub>O) que pour la cryosorption (H<sub>2</sub>, Ne, He).

Un des principaux avantages des pompes cryogéniques à cryogénérateur est que le gaz résiduel est exempt d'hydrocarbures. La fig. 4 montre le spectre de gaz résiduel de la RPK 1500 à une pression de  $1,6 \cdot 10^{-10}$  mbar.



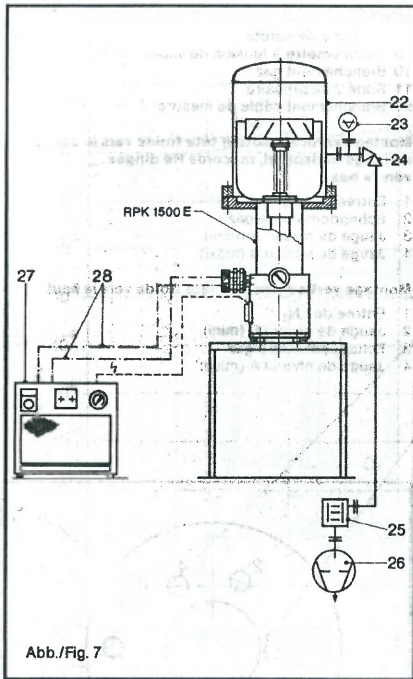


Abb. 7 Anschluß einer Einbau-Kryopumpe (RPK-E-Serie)  
 Fig. 7 Connecting a build-in cryopump (RPK-E series)  
 Fig. 7 Raccordement d'une cryopumpe incorporée (série RPK-E)

**Erläuterungen zu den Abb. 7, 8 und 9**

- 22 Vakuumbehälter
- 23 Vorvakuum-Meßröhre
- 24 Vorpumpenventil
- 25 Feinvakuum-Adsorptionsfalle
- 26 Vorvakuumpumpe
- 27 Kompressoreinheit
- 28 Helium-Druckgasleitung
- 29 Vorvakuum-Meßröhre
- 30 Vorpumpenventil
- 31 Vorpumpleitung
- 32 Hochvakuumventil

**Key to Figs. 7, 8 and 9**

- 22 Vacuum chamber
- 23 Forevacuum gauge head
- 24 Roughing valve
- 25 Foreline sorption trap
- 26 Roughing pump
- 27 Compressor unit
- 28 He gas pressure line
- 29 Forevacuum gauge head
- 30 Forevacuum valve
- 31 Roughing line
- 32 High-vacuum valve

**Légende des fig. 7, 8 et 9**

- 22 Enceinte de vide
- 23 Capteur vide primaire
- 24 Robinet primaire
- 25 Piège à adsorption pour vide moyen
- 26 Pompe primaire
- 27 Bloc compresseur
- 28 Flexible He
- 29 Capteur vide primaire
- 30 Robinet primaire
- 31 Canalisations primaire
- 32 Robinet vide poussé

**3.2 Refrigerator-Kryopumpen mit LN<sub>2</sub>-Kühlung (siehe Abb. 5 und 6)**

Bei diesen Kryopumpen der RPK-N-Serie werden Strahlungsschutz und Baffle mit LN<sub>2</sub> gekühlt, der sich innerhalb des Pumpengehäuses in einem Ringtank (Volumen ca. 7 l bei den Typen RPK 5000 N und RPK 10 000 N) befindet.

Der Füllstand wird über einen Minimum- und einen Maximum-Peilstab mit Pt 100-Fühlern gemessen. Die Kühlung des Strahlungsschutzes und des Baffles erfolgt durch Wärmeleitung.

Die für Refrigerator-Kryopumpen ohne LN<sub>2</sub>-Kühlung vorstehende Beschreibung gilt sinngemäß auch für Pumpen mit LN<sub>2</sub>-Kühlung.

**3.2 Refrigerator-cooled cryopumps with LN<sub>2</sub> cooling (see Figs. 5 and 6)**

These cryopumps, series RPK-N, have an incorporated ring-shaped LN<sub>2</sub> reservoir for radiation shield and baffle cooling (volume approx. 7 ltr. for models RPK 5000 N and RPK 10 000 N).

The filling level is measured by two dip sticks with maximum and minimum PT 100 level sensors. Cooling of radiation shield and baffle is by heat conduction.

The operating principle of refrigerator-cooled cryopumps with LN<sub>2</sub> cooling is basically the same as for refrigerator-cooled cryopumps without LN<sub>2</sub> cooling, described under 3.1.

**3.2 Pompes cryogéniques à cryogénérateur avec refroidissement par LN<sub>2</sub> (fig. 5 et 6)**

Les pompes de la série RPK-N ont un réservoir cylindrique de LN<sub>2</sub> pour le refroidissement de l'écran antirayonnement et du baffle (volume env. 7 l pour les modèles RPK 5000 N et RPK 10 000 N).

Le niveau de remplissage se mesure au moyen de jauges mini et maxi avec sondes Pt 100. Le refroidissement de l'écran antirayonnement et du baffle se fait par conduction thermique.

Le principe des cryopompes avec refroidissement par LN<sub>2</sub> est analogue à celui des cryopompes sans refroidissement par LN<sub>2</sub> décrit sous 3.1.

**4 Inbetriebnahme**

**4.1 Anschluß der Refrigerator-Kryopumpen**

Alle Refrigerator-Kryopumpen können in beliebiger Einbaulage betrieben werden. Das gilt auch für Kryopumpen mit LN<sub>2</sub>-Kühlung. Die Abbildungen 7, 8 und 9 zeigen hierfür einige Beispiele.

**4 Initial Operation**

**4.1 Connecting the refrigerator-cooled cryopumps**

All refrigerator-cooled cryopumps can be operated in any desired mounting position. This also applies to cryopumps with LN<sub>2</sub> cooling. Some examples are shown in Figs. 7, 8 and 9.

**4 Mise en service**

**4.1 Raccordement des pompes cryogéniques à cryogénérateur**

La position de montage des pompes cryogéniques à cryogénérateur, y compris avec refroidissement LN<sub>2</sub>, est indifférente. Quelques exemples sont illustrés en fig. 7, 8 et 9.

**4.1.1 Einbauausführung (siehe Abb. 7)**

Bei der Einbauausführung ist die Pumpe direkt im Vakuumbehälter (22) installiert. Diese Anordnung empfiehlt sich, wenn das Regenerieren der Pumpe problemlos über den Vakuumbehälter vorgenommen werden kann. Das ist meistens bei Langzeitexperimenten der Fall, die bei niedrigen Drücken mit geringer Gasbelastung durchgeführt werden. Da die gesamte Außenfläche des Strahlungsschutzes als Kondensationsfläche für Wasserdampf dient, ist das effektive Saugvermögen hierfür entsprechend hoch.

**4.1.1 Build-in design (see Fig. 7)**

RPK cryopumps of build-in (open type) design are installed directly in the vacuum chamber (22). This arrangement is advisable when regeneration of the pump can be made without problem via the vacuum chamber. This will mostly be the case in long-term experiments carried out at low pressures with small gas load. As the total outer surface of the radiation shield serves as condensation surface for water vapour, the effective pumping speed for this will be correspondingly high.

**4.1.1 Cryopompe incorporée (fig. 7)**

La pompe est installée directement dans l'enceinte de vide (22). Cet agencement est conseillé quand on peut régénérer la pompe sans problème par l'enceinte. C'est le plus souvent le cas dans des expériences de longue durée à basses pressions avec une faible charge en gaz. Toute la surface extérieure de l'écran antirayonnement sert de surface de condensation pour la vapeur d'eau, dont le débit effectif est donc élevé.



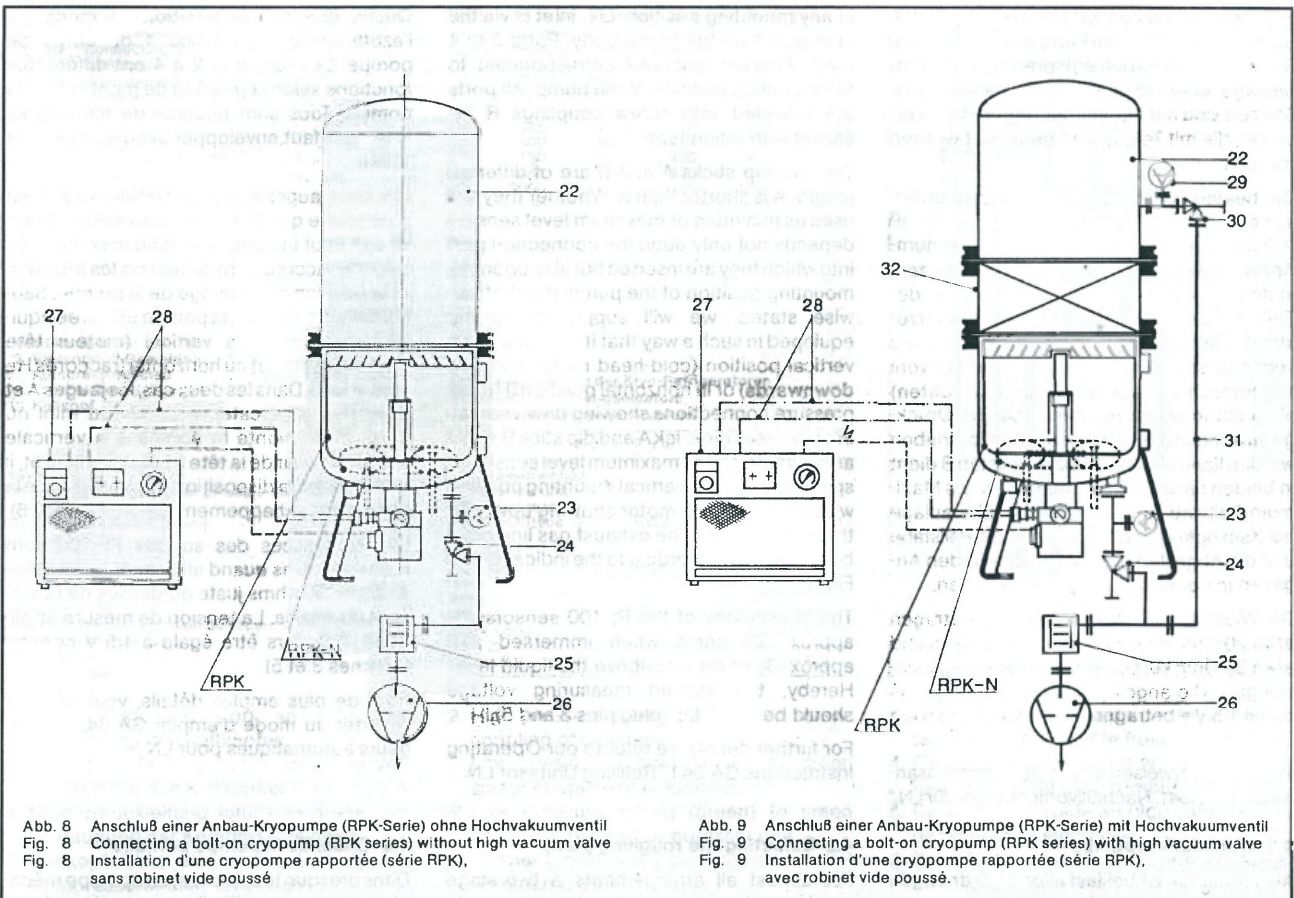


Abb. 8 Anschluß einer Anbau-Kryopumpe (RPK-Serie) ohne Hochvakuumventil  
 Fig. 8 Connecting a bolt-on cryopump (RPK series) without high vacuum valve  
 Fig. 8 Installation d'une cryopompe rattachée (série RPK), sans robinet vide poussé

Abb. 9 Anschluß einer Anbau-Kryopumpe (RPK-Serie) mit Hochvakuumventil  
 Fig. 9 Connecting a bolt-on cryopump (RPK series) with high vacuum valve  
 Fig. 9 Installation d'une cryopompe rattachée (série RPK), avec robinet vide poussé.

**4.1.2 Anbauausführung**  
(siehe Abb. 8)

Die Abb. 8 zeigt eine ähnliche Anordnung für eine Pumpe in Anbauausführung. Sofern der Anschlußstutzen nicht zu lang ist, steht im Vakuumbehälter (22) nahezu das maximale Saugvermögen der Pumpe zur Verfügung. Bezüglich der Verwendung dieser Anordnung gilt das gleiche wie für die Einbauausführung.

**4.1.2 Bolt-on design**  
(see Fig. 8)

Fig. 8 shows a similar arrangement for a pump of bolt-on (closed type) design. Provided the connection nozzle is not too long, the maximum pumping speed of the pump will virtually be available in the vacuum chamber (22). As regards the use of the arrangement, the same applies for bolt-on pumps as for build-on pumps.

**4.1.2 Cryopompe rattachée (boulonnée)**  
(fig. 8)

La fig. 8 représente une pompe rattachée, agencée de façon similaire. Si la tubulure de raccordement n'est pas trop longue, le débit-volume maxi de la pompe sera pratiquement disponible dans l'enceinte (22). Même utilisation que sous 4.1.1.

**4.1.3 Anbauausführung mit Hochvakuumventil**  
(siehe Abb. 9)

Für einen Chargenbetrieb mit häufiger Belüftung des Vakuumbehälters (22) ist die Anordnung nach Abb. 9 vorteilhaft. Hier sind Vakuumbehälter (22) und Pumpe durch ein Hochvakuumventil (32) voneinander getrennt. Die Pumpe kann unabhängig vom Vakuumbehälter (22) in Betrieb genommen oder regeneriert werden.

**4.1.3 Bolt-on design with high vacuum valve**  
(see Fig. 9)

For cycle operation with frequent venting of the vacuum chamber (22) the arrangement as shown in Fig. 9 is of advantage where vacuum chamber (22) and pump are isolated by a high vacuum valve (32). The pump can be started or regenerated independently of the vacuum chamber (22).

**4.1.3 Cryopompe rattachée avec robinet vide poussé**  
(fig. 9)

Pour des cycles intermittents nécessitant une mise à l'air fréquente de l'enceinte de vide (22), nous recommandons l'agencement fig. 9. L'enceinte (22) et la pompe sont séparées par un robinet vide poussé (32). On peut faire démarrer ou régénérer la pompe indépendamment de l'enceinte (22).

Das bei der Regenerierung freiwerdende Gas wird über eine separate Leitung von der Vorvakuumpumpe (26) abgepumpt, so daß es nicht in den Vakuumbehälter (22) gelangen kann.

The gas freed during regeneration is pumped off via a separate line by means of the forevacuum pump (26) so that it cannot enter the vacuum chamber (22).

Le gaz libéré pendant la régénération est pompé par une conduite séparée au moyen de la pompe primaire (26) afin de l'empêcher d'arriver dans l'enceinte (22).

**4.1.4 Refrigerator-Kryopumpen mit LN<sub>2</sub>-Kühlung**  
(siehe Abb. 6)

Bei waagrechttem Einbau der Pumpe müssen die He-Druckgasanschlüsse (10) senkrecht nach unten zeigen.

**4.1.4 Refrigerator-cooled cryopumps with LN<sub>2</sub> cooling**  
(see Fig. 6)

When mounting the pump in horizontal position, the He gas pressure tubings (10) should show vertically downward.

**4.1.4 Pompes cryogéniques à cryogénérateur avec refroidissement par LN<sub>2</sub>**  
(fig. 6)

Si on monte la pompe horizontalement, les raccords He (10) doivent être dirigés verticalement vers le bas.

Beim Anschluß der LN<sub>2</sub>-Versorgung ist folgendes zu beachten:

When connecting the LN<sub>2</sub> supply, observe the following:

Branchement de l'azote liquide:



In jeder Einbaulage erfolgt der LN<sub>2</sub>-Einlaß über den Stutzen 1 am Pumpengehäuse. Die Stutzen 2 bis 4 haben entsprechend der Einbaulage unterschiedliche Funktionen. Alle Stutzen sind mit Verschraubungen R 3/8" versehen, die mit Teflonband gedichtet werden müssen.

Die beiden Peilstäbe A und B haben unterschiedliche Länge: A ist kürzer als B. Ob die Peilstäbe als Minimum- oder als Maximum-Anzeiger dienen, hängt sowohl vom Stutzen, in dem sie eingesetzt sind, als auch von der Einbaulage der Pumpe ab. Im Auslieferungszustand sind die Stutzen, wenn nicht anders vermerkt, so bestückt, daß die Pumpe sowohl in senkrechter Lage (Kaltkopfmotor unten) als auch in waagerechter Lage (He-Druckgasanschlüsse zeigen nach unten) betrieben werden kann. Peilstab A bzw. Peilstab B dient in beiden Fällen als Minimum- bzw. als Maximum-Peilstab. Bei senkrechter Einbaulage mit Kaltkopfmotor oben müssen die Peilstäbe und die Abgasleitung entsprechend den Angaben in der Abb. 6 umgesetzt werden.

Die Widerstände der Pt 100-Fühler betragen etwa 20 Ohm im eingetauchten Zustand und etwa 30 Ohm kurz oberhalb des Flüssigkeitsspiegels. Die angelegte Meßspannung muß dabei 1,5 V= betragen (Kontakte 3 und 5 am Stecker).

Im übrigen verweisen wir auf die Gebrauchsanweisung GA 341 „Nachfüllvorrichtungen für LN<sub>2</sub>“.

#### 4.2 Wahl der Vorpumpe

Als Vorpumpe ist bei fast allen Anordnungen eine zweistufige mechanische Pumpe ausreichend. Für einen möglichst kohlenwasserstofffreien Betrieb ist zwischen der Vorpumpe und der Kryopumpe bzw. dem Vakuumbehälter eine Feinvakuum-Adsorptionsfalle zu schalten, deren Adsorptionsmittel (Molekularsieve – Zeolith – oder Aktivtonerden) Öldämpfe aus der Vorpumpe sowohl von der Kryopumpe als auch vom Vakuumbehälter fernhalten.

Die Größe der Vorpumpe richtet sich nach der Größe des Vakuumbehälters und nach der gewünschten Auspumpzeit. Eine TRIVAC Pumpe (16 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup> Saugvermögen) ist bei kleinen Vakuumbehältern und Kryopumpen (RPK 800 bis RPK 3500) im allgemeinen ausreichend. Ab RPK 5000 sollte eine TRIVAC Pumpe (30 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup> Saugvermögen) als Vorpumpe benutzt werden.

Bei großem Volumen von Kryopumpe und Hochvakuumventil (32), welche für UHV-Anlagen bestimmt sind, sollte für kurze Auspumpzeiten eine Vorpumpenkombination (zweistufige Pumpe und Turbo-Molekularpumpe) mit einem Enddruck p<sub>e</sub> < 10<sup>-4</sup> mbar gewählt werden.

#### 4.3 Anschluß der Kryopumpe an die Kompressoreinheit (siehe Abb. 10)

Kompressoreinheit, Kaltkopf und die flexiblen Druckleitungen sind im Werk mit Helium auf den erforderlichen Betriebsdruck gefüllt worden. Vergleichen Sie die Druckanzeige an der Kompressoreinheit mit den Angaben im Abschnitt 1. Bei Übereinstimmung können die Verbindungen nach dem Schema in Abb. 10 unter Beachtung der hier angegebenen Reihenfolge hergestellt werden.

1. Hochdruckleitung (rot) an rote Verschraubung der Kompressoreinheit

In any mounting position, LN<sub>2</sub> inlet is via the inlet port 1 on the pump body. Ports 2 to 4 have different functions corresponding to the mounting position of the pump. All ports are provided with screw couplings R 3/8" sealed with teflon tape.

The two dip sticks A and B are of different length: A is shorter than B. Whether they are used as minimum or maximum level sensors depends not only upon the connection port into which they are inserted but also upon the mounting position of the pump. If not otherwise stated, we will supply the pump equipped in such a way that it can be used in vertical position (cold-head motor showing downwards) or in horizontal position (He gas pressure connections showing downwards). In both cases dip stick A and dip stick B serve as minimum and as maximum level sensor respectively. For the vertical mounting position with the cold-head motor showing upwards, the dip sticks and the exhaust gas line must be rearranged according to the indications in Fig. 6.

The resistances of the Pt 100 sensors are approx. 20 ohms when immersed and approx. 30 ohms just above the liquid level. Hereby, the applied measuring voltage should be 1.5 V d.c. (plug pins 3 and 5).

For further details we refer to our Operating Instructions GA 341 "Refilling Units for LN<sub>2</sub>".

#### 4.2 Selecting the roughing pump

For almost all arrangements a two-stage mechanical pump will be an adequate roughing pump. To achieve a widely hydrocarbon-free operation, a foreline sorption trap should be inserted between roughing pump and cryopump or vacuum chamber respectively whose adsorbent (molecular sieves – zeolite – or activated alumina) will prevent oil vapours from the roughing pump from entering the cryopump or the vacuum chamber.

The size of the backing pump depends on the size of the vacuum chamber and on the required pump-down time. Generally, a TRIVAC pump (16 m<sup>3</sup>/h pumping speed) will be sufficient for small vacuum chambers and cryopumps (RPK 800 to RPK 3500). From RPK 5000 a TRIVAC pump (30 m<sup>3</sup>/h pumping speed) should be used as roughing pump.

With large volumes of cryopump and high-vacuum valve (32), which are intended for UHV systems, a roughing-pump combination (two-stage pump and turbomolecular pump) with an ultimate pressure of p<sub>ult</sub> < 10<sup>-4</sup> mbar should be selected in order to achieve short pump-down times.

#### 4.3 Connecting the cryopump to the compressor unit (see Fig. 10)

Compressor unit, cold head and flexible pressure tubings were helium-filled in our factory up to the required operating pressure. Please compare the pressures indicated on the compressor unit with the data in Section 1. If they are in agreement, the connections can be made according to Fig. 10 observing the sequence given hereafter:

1. High pressure tubing (red) to red screw-coupling of compressor unit.

Quelle que soit la position de montage, l'azote entre par l'orifice 1 du corps de pompe. Les raccords 2 à 4 ont différentes fonctions selon la position de montage de la pompe. Tous sont pourvus de taraudages R 3/8" qu'il faut envelopper avec du ruban de téflon.

Les deux jauges A et B sont différentes: A est plus courte que B. Toutes deux peuvent servir soit pour indiquer le niveau maxi ou mini, selon le raccord dans lequel on les introduit et la position de montage de la pompe. Sauf indication contraire, la pompe est livrée équipée pour montage vertical (moteur tête froide vers le bas) ou horizontal (raccords He vers le bas). Dans les deux cas, les jauges A et B servent d'indicateurs de niveau mini ou maxi. Si on monte la pompe à la verticale avec le moteur de la tête froide vers le haut, il faut changer la disposition des jauges et de la conduite d'échappement de gaz (voir fig. 6).

Les résistances des sondes Pt 100 sont d'env. 20 ohms quand elles sont immergées et d'env. 30 ohms juste au-dessus de la surface du liquide. La tension de mesure appliquée doit alors être égale à 1,5 V continu (broches 3 et 5).

Pour de plus amples détails, veuillez vous reporter au mode d'emploi GA 341 »Chargeurs automatiques pour LN<sub>2</sub>«.

#### 4.2 Choix de la pompe primaire

Dans presque tous les cas, une pompe mécanique biétagée suffit. Pour garantir un fonctionnement quasi exempt d'hydrocarbures, il faut intercaler entre la pompe primaire et la cryopumpe ou l'enceinte de vide un piège à adsorption pour vide moyen dont l'adsorbant (tamis moléculaire, zéolithe ou alumines activées) empêche les vapeurs d'huile de la pompe primaire d'entrer dans la cryopumpe ou l'enceinte de vide.

La taille de la pompe primaire dépend du volume de l'enceinte de vide et du temps de pompage désiré. En général, une TRIVAC (débit-volume 16 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>) suffit pour de petites enceintes et cryopompes (RPK 800 à RPK 3500). A partir de RPK 5000, on utilisera une TRIVAC avec un débit-volume de 30 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>.

Pour les cryopompes et robinets vide poussé (32) plus importants, destinées à l'ultra-vide, on choisira en vue de brefs temps de pompage une combinaison primaire (pompe biétagée et turbomoléculaire) avec une pression limite p<sub>lim</sub> < 10<sup>-4</sup> mbar.

#### 4.3 Raccordement de la cryopumpe au bloc compresseur (fig. 10)

Le bloc compresseur, la tête froide et les flexibles sont remplis en usine d'hélium à la pression de service requise. Comparer la pression indiquée sur le bloc compresseur à la valeur donnée au § 1. Si les deux valeurs coïncident on peut effectuer les branchements (schéma fig. 10) dans l'ordre suivant:

1. Flexible haute pression (rouge) au raccord taraudé rouge du bloc compresseur
2. Flexible haute pression (rouge) au raccord taraudé rouge de la tête froide.



- Abb. 10 Anschluß des Kaltkopfes an die Kompressoreinheit  
 Fig. 10 Connecting the cold head to the compressor unit  
 Fig. 10 Branchement de la tête froide au bloc compresseur

**Erläuterungen zur Abb. 10**

- 8 Wasserstoff-Dampfdruck-Thermometer  
 27 Kompressoreinheit  
 28 Flexible Druckleitungen  
 33 Kaltkopf

**Key to Fig. 10**

- 8 Hydrogen-filled vapour pressure thermometer  
 27 Compressor unit  
 28 Flexible pressure tubing  
 33 Cold head

**Légende de la fig. 10**

- 8 Thermomètre à tension de vapeur d'hydrogène  
 27 Bloc compresseur  
 28 Flexibles  
 33 Tête froide

- Hochdruckleitung (rot) an rote Verschraubung des Kaltkopfes
- Niederdruckleitung (grün) an grüne Verschraubung des Kaltkopfes
- Niederdruckleitung (grün) an grüne Verschraubung der Kompressoreinheit
- Kaltkopf über elektrische Leitung mit Kompressoreinheit verbinden
- Kühlwasserleitung (Zu- und Ablauf) an Kompressoreinheit anschließen

Danach sollte das Manometer an der Kompressoreinheit 16 — 1 bar anzeigen. Ist der Druck höher, so muß etwas Heliumgas durch vorsichtiges Öffnen des Helium-Nachfüllventils an der Kompressoreinheit abgelassen werden (vorher Verschlussstopfen am Nachfüllanschluß etwas lösen, anschließend wieder festdrehen).

Ist der Druck niedriger als 15 bar, so kann das zur Folge haben, daß sich wegen der geringeren Kälteleistung des Refrigerators die Abkühlzeit der Kryopumpe verlängert bzw. daß die Kryopumpe ihre Betriebstemperatur nicht erreicht. In diesem Fall muß Helium nachgefüllt werden (siehe GA 770 Kryo-Refrigeratoren).

Nach dem Anschluß des Kühlwassers ist die Kryopumpe einsatzbereit.

**4.4 Abkühlen der Kryopumpe**

**4.4.1 Einbau- und Anbauausführung ohne Hochvakuumventil (siehe Abb. 8)**

Die Kryopumpe kann erst in Betrieb genommen werden, wenn der Vakuumbehälter mit der Vorpumpe auf den sogenannten Startdruck  $p_{st}$  vorevakuuiert worden ist. Bei einem Volumen von Kryopumpe (Gehäuse) und Vakuumbehälter von  $V \geq 20$  l sollte  $p_{st} \leq 5 \cdot 10^{-3}$  mbar sein. Bei kleineren Volumina, z. B. bei Anbaupumpen, die über ein Hochvakuumventil vom Vakuumbehälter getrennt sind, gilt als Richtwert  $p_{st} \cdot V \leq 0,1$  mbar · l.

Hierbei ist für V das Volumen (in l) des Pumpengehäuses einzusetzen.

**Maßtabelle zu den Kryo-Refrigeratoren (in mm)  
 Dimensions of Cryogenerators  
 Cotes (en mm) des cryogénérateurs**

	R 210	R 330	R 580	R 1040	R 20
a					
b					
c					
d					
e					

**Zusammenstellung der Kryo-Refrigeratoren  
 Combination of Cryogenerators  
 Equipement des cryogénérateurs**

	R 210	R 330	R 580	R 1040	R 20
Kompressoreinheit Compressor unit Bloc compresseur	RW 2	RW 2	RW 5	RW 5	RW 2
Typ/Model/type Kaltkopf Cold head Tête froide	RG 210	RG 580	RG 580	RG 1040	RG 30
Flexible Druckleitungen (2 Stück) Flexible tubing (set of 2) Flexibles (2x)	FL 2	FL 2	FL 5	FL 5	FL 2

- High pressure tubing (red) to red screw-coupling of cold head.
- Low pressure tubing (green) to green screw-coupling of cold head.
- Low pressure tubing (green) to green screw-coupling of compressor unit.
- Connect cold head to compressor unit via electric lead.
- Connect cooling-water lines (inlet and outlet) to compressor unit.

The manometer on the compressor unit should then indicate 16 — 1 bar. If the pressure is higher, let off some He gas by carefully opening the helium refilling valve on the compressor unit (prior to that slightly loosen the sealing plug on the refilling connection, afterwards retighten it).

If the pressure is lower than 15 bar, the cool-down time of the cryopump may lengthen or the cryopump not reach its operating temperature, due to the reduced refrigerating capacity of the cryopump. In that case refill helium (see Operating Instructions GA 770 Refrigerators).

After connecting the cooling-water supply, the cryopump is ready to operate.

**4.4 Cooling down the cryopump**

**4.4.1 Installation and bolt-on without high-vacuum valve (see Fig. 8)**

The cryopump cannot be started before having pre-evacuated the vacuum chamber to the so-called starting pressure  $p_{st}$  by means of the roughing pump. With a volume of cryopump (body) plus vacuum chamber of  $V \geq 20$  ltr,  $p_{st}$  should be  $\leq 5 \times 10^{-3}$  mbar. With smaller volumes, e.g. with bolt-on pumps, which are isolated from the vacuum chamber via a high vacuum valve, the approximate value is  $p_{st} \cdot V \leq 0.1$  mbar ltr.

Here, the volume (in ltr.) of the pump body must be inserted for V.

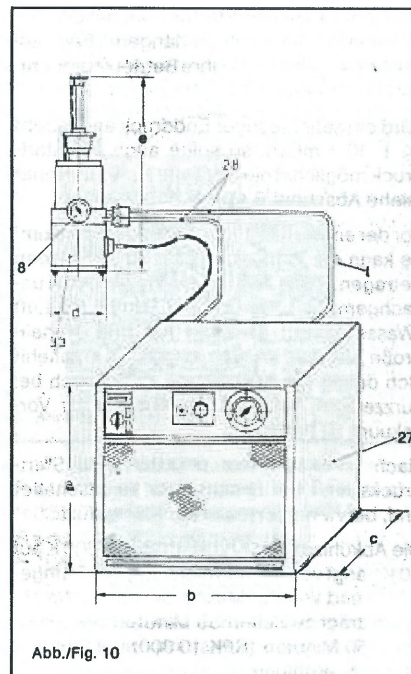


Abb./Fig. 10

- Flexible basse pression (vert) au raccord taraudé vert de la tête froide.
- Flexible basse pression (vert) au raccord taraudé vert du bloc compresseur.
- Relier la tête froide au bloc compresseur par le cordon électrique.
- Brancher la conduite d'eau (arrivée/sortie) au bloc compresseur.

Le manomètre du bloc compresseur doit alors indiquer 16 — 1 bar. Si la pression est plus élevée, ouvrir prudemment le robinet de remplissage d'hélium du bloc compresseur et laisser échapper un peu d'hélium (on desserrera légèrement auparavant la tige du raccord de remplissage, puis on la resserre).

Si la pression est inférieure à 15 bar, le temps de mise en froid de la cryopompe risque de se prolonger à cause de la réduction de puissance frigorifique du cryogénérateur ou bien la cryopompe risque de ne pas atteindre sa température de régime. Dans ce cas, il faut rajouter de l'hélium (voir mode d'emploi GA 770 »Cryogénérateurs«).

Après branchement de l'eau de refroidissement, la cryopompe est prête.

**4.4 Refroidissement de la cryopompe**

**4.4.1 Cryopompes incorporée et rapportée sans robinet vide poussé (fig. 8)**

La cryopompe ne peut être mise en service que si l'enceinte de vide a été préévacuée à la pression d'amorçage  $p_{st}$  au moyen de la pompe primaire. Pour un volume cryopompe (corps) et enceinte de vide  $V \geq 20$  l,  $p_{st}$  doit être  $\leq 5 \cdot 10^{-3}$  mbar. Pour de plus petits volumes (exemple: pompes rapportées séparées de l'enceinte par un robinet vide poussé), la valeur de  $p_{st}$  est évaluée à:  $p_{st} \cdot V \leq 0,1$  mbar · l.

Ici, il faut substituer à V le volume en litres du corps de pompe.



Bei einem zu hohen Startdruck kann sich die Abkühlzeit erheblich verlängern bzw. erreicht die Pumpe nicht ihre Betriebstemperatur ( $T_k \leq 20$  K).

Wird ein sehr niedriger Enddruck angestrebt ( $< 1 \cdot 10^{-9}$  mbar), so sollte auch der Startdruck möglichst niedrig sein:  $p_{st} \leq 10^{-4}$  mbar (siehe Abschnitt 5.4).

Vor der ersten Inbetriebnahme der Kryopumpe kann die Vorpumpzeit bis zu 12 Stunden betragen, wenn sich die Aktivkohle durch unsachgemäße Lagerung der Pumpe mit Luft (Wasserdampf) gesättigt hat und deshalb große Mengen an Gas abgibt. Es empfiehlt sich daher, die Kryopumpe später auch bei kurzzeitiger Außerbetriebnahme unter Vorvakuum zu belassen.

Nach Erreichen des erforderlichen Startdrucks wird der Kompressor eingeschaltet und, bei RPK-N-Pumpen,  $LN_2$  eingefüllt.

Die Abkühlzeit der Kryopumpe von 300 K auf 20 K hängt von der Kälteleistung des Refrigerators und von der Masse der Kaltfläche ab. Sie beträgt zwischen 55 Minuten (RPK 400) und 150 Minuten (RPK 10000) bei Pumpen ohne  $LN_2$ -Kühlung.

Bei Kryopumpen ab Nennweite DN 250 kann der Abkühlvorgang mit Hilfe des Thermoelements an der Kaltfläche kontrolliert und registriert werden (Stromdurchführung Kontakte 7: Konstantan, 8: Kupfer, siehe Abb. 11).

Sobald während des Abkühlens der Pumpe der Druck im Vakuumbehälter unter  $1 \cdot 10^{-3}$  mbar absinkt, muß das Ventil zur Vorpumpe geschlossen werden, da sonst Öldämpfe aus der Vorpumpe an den kalten Flächen der Kryopumpe kondensieren bzw. adsorbieren. Bei  $T_k \leq 20$  K ist die Kryopumpe betriebsbereit.

#### 4.4.2 Anbauausführung mit Hochvakuumventil (siehe Abb. 9)

Bei geschlossenen Ventilen (30) und (32) wird zunächst das Gehäuse der Kryopumpe über das Ventil (24) auf den vom Volumen der Kryopumpe abhängigen Startdruck  $p_{st} \cdot V \leq 0,1$  mbar  $\cdot$  l ( $V$  = Volumen (in l) des Pumpengehäuses) evakuiert (Vorvakuum-Meßröhre (23)) und dann der Kompressor eingeschaltet und, bei RPK-N-Pumpen,  $LN_2$  eingefüllt.

Sobald während des Abkühlens der Pumpe der Druck im Pumpengehäuse unter  $1 \cdot 10^{-3}$  mbar (Meßröhre (23)) absinkt, muß das Ventil (24) geschlossen werden. Danach wird der Vakuumbehälter durch Öffnen des Ventils (30) vorevakuiert. Das HV-Ventil (32) zur Kryopumpe darf erst geöffnet werden, wenn die Kryopumpe auf Betriebstemperatur ( $T_k \leq 20$  K) gekühlt ist, und wenn der Druck  $p_v$  im Vakuumbehälter hinreichend niedrig ist. Für  $p_v$  gilt als Richtwert

$$p_v \leq \frac{30 \cdot \dot{Q}_2}{V} \text{ mbar} \cdot \text{l} \cdot \text{w}^{-1}$$

$\dot{Q}_2$  = Kälteleistung (in W) der 2. Stufe des Refrigerators bei  $T_k = 20$  K

$V$  = Volumen (in l) des Vakuumbehälters

Für die Refrigeratoren, die bei den Kryopumpen verwendet werden, ergibt sich:

Kryo-Refrigerator R 210:  $p_v \cdot V \leq 60$  mbar  $\cdot$  l;  
Kryo-Refrigerator R 330:  $p_v \cdot V \leq 90$  mbar  $\cdot$  l;

Too high a starting pressure may considerably increase the cool-down time or the pump will not attain its operating temperature ( $T_c \leq 20$  K).

if you wish to achieve a very low ultimate pressure ( $< 1 \times 10^{-9}$  mbar), also the starting pressure should be as low as possible:  $p_{st} \leq 10^{-4}$  mbar (see Section 5.4).

Prior to initial operation of the cryopump, the roughing time may be up to 12 hours if the activated charcoal should be saturated with air (water vapour) due to inexpert storage and, therefore, give off large amounts of gas. It would therefore be advisable later on to leave the cryopump under rough vacuum even during short-time layoff.

When attaining the required starting pressure, switch on the compressor and, with RPK-N pumps, refill  $LN_2$ .

The cool-down time of the cryopump from 300 K to 20 K depends on the refrigerating capacity of the refrigerator and from the mass of the cryopanel. It is between 55 minutes (RPK 400) and 150 minutes (RPK 10 000) for pumps without  $LN_2$  cooling.

With cryopumps from DN 250, the cool-down process can be controlled and recorded by means of the thermocouple on the cryopanel (current leadthrough contacts 7: constantan, 8: copper, see Fig. 11).

As soon as during cool-down of the pump the pressure in the vacuum chamber drops below  $1 \times 10^{-3}$  mbar, close the valve to the roughing pump as otherwise oil vapours from the roughing pump may condense or be adsorbed respectively on the cold surface of the cryopump. The cryopump is ready to operate at  $T_c \leq 20$  K.

#### 4.4.2 Build-on version with high vacuum valve (see Fig. 9)

With closed valves (30) and (32), at first the body of the cryopump is evacuated via valve (24) to the cryopump-volume dependent starting pressure  $p_{st} \cdot V \leq 0.1$  mbar ltr ( $V$  = volume in ltr. of the pump body) (forevacuum gauge head (23)), and then the compressor is switched on and, with RPK-N pumps,  $LN_2$  is filled in.

As soon as during cool-down of the pump the pressure in the pump body drops below  $1 \times 10^{-3}$  mbar (gauge head (23)), valve (24) must be closed. Then the vacuum chamber is roughed down by opening valve (30). The high-vacuum valve (32) to the cryopump must not be opened before the cryopump has cooled down to its operating temperature ( $T_c \leq 20$  K) and the pressure  $p_v$  in the vacuum chamber is sufficiently low. The approx. value for  $p_v$  is:

$$p_v \leq \frac{30 \cdot \dot{Q}_2}{V} \text{ mbar ltr/w}$$

$\dot{Q}_2$  = refrigerating capacity (in W) of the 2nd stage of the refrigerator at  $T_c = 20$  K

$V$  = volume (in ltr) of the vacuum chamber

For refrigerators used for cryopumps there result:

Refrigerator R 210:  $p_v \cdot V \leq 60$  mbar ltr;  
Refrigerator R 330:  $p_v \cdot V \leq 90$  mbar ltr;

Si la pression d'amorçage est trop élevée, le temps de mise en froid risque de se prolonger sensiblement ou bien la pompe n'atteint pas sa température de régime ( $T_k \leq 20$  K).

Si on veut obtenir une pression limite très basse ( $< 1 \cdot 10^{-9}$  mbar), la pression d'amorçage doit être aussi la plus basse possible:  $p_{st} \leq 10^{-4}$  mbar (voir 5.4).

A la première mise en service de la cryopompe, le prévidage peut durer jusqu'à 12 heures si la pompe a été mal mise en dépôt et que le charbon actif est saturé d'air (vapeur d'eau) de sorte qu'il dégage de grosses quantités de gaz. Pour cette raison, il est recommandé par la suite de laisser la cryopompe sous pression de vide primaire même pendant de brèves interruptions de service.

Quand la pression d'amorçage requise est atteinte, on met le compresseur en circuit (si on utilise une RPK-N, on remplit aussi de  $LN_2$ ).

Le temps de refroidissement de la pompe de 300 K à 20 K dépend de la puissance frigorifique du cryogénérateur et de la masse de la cryosurface. Pour les pompes sans refroidissement au  $LN_2$ , il varie entre 55 min (RPK 400) et 150 min (RPK 10 000).

Sur les pompes à partir de DN 250, la mise en froid peut être surveillée et enregistrée au moyen du thermocouple sur la cryosurface (passage de courant, contacts 7: constantan, 8: cuivre, fig. 11).

Dès qu'en cours de refroidissement de la pompe la pression dans l'enceinte de vide tombe au-dessous de  $1 \cdot 10^{-3}$  mbar, fermer le robinet vide primaire, sinon les vapeurs d'huile en provenance de la pompe primaire se condenseraient ou seraient adsorbées sur les cryosurfaces de la cryopompe. A  $T_k \leq 20$  K, la cryopompe est prête.

#### 4.4.2 Cryopompe rapportée avec robinet vide poussé (fig. 9)

Les robinets (30) et (32) étant fermés, on évacue d'abord le corps de la cryopompe par le robinet (24) à la pression d'amorçage  $p_{st} \cdot V \leq 0,1$  mbar  $\cdot$  l ( $V$  = volume en l du corps de pompe); cette pression d'amorçage dépend du volume de la cryopompe. On la mesure avec le capteur vide primaire (23). On fait démarrer ensuite le compresseur. Si on utilise une pompe RPK-N, ne pas oublier de remplir de  $LN_2$ .

Pendant le refroidissement de la cryopompe, la pression diminue dans le corps de pompe. Dès qu'elle descend au-delà de  $1 \cdot 10^{-3}$  mbar (capteur (23)), il faut fermer le robinet (24). On ouvre alors le robinet (30) pour pré-évacuer l'enceinte de vide. Ne pas ouvrir le robinet vide poussé (32) vers la cryopompe tant que celle-ci n'a pas atteint sa température de régime ( $T_k \leq 20$  K) et que la pression  $p_v$  dans l'enceinte de vide n'est pas assez basse. La valeur  $p_v$  est évaluée à

$$p_v \leq \frac{30 \cdot \dot{Q}_2}{V} \text{ mbar} \quad \text{w}$$

$\dot{Q}_2$  = puissance frigorifique (en W) du 2ème étage du cryogénérateur à  $T_k = 20$  K

$V$  = Volume (en l) de l'enceinte de vide.

Il s'ensuit pour les cryogénérateurs utilisés avec les cryopompes:



Erläuterungen zur Abb. 11

2. Stufe (20 K)  
 5 und 6 Heizung mit Thermo-switch (massefrei)  
 7 Konstantan } Thermoelement (massefrei)  
 8 Kupfer

Key to Fig. 11

- 2nd stage (20 K)  
 5 and 6 Heater with thermal switch (ground-free)  
 7 Constantan } thermocouple (ground-free)  
 8 Copper

Légende de la fig. 11

- 2ème étage (20 K)  
 5 et 6 chauffage avec interrupteur thermique  
 (isolé de la terre)  
 7 Constantan } Thermocouple (isolé de la terre)  
 8 Cuivre

Abb. 11 Steckerbelegung der 8-poligen Stromdurchführung bei Kryopumpen ab DN 250; Ansicht auf die Steckerstifte

Fig. 11 Connector assignment of the 8-pin current leadthrough for cryopumps from DN 250; view on the plug pins

Fig. 11 Connexions du passage de courant à 8 broches sur cryopompes à partir de DN 250; vue sur broches

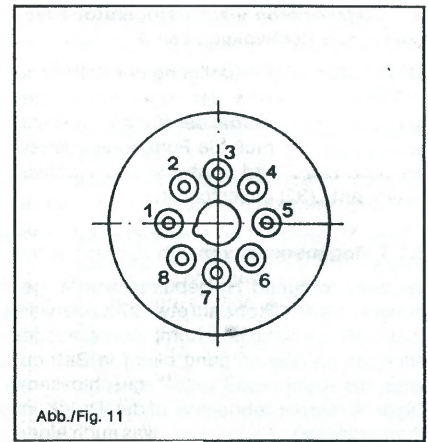


Abb./Fig. 11

Kryo-Refrigerator R 580:  $p_v \cdot V \leq 150 \text{ mbar} \cdot \text{l}$ ;  
 Kryo-Refrigerator R1040:  $p_v \cdot V \leq 300 \text{ mbar} \cdot \text{l}$ ;

Bei einer UHV-Anlage ( $p_{\text{end}} \leq 1 \cdot 10^{-10} \text{ mbar}$ ) sollte das UHV-Ventil erst bei einem Vorvakuumdruck  $p_v \leq 10^{-4} \text{ mbar}$  geöffnet werden.

Refrigerator R 580:  $p_v \cdot V \leq 150 \text{ mbar ltr}$ ;  
 Refrigerator R 1040:  $p_v \cdot V \leq 300 \text{ mbar ltr}$ ;

With UHV systems ( $p_{\text{ult}} \leq 1 \times 10^{-10} \text{ mbar}$ ) the UHV valve should not be opened before achieving a roughing pressure of  $p_v \leq 10^{-4} \text{ mbar}$ .

R 210:  $p_v \cdot V \leq 60 \text{ mbar} \cdot \text{l}$ ;  
 R 330:  $p_v \cdot V \leq 90 \text{ mbar} \cdot \text{l}$ ;  
 R 580:  $p_v \cdot V \leq 150 \text{ mbar} \cdot \text{l}$ ;  
 R 1040:  $p_v \cdot V \leq 300 \text{ mbar} \cdot \text{l}$ ;

Dans un système à ultra-vide ( $p_{\text{lim}} \leq 1 \cdot 10^{-10} \text{ mbar}$ ) on n'ouvrira le robinet ultra-vide que lorsque le vide primaire  $p_v$  est  $\leq 10^{-4} \text{ mbar}$ .

5 Betriebshinweise

5.1 Betrieb der Kryopumpe

Bei Kryopumpen wird das Gas aus dem Vakuumbehälter nicht entfernt, sondern an der Kaltfläche kondensiert und adsorbiert.

Die kondensierbaren Gase wie  $N_2$ ,  $O_2$ , Kohlenwasserstoffe und  $H_2O$  wachsen auf der Kaltfläche im makroskopischen Maßstab bis zu einer Schichtdicke von 10 mm auf. Da mit der Schichtdicke auch der Absorptionskoeffizient der Kondensatoberfläche ansteigt (bei  $H_2O$  z. B. bis auf 0,9), nimmt die Strahlungsbelastung der Kaltfläche mit der Zeit zu, so daß auch die Temperatur der Kaltfläche langsam ansteigt.

Mit zunehmender Sättigung der Aktivkohle durch das sorbierte Gas (z. B.  $H_2$ ) vermindert sich das Saugvermögen, so daß bei konstanter Gasbelastung der Adsorptions-Gleichgewichtsdruck steigt. Das hat auch einen Anstieg der Temperatur der Kaltfläche zur Folge.

Aus diesen Gründen ist es zweckmäßig, während des Betriebes der Kryopumpe die Temperatur der Kaltfläche zu beobachten. Die Temperatur sollte beim Pumpen von  $N_2$ ,  $O_2$  usw. unter 23–25 K bleiben und 18 K nicht überschreiten, wenn überwiegend  $H_2$  gepumpt wird. Für einen sicheren Betrieb empfiehlt es sich, die für die Pumpe angegebene Kondensations- und Sorptionskapazität nicht voll auszunutzen, sondern die Pumpe vorher zu regenerieren. Die mittlere Betriebszeit  $\bar{\tau}$  einer Kryopumpe bis zum Regenerieren kann aus der folgenden Beziehung grob abgeschätzt werden:

$$\bar{\tau} = \frac{C}{S_{\text{eff}} \cdot p \cdot 3600}$$

$\bar{\tau}$  = Betriebszeit (in h)

C = Kondensations- bzw. Sorptionskapazität (in mbar · l) (siehe Abschnitt 1)

$S_{\text{eff}}$  = eff. Saugvermögen (in  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ) der Kryopumpe (siehe Abschnitt 3.1)

p = Arbeitsdruck (in mbar), bei dem die Pumpe überwiegend betrieben wird.

5 Notes on Operation

5.1 Operating the cryopump

With cryopumps, the gas is not removed from the vacuum chamber but it is condensed and adsorbed on the cold surface.

The condensable gases such as  $N_2$ ,  $O_2$ , hydrocarbons and  $H_2O$  grow on the cryopanel on a macroscopic scale up to a layer thickness of 10 mm. As with growing layer thickness also the adsorption coefficient of the condenser surface increases (in case of  $H_2O$  e.g. up to 0.9), the radiation load of the cryopanel increases in the course of time so that also the temperature of the cryopanel slowly increases.

As saturation of the activated charcoal by the adsorbed gas (e.g.  $H_2$ ) increases, the pumping speed is reduced so that at constant gas load the adsorption equilibrium pressure increases. This causes also a rise in temperature of the cold surface.

For these reasons it would be advisable during operation of the cryopump to observe the temperature of the cryopanel. During pumping of  $N_2$ ,  $O_2$  etc. the temperature should remain below 23 to 25 K and should not exceed 18 K when mainly pumping  $H_2$ . For a reliable and safe operation it would be advisable to utilize the pump not to its full condensation and adsorption capacity as specified but to regenerate the pump before. The average operating time  $\bar{\tau}$  of a cryopump until regeneration becomes advisable can roughly be estimated by the following equation:

$$\bar{\tau} = \frac{C}{S_{\text{eff}} \cdot p \cdot 3600}$$

$\bar{\tau}$  = operating time (in h)

C = condensation or sorption capacity respectively (in mbar ltr) (see Section 1)

$S_{\text{eff}}$  = effective pumping speed (in ltr/sec) of the cryopump (see Section 3.1)

p = operating pressure (in mbar) at which the pump is mainly operated.

5 Fonctionnement

5.1 Cryopompe

Dans les cryopompes le gaz n'est pas éliminé de l'enceinte de vide mais condensé et adsorbé sur la cryosurface.

Les gaz condensables comme  $N_2$ ,  $O_2$ , hydrocarbures et  $H_2O$  augmentent à l'échelle macroscopique jusqu'à une épaisseur de couche de 10 mm. Comme le coefficient d'adsorption de la surface du condenseur augmente parallèlement à l'épaisseur de couche (pour  $H_2O$  par ex. jusqu'à 0,9), la charge de rayonnement de la cryosurface croît au fur et à mesure, de sorte que la température de la cryosurface monte lentement.

Vu que la saturation du charbon actif par le gaz adsorbé (par ex.  $H_2$ ) augmente, le débit-volume diminue, donc à charge constante de gaz la pression d'équilibre d'adsorption augmente. Il s'ensuit une remontée de température de la cryosurface.

C'est pourquoi il faut observer la température de la cryosurface pendant que la cryopompe marche. Quand on pompe du  $N_2$ ,  $O_2$  etc. la température ne doit pas monter au-delà de 23-25 K. Si on pompe surtout du  $H_2$  elle ne doit pas dépasser 18 K. Pour plus de sûreté il est conseillé de ne pas attendre pour régénérer la pompe qu'elle ait épuisé totalement sa capacité de condensation d'adsorption (indiquée au § 1). La durée de service moyenne  $\bar{\tau}$  d'une cryopompe jusqu'à sa régénération s'évalue grossièrement comme suit:

$$\bar{\tau} = \frac{C}{S_{\text{eff}} \cdot p \cdot 3600}$$

$\bar{\tau}$  = durée de service en h

C = capacité de condensation et d'adsorption en mbar · l (§ 1)

$S_{\text{eff}}$  = débit-volume effectif en  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$  de la cryopompe (3.1)

p = pression de service la plus fréquente en mbar



## 5.2 Regenerieren einer Refrigerator-Kryopumpe mit Hochvakuumventil

Sinkt aufgrund der Sättigung der Kaltfläche das Saugvermögen der Kryopumpe oder steigt die Temperatur der Kaltfläche unzulässig hoch an, muß die Pumpe regeneriert werden. Dazu wird zunächst das Hochvakuumventil (32) geschlossen.

### 5.2.1 Regenerieren von H<sub>2</sub>

Wenn vorwiegend H<sub>2</sub> gepumpt wurde, genügt es, die Kaltfläche auf etwa 27 K zu erwärmen. Hierzu wird der Kompressor ausgeschaltet (LN<sub>2</sub>-Versorgung bleibt in Betrieb, und das Hochvakuumventil geschlossen). Durch Gasdesorption steigt der Druck im Pumpengehäuse schnell an, was auch einen Temperaturanstieg der Kaltfläche zur Folge hat. Bei  $p = 5 \cdot 10^{-3}$  mbar im Pumpengehäuse wird das Ventil (24) zur Vorpumpe geöffnet. Der Kompressor wird wieder eingeschaltet, wenn  $T_k = 27$  K erreicht ist. Bei  $p \leq 1 \cdot 10^{-3}$  mbar wird das Ventil (24) wieder geschlossen. Bei  $T_k \leq 20$  K ist die Pumpe wieder betriebsbereit, so daß das Hochvakuumventil (32) geöffnet werden kann.

### 5.2.2 Regenerieren von N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

Zum Regenerieren von diesen Gasen muß die ganze Pumpe (Kaltfläche, Stahlenschutz und Baffle) bis auf Zimmertemperatur erwärmt werden. Hochvakuumventil (32) schließen, Kompressor ausschalten (LN<sub>2</sub>-Versorgung abschalten). Zur Beschleunigung des Erwärmungsprozesses wird die Pumpe über den Vorvakuumanschluß mit trockenem Stickstoff auf etwa 1 mbar geflutet (die Restmenge LN<sub>2</sub> im Ringtank verzögert die Aufwärmzeit auf mehrere Stunden, deshalb vorher ablassen!, siehe Abb. 6). Mit der automatischen Regeneriereinheit (Heizer an der 1. und an der 2. Stufe (als Option erhältlich – siehe Abschnitt 2)) verkürzt sich die Aufwärmzeit erheblich. Ventil (24) öffnen, wenn der Druck über 1 mbar ansteigt.

Zum Wiederabkühlen der Kryopumpe siehe Abschnitt 4.4.

#### Einbaulage senkrecht, Kaltkopfmotor unten

Unter dem Stutzen 3 Peilstab A (Minimum) Dewar-Gefäß aufstellen, Peilstab A schnell herausdrehen und LN<sub>2</sub> ablassen.

#### Einbaulage senkrecht, Kaltkopfmotor oben

Aus dem Stutzen 4 den Peilstab A (Maximum) herausdrehen. Am gleichen Stutzen einen Gummischlauch befestigen und das Ende des Schlauches in ein Dewar-Gefäß einführen. Stutzen 1 verschließen, durch die Abgasleitung (Stutzen 3) mit geringem Überdruck Stickstoffgas in den Ringtank einleiten und damit den LN<sub>2</sub> durch den Stutzen 4 herausdrücken.

#### Einbaulage waagrecht, He-Druckgasanschlüsse zeigen nach unten

Unter dem Stutzen 3 Peilstab A (Minimum) Dewar-Gefäß aufstellen. Peilstab A schnell

## 5.2 Regenerating a refrigerator-cooled cryopump with high vacuum valve

The pump must be regenerated if, due to saturation of the cryopanel, the pumping speed of the cryopump is reduced or if the temperature of the cold surface increases to inadmissible values. To regenerate the pump, at first close the high vacuum valve (32).

### 5.2.1 Regeneration from H<sub>2</sub>

If mainly H<sub>2</sub> was pumped, it will be sufficient to warm up the cryopanel to approx. 27 K. To this end, switch off the compressor (LN<sub>2</sub> supply remains operative and the high-vacuum valve closed). The pressure in the pump body increases quickly, due to gas desorption, causing also the temperature of the cryopanel to rise. When achieving  $p = 5 \times 10^{-3}$  mbar in the pump body, open the valve (24) to the roughing pump. Restart the compressor when achieving  $T_c = 27$  K. Close valve (24) again at  $p \leq 1 \times 10^{-3}$  mbar. The pump is ready to operate again at  $T_c \leq 20$  K so that the high vacuum valve (32) may be opened.

### 5.2.2 Regeneration from N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

For the regeneration from these gases, the complete pump (cryopanel, radiation shield and baffle) must be warmed to room temperature. Close high-vacuum valve (32), switch off compressor (switch off LN<sub>2</sub> supply). To speed up the warm-up process, purge the pump via the fore-vacuum port with dry nitrogen to approx. 1 mbar (the residual quantity of LN<sub>2</sub> in the LN<sub>2</sub> reservoir would increase the warm-up time to several hours; therefore, previously let off LN<sub>2</sub>! – see Fig. 6). Using the automatic regeneration unit with electric heaters on the 1st and 2nd stage (available at option – see Section 2) enables to reduce the warm-up time considerably. Open valve (24) when the pressure exceeds 1 mbar.

For recooling the cryopump refer to Section 4.4.

#### Vertical mounting position, cold-head motor downward

Place Dewar vessel below the nozzle 3 (dip stick A – minimum), quickly screw off the dip stick A and let off LN<sub>2</sub>.

#### Vertical mounting position, cold-head motor upward

Screw off the dip stick A (maximum) from nozzle 4. Fit a rubber tubing to this nozzle and introduce the end of the tubing into a Dewar vessel. Close nozzle 1 and introduce nitrogen with low overpressure through the exhaust gas line (nozzle 3) into the LN<sub>2</sub> reservoir, thus pressing out LN<sub>2</sub> through nozzle 4.

#### Horizontal mounting position, He gas pressure connections show downward

Place a Dewar vessel below nozzle 3 (dip stick A – minimum). Quickly unscrew dipstick

## 5.2 Régénération d'une pompe cryogénique à cryogénérateur avec robinet vide poussé

Si le débit-volume de la cryopompe diminue (saturation de la cryosurface) ou que la température de la cryosurface augmente excessivement, il faut régénérer la pompe. Tout d'abord, on ferme le robinet vide poussé (32).

### 5.2.1 Régénération après pompage de H<sub>2</sub>

Si on a pompé surtout du H<sub>2</sub>, il suffit de chauffer la cryosurface à env. 27 K (arrêter le compresseur. L'arrivée de LN<sub>2</sub> reste ouverte et le robinet vide poussé fermé). La pression dans le corps de pompe remonte vite à cause de la désorption de gaz, de sorte que la température de la cryosurface augmente également. Quand  $p = 5 \cdot 10^{-3}$  mbar dans le corps de la pompe, ouvrir le robinet vide primaire (24). On remet le compresseur en route dès que  $T_k$  atteint 27 K. A  $p \leq 1 \cdot 10^{-3}$  mbar refermer le robinet (24). A  $T_k \leq 20$  K la pompe est prête et on peut rouvrir le robinet vide poussé (32).

### 5.2.2 Régénération après pompage de N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

Toute la pompe (cryosurface, écran anti-rayonnement, baffle) doit être chauffée jusqu'à la température ambiante. Fermer le robinet vide poussé (32). Arrêter le compresseur (couper l'arrivée de LN<sub>2</sub>). Pour accélérer le réchauffement, on fait une purge à l'azote sec (à env. 1 mbar) qu'on introduit dans la pompe par le raccord vide primaire (vidanger avant le reste de LN<sub>2</sub> du réservoir, qui retarderait le réchauffement de plusieurs heures). Nous fournissons en options (§ 2) des régénérateurs automatiques avec chauffages électriques pour le 1er et le 2ème étage qui permettent de raccourcir sensiblement le temps de chauffage. Dès que la pression dépasse 1 mbar, ouvrir le robinet (24).

Pour le refroidissement de la cryopompe, voir 4.4.

#### Pompe verticale, moteur tête froide en bas

Placer un vase Dewar sous le raccord 3 (jauge A mini); dévisser rapidement la jauge A et vider le LN<sub>2</sub>.

#### Pompe verticale, moteur tête froide en haut

Dévisser la jauge A (maxi) du raccord 4 et la remplacer par un tuyau en caoutchouc dont on place l'autre extrémité dans un vase Dewar. Fermer le raccord 1 et introduire par le conduit d'échappement (raccord 3) de l'azote gazeux sous une faible surpression dans le réservoir de LN<sub>2</sub> pour l'expulser par le raccord 4.

#### Pompe horizontale, raccords He vers le bas

Placer un vase Dewar sous le raccord 3 (jauge A mini); dévisser rapidement la jauge



herausschrauben und LN<sub>2</sub> ablassen. Eine völlige Entleerung des Ringtanks ist bei dieser Einbaulage nicht möglich.

A and let off LN<sub>2</sub>. In this mounting position it is not possible to empty the LN<sub>2</sub> reservoir completely.

A et vider le LN<sub>2</sub>. Dans cette position, il est impossible de vider complètement le réservoir LN<sub>2</sub>.

### 5.3 Erreichen sehr niedriger Drücke, Ausheizen

Für den Betrieb einer Refrigerator-Kryopumpe im unteren UHV-Bereich ( $p_{\text{end}} \leq 10^{-9}$  mbar) ist neben einem niedrigen Startdruck ( $p_{\text{st}} \leq 10^{-4}$  mbar) ein Ausheizen des Pumpengehäuses und der Pumpe sowie des Vakuumbehälters erforderlich. Dabei ist zu beachten, daß die Temperatur an der 1. und an der 2. Stufe sowie am Motorgehäuse des Kaltkopfes keinesfalls über 70 °C ansteigt. Mit Hilfe eines Thermoelements an der 2. Stufe (serienmäßig eingebaut bei Kryopumpen ab DN 250) muß daher während des Ausheizvorganges die Temperatur beobachtet werden. Wegen der beim erstmaligen Ausheizen der Apparatur anfallenden Wasserdampfmen gen sollte die Vorpumpe zugeschaltet bleiben, um ein übermäßiges Belegen der Kaltfläche der Pumpe zu vermeiden. Bei geringen Wasserdampfmen gen (z. B. nach Fluten mit trockenem Stickstoff) kann die Kryopumpe während des Ausheizvorganges eingeschaltet bleiben; dann ist die Gefahr einer Überhitzung des Kaltkopfes geringer. Trotzdem sollte auch hierbei die Temperatur der 2. Stufe gemessen werden.

### 5.3 Achieving very low pressures, bake-out

To operate a refrigerator-cooled cryopump in the lower UHV range ( $p_{\text{ult}} \leq 10^{-9}$  mbar), besides a low starting pressure ( $p_{\text{st}} \leq 10^{-4}$  mbar) the pump body and pump as well as the vacuum chamber must be baked out. Please note that the temperature on the 1st and 2nd stage as well as on the motor casing of the cold head must never exceed 70 °C. Therefore, the temperature must be observed during the bake-out process by using a thermocouple on the 2nd stage (incorporated as standard in cryopumps from DN 250). Due to the water vapour quantities resulting during first bake-out of the system, the roughing pump should remain switched on to avoid excessive condensation on the cryopanel. If the amounts of water vapour are low (e.g. after flushing with dry nitrogen), the cryopump may remain switched on during the bake-out process as the danger of overheating the cold head is less. Nevertheless, the temperature of the 2nd stage should be measured also in this case.

### 5.3 Obtention de pressions extrêmement basses, étuvage

Pour qu'une pompe cryogénique à cryogénérateur fonctionne dans le domaine extrême de l'ultra-vide ( $p_{\text{lim}} \leq 10^{-9}$  mbar) il faut: une basse pression d'amorçage ( $p_{\text{st}} \leq 10^{-4}$  mbar) et un étuvage du corps de pompe, de la pompe et de l'enceinte de vide. Attention! la température des 1er et 2ème étages et du carter du moteur tête froide ne doit pas dépasser 70 °C. On surveille donc la température pendant l'étuvage à l'aide d'un thermocouple placé sur le 2ème étage (incorporé de série dans les pompes à partir de DN 250). Au cours du premier étuvage, beaucoup de vapeur d'eau se dégage; il faut donc laisser la pompe primaire en marche pour empêcher une condensation excessive sur la cryosurface. S'il n'y a pas beaucoup de vapeur d'eau (exemple: après rinçage à l'azote sec) la cryopompe peut rester en service pendant l'étuvage; la tête froide risque ainsi moins la surchauffe. Malgré cela, il faut toujours mesurer la température du 2ème étage.

### 5.4 Refrigerator-Kryopumpen für Sputterprozesse

Speziell für Sputterprozesse konditioniert sind unsere Refrigerator-Kryopumpen RPK 1500 S2 und RPK 1500 S3. Zusätzlich zu den Vorteilen aller Refrigerator-Kryopumpen zeichnen sich diese Pumpen durch folgende Vorteile aus:

- Hoher Gasdurchsatz für das Prozeßgas Argon
- Hohe Kapazität für Argon und Wasserstoff
- Schneller Druckabfall in den HV-Bereich nach Beendigung des Argon-Gaseinlasses

Auch andere Pumpentypen können entsprechend den speziellen Anforderungen des Sputterprozesses konditioniert werden. Bei Bedarf bitten wir um Anfrage.

### 5.4 Refrigerator-cooled cryopumps for sputtering processes

Our RPK 1500 S2 and RPK 1500 S3 refrigerator-cooled cryopumps are specially designed for sputtering processes. In addition to the advantages of all refrigerator-cooled cryopumps they offer the following features:

- High gas throughput argon (process gas)
- High capacity for argon and hydrogen
- Quick pressure drop in the HV range after termination of argon gas inlet.

Also other pump types can be adapted to the special requirements of sputtering processes. In such cases please contact us.

### 5.4 Pompes cryogéniques à cryogénérateur pour processus de pulvérisation cathodique

Les modèles RPK 1500 S2 et RPK 1500 S3 sont spécialement conçus pour les processus de pulvérisation. Elles possèdent les mêmes avantages que les autres cryopompes et se distinguent en outre par:

- haut débit d'argon
- forte capacité argon et hydrogène
- chute rapide de pression dans le domaine du vide poussé après terminaison de l'admission d'argon

En fonction des exigences imposées par la pulvérisation cathodique, d'autres types de pompes peuvent être adaptées en conséquence. Veuillez nous consulter.

## 6 Wartung

Die Wartungsarbeiten und -intervalle für Kompressoreinheit und Kaltkopf sind der Gebrauchsanweisung GA 770 zu entnehmen. Für Kryopumpen sind keine Wartungsarbeiten notwendig. Sollte sich jedoch durch eine Fehlbedienung Öl (z. B. von der Vorpumpe) auf den Kaltflächen niedergeschlagen haben, wird empfohlen, mit unserem Kundendienst Kontakt aufzunehmen.

## 6 Maintenance

Maintenance intervals for compressor unit and cold head are given in the Operating Instructions GA 770. Cryopumps are virtually maintenance-free. If, however, due to faulty operation, oil (e.g. from the roughing pump) should have condensed on the cold surfaces, it would be advisable to contact our Servicing Department.

## 6 Entretien

Veuillez vous reporter au mode d'emploi GA 770 dans lequel vous trouverez tous les renseignements sur les travaux et intervalles de maintenance. Les cryopompes n'exigent aucun entretien. Si, par suite d'une fausse manoeuvre, de l'huile (par ex. de la pompe primaire) se déposait sur les cryosurfaces, veuillez prendre contact avec notre service après-vente.

## Allgemeine Hinweise

Eine Änderung der Konstruktion und der angegebenen Daten behalten wir uns vor. Die Abbildungen sind unverbindlich.

## General Notes

The right of alteration of the design and data given in these Operating Instructions is reserved. The illustrations are not binding.

## Remarques générales

Nous nous réservons le droit de modifier la construction et les données techniques du présent mode d'emploi. Les figures sont sans engagement.