

BRUKER

NMR Magnet System

UltraShield™ NMR Magnet Systems
Users Manual (german version)

Version 004

BRUKER Magnetics

The information in this manual may be altered without notice.

BRUKER Magnetics accepts no responsibility for actions taken as a result of use of this manual. BRUKER Magnetics accepts no liability for any mistakes contained in the manual, leading to coincidental damage, whether during installation or operation of the instrument. Unauthorised reproduction of manual contents, without written permission from the publishers, or translation into another language, either in full or in part, is forbidden.

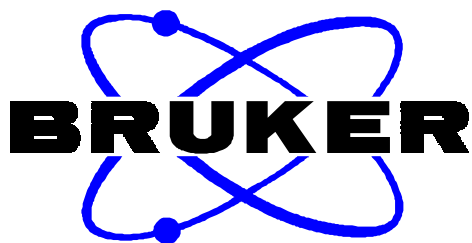
This manual was written by

Joerg Arnold
magnetics@bruker.ch

© 01.10.1998: BRUKER Magnetics AG

CH-8117 Faellanden, Switzerland

P/N: Z31320
DWG-Nr: 1030004



BRUKER Magnetics

Low Loss Cryostats

Superconducting Magnets

phone: ++41 1 825 91 11

fax: ++41 1 825 92 15

e-mail: magnetics@bruker.ch

service@magnetics.bruker.ch

sales@magnetics.bruker.ch

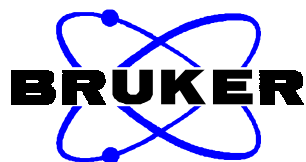
BEDIENUNGSANLEITUNG

FÜR ULTRASHIELD™

NMR MAGNETSYSTEME

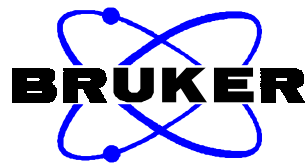
Fülldienst Stickstoff

Fülldienst Helium



Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheit beim Fülldienst	3
1.1	Schutz vor Magnetfeld	3
1.2	Schutz vor tiefen Temperaturen	3
1.3	Schutz vor Gasen	4
1.4	Schutz vor Brand- und Explosionsgefahr	4
1.5	Schutz vor Explosionsgefahr wegen Hochdruck-Transportbehältern	4
1.6	Physikalische Eigenschaften von Stickstoff	6
1.7	Physikalische Eigenschaften von Helium	6
1.8	Erste Hilfe bei Unfällen mit kryogenen Flüssig- Gasen	6
1.9	Schutz vor mechanischen Gefahren	6
2	Transportbehälter für flüssigen Stickstoff	7
2.1	Gefahrenquelle tiefe Temperatur	7
2.2	Anforderungen an den Transportbehälter für Stickstoff	7
2.3	Hauptbestandteile	8
3	Magnetsystem mit N₂-Flow-System	9
4	Füllstandsmessung	10
4.1	Hilfsmittel für die Füllstandsmessung	10
4.2	Füllstandsmessung mit Dip Stick	10
4.3	Füllstandsmessung mit Epoxy-Stab	10
5	Transfer-Vorbereitung	11
5.1	Vorbereitungen am Transportbehälter	11
5.2	Vorbereitungen am Magnetsystem	11
6	Füllvorgang	12
6.1	Verbindung herstellen und Stickstoff transferieren	13
6.2	Füllvorgang beenden	14
6.3	Füllvorbereitungen rückgängig machen	14
6.4	Füllvorgang protokollieren	15
7	Transportbehälter für flüssiges Helium	16
7.1	Gefahrenquelle tiefe Temperatur	16
7.2	Anforderungen an den Transportbehälter für Helium	16
7.3	Hauptbestandteile	17
8	Transfer Line	18
9	Magnetsystem	19
10	Füllstandskontrolle	21
10.1	Füllstand im Magnetsystem messen	21
10.2	Füllstand im Transportbehälter messen	21



11	Transfer-Vorbereitung	23
12	Füllvorgang	24
12.1	Transfer Line abkühlen	25
12.2	Transfer Line anschliessen	26
12.3	Druck im Transportbehälter aufbauen	26
12.4	Helium transferieren	27
12.5	Helium-Transfer überwachen	27
12.6	Füllvorgang beenden und Transfer Line entfernen	28
12.7	Füllvorbereitungen rückgängig machen	29
13	Abschlussarbeiten	29
13.1	Füllvorgang protokollieren	29
13.2	Kontrollen vornehmen	30
14	Wichtige Fachbegriffe	30
15	Warnschilder / Piktogramme	32
16	Index	35

Sicherheit

1 Sicherheit beim Fülldienst

Für den Fülldienst begeben Sie sich in den markierten Gefahrenbereich des Magnetsystems. Damit Sie dies gefahrlos tun können, müssen Sie Schutzmassnahmen befolgen.

1.1 Schutz vor Magnetfeld

Das Magnetsystem erzeugt ein sehr starkes Magnetfeld. Es beeinflusst elektronische Geräte, magnetische Datenträger und ferromagnetische Metalle. Beachten Sie zum Schutz vor den Auswirkungen des Magnetfeldes folgende Warnhinweise:

**Warnung**

Gefahr eines Herzstillstands für Personen mit Herzschrittmachern. Als Träger eines Herzschrittmachers dürfen Sie keinesfalls den markierten Bereich betreten oder den Fülldienst durchführen.

**Vorsicht**

Verletzungsgefahr durch wegfliegende Metallteile. Benutzen Sie im markierten Bereich keine magnetischen Werkzeuge oder Gegenstände, sie könnten im Einflussbereich des Magneten zu gefährlichen Geschossen werden.

**Hinweis**

Datenträger auf der Basis von Magnetstreifen können durch das Magnetfeld zerstört werden. Tragen Sie keine Kreditkarten oder ähnliche Objekte mit magnetischen Aufzeichnungen auf sich, wenn Sie den markierten Bereich betreten.

1.2 Schutz vor tiefen Temperaturen

Flüssiger Stickstoff weist eine Temperatur von -196 °C auf, flüssiges Helium eine Temperatur von -269 °C . Hautkontakt mit Spritzern von kryogenen Flüssigkeiten kann zu schweren Erfrierungen führen.

**Warnung**

Gefahr der Erblindung beim Kontakt der Augen mit Stickstoffspritzern. Tragen Sie für den Fülldienst stets eine Schutzbrille.

**Vorsicht**

Gefahr von Erfrierungen bei Hautkontakt mit kryogenen Flüssigkeiten oder Festkleben an unterkühlten Metallteilen. Tragen Sie für den Fülldienst Schutzhandschuhe und geschlossene Kleidung.

**Hinweis**

Auch die O-Ringe am Magnetsystem sind empfindlich gegen tiefe Temperaturen. Achten Sie deshalb beim Fülldienst darauf, dass kein flüssiges Helium oder flüssiger Stickstoff auf die O-Ringe spritzt. Die am meisten gefährdeten O-Ringe befinden sich beim grossen Dewarflansch sowie bei den Reduktionsflanschen und den Dichtflanschen am oberen und unteren Ende des Raumtemperatur-Rohres.

1.3 Schutz vor Gasen

Verdampfende kryogene Flüssigkeiten wie Helium und Stickstoff können zur Erstickungsgefahr führen, wenn sie den für den Menschen lebensnotwendigen Sauerstoff in der Atemluft verdrängen. Gasförmiges Helium ist sehr leicht und steigt an die Decke. Erstickungsgefahr wegen Helium droht bei längerdauernden Arbeiten auf Podesten, Leitern oder an Deckenkränen. Gasförmiger Stickstoff ist sehr schwer und sinkt auf den Boden. Erstickungsgefahr wegen Stickstoff droht bei Arbeiten in Bodennähe oder in Gruben.

**Vorsicht**

Gefahr des Erstickens beim Verschütten von kryogenen Flüssigkeiten und bei einem Quench. Sorgen Sie für gute Belüftung und vermeiden Sie das Arbeiten in Deckennähe nach einem Quench.

1.4 Schutz vor Brand- und Explosionsgefahr

Die extrem tiefen Temperaturen der kryogenen Flüssigkeiten führen zum Kondensieren von Sauerstoff aus der Luft an den kalten Leitungen. Der kondensierte Sauerstoff tropft herunter und kann einerseits in Verbindung mit Öl oder Fett zur Selbstentzündung führen, andererseits im Kontakt mit offenem Feuer (Raucherwaren) zur explosionsartigen Entzündung führen.

**Vorsicht**

Gefahr der Selbstentzündung oder Explosion. Respektieren Sie ein absolutes Rauchverbot beim Fülldienst. Entfachen Sie kein offenes Feuer und sorgen Sie für ein sauberes Umfeld des Magnetsystems (keine öligen Lappen und dergleichen).

1.5 Schutz vor Explosionsgefahr wegen Hochdruck-Transportbehältern

Kryogene Flüssigkeiten bleiben, speziell in isolierten Transport- oder Vorratsbehältern, auf einer konstanten Temperatur. Solange Flüssigkeit vorhanden ist, verdampft diese kontinuierlich und stabilisiert die Flüssigkeit auf der stark druckabhängigen Siedepunkttemperatur. Der Verdampfungsprozess und die darauf folgende Erwärmung bis auf Raumtemperatur ist von einer massiven Volumenzunahme begleitet. Für Helium und für Stickstoff nimmt das Volumen dabei etwa um 700:1 zu. Aus diesem Grund gilt:

**Warnung:**

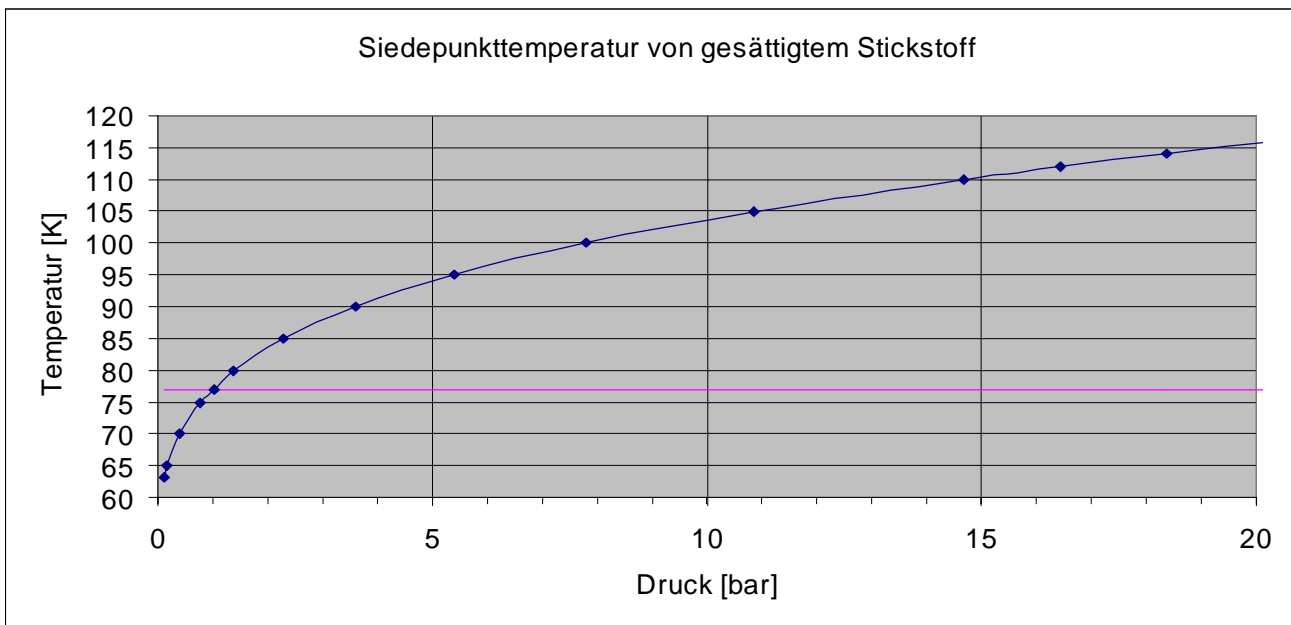
Verwenden Sie auf keinen Fall kryogene Flüssigkeiten, die unter Druck in Hochdruck-Transportbehältern gelagert waren! Falls keine anderen Transportbehälter verfügbar sind, muss der Druck zuerst vollständig entspannt werden, bevor der Hochdruck-Transportbehälter mit dem Kryostaten verbunden wird. Andernfalls besteht eine erhebliche Explosionsgefahr für das Magnetsystem, welches durch den Überdruck beschädigt oder zerstört werden kann!

Temperaturanstieg

Der hohe Überdruck in Hochdruck-Transportbehältern führt zu einem starken Anstieg der Siedepunkttemperatur der Flüssigkeit und damit zu einem starken Anstieg der Temperatur der Flüssigkeit. Wird so überhitzte kryogene Flüssigkeit in den low loss Kryostaten transferiert, resultieren sehr starkes Abdampfen und dadurch starke Gas-Oszillationen, bis sich die Flüssigkeit wieder auf die wesentlich tiefere Siedepunkttemperatur bei Atmosphärendruck abgekühlt hat!

**Temperatur Diagramm**

Die Abhängigkeit der Siedepunkttemperatur vom Druck und damit der Temperatur des im Transportbehälter gelagerten flüssigen Stickstoffs selber, ist im untenstehenden Diagramm dargestellt. Sobald der Überdruck entspannt wird, beginnt der Stickstoff stark abzukochen und reduziert so seine Temperatur zurück auf 77 K bei Atmosphärendruck:

**Warnung:**

Transportbehälter für kryogene Flüssigkeiten dürfen niemals komplett verschlossen werden, da das zu einem starken Druckanstieg im Innern des Behälters führen würde. Das führt zu einer erheblichen Explosionsgefahr und zu massivem Verlust an kryogenen Flüssigkeiten beim Entspannen des Drucks!

1.6 Physikalische Eigenschaften von Stickstoff

Tiefkalter, verflüssigter Stickstoff siedet bei -196°C . Stickstoff ist farblos, geruchlos und unbrennbar.

Kennzeichnung:

22
1977

Erhitzung führt zu Druckanstieg und Berstgefahr. Auslaufende Flüssigkeit ist sehr kalt und verdampft rasch. Flüssigkeit verursacht Erfrierungen und schwere Augenschäden. Stickstoff wirkt erstickend ohne bemerkbare Anzeichen. Stickstoff ist schwerer als Luft, breitet sich am Boden aus und bildet mit feuchter Luft Nebel.

1.7 Physikalische Eigenschaften von Helium

Tiefkaltes, verflüssigtes Helium siedet bei -269°C . Helium ist farblos, geruchlos und unbrennbar.

Kennzeichnung:

22
1963

Erhitzung führt zu Druckanstieg und Berstgefahr. Auslaufende Flüssigkeit ist sehr kalt und verdampft sehr rasch. Flüssigkeit verursacht Erfrierungen und schwere Augenschäden. Helium wirkt in geschlossenem Raum erstickend ohne bemerkbare Anzeichen. Helium ist leichter als Luft, breitet sich in geschlossenen Räumen an der Decke aus und bildet mit feuchter Luft Nebel.

1.8 Erste Hilfe bei Unfällen mit kryogenen Flüssig-Gasen

Verletzte aus der Gefahrenzone bringen, bequem lagern und beengende Kleidung lockern.

Bei Erstickungssymptomen sofort künstlich beatmen.

Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen und betroffene Körperstellen mit Wasser auftauen.

Erfrorene Körperstellen nicht reiben, sondern mit sterilem Verbandsmaterial abdecken.

Für rasche ärztliche Hilfe sorgen.

1.9 Schutz vor mechanischen Gefahren

Um mechanische Störungen möglichst vom Magnetsystem fernzuhalten, werden häufig aufblasbare Gummipuffer oder sonstige Dämpfungselemente eingesetzt. Durch diese Art der Vibrationsdämpfung ist das Magnetsystem zwar unempfindlich gegen Vibrationen, jedoch sehr empfindlich auf seitliche Krafteinwirkung.



Vorsicht

Gefahr des Kippens beim Verschieben oder Besteigen des Magnetsystems. Beachten Sie zum Verschieben des Magnetsystems die entsprechenden Instruktionen im Magnet Manual. Es ist verboten, auf das Gerät zu steigen.

Stickstoff-Fülldienst

2 Transportbehälter für flüssigen Stickstoff

Für flüssigen Stickstoff, chemisches Zeichen N₂, gibt es unterschiedliche Ausführungen von Transportbehältern. Sie finden hier die Eigenheiten beschrieben, die für alle Ausführungen gemeinsam gelten und die Sie zur sicheren Durchführung des Stickstoff-Fülldienstes kennen müssen.

2.1 Gefahrenquelle tiefe Temperatur

Der Transportbehälter enthält flüssigen Stickstoff mit einer Temperatur von –196 °C. Beachten Sie im Umgang mit dem Transportbehälter die entsprechenden Warnhinweise im Kapitel 1, „Sicherheit beim Fülldienst“, Seite 3.

2.2 Anforderungen an den Transportbehälter für Stickstoff

Der Transportbehälter muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Er darf nicht ferromagnetisch sein, d.h., er darf nicht auf Magnetkräfte ansprechen.



Warnung

Verletzungsgefahr durch Quetschungen oder Einklemmen: Ferromagnetische Transportbehälter werden vom Magnetsystem angezogen und können Personen einklemmen oder quetschen.



Vorsicht

Gefahr der Zerstörung des Magnetsystems. Ferromagnetische Transportbehälter werden vom Magnetsystem angezogen und können zu seiner Zerstörung führen.

- Er muss ein Überdruckventil haben, das verdampfenden Stickstoff entweichen lässt.
- Zur Flüssigkeitsentnahme benötigt er einen Transfer-Schlauch, der entweder über eine Ummantelung aus Metallgeflecht verfügt oder aus Teflon besteht oder einen PFA-Wellschlauch.



Warnung

Verletzungsgefahr durch splitternde Plastikschläuche bei extrem tiefen Temperaturen. Verwenden Sie ausschliesslich die vorgeschriebenen Teflon Schläuche oder PFA-Wellschläuche.

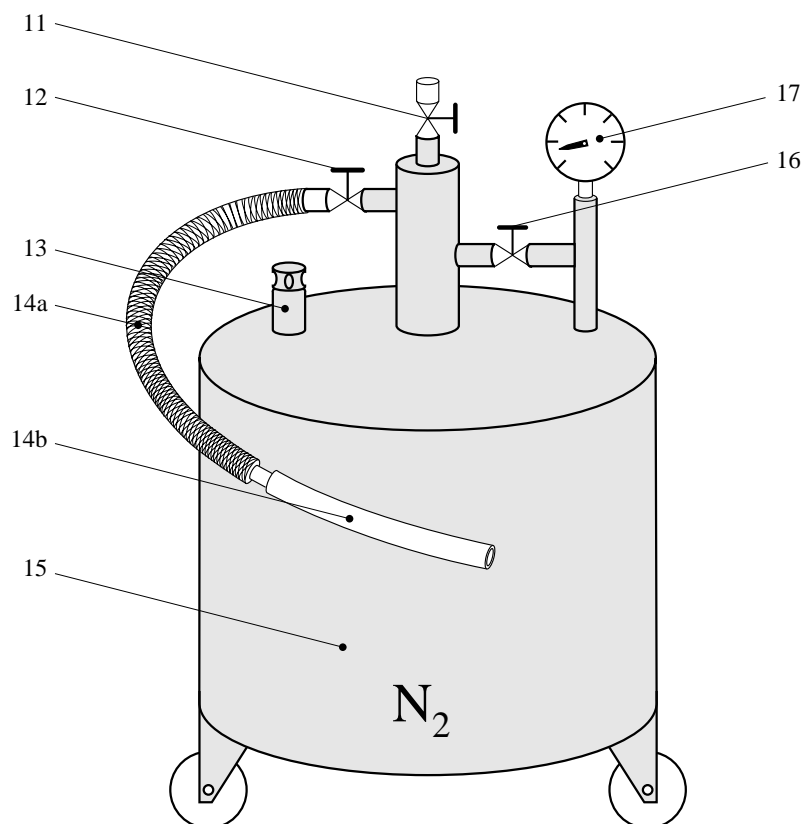


Hinweis

Bei Bruker AG ist als Zubehör ein komplettes **Stickstoff-Fülldienst-Set** aus PFA Wellschlauch mit den entsprechenden Adaptern unter der Teilenummer Z53144 erhältlich.

2.3 Hauptbestandteile

Ein Transportbehälter für flüssigen Stickstoff weist folgende Hauptbestandteile auf:



Transportbehälter für flüssigen Stickstoff

Legende

- 11 Hahn für Gasauslass
- 12 Anschluss für Stickstoffentnahme flüssig
- 13 Überdruckventil
- 14a Transfer-Schlauch mit Metallgeflecht
- 14b Transfer-Schlauch aus Teflon oder PFA-Wellschlauch
- 15 Transportbehälter
- 16 Armatur für Druckaufbau
- 17 Manometer

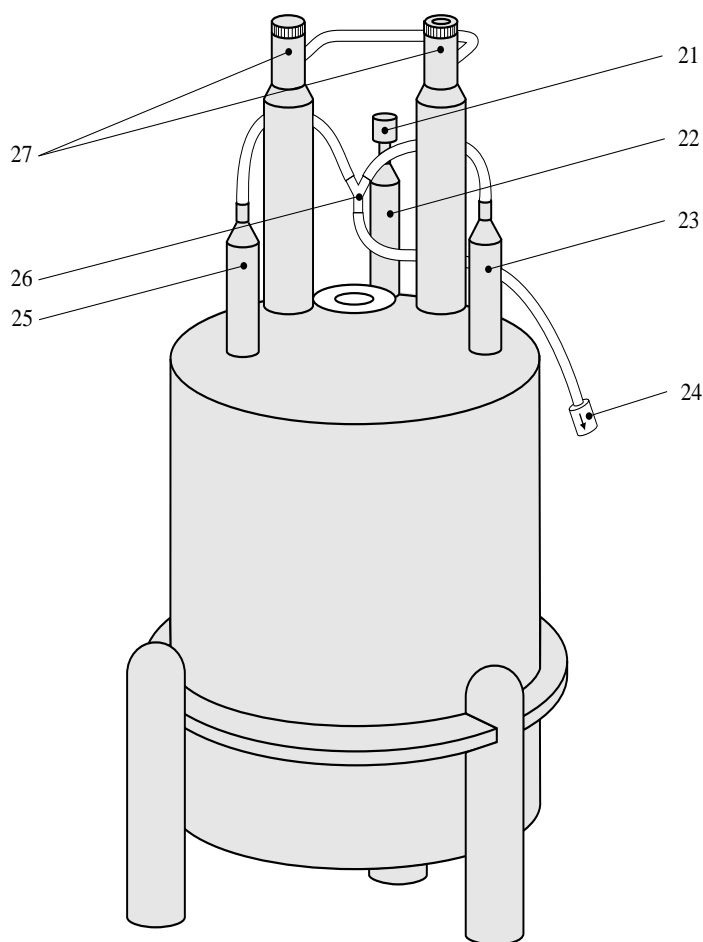
3 Magnetsystem mit N₂-Flow-System

Sie finden hier die an allen Magnetsystemen mit N₂-Flow-Systemen vorhandenen Elemente, die Sie für die sichere Durchführung des Stickstoff-Fülldienstes kennen und beachten sollten.



Vorsicht

Das Magnetsystem enthält neben dem flüssigen Stickstoff einen Magneten, der ein sehr starkes Magnetfeld erzeugt. Beachten Sie dazu die entsprechenden Warnhinweise im Kapitel 1, „Sicherheit beim Fülldienst“, Seite 3.



Magnetsystem mit N₂-Flow-System

Legende

- | | | | |
|----|-------------------------|----|-----------------------------|
| 21 | Sicherheitsventil | 25 | Linker Stickstoffturm |
| 22 | Hinterer Stickstoffturm | 26 | N ₂ -Flow-System |
| 23 | Rechter Stickstoffturm | 27 | Heliumtürme |
| 24 | Rückschlagventil | | |

4 Füllstandsmessung

Die Füllstandsmessung gibt Ihnen Aufschluss über die einzufüllende Stickstoffmenge. Entsprechend der Menge können Sie die ungefähre Dauer des Füllvorgangs abschätzen, die zwischen 5 und 15 Minuten liegen wird.

4.1 Hilfsmittel für die Füllstandsmessung

Als Hilfsmittel für die Füllstandsmessung verwenden Sie am besten einen „Dip Stick“. Das ist ein langes Röhrchen mit einem runden Endstück, das Sie bei Bruker unter der Teilenummer Z27451 beziehen können. Falls Sie keinen Dip Stick verfügbar haben, können Sie die Füllstandsmessung auch mit einem Epoxy-Stab vornehmen.

4.2 Füllstandsmessung mit Dip Stick

Gehen Sie für die Füllstandsmessung mit dem Dip Stick folgendermassen vor:

1. Führen Sie den Dip Stick langsam in den rechten Stickstoffturm (23) ein und beobachten Sie sein oberes Endstück.



Vorsicht

Gefahr einer Augenverletzung durch Stickstoffspritzer. Tragen Sie während der Füllstandsmessung eine Schutzbrille.

2. Stoppen Sie das Einführen, sobald Stickstoffspritzer am Endstück des Dip Sticks herausgeschleudert werden.

Die Spritzer entstehen, wenn das warme Ende des Dip Sticks in den kalten flüssigen Stickstoff eintaucht. Der dabei verdampfende Stickstoff schleudert die Stickstoffspritzer durch den hohlen Dip Stick oben heraus.

3. Merken Sie sich die Lage des Dip Sticks, indem Sie ihn direkt oberhalb des Stickstoffturms fassen und aus dem Behälter herausziehen.
4. Stellen Sie den Füllstand fest, indem Sie den Dip Stick neben das Magnetsystem halten: Das untere Ende markiert das aktuelle Niveau des flüssigen Stickstoffs.

4.3 Füllstandsmessung mit Epoxy-Stab

Gehen Sie für die Füllstandsmessung mit einem Epoxy-Stab folgendermassen vor:

1. Führen Sie den Epoxy-Stab langsam so weit in den rechten Stickstoffturm (23) ein, bis der Stab den Boden des Stickstoffbehälters berührt.
2. Lassen Sie den Epoxy-Stab in dieser Lage kurz abkühlen und merken Sie sich seine Lage, indem Sie ihn direkt oberhalb des Stickstoffturms fassen.
3. Ziehen Sie den Stab aus dem Behälter heraus und schwenken Sie ihn durch die Luft.



Hinweis

Der Stab vereist entlang dem Stück, das in den flüssigen Stickstoff eingetaucht war.

4. Stellen Sie den Füllstand fest, indem Sie den Stab neben das Magnetsystem halten: Der Beginn der vereisten Stelle markiert das aktuelle Niveau des flüssigen Stickstoffs.

5 Transfer-Vorbereitung

5.1 Vorbereitungen am Transportbehälter

Bereiten Sie den Transportbehälter folgendermassen für den Stickstoff-Transfer vor:

1. Reduzieren Sie den Druck auf **maximal 0.35 bar**, indem Sie den Hahn für den Gasauslass (11) öffnen.
2. Schliessen Sie alle anderen Hahnen.

5.2 Vorbereitungen am Magnetsystem

Bereiten Sie das Magnetsystem folgendermassen auf den Stickstoff-Transfer vor:

3. Falls das Magnetsystem auf Vibrationsdämpfern steht: Lassen Sie den Druck aus den Dämpfern entweichen, indem Sie den Schalter an der Bodenplattform auf „Down“ stellen.
4. Ziehen Sie die Schläuche des N₂-Flow-Systems (26) von den vorderen Stickstofftürmen ab, bzw. entfernen Sie gegebenenfalls die Wärmetauscher.



Hinweis:

Nicht alle Magnetsysteme verfügen über Wärmetauscher. Wärmetauscher sind auf die Stickstofftürme aufgesteckt und verhindern die Vereisung der Ausgänge.

5. Prüfen Sie den freien Durchgang an den beiden vorderen Stickstofftürmen (23, 25), indem Sie beobachten, ob an den Ausgängen verdampfender Stickstoff austritt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass Sie vorsichtig versuchen, einen dünnen Stab durch die Stickstofftürme in den Stickstofftank einzuführen.

**Vorsicht:**

Versuchen Sie niemals, Vereisungen in den Stickstofftürmen zu entfernen, ohne vorher Ihre nächste Bruker-Service-Stelle zu kontaktieren.



Hinweis

Sie verwenden dazu am einfachsten den entsprechenden Schlauch vom N₂-Flow-System.

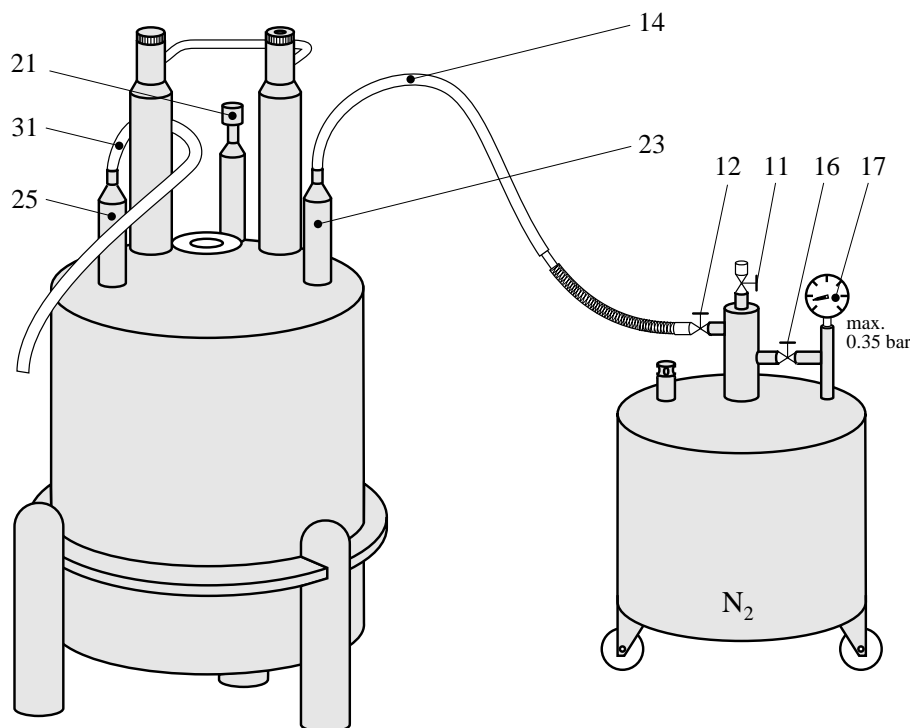
7. Kontrollieren Sie den aktuellen Füllstand im Stickstofftank durch den rechten Stickstoffturm (siehe 4, „Füllstandsmessung“, Seite 10).


Vorsicht
Berstgefahr des Magnetsystems durch Überdruck. Belassen Sie das Sicherheitsventil (21) immer an dem dafür vorgesehenen Platz.

6 Füllvorgang

Für den Füllvorgang verbinden Sie den Transportbehälter und das Magnetsystem mit dem Transfer-Schlauch. Durch leichten Überdruck (max. 0.35 bar) wird der Stickstoff vom Transportbehälter ins Magnetsystem gefördert. Das Ende des Füllvorgangs erkennen Sie daran, dass am Ausgang am linken Stickstoffturm Stickstoffspritzer herausgeschleudert werden.

Die Verbindung zwischen dem Transportbehälter und dem Magnetsystem erfolgt durch den Transfer-Schlauch.


 System für N₂-Füllvorgang bereit

Legende

11	Hahn für Gasauslass	17	Manometer
12	Anschluss für Stickstoffentnahme flüssig	21	Sicherheitsventil
14	Transfer-Schlauch	23	Rechter Stickstoffturm (Fill-in Port)
16	Armatur für Druckaufbau	25	Linker Stickstoffturm
		31	Teflonschlauch

6.1 Verbindung herstellen und Stickstoff transferieren



Hinweis

1. Stecken Sie das freie Ende des Transfer-Schlauchs (14) auf den rechten Stickstoffturm (23).
Festes Aufstecken des Schlauchs genügt, Sie benötigen dazu keine Hilfsmittel.
2. Beaufsichtigen Sie den gesamten Füllvorgang, damit Sie sofort eingreifen können, wenn der Druck über 0.35 bar steigen würde oder der Füllvorgang beendet ist.
3. Sorgen Sie für einen Druck von höchstens 0.35 bar im Transportbehälter, indem Sie zur Druckabsenkung den Hahn für den Gasauslass (11) öffnen oder zum Druckaufbau die Armatur für den Druckaufbau (16) betätigen.

Achten Sie darauf, dass der Transfer-Schlauch keine Knicke aufweist, da es sonst beim Füllen Probleme geben könnte.



Vorsicht

Gefahr einer Explosion der Behälter durch Überdruck. Respektieren Sie jederzeit den Maximaldruck.



Hinweis

4. Öffnen Sie den Anschluss für die Stickstoffentnahme flüssig (12) und kontrollieren Sie, ob bereits kurz nach dem Öffnen des Anschlusses Stickstoff durch den Transfer-Schlauch gedrückt wird.
5. Kontrollieren Sie, ob am Teflonschlauch (31) am linken Stickstoffturm (25) Gas austritt. Das zeigt Ihnen, dass der Stickstoffturm frei durchgängig und nicht vereist ist.

Wenn Sie als Transfer-Schlauch einen Teflonschlauch verwenden, können Sie sehr einfach visuell beobachten, ob der Füllvorgang korrekt abläuft.



Vorsicht

Gefahr einer Augenverletzung durch sehr kalte Stickstoffspritzer. Verhindern Sie, dass sich jemand im Spritzbereich des Teflonschlauches aufhält.

6. Kontrollieren Sie während des gesamten Füllvorgangs auf dem Manometer (17), dass der Druck nicht über 0.35 bar steigt und dass der linke Stickstoffturm durchgängig bleibt (Gasaustritt am Teflonschlauch).
7. Kontrollieren Sie während des Füllens, ob der Transportbehälter noch genügend Flüssigkeit enthält.

Sie erkennen einen leeren Transportbehälter daran, dass der Druck am Manometer (17) rasch absinkt.



Hinweis

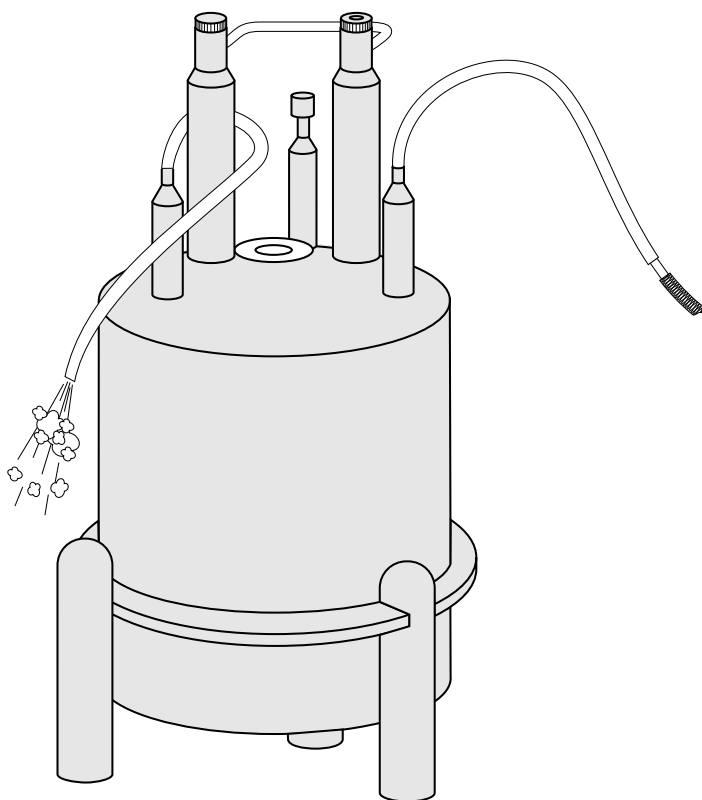


Hinweis

Sie erkennen das Ende des Füllvorgangs daran, dass aus dem Teflonschlauch auf dem linken Stickstoffturm Flüssigkeitsspritzer herausgeschleudert werden.

6.2 Füllvorgang beenden

Sie beenden den Füllvorgang, sobald Stickstoffspritzer aus dem Teflonschlauch auf dem linken Stickstoffturm herausgeschleudert werden.



Ende des Füllvorgangs

1. Beenden Sie den Füllvorgang, indem Sie den Anschluss für die Stickstoffentnahme flüssig (12) schliessen und/oder
2. indem Sie den Druck im Transportbehälter über den Hahn für den Gasauslass (11) entspannen.
3. Schliessen Sie die Armatur für den Druckaufbau (16).

6.3 Füllvorbereitungen rückgängig machen

Nach Abschluss des Füllvorgangs machen Sie die Füllvorbereitungen folgendermassen rückgängig:

1. Lassen Sie den Transfer-Schlauch (14) abtauen, indem Sie etwa zehn Minuten warten und/oder
2. Wärmen Sie das Ende des Transfer-Schlauchs vorsichtig mit einem Föhn auf.
3. Entfernen Sie den Transfer-Schlauch (14) vom rechten Stickstoffturm (23) des Magnetsystems.
4. Entfernen Sie den Teflonschlauch (31) vom linken Stickstoffturm (25).



Vorsicht:

5. Prüfen Sie den freien Durchgang an beiden Stickstofftürmen (Gasaustritt sichtbar oder Einführen des Dip Sticks).

Versuchen Sie niemals, Vereisungen in den Stickstofftürmen zu entfernen, ohne vorher Ihre nächste Bruker-Service-Stelle zu kontaktieren.



Hinweis

6. Schliessen Sie das N₂-Flow-System (26) wieder an.

Beachten Sie, dass das Rückschlagventil (24) so montiert sein muss (Pfeil in Flussrichtung), dass es Stickstoff aus dem Stickstofftank entweichen lässt.

7. Falls das Magnetsystem auf Vibrationsdämpfern steht: Aktivieren Sie die Dämpfer, indem Sie den Schalter an der Bodenplatte auf „Up“ stellen.

6.4 Füllvorgang protokollieren

Mit dem Füllvorgang ersetzen Sie den verdampften Stickstoff. Durch exaktes Protokollieren der Füllmenge können Sie den mittleren Verbrauch abschätzen und bei stark verändertem Stickstoffverbrauch eine Störung im Magnetsystem frühzeitig erkennen.

1. Protokollieren Sie das Datum des Füllens und die Füllmenge.

Helium-Fülldienst

7 Transportbehälter für flüssiges Helium

Für flüssiges Helium, chemisches Zeichen He, gibt es unterschiedliche Ausführungen von Transportbehältern. Sie finden hier die Eigenheiten beschrieben, die für alle Ausführungen gemeinsam gelten und die Sie zur sicheren Durchführung des Helium-Fülldienstes kennen müssen.

7.1 Gefahrenquelle tiefe Temperatur

Der Transportbehälter enthält flüssiges Helium mit einer Temperatur von -269 °C . Beachten Sie im Umgang mit dem Transportbehälter die entsprechenden Warnhinweise im Kapitel 1, „Sicherheit beim Fülldienst“, Seite 3.

7.2 Anforderungen an den Transportbehälter für Helium

Der Transportbehälter muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Er darf nicht ferromagnetisch sein, d.h., er darf nicht auf Magnetkräfte ansprechen.



Warnung

Verletzungsgefahr durch Quetschungen oder Einklemmen: Ferromagnetische Transportbehälter werden vom Magnetsystem angezogen und können Personen einklemmen oder quetschen.



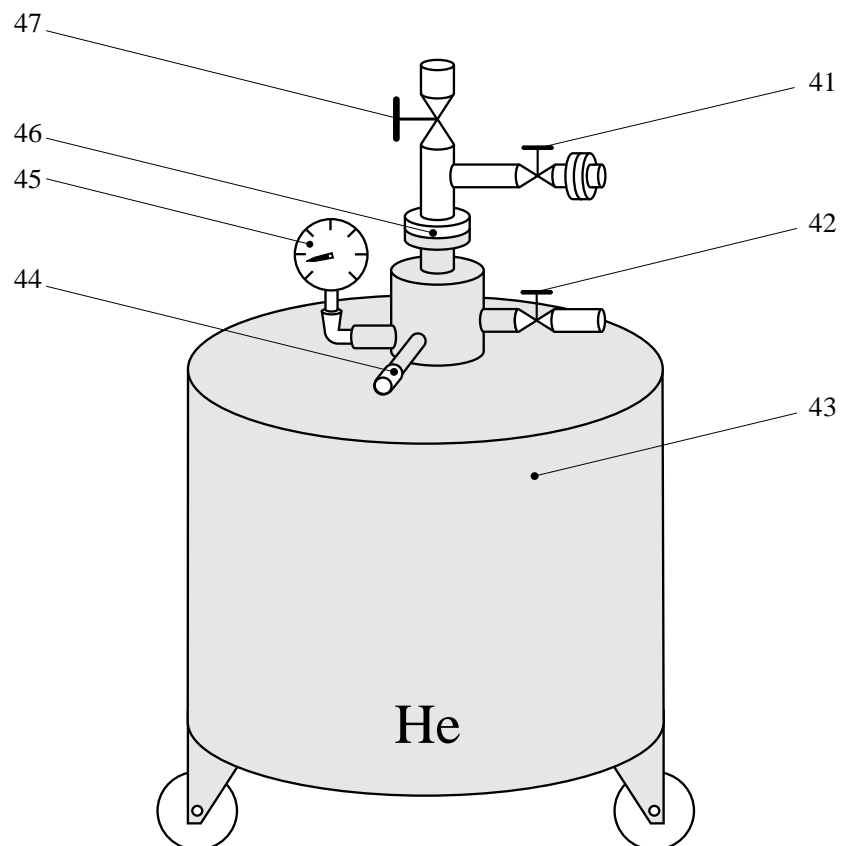
Vorsicht

Gefahr der Zerstörung des Magnetsystems. Ferromagnetische Transportbehälter werden vom Magnetsystem angezogen und können zu seiner Zerstörung führen.

- Er muss ein fest montiertes, nicht beeinflussbares Sicherheitsventil aufweisen.
- Er muss ein Überdruckventil haben, das verdampfendes Helium dauernd entweichen lässt.

7.3 Hauptbestandteile

Ein Transportbehälter für flüssiges Helium weist folgende Hauptbestandteile auf:



Transportbehälter für Helium

Legende

- 41 Hahn für Gasentnahme und/oder Druckaufbau
- 42 Überdruckventil mit Absperrhahn
- 43 Transportbehälter
- 44 Sicherheitsventil
- 45 Manometer
- 46 Flanschverbindung
- 47 Entnahmehahn (Kugelhahn) für Helium flüssig

8 Transfer Line

Wegen der extrem tiefen Temperatur des Heliums benötigen Sie für den Fülldienst eine spezielle Transfer Line. Sie ist doppelwandig ausgeführt, isoliert und evakuiert.



Hinweis

Verwenden Sie weder eine beschädigte Transfer Line noch andere Leitungen. Die Leitung würde vereisen und das Helium wegen der mangelhaften Isolierung verdampfen.



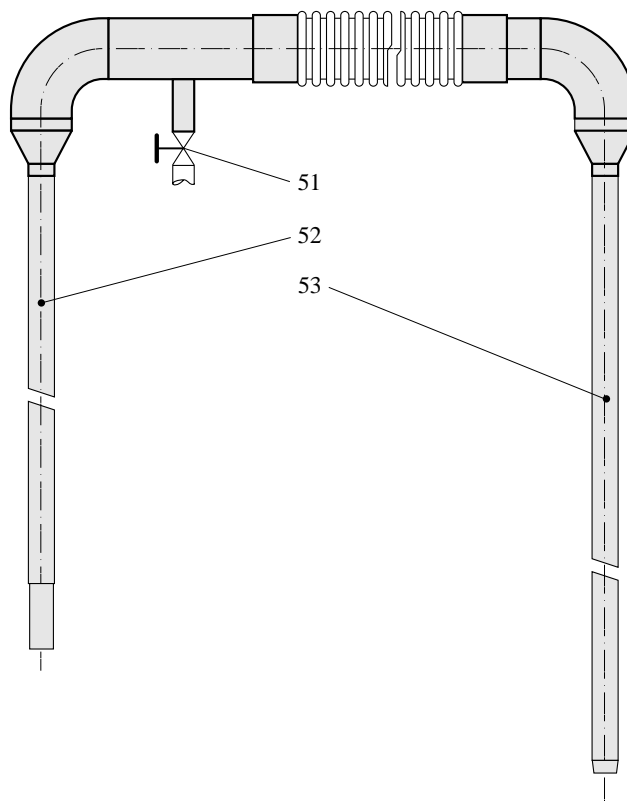
Vorsicht:

Falls Probleme mit einer Transfer Line auftreten, kontaktieren Sie Ihre nächste Bruker-Service-Stelle.



Hinweis

Sie erkennen eine defekte Transfer Line daran, dass sie beim Transfer an der defekten Stelle weiss beschlägt, weiss wird oder stark vereist.



Transfer Line

Legende

- 51 Ventil zum Evakuieren der Transfer Line
- 52 Anschlussrohr Seite Magnetsystem
- 53 Anschlussrohr Seite Transportbehälter

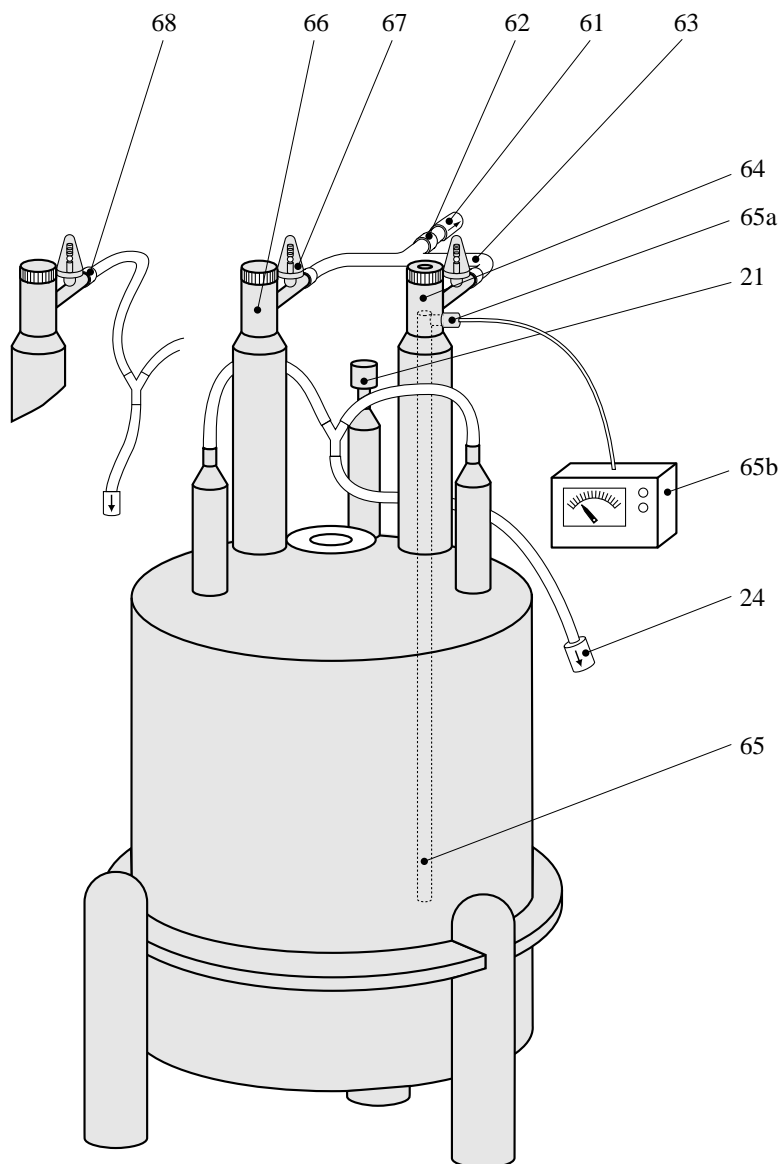
9 Magnetsystem

Sie finden in der folgenden Skizze die an allen Magnetsystemen vorhandenen Elemente, die Sie für die sichere Durchführung des Helium-Fülldienstes kennen und beachten sollten.



Vorsicht

Das Magnetsystem enthält neben dem flüssigen Helium einen Magneten, der ein sehr starkes Magnetfeld erzeugt. Beachten Sie dazu die entsprechenden Warnhinweise im Kapitel 1, „Sicherheit beim Fülldienst“, Seite 3.



Magnetsystem

Legende

- 21 Sicherheitsventil (für Stickstoff)
- 24 Rückschlagventil (für Stickstoff)
- 61 Rückschlagventil (für Helium)
- 62 Helium-Oszillationsdämpfer
- 63 U-Rohr
- 64 Rechter Heliumturm mit Siphon
- 65 Helium-Levelsonde
- 65a Anschlussstecker zu Helium-Levelsonde
- 65b Helium-Levelmeter
- 66 Linker Heliumturm
- 67 Quench-Ventil
- 68 Adapter mit Schlauch

**Hinweis**

Nicht alle Magnetsysteme sind mit einem U-Rohr (63) ausgerüstet. Als Alternative dazu gibt es Systeme, die an beiden Heliumtürmen Adapter mit Schläuchen (68) aufweisen. Die Schläuche werden mit einem Y-Stück zusammengeführt und über das Rückschlagventil (61) entlüftet.

10 Füllstandskontrolle

Die Füllstandsmessung im Magnetsystem gibt Ihnen Aufschluss über den aktuellen Füllstand und die beim Fülldienst einzufüllende Heliummenge. Füllstandsmessungen im Transportbehälter ermöglichen Ihnen, die effektiv eingefüllte Heliummenge zu bestimmen. Während des Fülldienstes können Sie lediglich kontrollieren, ob der Transportbehälter noch Helium enthält.

10.1 Füllstand im Magnetsystem messen

Das Magnetsystem verfügt für die Füllstandsmessung über eine fest eingebaute Helium-Levelsonde (65). Am genormten Anschlussstecker (65a) können Sie dazu ein handelsübliches Helium-Levelmeter (65b) anschließen. Beachten Sie für die Bedienung Ihres Messgeräts die dazugehörige Bedienungsanleitung.

10.2 Füllstand im Transportbehälter messen

Eine Füllstandsmessung ist im Transportbehälter nur vor oder nach dem Fülldienst möglich. Während des Fülldienstes können Sie lediglich kontrollieren, ob sich noch Flüssigkeit im Transportbehälter befindet.



Hinweis

Als Hilfsmittel für die Füllstandsmessung benötigen Sie einen „Dip Stick“. Das ist ein langes Röhrchen mit einem runden Endstück, das Sie bei Bruker unter der Teilenummer Z27451 beziehen können.

Füllstand messen

Für die Füllstandsmessung im Transportbehälter benötigen Sie im wahrsten Sinn des Wortes etwas Fingerspitzengefühl. Gehen Sie dazu folgendermassen vor:

1. Entspannen Sie den Druck im Transportbehälter, indem Sie den Hahn für die Gasentnahme (41) öffnen.
2. Öffnen Sie den Entnahmehahn für Helium flüssig (47) und führen Sie den Dip Stick vorsichtig durch den Entnahmehahn bis auf den Boden des Transportbehälters ein.
3. Markieren Sie die Lage des Dip Sticks, indem Sie ihn direkt oberhalb des Entnahmehahns fassen.
4. Dichten Sie das obere Ende des Dip Sticks mit dem angefeuchteten Daumen der anderen Hand oder einem kleinen Plastikstück so ab, dass Sie das feine „Blubbern“ des Heliumgases spüren und hören können.
5. Ziehen Sie den Dip Stick langsam aus dem Behälter heraus, bis Sie eine deutliche Veränderung der Frequenz des „Blubbers“ feststellen können.



Hinweis

Die Frequenz des „Blubbers“ wird deutlich schneller, sobald Sie das Ende des Dip Sticks aus dem flüssigen Helium herausziehen. Wenn Sie nicht sicher sind, ob Sie den Wechsel verpasst haben, können Sie ihn wiederholen, indem Sie den Dip Stick wieder tiefer in den Tank hineinstossen.

6. Markieren Sie die Lage des Dip Sticks beim Frequenzwechsel, indem Sie ihn mit der anderen Hand direkt oberhalb des Entnahmehahns fassen.

7. Messen Sie am Dip Stick die Distanz zwischen den beiden Markierungen und stellen Sie auf der Füllstandstabelle des Transportbehälters die aktuelle Flüssigkeitsmenge fest.
8. Schliessen Sie den Hahn für die Gasentnahme (41) und den Entnahmehahn für Helium flüssig (47) wieder.

Füllstand kontrollieren

Während des Fülldienstes kann man nur indirekt kontrollieren, ob sich noch Flüssigkeit im Transportbehälter befindet.

Die einfachste Kontrolle ist die Ablesung des Helium-Levelmeters während des Füllens (65b). Wenn die Anzeige langsam, aber stetig ansteigt, hat es sicher noch Flüssigkeit im Transportbehälter.



Hinweis

Die Helium-Levelsonde ist sehr empfindlich auf Vereisungen. Sie funktioniert dann nicht mehr richtig und zeigt nur noch einen zufälligen, aber konstanten Wert an! Einige Helium-Levelmeter haben eine Enteisungsfunktion. Konsultieren Sie das entsprechende Manual.



Vorsicht

Falls die Vereisung nicht entfernt werden kann, kontaktieren Sie Ihre nächste Bruker-Service-Stelle.

Beim Druckaufbau mit Hilfe einer Gummiblase können Sie einen leeren Transportbehälter daran erkennen, dass sich die Gummiblase nicht mehr prall füllen lässt, da wegen Flüssigkeitsmangel kein Druckaufbau mehr möglich ist.

Beim Druckaufbau mit externem Helium-Gas können Sie für die Füllstandskontrolle folgendermassen vorgehen:

1. Schliessen Sie den Hahn für den Druckaufbau (41) und entfernen Sie den Schlauch für die Zufuhr von externem Helium-Gas.
2. Öffnen Sie den Hahn für den Druckaufbau (41) und achten Sie darauf, ob der Transportbehälter eindeutig unter Druck steht.



Hinweis

In einem leeren Transportbehälter kann sich kein Druck aufbauen, da das Gas direkt über die Transfer Line in das Magnetsystem entweichen kann.

3. Schliessen Sie den Schlauch für die Zufuhr von externem Helium-Gas wieder an und öffnen Sie den Hahn für den Druckaufbau (41) zur Fortsetzung des Fülldienstes wieder.

11 Transfer-Vorbereitung

Bereiten Sie das Magnetsystem folgendermassen auf den Helium-Transfer vor:

1. Falls das Magnetsystem auf Vibrationsdämpfern steht: Lassen Sie den Druck aus den Dämpfern entweichen, indem Sie den Schalter an der Bodenplattform auf „Down“ stellen.
2. Kontrollieren Sie, ob die Stickstoffausgänge korrekt mit einem Rückschlagventil verschlossen sind, oder verschliessen Sie die Ausgänge gegebenenfalls mit einem Gummizapfen.



Vorsicht

Überdruckgefahr im Magnetsystem bei Verwendung eines Gummizapfens. Entfernen Sie den Gummizapfen nach Abschluss des Füllvorgangs wieder.

Mit dem Verschliessen der Stickstoffausgänge verhindern Sie, dass das während des Helium-Fülldienstes unterkühlte Magnetsystem Luft in den Stickstofftank ansaugt. Dabei genügt ein korrekt montiertes (Pfeil gegen aussen) Rückschlagventil (24) als Verschluss.

3. Stellen Sie sicher, dass das N₂-Sicherheitsventil (21) auf dem hinteren Stickstoffanschluss steckt.

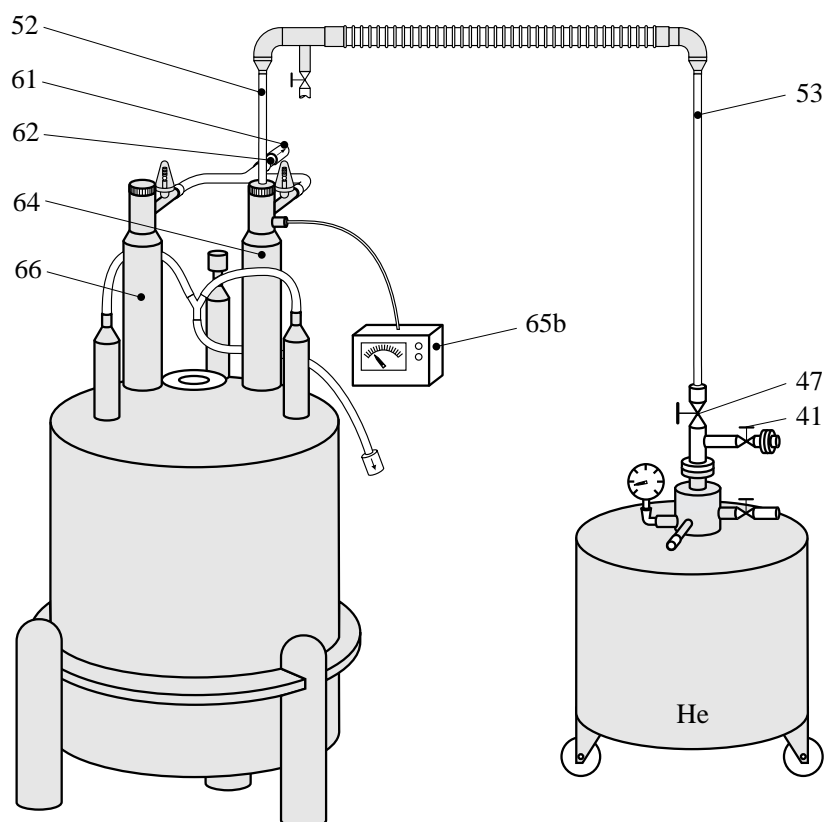


Vorsicht

Berstgefahr des Magnetsystems. Belassen Sie die Sicherheits- und Quench-Ventile immer auf den dafür vorgesehenen Plätzen.

12 Füllvorgang

Für den Füllvorgang kühlen Sie zuerst die Transfer Line ab, danach verbinden Sie den Transportbehälter mit dem Magnetsystem. Das Helium wird durch leichten Überdruck vom Transportbehälter durch die Transfer Line ins Magnetsystem gefördert. Das Ende des Füllvorgangs erkennen Sie, sobald am Auslass flüssiges Helium herausgeschleudert wird.



System beim Helium-Füllvorgang

Legende

- 41 Hahn für Gasentnahme und/oder Druckaufbau
- 47 Entnahmehahn (Kugelhahn) für Helium flüssig
- 52 Anschlussrohr Seite Magnetsystem
- 53 Anschlussrohr Seite Transportbehälter
- 61 Rückschlagventil
- 62 Helium-Oszillationsdämpfer
- 64 Rechter Heliumturm
- 65b Helium-Levelmeter
- 66 Linker Heliumturm

12.1 Transfer Line abkühlen

Mit dem Abkühlen der Transfer Line verhindern Sie, dass das warme, gasförmige Helium beim Eintauchen der Transfer Line ins Magnetsystem eine heftige Reaktion (einen Quench) auslöst. Gehen Sie dazu folgendermassen vor:



Vorsicht

Lesen Sie die nächsten Instruktionsschritte sorgfältig durch, bevor Sie diese ausführen.



Hinweis

1. Entfernen Sie das Rückschlagventil (61) und falls vorhanden den Helium-Oszillationsdämpfer (62) oder
2. Entfernen Sie am linken Heliumturm (66) den Adapter mit Schlauch (68).
3. Verschiessen Sie die Austrittsöffnung, indem Sie ein Kleenex-Tüchlein leicht in die Öffnung drücken.

Damit minimieren Sie den Lufteintritt in den Heliumbehälter, bis Sie Helium einfüllen. Eintretende Luft würde im Behälter gefrieren.

4. Entspannen Sie am Transportbehälter den leichten Überdruck, indem Sie den Hahn für die Gasentnahme (41) kurz öffnen.
5. Schliessen Sie am Transportbehälter sämtliche Hahnen.
6. Führen Sie das Anschlussrohr (53) der Transfer Line so weit in den Entnahmehahn für Helium flüssig (47) ein, bis das Rohr am Kugelhahn ansteht.
7. Bereiten Sie am Magnetsystem den rechten Heliumturm (64) für den Transfer vor. Entfernen Sie dazu die Überwurfmutter mit Zapfen, Scheibe und O-Ring und verschliessen Sie den Anschluss mit dem Zapfen sofort wieder, um den Lufteintritt zu minimieren.
8. Bereiten Sie die Transfer Line für den Anschluss am Magnetsystem vor, indem Sie die Überwurfmutter mit Scheibe und O-Ring auf das Anschlussrohr (52) aufschieben.
9. Öffnen Sie den Entnahmehahn für Helium flüssig (47). Stossen Sie die Transfer Line langsam in den Transportbehälter hinein, bis an ihrem anderen Ende gasförmiges Helium ausströmt.
10. Lassen Sie die Transfer Line abkühlen, bis an ihrem offenen Anschlussrohr (52) flüssiges Helium austritt.



Hinweis

Sie können das Austreten von flüssigem Helium optisch gut erkennen. Der Strahl am Austritt gleicht in Form und Grösse der Flamme einer Kerze.

12.2 Transfer Line anschliessen

Sobald die Transfer Line genügend abgekühlt ist, können Sie die Verbindung zwischen Transportbehälter und Magnetsystem herstellen. Dadurch beginnt der Helium-Transfer.



Vorsicht

Quench-Gefahr beim Einführen einer ungenügend abgekühlten Transfer Line. Kühlen Sie die Transfer Line so weit ab, bis an ihrem freien Ende flüssiges Helium austritt.

11. Führen Sie das Anschlussrohr (52) der Transfer Line (ohne Verlängerungsstück) vorsichtig in den rechten Heliumturm (64) ein und fixieren Sie sie mit der Überwurfmutter.



Vorsicht

Das Ende der Transfer Line darf nicht in den Siphon im Heliumtank eindringen. Prüfen Sie, ob Sie die richtige Transfer Line verwenden. Wenn Sie bemerken, dass die Transferline am Siphon ansteht, muss diese 2-3 cm zurückgezogen und mit der Überwurfmutter fixiert werden.

12.3 Druck im Transportbehälter aufbauen

Das Helium wird durch leichten Überdruck im Transportbehälter transferiert. Er darf jedoch keinesfalls 0.35 bar übersteigen. Sie können den benötigten Überdruck auf folgende Arten erzeugen:

12. Schliessen Sie sauberes Helium-Gas am Hahn für Druckaufbau (41) an und öffnen Sie den Hahn so weit, dass sich im Transportbehälter ein leichter Überdruck aufbaut, oder
13. schliessen Sie am Hahn für Druckaufbau (41) eine Gummiblase von einem Fussball an und kneten Sie die Blase. Durch das dabei umgewälzte warme Heliumgas entsteht im Transportbehälter eine „Unruhe“, die für den benötigten Druckanstieg ausreicht.



Hinweis

Bei geringer Isolation des Transportbehälters kann auch der natürliche Druckaufbau genügen, der sich durch permanent verdampfendes Helium ergibt.



Hinweis

Der Füllvorgang kann bis zu einer Stunde dauern, wenn Sie erst beim Erreichen des minimalen Heliumlevels nach der maximalen Haltezeit nachfüllen.

12.4 Helium transferieren



Hinweis

Sobald Sie das Anschlussrohr (52) ins Magnetsystem einführen, beginnt der Helium-Transfer, was Sie daran erkennen, dass das Kleenex-Tüchlein aus der Austrittsöffnung herausgeblasen wird.

14. Stossen Sie das Anschlussrohr (53) so weit in den Transportbehälter, bis es unten ansteht, und anschliessend wieder ca. drei Zentimeter zurück. Damit verhindern Sie, dass die Transfer Line während des Füllvorganges verstopft.
15. Schalten Sie das Helium-Levelmeter (65b), falls möglich, auf Dauermessung um.
16. Sorgen Sie bei Bedarf für leichten Überdruck im Transportbehälter (siehe Kapitel 12.3, „Druck im Transportbehälter aufbauen“, Seite 26).

12.5 Helium-Transfer überwachen

17. Beaufsichtigen Sie den gesamten Füllvorgang und verhindern Sie, dass der Druck über 0.35 bar steigt.



Vorsicht

Gefahr einer Explosion der Behälter durch Überdruck. Respektieren Sie jederzeit den Maximaldruck von 0.35 bar.



Hinweis

Für den korrekten Helium-Transfer ist ein Überdruck von 50 bis 100 mbar bereits genügend.

18. Prüfen Sie während des Füllens, ob der Transportbehälter noch genügend Flüssigkeit enthält (siehe 10.2, „Füllstand im Transportbehälter messen“, Seite 21).



Hinweis

Ein kontinuierliches Ansteigen der Anzeige am Helium-Levelmeter (65b) lässt erkennen, dass noch Flüssigkeit im Transportbehälter ist.



Hinweis

Die Helium-Levelsonde ist sehr empfindlich auf Vereisungen. Sie funktioniert dann nicht mehr richtig und zeigt nur noch einen zufälligen, aber konstanten Wert an! Einige Helium-Levelmeter haben eine Enteisungsfunktion. Konsultieren Sie das entsprechende Manual.



Vorsicht

Falls die Vereisung nicht entfernt werden kann, kontaktieren Sie Ihre nächste Bruker-Service-Stelle.

19. Beenden Sie den Helium-Transfer, sobald der Heliumtank voll ist.

Sie erkennen einen vollen Heliumtank an folgenden Punkten:

- An der Austrittsöffnung tritt flüssiges Helium aus, was Sie an der „Flamme“ erkennen können.
- Das Helium-Levelmeter zeigt 100% an.
- Flüssige Luft (Stickstoff und Sauerstoff) tropft vom U-Rohr.



Hinweis

Beachten Sie dazu die Warnhinweise in Kapitel 1.4, „[Schutz vor Brand- und Explosionsgefahr](#)“, Seite 4.

12.6 Füllvorgang beenden und Transfer Line entfernen

Sie beenden den Füllvorgang, sobald an der Austrittsöffnung flüssiges Helium austritt, was Sie an der „Flamme“ erkennen können.

Sie beenden den Füllvorgang folgendermassen:

1. Wenn Sie externes Helium-Gas für den Druckaufbau angeschlossen haben: Schliessen Sie den Hahn für den Druckaufbau (41) und entfernen Sie den betreffenden Schlauch.
2. Entspannen Sie den Druck im Transportbehälter, indem Sie den Hahn für die Gasentnahme (41) öffnen.
3. Lösen Sie die Überwurfmutter und ziehen Sie die Transfer Line gleichzeitig aus beiden Behältern heraus.



Vorsicht

Gefahr von Erfrierungen bei Berührung der sehr kalten Anschlussrohre der Transfer Line. Tragen Sie Schutzhandschuhe beim Entfernen der Transfer Line.

4. Verschliessen Sie den rechten Helium-Füllturm sofort wieder provisorisch mit dem Zapfen.



Hinweis

Eingefrorene Metallteile können Sie mit einem Föhn sorgfältig auftauen. Vorsicht bei Kunststoffteilen!

5. Entfernen Sie den O-Ring, die Scheibe und die Überwurfmutter von der Transfer Line, sobald diese abgetaut ist, und kontrollieren Sie, ob der O-Ring unbeschädigt ist.

12.7 Füllvorbereitungen rückgängig machen

Nach Abschluss des Füllvorgangs machen Sie die Füllvorbereitungen wieder rückgängig.

1. Schliessen Sie am Transportbehälter alle Hahnen.
2. Öffnen Sie am Transportbehälter den Absperrhahn für das Überdruckventil (42).
3. Verschliessen Sie den rechten Helium-Füllturm (64) definitiv mit Überwurfmutter, O-Ring, Scheibe und Zapfen.
4. Montieren Sie am Magnetsystem das Rückschlagventil für Helium (61) so am Auslass des U-Rohres, dass der Pfeil am Rückschlagventil gegen aussen zeigt oder
5. montieren Sie den Schlauch mit Adapter (68) wieder am linken Heliumturm.

13 Abschlussarbeiten

Sie beenden den Helium-Fülldienst, indem Sie kontrollieren, ob das Magnetsystem wieder korrekt arbeitet, und den Füllvorgang protokollieren.

13.1 Füllvorgang protokollieren

Mit dem Füllvorgang ersetzen Sie das verdampfte Helium. Durch exaktes Protokollieren der Füllmenge können Sie den mittleren Verbrauch abschätzen und bei stark verändertem Verbrauch eine Störung im Magnetsystem frühzeitig erkennen.

1. Bestimmen Sie die Füllmenge (Gewicht feststellen oder Füllstand am Transportbehälter mit Dip Stick messen).
2. Protokollieren Sie das Datum und die Füllmenge sowohl auf dem Magnetsystem als auch auf dem Transportbehälter.
3. Notieren Sie den Heliumlevel vor und nach dem Füllen!
4. Kontrollieren Sie, ob die Stickstoffausgänge korrekt mit einem Rückschlagventil versehen sind, und entfernen Sie gegebenenfalls die Gummizapfen von den Ausgängen.



Vorsicht

Überdruckgefahr im Magnetsystem beim Vergessen des Gummizapfens auf dem Stickstoffausgang. Entfernen Sie den Gummizapfen nach Abschluss des Füllvorgangs unbedingt wieder.

5. Falls das Magnetsystem auf Vibrationsdämpfern steht: Aktivieren Sie die Dämpfer, indem Sie den Schalter an der Bodenplattform auf „Up“ stellen.

13.2 Kontrollen vornehmen

Nehmen Sie nach dem Helium-Fülldienst folgende Kontrollen vor, um sicher zu sein, dass das Magnetsystem wieder einwandfrei arbeitet:

6. Kontrollieren Sie unmittelbar nach dem Fülldienst, dass das U-Rohr abtaut, helfen Sie gegebenenfalls vorsichtig mit einem Föhn nach.
7. Kontrollieren Sie nach einigen Stunden, dass verdampfender Stickstoff aus den Stickstoffausgängen austritt.



Vorsicht

Berstgefahr des Magnetsystems bei vereisten Stickstoffausgängen. Stellen Sie sicher, dass die Stickstoffausgänge frei durchgängig sind.



Hinweis

Wenn nach einigen Stunden noch kein Stickstoff austritt, kann die Ursache in vereisten Stickstofftürmen liegen. Prüfen Sie den freien Durchgang gemäss 5.2, „Vorbereitungen am Magnetsystem“, Seite 11.



Vorsicht:

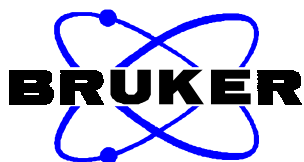
Versuchen Sie niemals, Vereisungen in den Stickstofftürmen zu entfernen, ohne vorher Ihre nächste Bruker-Service-Stelle zu kontaktieren.

Anhang

14 Wichtige Fachbegriffe

In diesem Abschnitt erklären wir in Form eines Glossars die Bedeutung der wichtigsten Fachbegriffe.

Antivibrationsfüsse	Luftgefederte Dämpferelemente am oder im Magnetstand
Dip Stick	Langes Metallröhrchen mit einem runden Endstück zur Füllstandsmessung
Epoxy-Stab	Langer Glasfibrerstab zur Füllstandsmessung mit ca. einem Millimeter Durchmesser
Flamme	Sichtbare Erscheinung beim Austritt von flüssigem Helium aus einer Leitung
Helium	Leichtes farb-, geruch- und geschmackloses Gas mit dem chemischen Zeichen „He“ Flüssiges Helium weist eine Temperatur von -269 °C auf



Helium-Levelmeter	Messgerät zur Anzeige des Füllstands im Heliumtank
Helium-Levelsonde	Messsonde zur Bestimmung des Füllstands im Heliumtank
Helium-Oszillationsdämpfer	Bestandteil am U-Rohr zur Unterdrückung von thermoakustischen Gasschwingungen
Kryogene Flüssigkeit	Tiefkaltes Gas in flüssiger Form
Magnetsystem	Supraleitender Magnet, der in einem Tank mit flüssigem Helium steht und zur Isolation mit einem zweiten Tank für flüssigen Stickstoff umgeben ist
Manometer	Messgerät für die Messung von Gasdruck
N2-Flow-System	Vorrichtung am Magnetsystem, um den verdampfenden Stickstoff in die Atmosphäre zu entlassen und gleichzeitig Luft- und Feuchtigkeitseintritt in den Stickstofftank zu verhindern
Quench	Sehr rasches Entladen des Magneten durch Verlust seiner Supraleitung Bei einem Quench wird die gespeicherte magnetische Energie in Wärme umgewandelt, welche zur raschen Verdampfung grosser Mengen von Helium und Stickstoff führt
Quench-Ventil	Überdruckventil mit grossem Auslass
Stickstoff	Schweres farb- und geruchloses Gas mit dem chemischen Zeichen N ₂ Flüssiger Stickstoff weist eine Temperatur von -196 °C auf
Siphon	Metalltrichter mit Rohr im Heliumtank, das bis zum Boden des Heliumtanks reicht
Transfer Line	Vakuumisolierte Heberleitung für flüssiges Helium
Transportbehälter	Vakuumisolierter Behälter für den Transport von tiefkaltem Helium oder Stickstoff
U-Rohr	Zusammenführung der Ausgänge beider Heliumtürme

15 Warnschilder / Piktogramme



Vorsicht: Extrem hohe magnetische Streufelder.



Gefahr: Kein Zutritt für Träger von Herzschrittmachern.



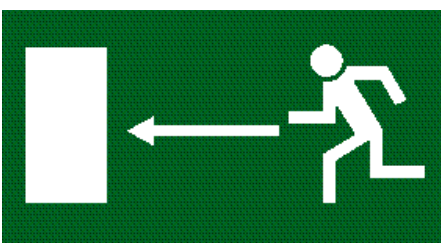
Gefahr: Kein Zutritt für Träger von medizinischen Implantaten.



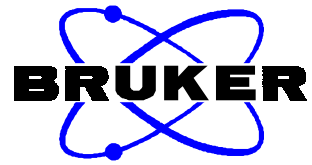
Vorsicht: Uhren, elektronische und elektromechanische Geräte etc. können beschädigt werden.

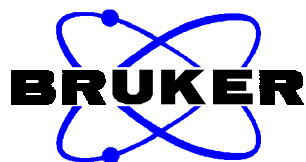


Vorsicht: Kreditkarten, magnetische Speichermedien (Tapes, Floppydisks, Harddisks etc.) können beschädigt werden.



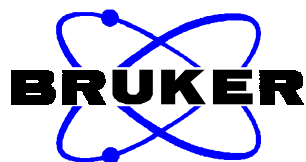
Hinweis: Fluchtweg aus dem Labor.





16 Index

- A**
Anforderungen an den Transportbehälter für Stickstoff 7
- D**
Dip Stick 10
Druck in Transportbehälter aufbauen 26
- E**
Erste Hilfe bei Unfällen mit kryogenen Flüssig-Gasen 6
- F**
Freien Durchgang prüfen 11
Füllstand am Magnetsystem messen 21
Füllstand am Transportbehälter messen 21
Füllstand kontrollieren 22
Füllstandskontrolle 21
Füllstandsmessung 10
Füllstandsmessung mit Dip Stick 10
Füllstandsmessung mit Epoxy-Stab 10
Füllvorgang (Helium) 24
Füllvorgang (Stickstoff) 12
Füllvorgang beenden (Helium) 28
Füllvorgang beenden (Stickstoff) 14
Füllvorgang protokollieren 29
- G**
Gefahr
Gefahr der Selbstentzündung oder Explosion 6
Gefahr des Erstickens 4
Gefahr des Kippens 6
Gefahr eines Herzstillstands 3
Gefahr von Erfrierungen 3
- H**
Helium transferieren 27
Helium-Oszillationsdämpfer 20
Hilfsmittel für die Füllstandsmessung 10
Hochdruck-Transportbehälter 4
- M**
Magnetsystem 9, 19
- N**
N2-Flow-System 9
- O**
Oszillationsdämpfer 20
- P**
Physikalische Eigenschaften von Helium 6
Physikalische Eigenschaften von Stickstoff 6



S

Schutz
Schutz vor Gasen 4
Schutz vor Magnetfeld 3
Schutz vor mechanischen Gefahren 6
Schutz vor tiefen Temperaturen 3
Schutz vor Explosionsgefahr wegen Hochdruck-Transportbehältern
4
Siedepunkttemperatur 5
Starke Gas-Oszillationen 5
Starkes Abdampfen 5
Stickstoff transferieren 13

T

Temperatur Diagram 5
Temperaturanstieg 5
Transfer Line 18
Transfer Line abkühlen 25
Transfer Line anschliessen 26
Transfer Line entfernen 28
Transfer-Schlauch 12
Transfer-Vorbereitung 11
Transfer-Vorbereitung (Helium) 23
Transportbehälter für flüssigen Stickstoff 7
Transportbehälter für flüssiges Helium 16
Transportbehälter für Helium 16
Transportbehälter für kryogene Flüssigkeiten 5

U

Überhitzte kryogene Flüssigkeit 5
U-Rohr 20

V

Verdampfungsprozess 4