

Beschreibung und Bedienung der Stern-Gerlach-Apparatur

Aufbau der Apparatur:

1. In dem Kreuzstück am linken Ende des Rohres befindet sich der Kaliumofen. Durch die obere mit einem Blindflansch verschlossene Öffnung wird der Ofen mit Kalium gefüllt. Der kleine Flansch an der linken Seite dient dazu, den eingebauten Ofen und den Detektor auszurichten.
2. Am rechten Ende des Rohres ist der Detektor angeflanscht. Nach Abschrauben der Abdeckkappe kann die kleine Schraube in der Mitte herausgeschraubt werden, um den Durchblick beim Ausrichten zu ermöglichen.
3. Unterhalb der Tischplatte befindet sich ein Kreuzstück, an dem die Turbopumpe, die Messröhren eines Penning- und eines Pirani-Vakuummeters sowie das handbetätigte Belüftungsventil befestigt sind. Das Pirani-Vakuummeter dient nur zur Kontrolle bei Störungen, die unterschiedlichen Anzeigewerte der beiden Vakuummeter lassen sich jedoch gut diskutieren.
4. Die Anlage wird nicht belüftet, sondern mit Stickstoff aus der Druckgasflasche geflutet, da beim Befüllen mit Kalium möglichst kein Sauerstoff in die Apparatur gelangen soll.
5. Die Evakuierung der Anlage erfolgt mittels Drehschieber- und Turbomolekularpumpe. Zwischen beiden Pumpen befindet sich ein Magnetventil, das bei Stromausfall automatisch schließt. Dadurch wird in solchen Fällen das Belüften der Anlage über die Vorpumpe verhindert und das Rückströmen von Ölmolekülen verringert.
6. Das Magnetventil wird durch das Schaltgerät „Ventilsteuerung“ mit einer Verzögerung von ca. 10 Sekunden nach dem Einschalten geöffnet. Dadurch ist gewährleistet, dass nach einem Stromausfall am Saugstutzen der Vorpumpe bereits wieder ein hinreichend niedriger Druck herrscht, wenn das Ventil öffnet. In der Apparatur möglicherweise in Betrieb befindliche Heizungen werden ebenfalls durch das Schaltgerät gesteuert. Sie werden automatisch vom Netz getrennt und müssen nach Wiederkehr der Netzspannung und Prüfung der Voraussetzungen von Hand wieder eingeschaltet werden.

Vorbereitung der Apparatur für einen Praktikumszyklus:

1. Nach längerer Abstellzeit ist in jedem Fall eine Reinigung des Kaliumofens erforderlich. Zu diesem Zweck muss der Ofen ausgebaut und im Ultraschallbad von Verunreinigungen befreit werden. Die Reinigung muss zuerst im Wasserbad erfolgen und zwar so lange bis der Ofen keine weißen Rückstände mehr aufweist und vor allem die Spaltblende frei durchsichtig ist. Anschließend ist eine Reinigung im Alkoholbad erforderlich, um die Trocknung zu beschleunigen.
2. Fluten mit Stickstoff:
Beim Fluten der Anlage mit Stickstoff besteht die Gefahr, dass in der Apparatur ein Überdruck entsteht, der die Verklebungen im Bereich des Magneten zerstören kann. Deshalb ist **vor dem Öffnen der Ventile eine „Sollbruchstelle“ zu schaffen, indem der Spanning am Blindflansch über dem Kaliumofen entfernt wird.** Erst danach dürfen die Ventile an der Stickstoffflasche und das Belüftungsventil geöffnet werden.

3. Ausbau des Ofens:

Zuerst muss der kleine Blindflansch am linken Ende der Apparatur entfernt werden, danach ist die Stielschraube, die die hintere Ofenöffnung verschließt, herauszuschrauben. Dann kann der Ofen mit dem unteren Flansch herausgenommen werden. Der Ofen bleibt am Flansch, bei der weiteren Handhabung ist darauf zu achten, dass die Haltedrähte nicht verbogen werden.

4. Einbau und Justierung von Ofen und Detektor:

Nach dem Einbau des Ofenflansches ist die Ausrichtung von Ofen und Detektor zu kontrollieren. Dazu muss nach Abschrauben der Abdeckkappe am Detektor die Schraube in der Mitte des Detektorflansches entfernt werden. Der Wolframdraht soll möglichst genau senkrecht eingebaut sein und sich in der Mitte der Kollektoröffnung befinden. Vor die Bohrung wird eine Lampe gestellt. Nun schaut man durch die hintere Ofenöffnung in Richtung auf diese Lampe. Man muss durch den Austrittsspalt des Ofens die Lampe erkennen, der Detektordraht ist durch sein Beugungsbild erkennbar. Bei Bedarf ist die Montage zu korrigieren. Nach erfolgter Kontrolle können die Schraube im Detektorflansch (Dichtring nicht vergessen!) und die Stielschraube des Ofens eingeschraubt (auf **keinen Fall festziehen!**) werden. Danach kann die Anlage evakuiert werden. Die Pumpen werden während des ganzen Zyklus **nur zum Befüllen des Ofens mit Kalium** ausgeschaltet.

5. Vorbereiten des Detektordrahtes:

Die Oberfläche des Detektordrahtes muss möglichst sauber sein. Die Reinigung erfolgt durch Ausheizen des Drahtes nach folgendem Regime (**gültig für 0,25 mm Drahtdurchmesser**):

Bei einem Druck von $p < 5 \cdot 10^{-5}$ mbar Heizen mit 4 A über insgesamt 50 Stunden, dazwischen insgesamt 50 Stromstöße von 5 A für je 10 s Dauer und 3 min Pause, nach jeweils 10 Stromstößen eine Pause von ca. 30 min einlegen.

6. Einfüllen des Kaliums:

Ein Kaliumbrocken von 4 ... 5 mm Durchmesser wird unter Schutzgas in ein Transportgefäß aus Glas gelegt und aus der Glove-Box ausgeschleust.

Die Stern-Gerlach-Apparatur wird nach Ausschalten der Pumpen mit Stickstoff geflutet (siehe 2.) und der Deckel nach dem „Absprengen“ wieder lose auf den Flansch aufgelegt. Der Stickstoffstrom bleibt eingeschaltet, so dass der Deckel leicht klappernd liegen bleibt. Er wird nur so lange weggenommen wie unbedingt notwendig, um die Manipulationen am Ofen vornehmen zu können.

Mit Hilfe des Spezialwerkzeugs wird nun der obere Ofendeckel abgeschraubt. Das Kalium wird mit Hilfe des Injektors aus dem Transportgefäß entnommen, in den Ofen eingebracht und möglichst am Boden des Ofens angedrückt. Wenn das gelungen ist, kann der obere Ofendeckel wieder angeschraubt aber **nur leicht** festgedreht werden. Danach kann der obere Deckel wieder aufgelegt, die Vorpumpe eingeschaltet und der Stickstoffstrom abgestellt werden.

Teile, die mit Kalium in Berührung gekommen sind, werden sofort in ein Becherglas mit Ethanol gelegt, um Kaliumreste aufzulösen.

Die Anlage kann beliebig lange unter Vakuum bei laufenden Pumpen gehalten werden, da der Dampfdruck von Kalium bei Raumtemperatur kleiner als 10^{-7} mbar ist.