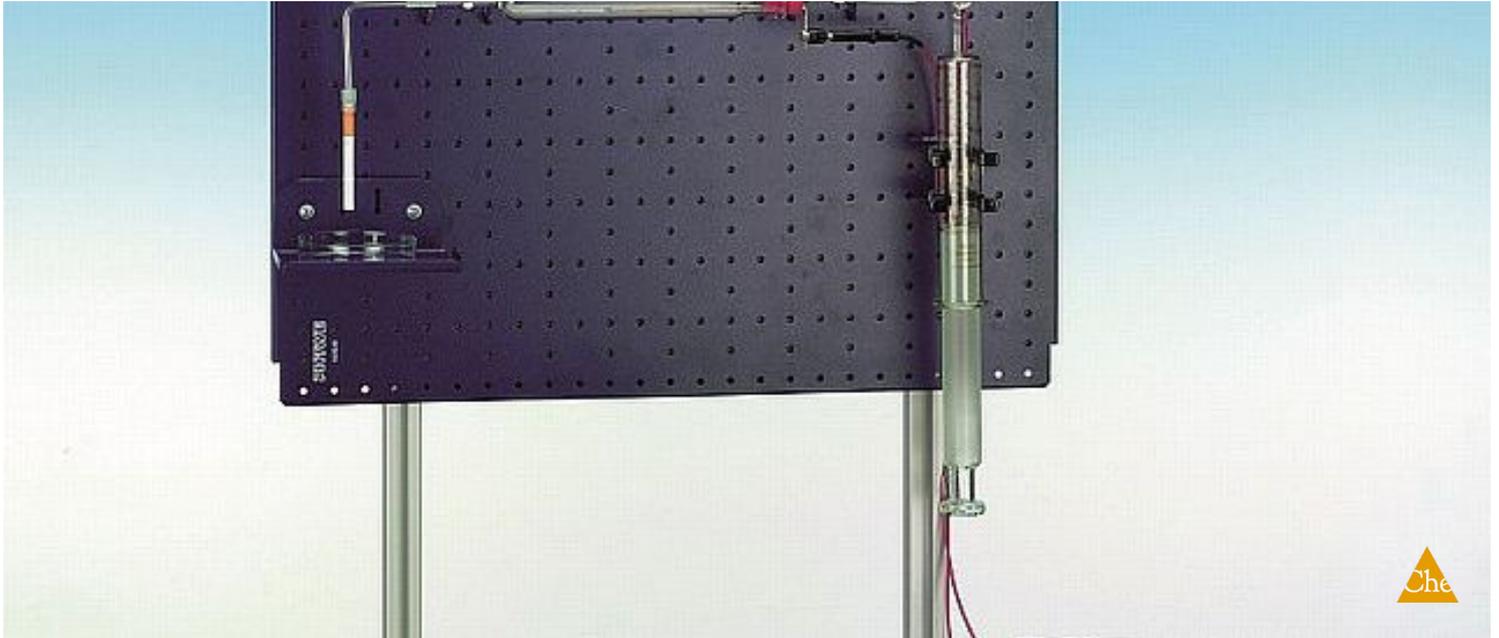


# Elektrostatische Rauchgasreinigung



In diesem Versuch wird das Modell einer elektrostatischen Rauchgasreinigung nachgebildet. Dabei werden die Staubpartikel mit Hilfe elektrostatischer Methoden entfernt. Durch die Wirkung eines elektrischen Feldes scheiden sich die elektrostatisch aufgeladenen Staubteilchen an einer Elektrode ab.

Chemie

Industrielle Chemie

Abgasreinigung, Umweltschutz



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten



# Allgemeine Informationen

## Anwendung



Versuchsaufbau

In diesem Versuch wird das Modell einer elektrostatischen Rauchgasreinigung nachgebildet.

Dabei werden die Staubpartikel mit Hilfe elektrostatischer Methoden entfernt. Durch die Wirkung eines elektrischen Feldes scheiden sich die elektrostatisch aufgeladenen Staubteilchen an einer Elektrode ab. Nach dem Reinigungsvorgang können die Elektroden gereinigt werden.

## Sonstige Informationen (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorwissen



Die Schüler und Studenten sollten bereits die Theorie der elektrostatischen Rauchgasreinigung sowie einige industrielle Einsatzgebiete kennen.

### Prinzip



Im so genannten Nasselektrofilter werden die Staubteilchen von einem Feuchtigkeitsfilm umhüllt und damit vergrößert. Auf diese Weise können Teilchen bis unter 0,01 mm abgeschieden werden. Mit dem hier vorgestellten Versuchsaufbau lassen sich die Zigaretteninhaltsstoffe auch in größeren Mengen halbquantitativ abscheiden, mit Leichtbenzin extrahieren und untersuchen.

## Sonstige Informationen (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

### Lernziel



Die Schüler und Studenten lernen das Prinzip der elektrischen Rauchgasreinigung kennen.

### Aufgaben



Die Schüler und Studenten bilden das Modell einer elektrostatischen Rauchgasreinigung nach.

## Sicherheitshinweise

**PHYWE**  
excellence in science

- Vorsicht Hochspannung! Nach Einschalten der Stromversorgung keine Metallteile berühren. Elektroden nur an der Isolierung anfassen! Solange die Hochspannung an den Elektroden anliegt, nur mit einer Hand arbeiten (andere Hand am Körper oder Körperrnähe).
- Achtung! Nur hochspannungsfeste Verbindungsleitungen zum Anschluss der Elektroden an das Netzgerät verwenden!
- Beachten Sie für die H- und P-Sätze bitte die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter.
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Theorie (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science

Rauch besteht aus in Gasen schwebenden Partikeln fester Stoffe, Nebel sind schwebende Tröpfchen. Im Zigarettenrauch und bei vielen technische Prozessen treten Rauch und Nebel häufig nebeneinander auf. Die Reinigung von Gasen - vorwiegend Abgasen - von mitgeführten Teilchen gewinnt im Alltag und in der Technik zunehmend an Bedeutung, da häufig die Teilchen und daran absorbierte Stoffe toxisch sind. Bekannte Beispiele sind adsorbierte polycyclische Aromaten an Rußpartikeln in Dieselabgasen, Dioxine, Schwermetalle und radioaktive Elemente in Abgasen von Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen. Die abgeschiedenen Filterstäube sind hochtoxisch und müssen als Sondermüll behandelt werden. Die in der Technik schon lange bekannten Möglichkeiten zur Gasreinigung wie

- mechanische Filter (Haushaltsstaubsauger!) als Schlauch oder Plattenfilter
- Auswaschen in Rieseltürmen oder Gaswäschern
- Abscheiden in Prallscheidern oder Zyklonen

## Theorie (2/2)

Reichen für die heutigen Anforderungen als alleinige Abscheider nicht mehr aus. Bei allen modernen Gasreinigungsprozessen wird die Grobreinigung durch eine dem jeweiligen Verfahren angepasste Methode vorgenommen und als Endstufe eine elektrostatische Reinigung nachgeschaltet.

Im so genannten Nasselektrofilter werden die Staubteilchen von einem Feuchtfilm umhüllt und damit vergrößert. Auf diese Weise können Teilchen bis unter 0,01 mm abgeschieden werden.

Mit dem hier vorgestellten Versuchsaufbau lassen sich die Zigaretteninhaltsstoffe auch in größeren Mengen halbquantitativ abscheiden, mit Leichtbenzin extrahieren und untersuchen.



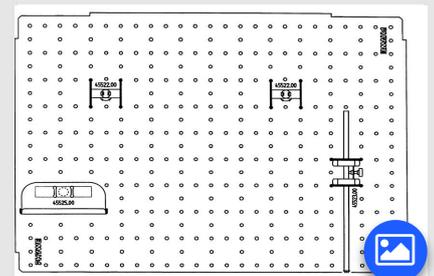
## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Rahmen für Komplettversuche	45500-00	1
2	Rückwand für Komplettversuche	45501-00	1
3	Platte für Komplettversuche	45510-00	1
4	Klemmhalter, d = 8...10 mm, drehbar	45522-00	2
5	Halter für Gasspritze	45523-00	1
6	Geräteträger mit Haftmagneten	45525-00	1
7	Befestigungsband, universal, 100 Stück	45535-00	1
8	Federstecker, 50 Stück	45530-00	1
9	Gasspritze mit Dreiweghahn, Borosilikat, 100 ml	02617-00	1
10	Entstaubungskammer für Rauchgasreinigung	02615-04	1
11	Glasröhrchen, rechtwinklig, 85 x 60, 10 Stück	36701-52	1
12	Glasröhrchen, d = 8 mm, l = 80 mm, 10 Stück	36701-65	1
13	Gummistopfen 26/32, 2 x Bohrung 1,5 mm, 1 Bohrung 7 mm	39258-14	1
14	Nickelelektrode, d = 3 mm, mit Buchse	45231-00	2
15	PHYWE Hochspannungsnetzgerät 10 kV mit Digitalanzeige DC: 0... ± 10 kV, 2 mA	13673-93	1
16	Verbindungsleitung, 30 kV, 1000 mm	07367-00	2
17	Petrischale, Glas, d = 100 mm	64705-00	1
18	Silikonschlauch, Innen-d = 7 mm, lfd. m	39296-00	1
19	Tonnenfuß, für 1 Stange, d ≤ 13 mm	02004-00	1
20	Warnschild, Gefährliche elektrische Spannung	06543-00	1

# Aufbau und Durchführung

## Aufbau (1/2)

- Die Klemmhalter werden auf der Platte für Komplettversuche gemäß Abbildung rechts oben befestigt und die Glasgeräte werden gemäß Abbildung rechts unten daran befestigt.
- Die Entstaubungskammer besteht aus einem Glasrohr von 23 cm Länge, dessen eines Ende in einem engen Ansatzrohr von 8 mm Durchmesser endet. An das Ansatzrohr schließt man mittels eines kurzen Stückchens Silikonschlauch ein rechtwinklig gebogenes Glasröhrchen an.
- Am anderen Ende des weiten Glasrohres befindet sich ein dreifach durchbohrter Gummistopfen in einem Stopfenbett.
- Durch den Gummistopfen ragen zwei Nickelelektroden in das Glasrohr hinein. Die langen Enden der Nickelelektroden sollten dabei so weit wie möglich in die Bohrungen des Stopfens hineingeschoben sein.



## Aufbau (2/2)

- Ein kurzes gerades Glasröhrchen in der mittleren Bohrung des Stopfens dient zum Anschluss der Gasspritze. Dazu wird das Glasröhrchen über ein kurzes Stückchen Silikonschlauch mit dem Dreiwegehahn der Gasspritze verbunden.
- Die Nিকেlelektroden werden über Hochspannungsleitungen mit einem Hochspannungstrafo (10 kV) verbunden. **Die Elektroden dürfen sich auf keinen Fall berühren!**
- Vor dem eigentlichen Versuch prüft man den Aufbau durch Anlegen einer Spannung von 10 kV an die Elektroden, damit keine Funkenentladung auftritt.
- Am rechtwinklig gebogenen Glasröhrchen befestigt man mit einem kurzen Stückchen Silikonschlauch eine Zigarette, indem man das Schlauchstückchen erst über das Ende des Röhrchens schiebt und das Mundstück der Zigarette dann vorsichtig in das überstehende Stückchen Schlauch hineinschiebt. Unter die Zigarette schiebt man zum Auffangen der Asche noch den Deckel einer Petrischale, die mittels des Gummiringes auf dem Geräteträger mit Haftmagneten befestigt ist.

## Durchführung

- Nach Beendigung des Aufbaus wird der Dreiwegehahn so eingestellt, dass nur der Durchgang zur Kammer geöffnet ist, und die Zigarette wird bei gleichzeitigem Durchsaugen von Luft durch die Apparatur mit der Gasspritze entzündet. Dabei füllt sich die Entstaubungskammer mit Zigarettenrauch.
- Durch Verdrehen des Dreiwegehahns wird dieser dann so eingestellt, dass die Luft aus der Spritze ausgestoßen werden kann, ohne dass die Luft in die Kammer zurückgeblasen wird. Nach erneutem Drehen des Hahns saugt man nochmals Luft durch die Zigarette in die Kammer. Dabei füllt sich nun auch die Gasspritze mit Rauch, was gut zu beobachten ist, wenn der Inhalt der Spritze in den Raum geblasen wird.
- Schaltet man nun die Hochspannung ein (10 kV), so verschwindet der Rauch im Bereich der Elektroden sehr rasch. Im Raum vor den Elektroden ist er dagegen noch sichtbar. Zieht man nun im Fortgang des Versuchs bei eingeschalteter Hochspannung weiterhin Zigarettenrauch langsam aber kontinuierlich mit der Gasspritze durch die Apparatur, so sieht man, dass der Rauch bereits im Bereich der Elektrodenspitzen vollständig niedergeschlagen wird und somit gar nicht erst in den hinteren Abschnitt der Entstaubungskammer oder gar in die Gasspritze gelangt.



# Auswertung

## Auswertung (1/4)

### Beobachtung und Auswertung

Im Bereich des Hochspannungsfeldes werden die im Zigarettenrauch schwebenden Partikel und Tröpfchen aufgeladen (ionisiert) und an den Elektroden abgeschieden.

Die Beobachtungen zeigen, dass mit Hilfe einer elektrostatischen Rausgasreinigung die Staubpartikel mit Hilfe elektrostatischer Methoden entfernt werden. Durch die Wirkung eines elektrischen Feldes scheiden sich die elektrostatisch aufgeladenen Staubteilchen an einer Elektrode ab. Nach dem Reinigungsvorgang können die Elektroden gereinigt werden.



## Auswertung (2/4)

**PHYWE**  
excellence in science

Warum bezeichnet man den eingesetzten Filter auch als Nasselektrofilter?

- Keine der Antworten ist korrekt.
- Weil der Filter die Luft allein mittels Wasser reinigt.
- Weil die die Staubteilchen von einem Feuchtigkeitsfilm umhüllt und damit vergrößert werden.
- Weil das Verfahren unter Wasser stattfindet. Salzwasser wird bevorzugt verwendet, da es besser leitet.

✓ Überprüfen

## Auswertung (3/4)

**PHYWE**  
excellence in science

Woraus besteht Rauch, woraus Nebel?

- Rauch besteht aus in Gasen schwebenden Partikeln flüssiger Stoffe, Nebel sind schwebende Feststoffe.
- Nebel besteht aus in Gasen schwebenden Partikeln fester Stoffe, Rauch sind schwebende Tröpfchen.
- Rauch besteht aus in Gasen schwebenden Partikeln fester Stoffe, Nebel sind schwebende Tröpfchen.
- Keine der Antworten ist korrekt.

✓ Überprüfen

## Auswertung (4/4)

Warum nimmt die Gasreinigung (z.B. in Abgasen) eine immer größere Rolle ein?

- Um die darin enthaltenen Stoffe zu gewinnen, da sie wichtige Rohstoffe zur industriellen Fertigung sind.
- Da häufig die Teilchen und daran absorbierte Stoffe toxisch sind und somit nicht in die Umwelt gelangen sollen.
- Weil die Bestrebung besteht, immer mehr Gase und weniger Feststoffe als Abfall zu produzieren.
- Keine der Antworten ist korrekt.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 15: Nasselektrofilter	0/1
Folie 16: Rauch	0/1
Folie 17: Gasreinigung	0/1

Gesamtsumme  0/3

👁️ Lösungen

🔄 Wiederholen