

## Die Herstellung von Stickstoffdünger: Ammoniumnitrat

Dauer: 20 min. - Klassenstufe : 8.-10. Klasse



In diesem Film sehen die Schüler einmal eine moderne industrielle Herstellung von Düngern. Es steht insbesondere der Praxisbezug im Mittelpunkt. Schüler sollen erkennen, dass Demonstrations- sowie Schülerexperimente im Labor Vereinfachungen der Praxis sind.

### Ziel des Films

Dieses Videodokument ist gleichzeitig der Beginn einer Zusammenarbeit mit der Industriegruppe Elf-Atochem in Rouen. Dieser große Industriezweig hat sich bereit erklärt, für uns seine Werkstore zu öffnen. Der große Industriepark in Rouen ist gleichzeitig die Nummer 1 aller Düngemittelerzeuger in Frankreich.

Das Videoprogramm beginnt mit der Vorstellung der Ausgangsmaterialien für die Herstellung von Ammoniumnitratdünger. Es werden die unterschiedlichen Etappen der Synthese dargestellt. Ausgegangen wird von den Laborversuchen, die auch nicht immer so einfach zu realisieren sind. Dann wird das gleiche Prinzip gezeigt, doch diesmal sieht der Betrachter die großindustrielle Umsetzung. Zum Schluss wird noch einmal das bisher Gezeigte in einem Schema verdeutlicht.

Wir bedanken uns an dieser Stelle bei dem Personal des Industriegebietes von Rouen, die uns bei der Realisierung des Projektes geholfen haben. Insbesondere möchten wir uns bei J.M.Brument bedanken, der für die innerbetriebliche Kommunikation des Werkes verantwortlich ist.

Die Abschnitte des Films werden jeweils kurz zusammengefasst sowie eine mögliche pädagogische Verwendung vorgeschlagen ( jeder Abschnitt wird mit einer Zeitangabe versehen ).

### I. Teil - Ammoniaksynthese

#### 1. Abschnitt: Einleitung (25 sec.)

Für eine intensive Landwirtschaft, die es uns ermöglicht, immer mehr Menschen zu ernähren, ist es notwendig, dem Boden Stickstoff zuzuführen. Große Mengen Stickstoff benötigen die Pflanzen - wie Getreide – in jeder Vegetationsperiode. Dem Boden wird

Die Herstellung von Stickstoffdünger: Ammoniumnitrat - Best.-Nr. 2020976

Stickstoff vor allem durch Ammoniumnitrat zugeführt. Dieses Nitrat wird im Labor bzw. großindustriell aus den Ausgangsstoffen Ammoniak und Salpetersäure hergestellt.

## 2. Abschnitt: Ausgangsprodukte für die Herstellung von Ammoniak (1 min. + 10 sec.)

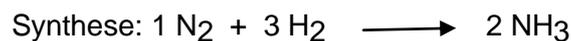
Um Ammoniak herzustellen benötigen wir zuerst einmal Stickstoff. Dieses Gas ist reichlich in der Atmosphäre vorhanden. Es unterhält nicht die Verbrennung (daher der Name!). Die andere Komponente des Ammoniaks ist Wasserstoff. Dieses kommt z.B. im Methan (kommt im Erdgas oder Faul-bzw. Sumpfgas vor) vor. Wasserstoff ist ein farbloses und brennbares Gas.

Das Endprodukt wird oft z.B. im Labor benötigt und zwar in Form einer wässrigen und stark alkalischen Lösung.

## 3. Abschnitt: Präsentation des Ammoniaklabors

Ausgangsstoffe	Endprodukt
Stickstoff der Luft	Ammoniak
Methan	
Wasser	

Betrachten wir nun die Ammoniaksynthese im großindustriellen Maßstab. Die Ausgangsprodukte werden bei unterschiedlichem Druck und bei unterschiedlichen Temperaturen – nach einem genauen Fabrikationsmodus – verarbeitet. Im ersten Gasofen werden Methan und Wasserdampf zerlegt. Verschiedene Brenner erhitzen zahlreiche Rohre, in denen die Reagenzien mit Hilfe eines Katalysators reagieren. Die Luft, die Stickstoff und Sauerstoff enthält, wird in einen zweiten Ofen eingebracht. Kohlenmonoxid wird in Kohlendioxid umgewandelt, welches dann selbst im Entkarbonisierungsturm eliminiert wird. Die stöchiometrische Mischung aus Stickstoff und Wasserstoff wird dann auf mehr als 200bar komprimiert, um die Synthese herbeizuführen. Der Herstellungsprozess wird rund um die Uhr auf das Genaueste überwacht. Das Endprodukt, Ammoniak, wird in flüssiger Form bei -33° C unter atmosphärischem Druck gelagert. Ammoniak ist bei -33° C und normalen atmosphärischen Bedingungen flüssig. Für die Verdampfung ist Wärme notwendig, diese wird vom Boden genommen. Die Umgebung wird durch Sensoren, die Daten zu Kontrollräumen transferieren, permanent überwacht. Von hier aus kann direkt eingegriffen werden.



**4. Abschnitt: Bilanz (45 min.)**

Resümieren wir diese Synthese einmal mit Hilfe dieses Schemas.

Rohstoffe (Ausgangsprodukte) für die Ammoniaksynthese von 1 t Ammoniak:

Luft : 900 m<sup>3</sup>

Wasser: 2 t

Erdgas: 600m<sup>3</sup> + 400 m<sup>3</sup> Erdgas für den Energiebedarf

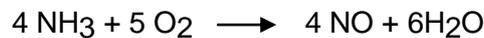
**II. Teil – Synthese der Salpetersäure**

**5. Abschnitt: Die Ausgangsprodukte und das Prinzip der Synthese im Labor (1 min.)**

Die wichtigste Etappe dieser Synthese kann auch im Labor – allerdings mit viel Vorsicht - dargestellt werden.

Das Ammoniak-Sauerstoff-Gemisch wird in einen Ofen geleitet, wo es Kontakt mit einem Platinkatalysator hat. Stickstoffmonoxid – ein Zwischenprodukt – reagiert mit dem Sauerstoff, der im Überschuss vorhanden ist, zu Stickstoffdioxid. Das Endprodukt wird als wässrige Lösung, die stark sauer reagiert, genutzt.

Rohstoffe	Endprodukt
Amoniak	Salpetersäure
Sauerstoff der Luft	
Wasser	



**6. Abschnitt: Vorstellung der industriellen Produktion von Salpetersäure (45 sec.)**

Betrachten wir nun die Synthese der Salpetersäure im industriellen Maßstab. Das Gemisch Ammoniak-Sauerstoff wird in einen Ofen, der auf mehr als 800°C aufgeheizt wurde, eingeleitet. Dort hat das Gemisch Kontakt mit einem Platinkatalysator. In einem Absorptionsturm wird das Stickstoffdioxid in Wasser eingeleitet und gelöst. So erhält man schließlich die Salpetersäure.

**7. Abschnitt: Bilanz (45 sec.)**

Fassen wir diese Synthese mit Hilfe eines Schemas zusammen.

Rohstoffe für die Synthese von 1 t Salpetersäure

Luft: : 3000 m<sup>3</sup>

Wasser : 300 kg

Ammoniak : 300 Kg

### III. Teil - Synthese von Ammoniumnitrat

#### 8. Abschnitt: Präsentation des Produktes und das Prinzip der Synthese im Labor (40 sec.)

Ammoniumnitrat ist ein Salz, welches auf verschiedene Arten hergestellt werden kann. Die bekannteste – und hier verwandte – ist die Neutralisation einer Ammoniaklösung mit Salpetersäure. Die wässrige Lösung von Ammoniumnitrat wird nun soweit erhitzt, bis das Produkt auskristallisiert.



#### 9. Abschnitt: Vorstellung der Ammoniumnitratherstellung in der Industrie (1 min. + 5 sec.)

Gehen wir nun über zur großindustriellen Produktionstechnik. Die Neutralisation verläuft in einem Reaktor, in den man nun Ammoniak und Salpetersäure hinzufügt. Die konzentrierte Flüssigkeit des Ammoniumnitrats wird im oberen Teil eines 35 m hohen Turmes zu Pulver verarbeitet. Dabei wird die sirupartige Flüssigkeit gegen einen kalten Luftstrom gepresst. Dadurch entsteht dann eine Art Pulver oder Granulat. Diese Pulverkörner werden dann weiter bis hin zu einer verwendbaren Größe verdickt.

### Schlussfolgerungen

#### 10. Abschnitt: Auslieferung des Produktes (20 sec.)

Ammoniumnitrat wird entweder als Flüssigkeit ( sehr zähflüssig ) für die Weiterverarbeitung von komplexen Stickstoffdüngern benutzt oder es wird in Form von Granulat zu den Landwirten transportiert. Diese benutzen dieses Granulat als einfachen Stickstoffdünger.

### Fragen für den Lehrer

Diese Fragen sollen natürlich nur eine Anregung und Hilfe für den Lehrer darstellen.

### Einleitung

- Gib die Zusammensetzung von Luft an. Schreibe Nitrat und Ammonium in Ionenschreibweise auf.
- Generell können Pflanzen keinen Stickstoff aus der Luft aufnehmen. Ammoniumnitrat stellt die Lösung für dieses Problem dar. Warum?  
(NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> stellt eine 3 mal so hohe Stickstoffquelle für die Pflanze dar als die Aufnahme über die Wurzeln)

### I. Teil

- Wie könnte man Wasserstoff, Methan, Stickstoff und eine Ammoniaklösung nachweisen?
- Welche Rohstoffe braucht man für die Ammoniaksynthese?

Schreibe die Reaktionsgleichungen auf. Gleiche auch aus:

- 1. Ofen: Methan und Wasserdampf ergeben Kohlenmonoxid und Wasserstoff.
- 2. Ofen: Methan und Sauerstoff ergeben Kohlenmonoxid und Wasserstoff.
- Synthese: Stickstoff und Wasserstoff ergeben Ammoniak.

- Warum wandelt man das Kohlenmonoxid in Kohlendioxid um?
- Welchen Aggregatzustand nimmt Ammoniak bei  $-33^{\circ}\text{C}$  an?

## II. Teil

Schreibe die Reaktionsgleichungen auf. Gleiche die Gleichung auch aus:

- Ammoniak reagiert mit Sauerstoff zu Stickstoffmonoxid und Wasser.
- Stickstoffmonoxid reagiert mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid.
- Stickstoffdioxid reagiert mit Wasser zu Salpetersäure und Stickstoffmonoxid.

## III. Teil Synthese von Ammoniumnitrat

- Schreibe die Reaktionsgleichung zu dieser Säure-Base-Reaktion auf.
- Warum ist es besser, Ammoniak und Salpetersäure gleichzeitig in den Reaktor zu geben?

### **Der Gebrauch des pädagogischen Videofilms**

Auch der moderne naturwissenschaftliche Unterricht hat seit einigen Jahren Bilder und sowie die ganze multimediale Vielfalt für sich entdeckt. Dies ist eine Möglichkeit, Beobachtungen und "Realitäten", die die Schüler im Klassensaal kaum machen können, näher zu bringen. So ist es heute möglich einen Unterricht gerade durch Videofilme zu bereichern und zu beleben. Oft wird der angewandten Schulpädagogik der Vorwurf gemacht, der Unterricht sei zu praxisfern und zu abstrakt. Anschaulichkeit sollte ein wichtiges Prinzip im Chemie- oder Physikunterricht sein. Gerade in diesen Fächern werden oft abstrakte Begriffe und Modelle eingeführt. Aus diesem Grund ist es von besonderer Bedeutung gerade eine Praxisorientiertheit und auch Anschaulichkeit – dort, wo es möglich ist - zu betonen. Videofilme, wenn sie auf die Schüler abgestellt sind, sollen natürlich nicht den Lehrer ersetzen. Der Film soll nicht ein Ersatz für eine Schulstunde sein ( Nach dem Motto: Heute weiß ich nicht was ich machen soll, also lege ich die Kassette ein! ), sondern er bildet mit anderen gebräuchlichen Medien eine sinnvolle Ergänzung für einen guten, anschaulichen und praxisnahen Unterricht.

Mit dem Video hat man natürlich auch die Möglichkeiten, nur bestimmte Passagen in seinen Unterricht zu integrieren. Es gibt sehr viele Möglichkeiten einen 10 - 17 min. didaktisch schon vorbereiteten Film in eine Schulstunde einzubauen.

Sie können z.B. nur einzelne Passagen, die gerade in Ihren Unterricht passen, zeigen. Natürlich ist es auch möglich, den Schülern vorher Fragen zum Film zu geben. Man kann das Video genauso gut als anschauliche Wiederholung eines lange zurückliegenden Stoffes einspielen.