

Salze als Düngemittel



Bildquelle: iStock

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 2	Anorganik	Salze	••	••	ca. 45 min

Aufgabenstellung

Chemie hatte immer eine bedeutende Rolle in der kulturellen Entwicklung. Dies wird häufig vergessen, denn man spricht von Chemie oft nur, wenn es um Verschmutzungen, Verschwinden von Tierarten, Umweltzerstörung oder dem Treibhauseffekt geht!

Diese Anleitung zum Thema "Salze" behandelt deren Einsatz als Düngemittel und kann Fächerübergreifend verwendet werden. Die Schüler erfahren, welche Bedeutung Düngemittel früher und heute haben. Sie lernen, welche die Hauptbestandteile der Dünger sind und welche Funktionen diese Bestandteile in der Pflanze einnehmen. Es werden kurz großtechnische Verfahren angesprochen, ein Dünger im Labor hergestellt und einige Komponenten laborchemisch nachgewiesen.

Wo können die Inhalte integriert werden?

Je nach didaktischer Reduktion kann diese Reihe Ende des 9.Schuljahres durchgeführt werden

Grundwissen bezüglich des atomaren Aufbaus sollte bekannt sein

Die Bindungslehre könnte in diesem Themenkomplex vertieft werden

Grundkenntnisse der Elektrochemie (Elektrolyse)

Atombau

In der Regel werden z.B. die Salzbildungsmethoden in der 9.Klasse durchgenommen.

Zu Anfang des Themenkomplexes „Düngemittel“ können z.B. einzelne Säuren labortechnisch (als Lehrerdemonstrationsexperiment) hergestellt werden.

Der Ausblick in die Technik am Beispiel der Schwefelsäure-, Ammoniakherstellung wäre sehr wünschenswert. Optional kann man auch noch das Ostwaldverfahren erläutern.

Geschichte des Düngers

Schon seit der Bronzezeit (siehe Kreta; eine der ersten Hochkulturen) wurden landwirtschaftlich genutzte Felder zur Steigerung der Ernte mit tierischen und menschlichen Fäkalien bestreut. Düngemittel sind Stoffe, die Nutzpflanzen zugeführt werden und den Ertrag und die Qualität fördern. Normalerweise – also wenn der Mensch nicht eingreift, verwesen die Pflanzen an Ort und Stelle, dabei werden die dem Boden entzogenen, für die Pflanzen lebensnotwendigen Mineralstoffe (die z.B. beim Verbrennen der Pflanze als Asche zurück- bleiben) immer wieder dem Boden zurückgegeben, so dass ein gleichmäßiges Wachstum für beinahe unbegrenzte Zeiträume möglich ist.

Im Mittelalter wurden große Waldflächen gerodet, denn man stellte durch Probieren fest, dass der Boden nach dem Roden ideal war für Ackerbau. Doch nach mehreren Jahren ließen die Erträge wieder. Da andere Rohstoffe, wie Kohle, Erdöl und Erdgas kaum bekannt bzw. genutzt wurden, wurde die Vernichtung der Wälder bis ins 19.Jh. wesentlich vorangetrieben. Holz wurde zur Glasherstellung, zur Seifenherstellung, als Baumaterial etc. verwendet. Die Böden versuchte man andauernd durch das Ausbringen von Pflanzenabfällen, Asche, Jauche und Mist zu verbessern.

Im Frühmittelalter führte man dann die Dreifelderwirtschaft in Europa ein.

Auf einem Teil des Feldes baute man Sommergetreide auf dem anderen Wintergetreide an. Den dritten Teil der Parzelle ließ man brach liegen. Einige Jahrhundert später entwickelte man die planmäßige Fruchtfolge.

Auf eine Halmfrucht (z. B. Gerste) folgte stets eine Blattfrucht (z.B. Kartoffel). Heute wissen wir, dass diese Fruchtfolge wissenschaftlich sinnvoll war, denn unterschiedliche Pflanzen benötigen auch unterschiedliche Mengen an Mineralstoffen. Der Boden konnte sich so also teilweise erholen. Trotzdem blieben bis weit ins 19.Jh. die Ernteerträge relativ klein. Gab es dann Missernten auf Grund von Wetterkapriolen oder

Schädlingsbefall dann gab es katastrophale Hungersnöte. Viele Betroffene (siehe Irland) waren so gezwungen in der „Neuen Welt“ ihr Glück zu suchen.

Im Jahre 1804, als Alexander von Humboldt von seiner südamerikanischen Forschungsreise nach Europa zurückkehrte, brachte er neben seinen so wertvollen Aufzeichnungen auch einen Stoff mit, der für die weitere Entwicklung der Landwirtschaft wegweisend sein sollte, den Guano.

Der deutsche Chemiker Justus von Liebig (1803-1873) fand im 19. Jahrhundert heraus, dass das Wachstum der Pflanzen unmittelbar vom Angebot an Mineralsalzen abhängt.

Stickstoff erhielt man in Form von Nitraten zunächst vor allem durch den Einsatz von Guano, einer Substanz, die sich aus den Exkrementen von Seevögeln bildete. Der Begriff Guano bzw. "Huanu" kommt aus der Inka-Sprache Quechua und bedeutet Dung. Der peruanische Guano war der erste Handelsdünger. An der peruanischen Küste wurde der Abbau von Unternehmern betrieben, auch zur Brutzeit der Vögel. Die Neubildungsrate des Guanos fiel äußerst gering aus. Die Hauptgründe waren die ständige Belästigung der Vögel durch den Menschen und die dadurch bedingte abnehmende Zahl der Guanays (Kormorane), die im Vergleich zu anderen Vogelarten eine der Hauptproduzenten des Guanos sind. Da die Guanovorräte jedoch begrenzt waren und größtenteils aus Südamerika eingeführt werden mussten, sann man auf eine Methode, Nitrate synthetisch zu erzeugen. Dabei machte Liebig folgendes Experiment: Pflanzen wurden in einem Porzellantiegel solange geglüht, bis nur noch ihre Asche übrig war. Die Asche untersuchte er auf Rückstände und fand dabei Salze folgender Spurenelemente:

Wichtig Mineralbestandteile von Dünger

Heute weiß man, dass Pflanzen dem Boden durch die Wurzeln bestimmte Mineralbestandteile entziehen. Essentielle Mineralien sind Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphor, Schwefel und Stickstoff. Die Pflanzen benötigen aber auch sogenannte Spurenelemente, wie: Eisen, Bor, Mangan, Kupfer, Molybdän und Chlor. Diese lebensnotwendigen Stoffe werden meist in Ionen-Form (z.B. Mg^{2+}) aufgenommen.

In intensiv angebauten Gebieten fehlt es meist an Stickstoff, Kalium, Phosphat aber vor allen Dingen auch an Stickstoff. Wenn dem Menschen bestimmte essentielle Stoffe nicht zugeführt werden, so zeigen sich Mangelerkrankungen, die ihn – falls er nichts dagegen unternimmt – krank. Bei Pflanzen ist dies genauso! Fehlt eine der 13 essentiellen Pflanzennährstoffe, so kommt es zu den typischen Mangelerkrankungen. 1930 gab es beispielsweise in Schlesien eine Fäule von Zuckerrüben. Nach einiger Zeit hatte man eine Erklärung für dieses Phänomen gefunden. Den Pflanzen fehlte Bor!

Nach Zugabe von Bor konnten die Ernteaufträge im nächsten Jahr in Grenzen gehalten werden.

Mineralsalze – Wirkungen auf die Pflanze

Jede Pflanze hat einen recht hohen Stickstoffbedarf, denn Stickstoff ist ein wichtiger Bestandteil von Eiweiß, Chlorophyll und Enzymen. Pflanzliches Eiweiß enthält ungefähr 18% Stickstoff. Bei Stickstoffmangel ist das Wachstum verringert und die Blätter zeigen gelbliche Verfärbungen. Ohne Stickstoff bleiben die Pflanzen klein, bilden nicht genug grünen Farbstoff und kleine so genannte Frust- oder Notblüten. Stickstoff wird dem Boden oft in Form von Salpeter (Nitrat) oder Ammoniumnitrat zugeführt. Nur so können ihn die Pflanzen direkt aufnehmen, das heißt, der Stickstoff muss nicht erst von Bodenbakterien aufgeschlossen werden.

Phosphor

Phosphate sind an fast allen Stoffwechselfvorgängen der Pflanze beteiligt. Für den Energiehaushalt der Pflanze, also wenn für den Aufbau von Stoffen wie, Eiweiß, Zucker und Stärke Energie verwendet werden muss, sind Phosphate unabdingbar. Der Phosphor ist für die Chlorophyllbildung unverzichtbar. Phosphate fördern außerdem das Wurzelwachstum, die Blüten- und Samenbildung sowie damit auch den Fruchtansatz. Phosphatmangel erkennt der Botaniker an violetten Verfärbungen von Blättern.

Kalium

Kaliumsalze regulieren hauptsächlich den Wasserhaushalt der Pflanze. Kaliummangel erkennt man an welken und vertrockneten Blattspitzen, da die Pflanze mehr Wasser verdunstet als sie aufnehmen kann.

Calcium

Calcium ist notwendig zur Festigung des Gewebes, aber auch Säuren werden gebunden. Calciummangel ist sehr selten, denn Calciumsalze sind meist im Boden vorhanden. Man düngt mit Calcium, um z.B. die Auswirkungen des Sauren Regens zu regulieren.

Magnesium

Ohne Magnesium wäre die Bildung des Blattgrüns unmöglich und damit auch die Photosynthese. Auch bei der Bildung von pflanzlichem Eiweiß spielt das Magnesium eine zentrale Rolle. Die Assimilation (Photosynthese) kann allein in den grünen Blättern stattfinden. Wenn das Laub durch (teilweise) Abwesenheit dieses Nährelements vergilbt, geht Assimilationsfläche verloren, und das führt in letzter Konsequenz zur Verringerung des Wachstums und des Ertrages. Früchte an Pflanzen mit gelben Blättern „wachsen weniger gut aus“.

Salze als Düngemittel

Der Stoffwechsel der Pflanzen basiert auf der Aufnahme von Nährstoffen. Hierbei nehmen die grünen Pflanzen Mineralstoffe und Spurenelemente durch die Wurzeln auf. Die Aufnahme der Mineralstoffe geschieht durch die Aufnahme von frei beweglichen Ionen über die Wurzelhaare. Das mit aufgenommenem Wasser dient dabei als Transportmittel. Durch Diffusion und Osmose werden die Mineralstoffe und Spurenelemente bis in die Blätter geleitet. Die weitere Umwandlung in körpereigene Substanzen bezeichnet man auch als Mineralstoffwechsel. Die Pflanze nimmt über die Blattoberfläche (Spaltöffnungen) Kohlenstoff in Form von CO₂ auf. Danach synthetisiert die Pflanze mit Hilfe des Chlorophylls unter Ausnutzung der Sonnenenergie und des Wassers körpereigene Substanzen. Allgemein bekannt ist selbstverständlich auch der dabei entstehende Sauerstoff und Zucker. Pflanzen können auch nur Stickstoff – als z.B. NO₃ – aufnehmen. Es gibt allerdings auch bestimmte Bakterien, Blaualgen und Pilze, die den Stickstoff direkt aus der Luft fixieren können.

Unterrichtsbaustein 1

Vorbereitung:

Der Lehrer sollte verschiedene Keimlinge vorher ansetzen. Einige werden in einer speziellen Nährlösung angesetzt, andere bekommen nur Wasser. Falls die Zeit nicht reicht, dann genügen auch Bilder, die man über einen Beamer oder Overheadfolien zeigen kann.

Stummer Impuls:

Die Schüler sollen die Pflanzen beschreiben und vergleichen. Mit Sicherheit stellen die Schüler die signifikanten Unterschiede im Aussehen der Pflanzen fest und werden auch fähig sein, mögliche Erklärungen für das Phänomen zu liefern.

Unterrichtsbaustein 2 (Dauer ca. 30 min)

Schüleraktivität (in Partnerarbeit):

Die Schüler sollen sich notieren, welche Mittel sie kennen, um auf natürliche Art und Weise den Schulgarten zum blühen zu bekommen.

Schüleraktivität:

Einzelne Schüler gehen an die Tafel und schreiben in kurz Ihre Ideen an die Tafel

Schüleraktivität:

Die Schüler sollen sich per Internet über Begriffe wie: Torf, Humus, Mist, Jauche, Guano etc. erkundigen. Der Scherpunkt sollte in diesem ersten Teil auf natürlichen Düngern liegen! (vom Bekannten zum Unbekannten) Die Schüler sollen im Internet recherchieren. und sich wesentliche Begriffe und Zusammenhänge aufschreiben. Je zwei Schüler bearbeiten einen Begriff bearbeiten.

Auswertung:

Für die Internetrecherche benötigt man, wenn die Schüler die klare Arbeitsanweisung befolgen nicht mehr als 10 min. Der Lehrer hat auf einer Folie bereits eine Tabelle erstellt und die Schüler tragen hier (Overheadfolie) ihre Ergebnisse ein.

Versuchsreihe 1: Nachweis von Nährstoffen in Gartenboden

Materialien:

- ▶ Filter
- ▶ Rundfilter
- ▶ 2 Bechergläser

Chemikalien:

- ▶ destilliertes Wasser
- ▶ Gartenboden

Durchführung:

Ein großes Becherglas wird zu 2/3 mit Gartenerde und gleicher Menge Wasser gefüllt und alles gut verrührt. Danach schüttet man langsam die flüssige Phase in den Filter. Das Filtrat tropft nur langsam ins Becherglas. Nach circa 20 min. stoppt man den Vorgang.

Klassisch qualitative Nachweise

An dieser Stelle haben wir uns auf die wichtigsten Nachweise beschränkt.

Kalium-NachweisMaterial:

- ▶ Filtrat
- ▶ Reagenzglas
- ▶ Pipette
- ▶ Eis
- ▶ großes Becherglas

Chemikalien:

- ▶ Perchlorsäure
- ▶ verdünnte Salzsäure

Durchführung: ca. 3min

Man nimmt einen Teil des Filtrats und versetzt es mit verdünnter Salzsäure. Dann stellt man das Reagenzglas in ein Eisbad, da Kaliumperchlorat im Kalten noch besser ausfällt. Jetzt gibt man mit einer Pipette tropfenweise Perchlorsäure (HClO_4) hinzu. Es fällt weißes Kaliumperchlorat (KClO_4) aus. Dies ist ein qualitativer Nachweis auf Kalium!

Auswertung:**Phosphat-Nachweis**Material:

- ▶ Tüpfelplatte
- ▶ Pipette

Chemikalien:

- ▶ Ammoniummolybdatlösung
- ▶ 10% HNO_3



Durchführung: ca. 4 min

Auf eine Tüpfelplatte wird eine streichholzkopfgroße Menge der zu untersuchenden Substanz gegeben. Nach dem Zutropfen von 3 Tropfen 10%iger Salpetersäure gibt man drei Tropfen gesättigte Ammoniummolybdat-Lösung hinzu. Das Auftreten eines gelben Niederschlags von Ammonium-molybdophosphat weist auf Phosphat-Ionen hin.

Herstellung der Ammoniummolybdatlösung

30 g Ammoniummolybdat $(\text{NH}_4)_6[\text{Mo}_7\text{O}_{24}] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ in 80 mL sehr warmen Wasser lösen. 80 g Ammoniumnitrat NH_4NO_3 in wenig Wasser lösen und zur ersten Lösung geben. Diese Mischung wird bis auf 200ml mit Wasser verdünnt. Wir gießen alles vorsichtig unter Umschwenken in 200ml halbkonz. HNO_3 . Ein Tag stehen lassen und dann filtrieren. Das Nachweisreagenz ist jetzt gebrauchsfertig.

Nitrat-Nachweis

Material:

- ▶ Reagenzglas
- ▶ Pipette
- ▶ Gummihandschuhe



Chemikalien:

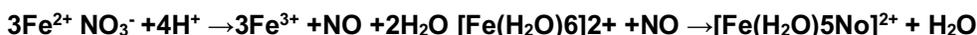
- ▶ Eisen(II)-Lösung (FeSO_4)
- ▶ H_2SO_4 (konzentriert)

Durchführung: ca. 5 min

Das schräg hängende Reagenzglas enthält eine angesäuerte Nitrat-Lösung, die mit FeSO_4 gesättigt wurde. An der Reagenzglaswand lässt man vorsichtig konzentrierte Schwefelsäure (96%) hinunterlaufen. Aufgrund des großen Dichteunterschiedes wird die wässrige Lösung dabei von der Säure unterschichtet. An der Phasengrenze bildet sich nach kurzer Zeit ein intensiv braunvioletter Ring. Fe^{2+} -Konzentration muss entsprechend hoch sein, sonst bildet sich nicht der entsprechende Ring! Eine ungenügende Fe^{2+} -Ionenkonzentration führt dazu, dass nach der Reduktion der Salpetersäure keine Eisen-(II)-Ionen für die Komplexbildung zur Verfügung stehen. Die Reaktion ist außerdem sehr störanfällig durch andere Schwermetall-Ionen.

Auswertung:

In schwefelsaurer Lösung wird Nitrat mit Eisen(II) zu NO reduziert, das mit überschüssigem Eisen(II) eine braunrote Komplexverbindung bildet. Da die Reduktion von Nitrat nur in stark saurer Lösung abläuft, bildet sich der Eisennitrosyl-Komplex nur an der Grenze zwischen der konzentrierten Schwefelsäure und der Eisen(II)-Salzlösung.



Versuchsreihe 2: Herstellung von „Kunstdünger“ (Vergleich Labor / Technik)

Warum die Schwefelsäure als Basisstoff der chemischen Industrie solch große Bedeutung hat, wird auch durch die nachfolgenden Versuche deutlich. Zur Herstellung von Düngemittel und anderen Säuren hat es eine überragende Bedeutung. Noch vor einigen Jahren konnte die Jahresproduktion an Schwefelsäure als Indikator für die industrielle Entwicklung betrachtet werden. Sicherlich kann man diesen Versuch auch an anderer Stelle in den Unterricht einfügen. Dennoch macht es an dieser Stelle wirklich Sinn, denn so erkennen die Schüler auch die direkte Verwendung der Schwefelsäure in der Praxis

Materialien:

- ▶ Stativmaterial
- ▶ Gaswaschflasche
- ▶ Verbrennungsröhr
- ▶ Trichter
- ▶ Mehrere Schläuche
- ▶ Bunsenbrenner (wenn möglich 2 Stück)
- ▶ Wasserstrahlpumpe
- ▶ Magnesiumrinne
- ▶ Kolben
- ▶ Mehrere Gummistopfen



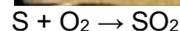
Chemikalien:

- ▶ Schwefel
- ▶ Kat (z.B. Vanadiumpentoxid)

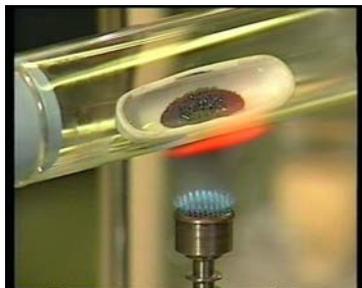
Durchführung: ca. 10 min

Ein toller Versuch, allerdings braucht man ungefähr 1. Stunde zur Vorbereitung und zum Aufbau. Außerdem muss man 1. Stunde fürs Säubern und Wegräumen einkalkulieren. Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie den Kolben (auch Waschflasche für das SO₃) in ein Stativ klemmen. Die ganze Apparatur muss in ein Stativ geklemmt werden! Achtung: Der Kat darf nur ab und zu erhitzt werden, denn wir brauchen hier eine Temperatur von circa 400°C, sonst zerfällt unser SO₃ wieder! Die eigentliche Durchführung dauert circa 10 min.!

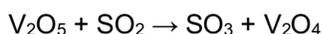
Verbrennung des Schwefels:



Die Reaktion von SO₂ im Verbrennungsrohr über dem Katalysator



Reaktion am Katalysator:



Der Katalysator reagiert bei Kontakt mit Sauerstoff:



Das Einleiten von SO₃ in Wasser



Herstellung von Phosphorsäure und der Ammoniak

Material:

- ▶ 2 Bechergläser
- ▶ Rührstab
- ▶ Pipette
- ▶ Trichter
- ▶ Filterpapier
- ▶ Stativ
- ▶ Bürette
- ▶ Messbecher

Chemikalien:

- ▶ Ca₃(PO₄)₂
- ▶ H₂SO₄

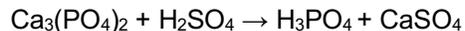
Durchführung: ca. 10 min

Man gibt in ein Becherglas etwas 100g Calciumphosphat, dann gibt man dazu mit einer Bürette (in die man vorher Schwefelsäure gefüllt hat) die H₂SO₄ hinzu. Jetzt rührt man intensiv. Das Ganze schüttet



man nach 2 min. in einen vorher bereiteten Trichter. Das Filtrat fängt man in einem weiteren Becherglas auf. Es handelt sich um die Phosphorsäure.

Auswertung:



Herstellung von Ammoniumchlorid und Calciumhydroxid

Material:

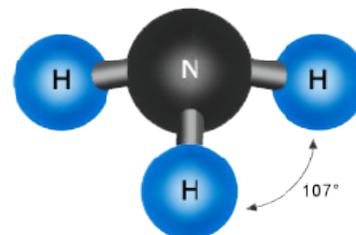
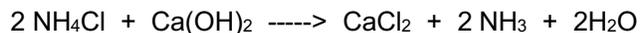
- ▶ Becherglas
- ▶ Rührstab
- ▶ Pipette

Chemikalien:

- ▶ Ammoniumchlorid
- ▶ Calciumhydroxid (bitte frisch zubereiten!)
- ▶ pH- Papier

Durchführung: ca. 10 min

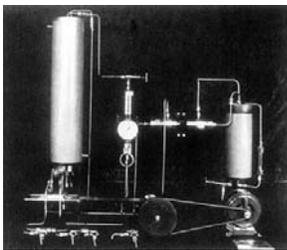
Geben Sie circa 40g NH_4Cl in ein Becherglas. Dann vorsichtig aus einer Bürette die Calciumlauge eintropfen. Man hält jetzt ein pH-Papier bereit und kann so das entstehende Ammoniak nachweisen.



Versuchsreihe 3: Laborversuch



IN diesem letzten Teil könnte man natürlich noch als Lehrerversuch die Neutralisation zwischen Ammoniakwasser (Ammoniak) und Phosphorsäure zeigen. Selbstverständlich sollte man dann auch seine selbst hergestellte Phosphorsäure nehmen.

Ammoniak**Technik**

Es war eine der bedeutendsten Errungenschaften der Chemie, als es Anfang des 20. Jahrhunderts gelang, Ammoniak, den Ausgangsstoff für Stickstoffdünger, industriell herzustellen. Der war zu dieser Zeit bitter nötig, damit die Landwirtschaft ausreichend Nahrungsmittel für die explosionsartig wachsende Bevölkerung produzieren konnte. Dennerst jetzt konnte die Nährstoffmenge, die die Pflanzen dem Boden entziehen, in gleichem Umfang ersetzt werden.

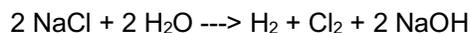
Wie bekommt man Stickstoff?

Da Stickstoff in praktisch unbegrenzter Menge in der Luft zur Verfügung steht, entfallen die Kosten für den Einkauf von Stickstoff. Der Stickstoff kann der Luft entnommen werden. Mit Hilfe des Lindeverfahrens wird aus der Luft Stickstoff gewonnen.

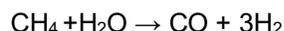
Synthese vom Ausgangsstoff Wasserstoff

Technisch gibt es zahlreiche Möglichkeiten, Wasserstoff darzustellen. Alle werden wir hiernicht aufzählen. Generell werden aber die Verfahren durchgeführt, die finanzielle am wenigsten aufwendig sind.

Die **elektrolytische** Gewinnung. Bei vielen technischen Elektrolysen entsteht als Nebenprodukt Wasserstoff: z.B. bei der Chloralkalielektrolyse



Reaktionsschritte einzeln:



Erdgas + Wasserdampf reagiert mit Kat zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff

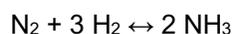


Erdgas und Sauerstoff und Stickstoff reagiert zu Kohlenmonoxid, Stickstoff und Wasserstoff



Kohlenmonoxid und Wasserdampf reagiert zu Kohlendioxid und Wasserstoff

Die Synthese:



Die Synthese von Ammoniak erfolgt bei sehr hohem Druck und einer Temperatur von 450°C in Anwesenheit eines Katalysators.

Didaktischer Hinweis

An dieser Stelle könnte man möglicherweise ein kurzes Referat an einen Schüler geben, der über die großen Schwierigkeiten von Haber und Bosch dieses Verfahren zu entwickeln berichten könnten.

Salpetersäure

Vor 1900 war Westeuropa von den Salpeterimporten aus Chile abhängig. Denn Salpetersäure gewann man zu dieser Zeit durch eine Umsetzung von konzentrierter Schwefelsäure mit KNO_3 oder NaNO_3 (Chilesalpeter). Der steigende Bedarf für die Düngemittelindustrie bzw. auch für die Kriegsindustrie trieben Forscher dazu Alternativen zu finden. Obwohl Oswald sein Verfahren schon um 1900 entwickeln konnte, so führte doch der Mangel an Edelmetallen dazu, dass dieses Verfahren erst nach dem 1. Weltkrieg großtechnisch umgesetzt wurde.

Verwendung

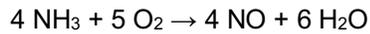
Salpetersäure ist – ähnlich wie die Schwefelsäure - einer der wichtigsten Grundstoffe der chemischen Industrie. Sie wird für die Herstellung von Düngemittel und Sprengstoff verwendet. Ebenso benötigt man sie für den Einsatz in der Pharmazie, Metallstofftechnik, Färbemittel-, und Polyesterherstellung (um nur die wichtigsten Einsatzgebiete zu nennen)

Labor

Sicherlich könnte man auch Salpetersäure über die Reaktion von Kaliumnitrat mit Schwefelsäure gewinnen, aber ein didaktisches Aha-Erlebnis wäre dies nicht. Im Gegenteil. Trotzdem sollte man kurz das Ostwaldverfahren (mit Folien/Schema) den Schülern zeigen und erklären, damit wirklich Großtechnisch Verfahrensweisen kein absolutes Neuland mehr sind.

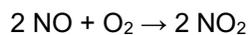
Ostwaldverfahren

Schritt 1



(Das Ganze funktioniert mit einem Platin-Rhodium-Katalysator. Das Gasgemisch darf den Katalysator allerdings nur sehr kurz berühren, da ansonsten das Stickstoffmonoxid wieder in die Elemente zerfällt!)

Schritt 2



(Im 2. Schritt lässt man das Gasgemisch auf unter 50°C sinken, danach läuft eine weitere Oxidation mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid ab)

Schritt 3

In Rieseltürmen reagiert nun Wasser mit dem Stickstoffdioxid zu Salpetersäure



(Stickstoffmonoxid kann dann wieder in Schritt 2 eingesetzt werden).