

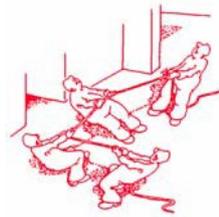
## Organische Chemie Aminosäuren-Proteine: Bausteine des Lebens



| Klassenstufe | Oberthemen        | Untert Themen | Anforderungs-<br>niveau | Durchführung<br>sniveau | Vorlauf<br>Vorbereitung<br>Durchführung |
|--------------|-------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---|
| S2           | Organische Chemie | Aminosäuren   | ●●                      | ■                       | -<br>ca. 10-30 min.<br>ca. 45min.       |

### An welche Stelle können diese Versuche in den Unterricht integriert werden? Welche Voraussetzungen müssen die Schüler haben?

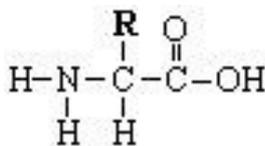
- ▶ Die homologen Reihen der gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe muss im Unterricht ausführlich besprochen worden sein.
- ▶ Der Begriff der Isomerie sollte ausführlich behandelt worden sein.
- ▶ Die Schüler haben unterschiedliche Kohlenwasserstoffe mit den Molekülbaukästen gebaut.
- ▶ Die funktionelle Gruppe der Alkanole, Aldehyde, Ketone sollten im Unterricht behandelt worden sein.
- ▶ Ebenso sollten die Karbonsäuren in Herstellung, Vorkommen und Verwendung ausführlich behandelt worden sein.
- ▶ Polarität, Dipol und Wasserstoffbrückenbindung sollten schon eingehend im Unterricht behandelt worden sein.
- ▶ Teil eines Zyklus „Nährstoffe“. Zu den Nährstoffen gehören bekanntermaßen die Kohlenhydrate, Fette und Proteine.
- ▶ Die Schüler sollten sich wenigstens in der 10.Klasse befinden und schon eine Zeit Organische Chemie behandelt haben.



**Besondere Highlights:**

Es gibt viele Schnittstellen in der Chemie, an denen der Chemielehrer unbedingt zugreifen muss!

- ▶ Stark fächerübergreifend. Aspekte aus der Biologie, Geographie und Ernährungslehre
- ▶ Proteine, Aminosäure haben direkt etwas mit der Lebenswelt der Schüler zu tun
- ▶ Möglichkeit eines Exkurses zur „idealen Ernährung“ , „Chemie in der Küche“ (mit Möglichkeiten zu Projekten; gesunde Ernährung in der Schule oder wie koche ich attraktiv und lecker, aber trotzdem gesund)
- ▶ Einbeziehung der Molekülbaukästen zur Verdeutlichung von Peptidbindungen
- ▶ Die Bestimmung des Proteingehaltes von Wurst

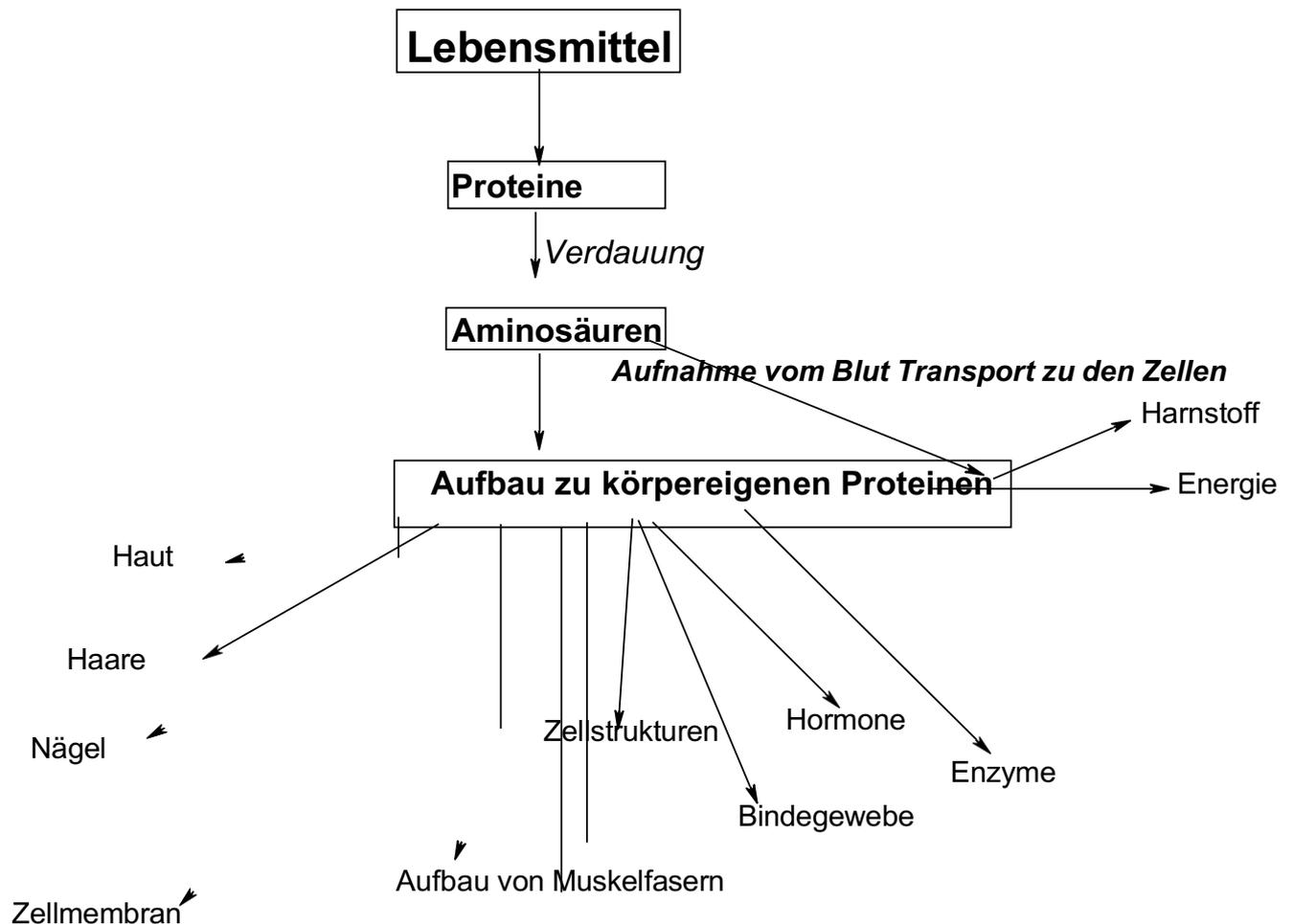


**Sachanalyse sowie Hintergrundinformationen:**

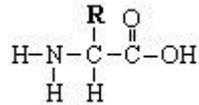
Der Begriff Protein stammt aus dem Alt-Griechischen ("protos") und bedeutet so viel wie "das Wichtigste", denn Proteine sind die **wichtigsten Baustoffe** des Körpers. sie bewerkstelligen alle Aufgaben, die zur Lebenserhaltung und Funktion unseres Körpers notwendig sind. Den menschlichen Körper bauen wahrscheinlich bis zu 100.000 verschiedene Proteine auf. Verschiedenen Tabellen kann man entnehmen, welche Proteine wichtige Funktionen im menschlichen Organismus haben. Hier nur einige Beispiele:

| Protein    | Funktion                        | Vorkommen                      |
|------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Pepsin     | Verdauungsenzym für Proteine    | Magen von Säugetieren          |
| Insulin    | Blutzuckerregulation            | Menschlicher Körper            |
| Kollagen   | Strukturprotein                 | Haut, Bindegewebe              |
| Keratin    | Strukturprotein                 | Haare, Nägel                   |
| Hämoglobin | Transportprotein für Sauerstoff | Blut von Säugetieren, Menschen |
| Endorphin  | Schmerzstillter                 | Gehirn                         |

Wie man der unvollständigen Tabelle entnehmen kann, haben Proteine sehr viele Funktionen. Nicht nur, dass körpereigene Proteine **Haut, Haare, Nägel, Zellmembrane, Muskelfaser** aufbauen, Aminosäuren – die kleinsten Bauteile der Proteine – werden vom Körper normalerweise auch so umgebaut, dass z.B. **zahlreiche Hormone und Enzyme** entstehen, ohne die überhaupt kaum Körperfunktionen möglich wären. Die Proteine sind der "**Grundstoff des Lebens**". Sie sind verantwortlich für die Form, den Aufbau der Zellen und für die biochemischen Prozesse des Stoffwechsels. Ihre Aufgaben sind vielfältig. So gibt es u.a. Strukturproteine (z.B. Collagen), Enzymproteine, Transportproteine (z.B. Hämoglobin), Immunproteine, Hormonproteine.

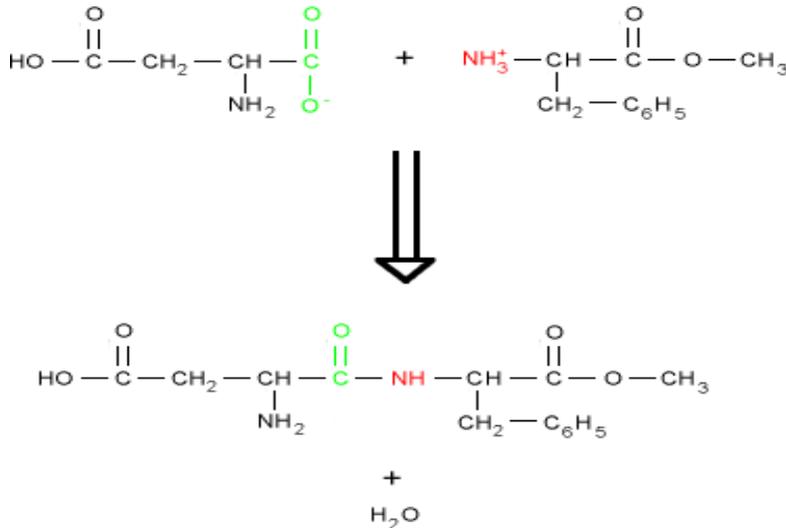


Ein Mensch besitzt Zehntausende verschiedener Proteine, gebildet aus **nur zwanzig**



Aminosäuren.

Verbinden sich zwei Aminosäuren, dann entsteht ein Dipeptid, verbinden sich drei, dann entsteht ein Tripeptid etc.



Die Aminosäuren verbinden sich dabei zu langen, zu einer bestimmten räumlichen Struktur gefalteten Ketten. Viele Proteine bestehen aus mehreren solcher Ketten.

**Folgende Nomenklatur ist gültig:**

- Oligopeptide : 2-9 Aminosäuren
- Polypeptide : 10-100 Aminosäuren
- **Proteine** : **> 100 Aminosäuren**

Aminosäuren sind die Bausteine für Proteine, die nicht nur die Grundsubstanz für Muskeln, Haut, Nägel und Haare bilden, sondern auch wesentliche **Anteile der Enzyme** ausmachen. Durch die Verdauung werden die Proteine zu Aminosäuren abgebaut, die vom Organismus dann wiederum für körpereigene Stoffe herangezogen werden. Für die Menschen sind 20 verschiedene Aminosäuren von Bedeutung. Aminosäuren sind relativ einfache organische Substanzen, die neben der Säurefunktion (Carboxylgruppe) noch eine Basenfunktion (Aminogruppe) im gleichen Molekül enthalten. Die Eigenschaften werden durch diese beiden funktionellen Gruppen bestimmt.

Von den 20 Aminosäuren kann der menschliche Organismus **12** selbstständig synthetisieren. Die anderen 8 müssen aber unbedingt mit der Nahrung zugeführt werden. Diese bezeichnet man deshalb auch als **essentielle Aminosäuren**

Die verschiedenen Aminosäuren können sich in unendlich vielen Kombinationen kettenförmig zu großen Eiweiß-Molekülen (Proteine) verbinden. Die Aminosäure-Ketten falten sich zu einer bestimmten, räumlichen Struktur.

Entscheidend für die Funktionsweise und Aufgabe eines Proteins im Organismus ist dabei, wie die Aminosäuren kombiniert und in welcher Reihenfolge sie verbunden sind.

Proteine bestehen wie schon genannt aus Makromolekülen (kl. Einheit Aminosäuren). Diese Sequenzen können in fadenförmigen Makromolekülen vorkommen. Auch ist es möglich, dass diese Ketten spiralförmige (Helix) Formen annehmen. Molekülketten können sich abermals falten und Schleifen bilden. Schließlich können sich Mono-, Sekundär-, Tertiärstruktur zu einer neuen Einheit zusammenlagern.

So besteht z.B. eine Hämoglobin-Einheit aus vier solchen Aminosäurenmolekülen. Auch das Eiweiß (Eiklar) liegt in einer stark strukturierten Form vor. Hohe Temperaturen sowie bestimmte Stoffe, wie Schwermetalle, Säuren, Alkohol etc. sind in der Lage Eiweiß zu zerstören (denaturieren).



## 1. Unterrichtssequenz

**Am Anfang der Reihe könnte man mehrere eiweißreiche Nahrungsmittel per Beamer oder Overhead projizieren.**

**Lernziele:**

- ▶ Erkennen, dass Eiweiß (Eiklar) zu den Proteinen gehört.
- ▶ Wissen, dass Eiweiß beim Erhitzen gerinnt. Schwermetalle, Säuren und Alkohol führen ebenfalls zum koagulieren (gerinnen).
- ▶ Experimente zur Gerinnung von Eiweiß planen und durchführen können
- ▶ Wissen, dass hohes Fieber (42°C) zum Gerinnen des Bluteiweißes führt.

### **Impuls:**

Der Lehrer zeigt ein Ei. (Stummer Impuls) Schüler sollen sich äußern.

Frage: Welche Versuche könnt Ihr durchführen, um das Eiklar chemisch zu untersuchen?

Schüler: Erhitzen, Säure-bzw. Laugezugabe etc.

## 1. Versuch (Denaturierung von Eiklar durch Hitze)



### Material

- ▶ 1 Reagenzglas, Reagenzglashalter, Brenner

### Chemikalien

- ▶ Eiklar

### Durchführung:

Schüler füllen etwa 1cm Eiklar ins Reagenzglas und erhitzen das Ganze über dem Brenner (Schutzbrille nicht vergessen!).

### Auswertung:

Nach kurzer Zeit verklumpt das Eiweiß und es entsteht eine feste, weiße Substanz

## 2. Versuch ( Einwirkung von Säure auf Eiklar )

### Material

- ▶ 1 Reagenzglas oder Becherglas, 1 kl. Tropfpipette, Reagenzglashalter, Overheadprojektor

### Chemikalien

- ▶ Eiklar, z.B. verdünnte Salzsäure

### Durchführung

1 Schüler füllt wiederum etwas Eiklar in ein Reagenzglas. Danach wird tropfenweise verd. Säure hinzu gegeben. Zur besseren Sichtbarkeit kann man das Eiklar auch in ein Becherglas füllen und stellt dieses dann auf einen Overheadprojektor.

### Auswertung

Das Eiweiß gerinnt

### 3. Versuch ( Einwirkung von Lauge auf Eiklar)

#### **Material**

- ▶ 1 Reagenzglas oder wahlweise Becherglas, 1 kl. Tropfpipette, Overheadprojektor

#### **Chemikalien**

- ▶ Eiklar, z.B. verd. Natronlauge

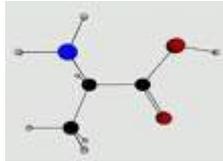
#### **Auswertung**

Das Eiweiß gerinnt nicht!

#### **TIPP:**

Weitere Versuche können z.B. als Schülerversuche in Gruppenarbeit angeschlossen werden. Man kann z.B. noch die Einwirkung von Alkohol (gerinnt), von Schwermetallen (z.B. wässrige Kupfersulfatlösung) oder von einer Salzlösung untersuchen lassen. Zum Schluss kann man dann eine Tabelle erstellen lassen, die einen guten Überblick gibt.

| Reagenzien    | Gerinnung (ja/nein) |
|---------------|---------------------|
| Säure         | ja                  |
| Lauge         | nein                |
| Schwermetalle | ja                  |
| Alkohol       | ja                  |
| Salzlösung    | nein                |



## 2. Unterrichtssequenz

In folgenden Unterrichtsstunden sollten am Beispiel einer Aminosäure die beiden funktionellen Gruppen, die Aminogruppe sowie die Carboxylgruppe als wesentlich für die Aminosäuren herausgearbeitet werden. Am Ende der beiden Stunden sollten die Abkürzungen Aminosäuren sowie deren Unterscheidung in essentielle und nicht-essentielle Aminosäuren eingeführt werden.

In dieser Sequenz sollten 2 einfache Versuche mit einer Aminosäure vorgenommen werden.

1. **Nachweis von Stickstoff in einer Aminosäure (am Beispiel von Glutamin/Glutaminsäure(hier kann dann auch auf die besondere Funktion dieser freiverkäuflichen Aminosäure eingegangen werden))**

### Material

Reagenzglas, Reagenzglashalter, Reagenzglasständer, Brenner

### Chemikalien

Wasser, eine Aminosäure, etwas Natriumhydroxid (fest), Indikatorpapier

### Durchführung:

Wir lösen zuerst etwas feste Aminosäure in etwas Wasser auf. Dann gibt man zu dieser Mischung ein Plättchen NaOH und legt dann über die Öffnung des Reagenzglases einen angefeuchteten Streifen Indikatorpapier. Jetzt erhitzt man die Mischung leicht über einer kleinen Brennerflamme.

### Auswertung:

Der Streifen verfärbt sich blau. Außerdem können die Schüler den charakteristischen Geruch nach Ammoniak identifizieren.

## 2. Die Pufferwirkung von Aminosäuren

### Material

- ▶ 2 Bechergläser, 2 Tropfpipetten

### Chemikalien

- ▶ Glutaminsäure oder andere Aminosäure, verd. Essigsäure, verd. Ammoniaklösung, Universalindikatorlösung, Phenolphthaleinlösung

### Durchführung

In beide Bechergläser füllen Schüler 150ml Wasser. In ein Glas geben sie 5 Tropfen verd. Essigsäure sowie einige Tropfen Universalindikator, in das andere 5 Tropfen Ammoniakwasser und einige Tropfen Phenolphthaleinlösung.

Jetzt geben wiederum Schüler jeweils eine Spatelspitze einer Aminosäure hinzu.

### Auswertung

Man kann deutlich erkennen, dass in beiden Fällen, der pH-Wert gegen den Neutralpunkt verschoben werden. (wichtige biochemische Pufferreaktion der Aminosäuren im menschlichen Körper)

### 3. Unterrichtssequenz (Nachweise von Proteinen in Lebensmitteln)

#### Lernziele

- ▶ Eiweißhaltige Nahrungsmittel nennen können
- ▶ Die Biuret-Reaktion als qualitativen Nachweis für Proteine kennen und durchführen lernen
- ▶ Die Xanthoproteinreaktion als 2. Nachweismethode kennen lernen

Es gibt 2 wesentliche Nachweisreaktionen auf Proteine:

- Die Biuret-Reaktion**
- Die Xanthoproteinreaktion**

#### a. Versuch ( Nachweis von Proteinen mit der Biuret-Reaktion)

Diese Nachweisreaktion könnte in arbeitsteiligen Schülerexperimenten erfolgen  
violetter Ring zeigt Protein an!



#### Material

- ▶ Reagenzglas mit Stopfen, Reagenzglasständer, Tropfpipette, Messpipette (10ml), Reibschale mit Pistill, Bechergläser

#### Chemikalien

- ▶ Eiklar, diverse Lebensmittel, verd. Natronlauge, Kupfersulfatlösung

**Durchführung**

Man gibt zuerst etwas Eiklar in das Reagenzglas. Dann werden die einzelnen Lebensmittel zerkleinert und mit etwas Wasser versetzt (ein Lebensmittel in je ein Becherglas). Jetzt gibt man vorsichtig circa 2ml der Lebensmittelösung zum Reagenzglas mit dem Eiklar. Dann fügt man 2ml Natronlauge hinzu. Das Ganze wird mit einem Stopfen verschlossen und es wird gut geschüttelt. Zum Schluss geben wir noch etwas Kupfersulfatlösung hinzu.

**Auswertung**

Färbt sich die Lösung violett, dann sind Proteine anwesend. Bei der Biuret-Reaktion ist für die Bildung des Farbstoffes die Peptidbindung in den Proteinen verantwortlich. Man sollte in der Sekundarstufe I auf die formelmäßige Darstellung der Kupfer-Biuret-Verbindung nicht eingehen.

**b. Xanthoproteinreaktion****Materialien**

- ▶ Tropfpipette

**Chemikalien**

- ▶ Brot, Wurst, Salpetersäure (konz.)

**Durchführung**

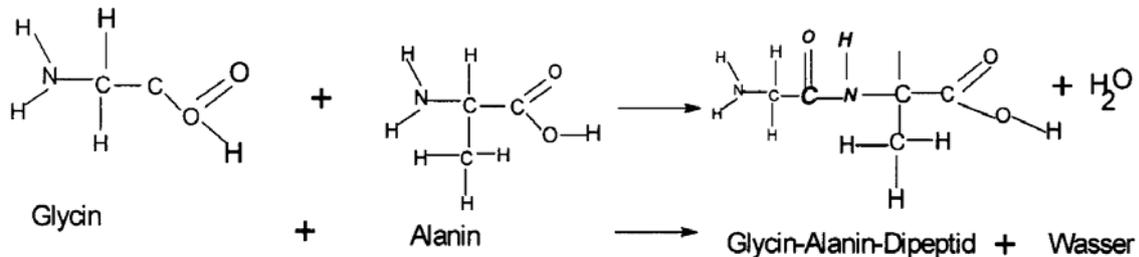
Der Lehrer tropft 3-4 Tropfen der konz. Salpetersäure auf die Lebensmittel

**Auswertung**

Bei Anwesenheit von Proteinen entsteht ein gelber Fleck

**Vertiefung:**

Hier wäre es möglich, unterschiedliche Aminosäuren in **Formelschreibweise und Funktion** an der Tafel zu erläutern. Insbesondere die Peptidbindung sollte erläutert werden. Hier bietet sich die hervorragende Möglichkeit, dass die Schüler selbstständig mit den Molekülbaukästen verschiedene Aminosäuren basteln und dann aus 2 Aminosäuren ein Dipeptid, Tripeptid etc. bauen.



**4. Unterrichtssequenz ( jetzt geht's um die Wurst!)**

Eine ganz tolle Versuchsreihe. Die Schüler sollen und können ( dies zeigt die Erfahrung) einen Fragenkatalog sowie eine Versuchsreihe entwickeln, um die einzelnen Komponenten von Wurst zu analysieren. Sicherlich kommt es bei den Lehrervorgaben auch auf die Lerngruppe an. Manche Lerngruppe erarbeiten fast selbstständig ein Konzept, anderen Gruppen muss man stärker zur Seite stehen. Auf jeden Fall ist dies eine Reihe, die den Schülern sehr viel Spaß gemacht hat! Anschließend könnte man dann - wenn nicht schon vollzogen – über die wichtigsten Ernährungsregeln nennen lassen.

Wurst ist in der Regel ein **Gemisch aus Proteinen, Fett, Wasser, Salz und Gewürzen**. Mit entsprechenden Trennverfahren (bestens geeignet für Schülerversuche) lassen sich die einzelnen Bestandteile abtrennen und wiegen. Dann wird die Wurst (24 Stunden im Trockenschrank) getrocknet. Alternativ kann man die Wurst auch erwärmen, dabei darf es aber auf keinen Fall zur Verkohlung kommen. Danach wird die Wurst mit Benzin behandelt. Anschließendes Abdestillieren der Lösung führt zur Heraustrennung des Fetts. Die nun fettfreie und wasserfreie (wenigstens fast) Wurst wird wiederum mit Wasser behandelt. Alle wasserlöslichen Salze und Gewürze lösen sich nun. Nach dem Abdampfen des Wassers bleibt das Salz zurück.

Der trockene Rest entspricht dem Gehalt an Proteinen

**Materialien**

- ▶ Porzellanschale, Brenner, 2 Bechergläser, Filtriergestell, Filtertrichter, Filterpapier, Destillationsapparat, Glasstab, Trockenschrank, Waage

**Chemikalien**

- ▶ Wurst, Benzin

**Tipps**

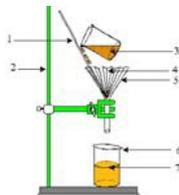
Für die Bestimmung des Wassergehaltes ist die Trocknung im Trockenschrank vorzuziehen. Außerdem sollte man überlegen, ob man einzelne Versuche durch Schülerversuche vollziehen lässt. In diesem Fall muss an eine größere Menge Wurst gedacht werden. Benzin darf nicht im offenen Becherglas verdampft werden.

**Durchführung****1. Schritt:**

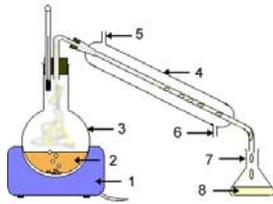
Man wägt zunächst 20g Wurst (z.B. Fleischwurst) ab. Diese Menge wird zerkleinert und dann 24 Stunden im Trockenschrank bei 75°C getrocknet. Nach dem Trocknen muss die Wurst gewogen werden. Die fehlende Masse gegenüber dem Ausgangswert stellt die Wassermenge dar.

**2. Schritt:**

Der getrocknete Rückstand wird nun in ein Gefäß gegeben und mit etwa 30 ml Benzin übergossen. Hier muss einige Zeit (natürlich unter dem Abzug) intensiv gerührt werden, dadurch wird das noch in der Wurst enthaltene Fett gelöst.

**3. Schritt:**

Das komplette Gemisch wird nun filtriert; die restliche Fleischwurstmasse bleibt im Filter, während das Filtrat das Fett enthält.

**4. Schritt:**

Das Fett-Benzin-Gemisch wird nun abdestilliert (Lehrerversuch!). Das Fett bleibt zurück. Vorher muss z.B. der Kolben gewogen werden. Nach dem Abdestillieren des Lösemittels wird dann erneut gewogen. Die Differenz entspricht der Masse des Fettes.

**5. Schritt:**

Der Rückstand im Filter besteht jetzt nur noch aus dem Salz und dem Protein. Der Filtrerrückstand kommt auf einer Porzellanschale in den Abzug. Hier dampf das restliche Benzin ab. Dann gibt man die Restwurst in ein vorher gewogenes Becherglas, fügt circa 15ml Wasser hinzu und rührt.

**6. Schritt:**

In dem Wasser lösen sich die im Fleisch noch vorkommenden Salze. Die Lösung wird wiederum filtriert. Das Filtrat fängt man auf und lässt die Flüssigkeit verdampfen. Zurück bleibt ein sichtbares Salz.

**7. Schritt:**

Der Filtrerrückstand wird getrocknet, dann wiegt man erneut.