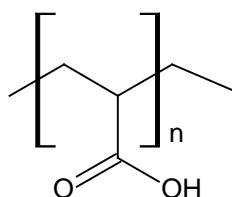


## Gruppe 13 – vorgegebener Versuch

### Polyelektrolyte im Haargel

#### Strukturformel:



Polyacrylsäure

#### Zeitbedarf:

Vorbereitung:	5 min
Versuchsdurchführung:	5 min
Nachbereitung	5 min

#### Chemikalien:

Chemikalien	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz (HessGiss)
Natriumchlorid	NaCl	ca. 1 g	-	-	-	S 1
Haargel	-	ca. 20 g	-	-	-	S 1
Wasser	H <sub>2</sub> O	ca. 1 mL	-	-	-	S 1

#### Geräte und Materialien:

- 2 x Uhrgläser
- Tropfpipette mit Pipettenhütchen
- Becherglas

## Versuchsaufbau:



Abb. 1: Verwendete Chemikalien und Geräte

## Versuchsdurchführung:

Auf zwei Uhrgläschen wird etwas Haargel gegeben. Nun wird auf eine der Proben so viel Natriumchlorid gestreut, bis eine sichtbare Veränderung eintritt. Auf die andere Probe wird vorsichtig etwas destilliertes Wasser gegeben.

## Beobachtungen:

Das Haargel ist farblos, klar und hat eine zähflüssige, steife Konsistenz. Nach der Zugabe des Natriumchlorids, ging dieses nach wenigen Sekunden in Lösung und verflüssigte die oberste Schicht des Haargels. Das verflüssigte Haargel war stark getrübt und sammelte sich am Boden des Uhrgläschens. Nach der Zugabe des Wassers ging das Haargel so gut wie nicht in Lösung. Die Konsistenz wurde durch das Wasser nicht verändert. Es lag weiterhin eine farblose, zähflüssige und klare Masse vor.



Abb. 2: Haargelproben ohne Zusätze



Abb. 3: Verflüssigtes Haargel mit NaCl



Abb. 4: Unveränderte Haargelprobe mit zugesetztem Wasser

### Entsorgung:

Die beiden Haargelproben werden in Wasser gelöst und in den Ausguss gegeben.

### Fachliche Analyse:

Um einer Frisur den letzten Schliff zu verleihen und Haare in eine gewünschte Form zu bringen, wird häufig Haargel verwendet. Damit Haargel seine formgebende Eigenschaft erlangt, wird es bei der Herstellung mit einem wasserlöslichen, ionischen Polymer versehen. Bei dem verwendeten Kunststoff handelt es sich um ein so genanntes Polyelektrolyt. Polyelektrolyte entstehen anionisch aus Polysäuren (z. B. Polycarbonsäuren), kationisch aus Polybasen (z. B. Polyvinylammoniumchlorid) und neutral aus Polyampholyten oder Polysalzen. In den meisten Haargels werden Derivate der Polyacrylsäure (vgl. **Strukturformel**) als Polyelektrolyt verwendet. Die Polymere der Polyacrylsäure sind stark gewunden und leicht vernetzt. Durch die zahlreichen Windungen ballen sich die Moleküle eng zusammen und nehmen dabei einen relativ kompakten Zustand ein.

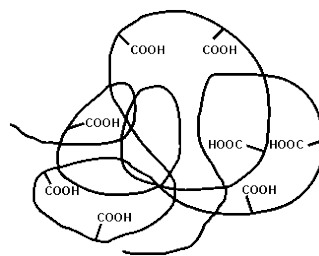


Abb. 5.: ungeladenes Polymerknäuel

Aufgrund der hohen Anzahl an Carbonsäuregruppen ist Polyacrylsäure und deren Derivate sehr gut wasserlöslich. In Anwesenheit von Wasser wird das Wasserstoffatom der Carbonsäuregruppe deprotoniert und geht in Lösung. Das Polymer besitzt nun eine große Anzahl an Carboxylatgruppen. Die Carboxylatgruppen befinden sich in direkter Nachbarschaft auf engem Raum. Auf die negativ geladenen funktionellen Gruppen wirken elektrostatische Abstoßungskräfte, die das Molekül strecken und für eine Entknäuelung sorgen. Die Polymere nehmen in dieser gestreckten Form einen größeren Raum ein und bieten damit mehr Möglichkeiten für intermolekulare Wechselwirkungen. Die Viskosität dieses Gemischs steigt an.

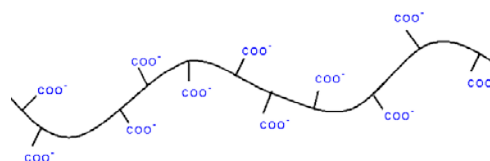


Abb. 6.: geladenes Polyelektrolyt-Molekül

Die in Haargel vorliegenden Polyacrylsäurederivate liegen als geladene Polyelektrolyte vor und geben dem Gel seine dickflüssige Konsistenz. Die Konsistenz wird auch durch geringere Mengen an Wasser nicht beeinflusst. Da es sich bei Wasser um ein neutrales Molekül handelt, hat es keine Auswirkungen auf die räumliche Struktur des Polyelektrolyts.

Wird jedoch eine geringe Menge an Natriumchlorid auf die Polyelektrolyt-Wasser-Lösung gegeben, so wird das Salz zunächst vom Wasser gelöst. Die nun in der Lösung befindlichen Natrium-Ionen lagern sich bevorzugt an den negativ geladenen Carboxylatgruppen des Polyelektrolyts an. Es kommt zum Ausgleich der negativen Ladungen. Die ehemals wirkenden elektrostatischen Abstoßungskräfte der Carboxylatgruppen werden durch die  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ -Ionen aufgehoben. Das Polymer nimmt nun seine anfängliche kompakte und verwundene Konformation ein. Es benötigt nun wieder weniger Raum und bietet weniger Möglichkeiten für intermolekulare Wechselwirkungen unter den Polymeren. Die Viskosität nimmt ab. Das Haargel verflüssigt sich.

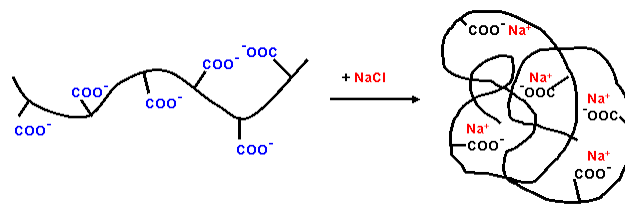


Abb. 7.: Anlagerung der Kationen und Verwinden des Polymers

### Methodisch-didaktische Analyse:

#### 1. Einordnung

Der Versuch kann wie folgt in die Themengebiete des hessischen Lehrplans (G8) eingebettet werden.

Jahrgangsstufe u. Unterrichtseinheit	Themengebiet
11G.2	<u>Synthetische Makromoleküle:</u> Klassifizierung von Kunststoffen; Aufbau von Makromolekülen; Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften; Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung; Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung.
12G.2	<u>Natürliche und synthetische Makromoleküle und Feststoffgitter:</u> Kunststoffe (vgl. 11G.2): Klassifizierung (Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere); Zusammenhang Struktur-Eigenschaften; Großtechnische Herstellung eines Kunststoffes; Polymere mit besonderen Eigenschaften.

#### 2. Aufwand

Die Uhrgläschen sowie die Tropfpipette sind keine besonderen Glasgeräte und sollten Bestandteil in jeder Chemiesammlung sein. Die verwendeten Chemikalien (Haargel und Natriumchlorid) werden nur in kleinen Mengen benötigt. Beim Haargel kann auf ein „No-Name“-Produkt zurückgegriffen werden. Es sollte allerdings darauf geachtet werden, dass das Polyelektrolyt Acrylsäure bzw. Acrylsäurederivate enthalten ist. Auch in der Durchführung als Schülerversuch fallen keine großen Kosten an, da eine Tube Haargel für die gesamte Klasse reicht. Der Versuch ist auch als Schülerversuch in einer Schulstunde durchführbar und eignet sich insgesamt gut für den Einsatz in der Schule.

### **3. Durchführung**

Der Verflüssigungseffekt des Haargels bei Zugabe von Natriumchlorid ist gut aus der Nähe erkennbar. Wenn der Versuch als Demonstrationsversuch geplant ist, sollte beachtet werden, dass die Schüler sehr nah an das Geschehen herantreten müssen, um den Effekt wahrzunehmen. Besser eignet sich der Versuch als Schülerversuch. Alle verwendeten Chemikalien sind nach HessGiss für Schülerversuche ab der Sekundarstufe I freigegeben.

### **Literatur:**

- **Praxis der Naturwissenschaften**, 4/49 S. 44 – 45.
- [www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/kunststoffe1/neuere\\_entwickl.htm](http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/kunststoffe1/neuere_entwickl.htm), Zugriff:
- **HessGiss-Datenbank**, V 11.0 – 2006/2007.
- [www.dguv.de](http://www.dguv.de), **GESTIS-Stoffdatenbank**, 2009, Zugriff: 15.06.09.
- **Lehrplan Chemie, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 7G bis 12G**, Hessisches Kultusministerium 2008.