Łukasiewicz
PORT
Polski Ośrodek
Rozwoju
Technologii

Superviskose Flüssigkeit

1. Für die Durchführung des Experiments erforderliche Elemente

Positionen der Teilnehmer:

- Plastikschüssel + Plastiklöffel 1/Person
- 10 ml Messzylinder 1/Montage

Hilfstisch:

- Atom-Modellbausatz (Perlen und Stecker) 1/Team
- 100-ml-Becher mit verdünnter Borasollösung und Pipette 1/Montage
- Leeres Plastikglas 1/Person
- 2 Farben von Mineralkugeln in Schalen + 2 Teelöffel 1/Mehl
- 2 verschiedene Düfte für Schleim 1/Job
- Rasierschaum 1/Job
- Kunststoffkleber Glas 20 ml 1/Person

2. Zweck der Übung

- Einarbeitung in die Laborarbeit
- Entwicklung von Kooperations-, Kommunikations- und Teamworkfähigkeiten
- Verständnis der grundlegenden chemischen und physikalischen Prinzipien, z. B. Polymerisation
- Geduld und Achtsamkeit lernen
- Kleinmotorische und sensorische Entwicklung

3. Eine kurze theoretische Einführung

Ein **Monomer** ist ein kleines, einfaches Molekül, das sich mit anderen ähnlichen Molekülen zu einer längeren Struktur verbinden kann. Das Wort "Monomer" stammt aus dem Griechischen *mono* (eins) und *meros* (Teil), was seine Rolle als ein einziger "Baustein" unterstreicht. Monomere haben spezielle funktionelle Gruppen oder Bindungen, die es ihnen ermöglichen, mit anderen Monomeren zu reagieren.

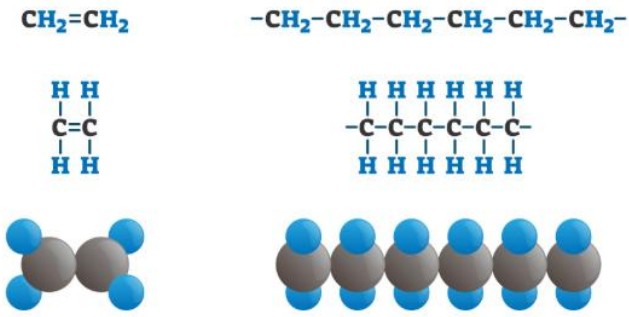
Ein Polymer ist ein großes Molekül (Makromolekül), das aus vielen sich wiederholenden Einheiten, den Monomeren, besteht, die zu einer langen Kette verbunden sind. Das Wort "Polymer" kommt aus dem Griechischen *poly* (viele) und *meros* (Teil) und bedeutet "viele Teile". Polymere werden durch eine chemische Reaktion namens **Polymerisation** gebildet.

Interreg Polska – Saksonia
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ

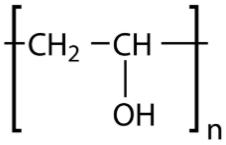
Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Sie können mit einer langen Perlenkette verglichen werden, wobei jede Perle ein Monomer und die gesamte Kette ein Polymer ist.



PVA - Polyvinylalkohol - Polyvinylalkoholpolymer (CH2=CH-OH) ist ein synthetisches Polymer, d. h. ein großes Molekül, das aus sich wiederholenden kleinen Einheiten besteht. Es ist eines der wenigen Polymere, die wasserlöslich sind, was es in vielen Anwendungen äußerst vielseitig macht.
Formal mag sein Name darauf hindeuten, dass er aus der Polymerisation von Vinylalkohol entsteht, aber in der Praxis wird er durch eine chemische Reaktion (Hydrolyse) eines anderen Polymers, Poly(vinylacetat), gewonnen.



Borasol ist der Handelsname für eine gebrauchsfertige Lösung zur äußerlichen Anwendung, die **Borsäure** (H_3BO_3) enthält . Es ist ein beliebtes rezeptfreies Medikament zur Dekontaminierung der Haut.

- Zusammensetzung: 3%ige Lösung von Borsäure in Wasser. Es ist eine schwache Säure.

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

- Eigenschaften: Schwache antiseptische Wirkung (antibakteriell und antimykotisch). Außerdem hat es eine adstringierende und austrocknende Wirkung.
- Verwendung: Als Hautdesinfektionsmittel bei leichten Entzündungen, Ekzemen, Verbrennungen, Quetschungen. Aufgrund der Absorption durch verletzte Haut und möglicher Toxizität sollte es nicht auf großen Körperflächen, großflächigen Wunden oder bei Kleinkindern angewendet werden.

Borax (chemisch: Natriumtetraborat, $Na_2B_4O_7$) ist das Natriumsalz der Borsäure. Es liegt in Form eines weißen, kristallinen Pulvers vor. Im Gegensatz zu Borasol handelt es sich nicht um eine Droge, sondern um einen Stoff für industrielle, wirtschaftliche oder chemische Zwecke.

- Zusammensetzung: Natriumsalz der Borsäure. der pH-Wert ist stark alkalisch.
- Eigenschaften: In wässriger Lösung reagiert Borax stark alkalisch. Gerade deshalb weist es starke reinigende, entkalkende und desinfizierende Eigenschaften auf.
- Verwendung: im Haushalt zum Waschen, Reinigen, Fleckenentfernen, Entkalken und Schimmelentfernen; in der Industrie für Glas (z. B. hitzebeständig), Keramik, Emaillieren.

Eine superviskose Flüssigkeit ist nichts anderes als **ein vernetztes Polymer**, in der Regel **Poly(vinylalkohol)**, das einem Vernetzungsprozess unterzogen wurde .

Vernetzung ist ein Prozess, bei dem lange, flexible Ketten eines Polymers (z. B. Poly(vinylalkohol)) durch kleinere Moleküle, so genannte Vernetzer, miteinander verbunden werden. Bei herkömmlichem Schleim ist dieses Vernetzungsmittel ein Borat-Ion (aus Borax oder Borasol). Durch diesen Prozess wird die flüssige Klebstofflösung in eine gelartige, elastische Masse umgewandelt, die bemerkenswerte Eigenschaften aufweist:

- **Nicht-Newtonsche Flüssigkeiten:** Die superviskose Flüssigkeit ist ein hervorragendes Beispiel für eine nicht-newtonsche Flüssigkeit. Dies bedeutet, dass die Viskosität nicht konstant ist, sondern je nach der angewandten Kraft (Spannung) variiert. Wenn man den Schleim langsam berührt oder formt, verhält er sich wie eine klebrige, dehnbare Flüssigkeit. Andererseits wird er, wenn man ihn schnell schlägt oder stark drückt, für eine Weile kompakter, härter und fester.

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

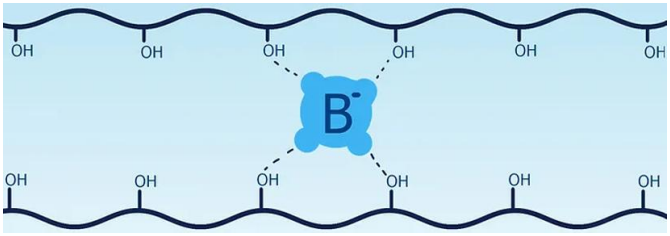
Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

- **Flexibel und formbar:** Der Schleim kann gedehnt, gepresst und geformt werden, aber wenn man ihn loslässt, schmilzt er langsam und nimmt seine ursprüngliche Form wieder an.

Schleim-Modifikation:

- **Mehr Borasol** Wenn mehr Borasol hinzugefügt wird, werden mehr Bindungen zwischen den PVA-Ketten gebildet. Dadurch wird der Schleim steifer und widerstandsfähiger.
- **Mehr Wasser:** Durch die Zugabe von Wasser haben die PVA-Ketten mehr Platz, um sich frei zu bewegen. Infolgedessen wird der Schleim flüssiger und weniger kompakt.
- **Glycerin:** Wirkt als Schmiermittel, das zwischen die PVA-Ketten gelangt und Wasser bindet. Dadurch wird der Schleim flexibler und flüssiger.
- **Öl**: Indem es zwischen die Ketten gelangt, isoliert das Öl diese gegeneinander und gegen das Borasol. Dadurch wird die Härte verringert und der Schleim wird formbarer.
- **Backnatron:** Wirkt ähnlich wie Borax bei der Bindung von PVA-Ketten. Dadurch wird die Härte erhöht und die Struktur des Schleims verfestigt.

Reaktionsmechanismus:



PVA-Ketten sind lange, flexible "Fäden" mit zahlreichen Hydroxylgruppen (-OH). Borat-Ionen ($B(OH)_4$-), die in Lösung aus Borax gebildet werden, wirken als **Bindeglieder** oder **Brücken**. Sie fangen zwei -OH-Gruppen von benachbarten PVA-Ketten ab und gehen mit ihnen chemische Bindungen ein, um **ein vernetztes Netzwerk** zu bilden. Dadurch können sich die einzelnen Ketten nicht mehr frei gegeneinander bewegen und die gesamte Masse wird dicht, flexibel und belastbar.

4. Beratung vor dem Unterricht

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

- Bereiten Sie vor dem Unterricht eine 3:1 verdünnte Borasol-Lösung (Wasser:Borasol) vor.

5. Vorgehensweise:

Verteilung von Schürzen an die Teilnehmer, Information darüber, dass im Labor nicht gegessen/getrunken wird, kein Kaugummi gekaut wird (falls doch, muss man ihn wegwerfen) und Personen mit langen Haaren diese hochstecken müssen (falls man sie nicht hinter die Schürze geben kann). Informieren Sie, dass wir in Teams arbeiten und teilen Sie die Teilnehmer in Teams von 2-3 Personen ein. Vertrautmachen mit den im Unterricht verwendeten Laborgeräten.

Fragen vor dem Unterricht:

- Was ist Schleim?
- Was sind die beiden Grundbestandteile von Schleim?
- Kann man aus jedem Klebstoff Schleim herstellen?
- Ist es möglich, aus jedem Flüssigkleber Slime herzustellen?
- Was ist ein Monomer/Polymer?
- Was ist Sinn? Welche Sinne kennen Sie?

Experiment 1 - Monomere/Polymere - was ist das?

Beschreibung des Erlebnisses:

1. Die Teilnehmer werden das Grundmolekül, das PVA-Monomer, selbst herstellen. Der Spielleiter verteilt Atome (Bälle) und Verbindungsstücke an jedes Team. Außerdem verteilt der Ausbilder ein Blatt Papier mit der Monomerformel und einer Legende, die erklärt, welche Perlen für die Konstruktion zu verwenden sind (Anhang 1 der Anleitung).
2. Anschließend verbinden die Teilnehmer mit Hilfe des Lehrers die einzelnen Monomere zu einer langen Polymerkette.

Beobachtungen:

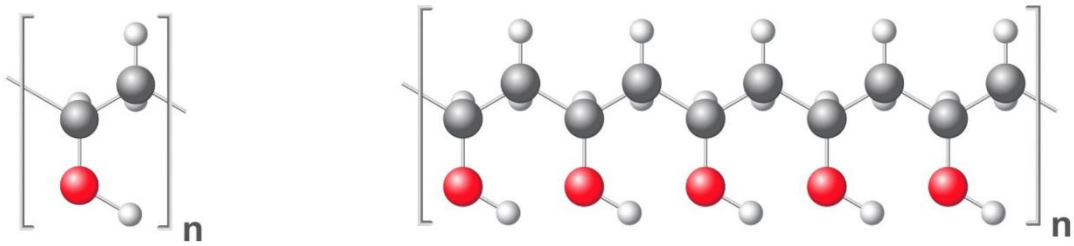
Die Teilnehmer lernen auf einfache Art und Weise das Phänomen der Polymerisation kennen, ein Prozess, bei dem sich kleine Moleküle zu großen Strukturen verbinden. Wenn mehrere Monomere zu einem einzigen Polymer kombiniert werden, zeigt sich, dass die

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Kette aus sich wiederholenden Einheiten besteht, die in unendlicher Zahl miteinander kombiniert werden können.



Experiment 2 - Herstellung einer superviskosen Flüssigkeit

Beschreibung des Erlebnisses:

1. Die Teilnehmer füllen 20 ml Klebstoff in eine Plastikschüssel. Dieser Teil des Klebers wird vom Klassenleiter verteilt.
2. Der Leiter gibt jedem eine Portion Rasierschaum auf einen Löffel (es muss etwas mehr Rasierschaum als Kleber sein).
3. Die Teilnehmer mischen die beiden Zutaten, bis sie eine homogene Masse bilden.
4. Der Moderator gibt ein paar Tropfen des von den Teilnehmern gewählten Duftes in die Schale.
5. Die Teilnehmer geben einen Teelöffel Mineralperlen in der Farbe ihrer Wahl in eine Schüssel und mischen alles noch einmal. Der Leiter der Aktivität verteilt zwei Farben von Bällen pro Gruppe in zwei Schalen zusammen mit Löffeln. Sobald die Teilnehmer die Kugeln hineingeschüttet haben, geben sie die Schüssel weiter, damit jeder die Möglichkeit hat, sie hinzuzufügen.
6. Der Moderator verteilt verdünntes Borasol in Bechern an die Teilnehmer, die dann 10 ml der Substanz mit einem Messzylinder und einer Pipette abmessen.
7. Die Teilnehmer füllen das abgemessene Borasol in ein sauberes Plastikglas.
8. Schließlich geben die Teilnehmer das abgemessene Borasol in eine Schüssel mit allen Zutaten. Dann rühren sie das Ganze kräftig um, bis die Mischung zu schleimen beginnt

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

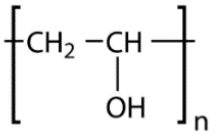
Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

und sich vom Schüsselrand löst und am Löffel kleben bleibt. Die Schüssel sollte sauber bleiben.

Beobachtungen:

Vor der Zugabe von Borasol ist der Klebstoff mit Schaum und Duftstoffen vermischt und hat eine flüssige, zähflüssige Konsistenz. Sobald das Borasol in den Leim gegossen wird und das Mischen beginnt, ist eine sofortige Verdickung der Masse zu beobachten. Die Masse beginnt schnell zu klumpen, wird gallertartig und löst sich von den Wänden der Schüssel. Nach dem Kneten wird die Masse dehnbar und elastisch. In der Hand genommen, klebt er nicht.

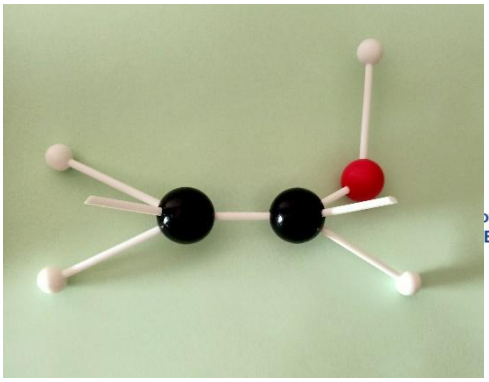
Anhang 1



Schwarze Kugel - C (Kohlenstoff)

Rote Kugel - O (Sauerstoff)

Weiße Kugel mit Stecker - H (Wasserstoff)



Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Łukasiewicz
PORT
Polski Ośrodek
Rozwoju
Technologii

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580