

▲ 1. Löslichkeit von Alkanolen in Wasser

## 1. Mischbar oder nicht?



Gib je 1 ml verschiedener Alkohole, z.B. Ethanol (GHS 2), Propanol (GHS 2, 5, 7), Butanol (GHS 2, 5, 7), Pentanol (GHS 2, 7), Hexanol (GHS 7) in je 5 ml Wasser. Wiederhole den Versuch mit 5 ml Speiseöl anstatt Wasser.

- a) Was kannst du beobachten? Halte die Ergebnisse in einer Tabelle fest. Verwende folgende Symbole um die Mischbarkeit zu kennzeichnen: +, o, –.  
b) Versuche die unterschiedlichen Ergebnisse der Mischbarkeit zu erklären.

## 2. Brennbarkeit



Gib je 1 ml verschiedener Alkohole (GHS 2, 5, 7) in je ein Porzellanschälchen. Entzünde sie mithilfe eines brennenden Holzspans.

- a) Achte besonders auf die Flammenfarben und versuche eine Erklärung zu finden.  
b) Sortiere die verschiedenen Alkohole nach ihrer Entzündbarkeit.

## 3. Moleküle bauen

a) Baue mithilfe des Molekülbaukastens ein Methanol-Molekül. Verlängere die Kohlenstoffkette nacheinander um 1, 2, 3 und 4 C-Atome. Ergänze die fehlenden Wasserstoff-Atome.

b) Notiere die Summenformel für die entstehenden Moleküle.

c) Zeichne die Strukturformeln.

d) Finde einen Namen für die Moleküle. Denke dabei an die Regeln zur Namensgebung bei den Alkanen.

## 4. Alkoholpanscher gefasst

Nach mehreren hundert Todesfällen durch Methanolvergiftungen ist die Polizei einer professi-

onellen Alkoholpanscherbande in Russland auf die Spur gekommen. Die Bande hatte Trinkalkohol mit dem billigen, aber hochgiftigen Methanol gestreckt und das gefährliche Produkt als Wodka im Schwarzhandel verkauft.

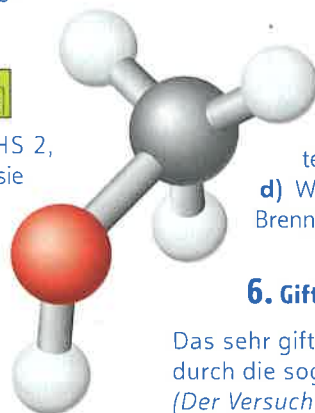
- a) Informiere dich über den Alkohol Methanol und fertige einen Steckbrief an.  
b) Mit welchen Gefahrensymbolen muss eine Methanolflasche gekennzeichnet sein?  
c) Methanol kann auch als Treibstoff für Brennstoffzellen verwendet werden. Recherchiere im Internet und stelle dies deinen Mitschülern in einem kleinen Vortrag vor.

## 5. Spiritus als Frostschutz



Brennspiritus eignet sich als preiswertes Frostschutzmittel für die Scheibenwaschanlage. Mit einem Viertelliter Spiritus auf 1 Liter Wasser erzielt man einen Frostschutz von minus 10 °C. Durch Verdunsten des Alkohols kann der Frostschutz im Laufe der Zeit geringer werden.

- a) Was bewirkt der Zusatz von Spiritus?  
b) Überlege mit deinem Partner, wie im Reagenzglasversuch herausgefunden werden kann, wie viel Spiritus (GHS 2) dem Waschwasser bei Temperaturen bis –15 °C zugesetzt werden muss.  
c) Führt die Versuche durch und halte die Ergebnisse fest.  
d) Warum empfiehlt es sich nicht, reinen Brennspiritus einzusetzen?



## 6. Giftgrün

Das sehr giftige Methanol und Ethanol lassen sich durch die sogenannte Boraxprobe unterscheiden. (Der Versuch darf wegen der Giftigkeit von Bor-Verbindungen nicht mehr in der Schule durchgeführt werden!)

Beschreibe die Unterschiede der Flammen.



▲ 2. Flammenprobe: Methanol (links) und Ethanol (rechts)

**Ethanol und seine Verwandten.** Das als Trinkalkohol bekannte Ethanol ist nur eine von vielen Verbindungen aus der Stoffklasse der Alkohole. Alle Alkohole, die sich von den Alkanen ableiten, werden als **Alkanole** bezeichnet. Der chemische Name eines Alkohols ergibt sich aus dem Namen des entsprechenden Alkans mit der zusätzlichen Endung **-ol**.

**Die homologe Reihe der Alkanole.** Alle Alkohole enthalten als gemeinsames Merkmal eine **OH-Gruppe** in ihrem Molekül. Diese Gruppe nennt man **Hydroxyl-Gruppe**. Da diese OH-Gruppe die chemischen Eigenschaften der Alkohole entscheidend mitbestimmt, bezeichnet man sie auch als **funktionelle Gruppe** der Alkohole. Die allgemeine Formel für Alkohole lautet: **R-OH**. Das „R“ steht für einen Alkyl-Rest. Der Alkyl-Rest besteht aus Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atomen.

Alkanole, die nur eine OH-Gruppe enthalten, werden als **einwertige Alkohole** bezeichnet.

**Methanol, Ethanol, Propanol, Butanol** sind die ersten vier Alkanole der homologen Reihe der einwertigen Alkohole.

Methanol (Holzgeist) ist eine sehr giftige, farblose Flüssigkeit. Schon geringe Mengen führen zur Erblindung. Es kann als Nebenprodukt bei der Branntweinherstellung entstehen. Methanol wird in der chemischen Industrie als Lösemittel und als Rohstoff für die Kunststoffherstellung eingesetzt. Außerdem wird es als Treibstoffzusatz und als Brennstoff in Brennstoffzellen verwendet.

Propanol wird als „Friseuralkohol“ in Haarpflegemitteln, als Ethanolersatz in kosmetischen Produkten und als Lösemittel verwendet.

Name	Formel	Schmelz-, Siedetemperatur in °C		Löslichkeit
Methanol	CH <sub>3</sub> OH	–97	65	In Wasser abnehmend In Benzin zunehmend
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	–114	78	
Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	–126	97	
Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	–89	117	
Pentanol	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	–78	138	
Hexanol	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> OH	–45	157	

▲ 1. Homologe Reihe der Alkanole

**Eigenschaften der Alkanole.** Methanol, Ethanol und Propanol sind in jedem Verhältnis mit Wasser mischbar. Bei den länger-kettigen Alkanolen nimmt die Mischbarkeit mit Wasser stark ab. Hexanol ist in Wasser unlöslich. Diese Abnahme der Löslichkeit lässt sich mit dem Bau der Alkanol-Moleküle erklären. Die Hydroxyl-Gruppe ist **wasserfreundlich (hydrophil)**. Sie ist für die Löslichkeit in Wasser verantwortlich. Der Kohlenwasserstoff-Rest ist dagegen **wasserfeindlich (hydrophob)**. Er sorgt dafür, dass sich Alkanole in Benzin und ähnlichen Lösemitteln lösen.



▲ 2. Alkanol-Moleküle besitzen einen wasserfreundlichen und einen wasserabstoßenden Teil.

**Alkohole im Auto.** Einige Alkohole, z.B. Ethanol und Propanol, werden im Winter der Scheibenwaschflüssigkeit im Auto zugesetzt. Diese Alkohole setzen den Gefrierpunkt des Wassers herab und verhindern so das Einfrieren oder bewirken ein Auftauen des Eises auf den Scheiben.



▲ 3. Ein vereistes Auto

Alkanole bilden eine homologe Reihe. Die Eigenschaften der Alkanole werden von der wasserfreundlichen Hydroxyl-Gruppe und dem wasserfeindlichen Kohlenwasserstoff-Rest bestimmt.

## 1. Fragen zum Text

- a) Warum ist Methanol im Gegensatz zu Hexanol sehr gut wasserlöslich?  
b) Warum können Ethanol und Propanol als Frostschutzmittel genutzt werden?



## 1. Ein Stoff, verschiedene Namen

Der Trinkalkohol, auch Ethanol genannt, begegnet uns im Alltag unter vielen Namen. Notiere die verschiedenen Bezeichnungen.

## 2. Ethanol im Alltag

Welche Verwendungsmöglichkeiten von Ethanol – außer als Trinkalkohol – sind dir noch bekannt?

## 3. Ethanol verduftet

Gib einen Tropfen Ethanol (GHS 2) auf den Handrücken. Puste vorsichtig über die benetzte Stelle.

- a) Beschreibe was du beobachten kannst.  
b) Wofür kann die beobachtete Eigenschaft im Alltag genutzt werden?

## 4. Ethanol – ein Lösemittel?

Fülle 3 Reagenzgläser 2-3 cm hoch mit Ethanol (GHS 2). Füge dann je Glas einige Tropfen Wasser, Waschbenzin (GHS 2, 7, 8, 9) oder Speiseöl hinzu und schüttle. Was kannst du beobachten?

## 5. Ablenkbarkeit: Ethanol und Wasser



Lässt man aus einer Bürette einen dünnen Strahl Wasser ausfließen, kann man ihn mit einem aufgeladenen Kunststoffstab ablenken. Man kann den Stab durch Reiben mit einem Wolltuch aufladen. Wiederhole den Versuch mit Ethanol (GHS 2) als Testflüssigkeit.

- a) Was kannst du beobachten?  
b) Sind Wasser- oder Ethanol-Moleküle polar oder unpolar?

- c) Recherchiere die Polarität von Ethanol oder anderen Kohlenwasserstoffen wie Heptan oder Benzin.

## 6. Ethanol – sauer oder alkalisch?

Prüfe den pH-Wert von Ethanol (GHS 2) mit Universalindikator-Lösung oder Indikatorpapier. Gehört Ethanol zu den sauren, alkalischen oder neutralen Stoffen?

## 7. Verbrennung von Ethanol

Entzünde einige Milliliter Ethanol (GHS 2) in einem Verbrennungslöffel und halte ihn dann in einen kalten Standzylinder. Prüfe den Beschlag an der Wandung mit Wassertestpapier.



▲ 2. Nachweis der Verbrennungsprodukte von Ethanol

Gib anschließend Kalkwasser in den Standzylinder und schüttle vorsichtig.

- a) Notiere deine Beobachtungen (Flammenfarbe, Farbe des Wassertestpapiers, Aussehen des Kalkwassers).

- b) Welche Reaktionsprodukte sind beim Verbrennen von Ethanol entstanden?

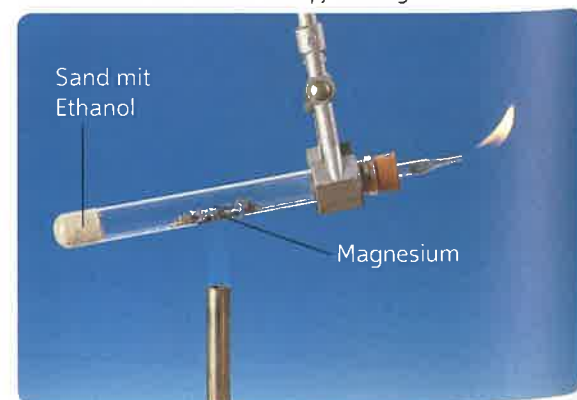
- c) Auf welche Elemente im Ethanol-Molekül weisen die Beobachtungen aus a) und b) hin?

## 8. Reaktion von Ethanol mit Magnesium (Lehrerversuch)

Ein Reagenzglas wird mit etwas Sand, der mit Ethanol (GHS 2) getränkt wird und einigen Magnesium-Spänen (GHS 2) gefüllt (siehe Abbildung unten). Zunächst wird das gesamte Reagenzglas schwach erwärmt und das Magnesium anschließend stark erhitzt. Durch Fächeln mit der Flamme wird das Ethanol aus dem Sand verdampft. Das Magnesium glüht auf. Die entweichenden Dämpfe lassen sich entzünden.

- a) Wie heißt das weiße Reaktionsprodukt? Welches Gas entweicht?  
b) Welches Element muss im Ethanol-Molekül enthalten sein, damit die beschriebene Reaktion abläuft?

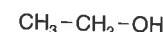
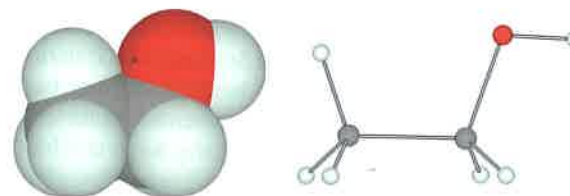
▼ 3. Reaktion von Ethanol-Dampf mit Magnesium



## Ethanol chemisch betrachtet.

Ethanol ist eine leicht entzündbare, neutrale Flüssigkeit, die mit schwach leuchtender Flamme mit dem Luftsauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf verbrennt. Die Analyse der Verbrennungsprodukte ergibt, dass Ethanol Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Wird Ethanol-Dampf über heißes Magnesium geleitet, bildet sich Magnesiumoxid. Da der zur Oxidation benötigte Sauerstoff nur aus dem Ethanol stammen kann, muss auch Sauerstoff Bestandteil des Ethanol-Moleküls sein.

Quantitative Analysen ergeben für das Ethanol-Molekül die Summenformel  $C_2H_5OH$ . Dabei sind 5 Wasserstoff-Atome direkt an Kohlenstoff-Atome gebunden, während das sechste an das Sauerstoff-Atom gebunden ist. Diese OH-Gruppe wird Hydroxyl-Gruppe genannt. Diese Gruppe bestimmt die Eigenschaften und Reaktionen von Ethanol. Man bezeichnet sie deshalb als funktionelle Gruppe.



**Polarität von Ethanol-Molekülen.** Nähert man einem elektrostatisch aufgeladenen Kunststoffstab einem Ethanolstrahl so wird dieser angezogen. Dies bedeutet, dass Ethanol-Moleküle polar sind. Sie sind, wie Wasser-Moleküle, Dipol-Moleküle.

**Ethanol als Lösemittel.** Ethanol ist gut wasserlöslich. Verantwortlich für die Wasserlöslichkeit ist die Hydroxyl-Gruppe, die wasserfreundlich (hydrophil) ist. Der Kohlenwasserstoff-Rest ist dagegen wasserfeindlich (hydrophob). Ethanol löst deshalb viele organische Stoffe wie Benzin, Heptan oder Speiseöl. Wegen seiner fettlösenden Wirkung wird Ethanol zusammen mit anderen waschaktiven Stoffen in Glasreinigern und Putzmitteln eingesetzt.

**Ethanol im Alltag.** Ethanol kommt nicht nur in alkoholischen Getränken, sondern in geringen Konzentrationen auch in den unterschiedlichsten Lebensmitteln vor. So kann Apfelsaft oder Traubensaft bis zu 0,4%



▲ 3. Reiniger und Kosmetika die Alkohol enthalten.

Ethanol enthalten. Auch in reifen Bananen, Sauerkraut, Kefir oder Weißbrot findet man ihn in geringer Menge.

Ethanol ist auch ein wichtiger Grundstoff für die Herstellung von kosmetischen und medizinischen Produkten. Viele Medikamente, Parfüm, Deodorants, Haargel und Reinigungsmittel sind alkoholische Lösungen. Kosmetikprodukte wie z.B. Erfrischungstücher und Rasierwasser enthalten Ethanol, weil es schnell verdunstet und dadurch kühlend wirkt. Außerdem wirkt Ethanol desinfizierend und wird auch zur Wundreinigung eingesetzt.

Durch Zusatzstoffe ungenießbar gemachtes Ethanol kommt als preiswerter Brennspritus in den Handel. In der chemischen Industrie ist Ethanol ein wichtiges Lösemittel und Zwischenprodukt.

Ethanol ist aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufgebaut. Die Summenformel lautet  $C_2H_5OH$ . Ethanol ist ein Lösemittel für hydrophile und hydrophobe Stoffe.

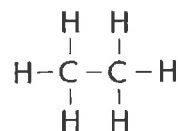
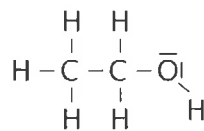
## Fragen zum Text

- a) Nenne die Summenformel von Ethanol.  
b) Wie lautet die funktionelle Gruppe im Ethanol-Molekül?  
c) Weshalb ist Ethanol ein Lösemittel für viele verschiedene Stoffe?  
d) Warum wird Ethanol in Erfrischungstüchern eingesetzt?

Löslichkeit der Alkanole**Aufgabe 1:** Lies dir die folgenden Sätze durch und ergänze die fehlenden Wörter aus der Box.

Benzin	Teilladungen	hydrophob	lipophil	wasserlöslich	zwei	Dipol
Löslichkeit hydrophil						

Die \_\_\_\_\_ von Stoffen hängt von ihrer Polarität ab. Wasser ist ein \_\_\_\_\_. Die Atome in Dipolen haben \_\_\_\_\_. Teilgeladene Moleküle sind in Wasser löslich. Wasserlösliche Moleküle sind \_\_\_\_\_, Wasserunlösliche Moleküle sind \_\_\_\_\_. Alkane dagegen sind unpolar. Ungeladene Moleküle sind nicht \_\_\_\_\_, dafür aber in Benzin. Ethanol-Moleküle bestehen aus \_\_\_\_\_ Teilen: einer ungeladenen Kohlenwasserstoffkette und der negativ geladenen Hydroxyl-Gruppe. Die funktionelle Gruppe ist geladen, daher ist Ethanol in Wasser löslich. Der Rest ist nicht geladen und verantwortlich für die Löslichkeit in \_\_\_\_\_. Wegen seiner fettlösenden Wirkung wird Ethanol in Glasreinigern und Putzmitteln eingesetzt. Fettliebende Moleküle sind \_\_\_\_\_.

**Aufgabe 2:** Welche Moleküle sind Dipole? Kreuze an.☐ Ethan☐ Ethanol☐ Wasser**Aufgabe 3:** Verbinde die Wörter mit ihren Bedeutungen

- |           |   |
|-----------|---|
| Dipol     | a) wasserabstoßend, nicht wasserlöslich |
| hydrophil | b) Molekül mit Teilladung               |
| lipophil  | c) wasserfreundlich, wasserlöslich      |
| hydrophob | d) fettabstoßend                        |
| lipophob  | e) fettliebend                          |

**anol – ein wichtiger Vertreter der Alkanole (1)****A1** Der Trinkalkohol (Ethanol) ist der bekannteste Vertreter aus der Reihe der Alkohole. Die Eigenschaften von Ethanol lassen sich gut durch dessen Molekülbau erklären. Fülle den zugehörigen Lückentext aus.

Wie die Alkane bilden auch die Alkohole eine \_\_\_\_\_ Reihe. Dabei ist im Alkan-Molekül ein endständiges Wasserstoff-Atom durch eine \_\_\_\_\_ (-OH-Gruppe) ersetzt. Die Hydroxylgruppe bestimmt die Eigenschaften und \_\_\_\_\_ des Alkohols. Man bezeichnet diese Gruppe deshalb als \_\_\_\_\_ Gruppe. Ethanol ist in Wasser und in Benzin löslich. Für die Löslichkeit in Wasser ist die \_\_\_\_\_ verantwortlich. Sie ist wasserfreundlich (= \_\_\_\_\_). Für die Löslichkeit in Benzin ist die \_\_\_\_\_gruppe verantwortlich. Sie ist wasserabstoßend (= \_\_\_\_\_). Vergleicht man die Siedetemperaturen der Alkane mit den entsprechenden Alkanolen, stellt man fest, dass die Alkanole \_\_\_\_\_ Siedetemperaturen aufweisen.

Durch die Hydroxylgruppen bilden sich zwischen den Alkohol-Molekülen, ähnlich wie bei Wasser-Molekülen, \_\_\_\_\_, die schwerer gelöst werden können. Ethanol wird in kosmetischen Produkten wegen seiner \_\_\_\_\_ Wirkung und in Reinigungsmitteln wegen seiner \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ lösenden Eigenschaften verwendet. Das hier eingesetzte industriell gewonnene Ethanol wird meist aus \_\_\_\_\_ hergestellt. Ethanol in alkoholischen Getränken unterliegt einer hohen \_\_\_\_\_. Für industrielle Zwecke (Druckerei, Farben, Lacke, Kosmetik usw.) und als Brennspritus ist Ethanol steuerfrei. Ethanol ist brennbar und wird deswegen u. a. auch als \_\_\_\_\_ verwendet.

**A4** Ergänze Name oder Formel der Alkanole in der Tabelle. Wie ändert sich die Löslichkeit und Viskosität innerhalb der homologen Reihe? Zeichne jeweils Pfeilspitzen in zunehmender Richtung an die Balken.

Methanol		Butanol		Hexadecanol
	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$		$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OH}$	

Löslichkeit in Wasser

Löslichkeit in Benzin

Viskosität

Elektronegativität und Polarität

Die Elektronegativität (kurz: EN) eines Elements gibt an, wie stark seine Atome in einer Verbindung die Bindungselektronen an sich zieht. Dabei zieht das Atom mit der höheren Elektronegativität die Bindungselektronen in seine Richtung. Es hat daher eine negative Teilladung ( $\delta^-$ ). Der Bindungspartner mit der niedrigeren Elektronegativität hat eine positive Teilladung ( $\delta^+$ ). Durch die Teilladungen werden Ladungsschwerpunkte erhalten, sodass ein Dipol entsteht.

Element	EN
H	2,1
P	2,1
C	2,5
I	2,5
S	2,5
Br	2,8
N	3,0
Cl	3,0
O	3,5
F	4,0

**Aufgabe 1:** Vervollständige die Tabelle und entscheide jeweils, welches Atom in den Molekülen die negative und welches die positive Teilladung hat.

Molekül	Elektronegativität der Elemente	Atom mit negativer Teilladung ( $\delta^-$ )	Atom mit positiver Teilladung ( $\delta^+$ )	Dipol?
Wasser ( $H_2O$ )	O: 3,5, H: 2,1	O	H	
Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ )				
Salzsäure ( $HCl$ )				
Schwefeldioxid ( $SO_2$ )				

Polarität

Die Elektronegativitätsdifferenz gibt an, ob es sich um ein polares oder unpolares Molekül handelt. Bei Methan  $CH_4$  hat Kohlenstoff (C) eine Elektronegativität von  $EN(C) = 2,5$  und Wasserstoff (H) eine Elektronegativität von  $EN(H) = 2,1$ . Die Elektronegativitätsdifferenz beträgt:

$$\Delta EN = 2,5 - 2,1 = 0,4$$

Bindungen mit einer Elektronegativitätsdifferenz bis 0,4 sind unpolare Elektronenpaarbindungen, Bindungen mit größeren Elektronegativitätsdifferenzen sind polar.

**Aufgabe 2:** Berechne für die folgenden Moleküle die Elektronegativitätsdifferenz und entscheide, ob es sich um eine polare oder unpolare Elektronenpaarbindung handelt.

Molekül	Elektronegativitätsdifferenz $\Delta EN$	polar/ unpolar?
Methan ( $CH_4$ )		

Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ )		
Ammoniak ( $NH_3$ )		
Cyanokohlenwasserstoff ( $HCN$ )		

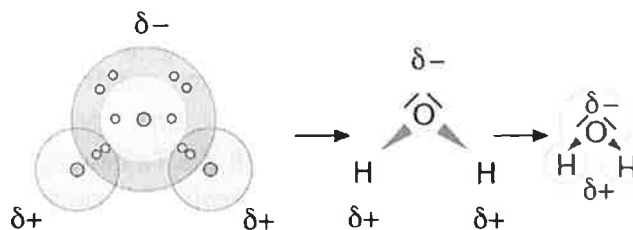
**Aufgabe 3:** Eine große Bedeutung besitzt die Elektronegativität im Wasser-Molekül. Fülle dazu den Lückentext aus.

Sauerstoff hat eine \_\_\_\_\_ Elektronegativität

( $EN = \underline{\hspace{1cm}}$ ) als Wasserstoff ( $EN = \underline{\hspace{1cm}}$ ). Das

\_\_\_\_\_ zieht daher die

\_\_\_\_\_ im Wasser-



Molekül stärker an sich. Zwischen Sauerstoff und Wasserstoff entsteht eine \_\_\_\_\_ Atombindung,

bei der das Wasserstoff-Atom eine \_\_\_\_\_ Teilladung und das Sauerstoff-Atom eine

\_\_\_\_\_ Teilladung hat. Da das Wassermolekül \_\_\_\_\_ ist, hat es auch nach außen

einen positiven und einen negativen Ladungsschwerpunkt. Das Wasser-Molekül ist ein \_\_\_\_\_.