

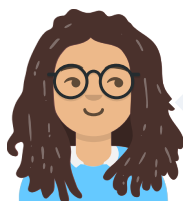
Ein Tag am Meer: Flüssigkeit oder Gas?

Wie erklären wir uns den Zusammenhalt einiger Moleküle? Permanente Dipole ziehen sich an!



LNCU.de
ID 24294
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

M1 Ein warmer Tag am Meer



Betrachten wir gemeinsam die Bilder ¹ in **Galerie 1**, halten zwischendurch aber mal an



Galerie 1: Wasser, Sauerstoff und Stickstoff – Stoffe und Teilchen. ²

... und überlegen, welche generelle Aussagen wir über die Anziehungskräfte zwischen Stickstoff-, Sauerstoff- und Wassermolekülen – jeweils unter ihresgleichen – machen können.



Die heutige Frage ist: warum ziehen sich Wassermoleküle untereinander besonders stark an?

Die Erklärung dafür finden wir in einer **Verschiebung der Ladungen in den Elektronenpaarbindungen und der Gestalt der Wassermoleküle**.

Werfen wir einmal nacheinander einen Blick darauf.



Aufgaben

- 1 Erstelle mit Hilfe von **M2** eine Argumentationskette, warum sich Wassermoleküle untereinander stark anziehen. Nutze die Begriffe **Elektronegativität, Differenz der Elektronegativität, polare Bindung, Dipol, Dipol-Dipol-Wechselwirkung**.
- 2 Wenn Du noch Zeit hast, dann erkläre mit Hilfe von **M3**, warum ein Wassermolekül eine **gewinkelte Form** haben muss.

M2 Wo genau sind die Elektronen im Wassermolekül?

Eine polare Elektronenpaarbindung

In einigen Molekülen sind die Elektronen in Elektronenpaarbindungen nicht immer genau in der Mitte zwischen den beteiligten Atomen.

Einige Atome ziehen stärker an den Elektronen.

Das hat zur Folge, dass die Elektronen näher zu diesen Atomen hinrücken.

Die Elektronegativität

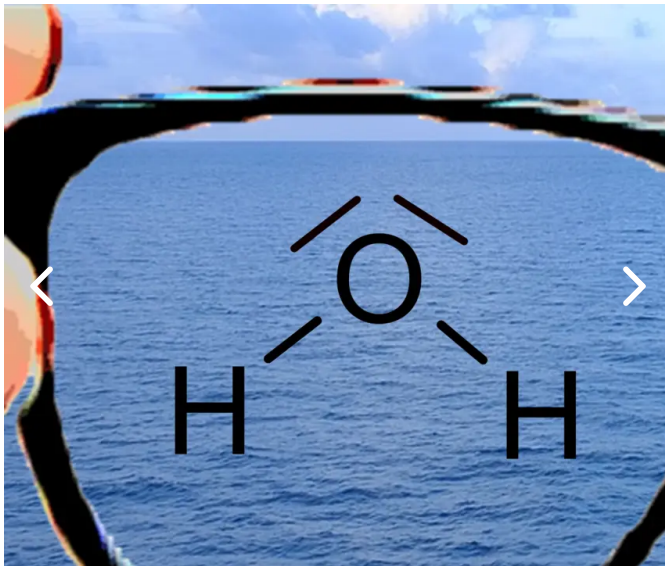
Die **Elektronegativität** wurde bereits für nahezu jedes Element bestimmt. Es ist eine Größe ohne Einheit. Der maximale Wert beträgt 4.



Schau mal in das erweiterte PSE³. Wo findest du Elemente mit hohen Werten für



Schauen wir uns das mal für das Wassermolekül an.



Galerie 2: Im Wassermolekül sind die Bindungselektronen nicht gleich verteilt. ³

Wann kommt es zu solchen polaren Bindungen?

Ganz einfach: wie stark ein Atom an den Elektronen einer Bindung zieht, ist eine Eigenschaft, die man **Elektronegativität** nennt.

Sauerstoff hat eine deutlich höhere Elektronegativität als Wasserstoff.

Wenn es dir hilft, kannst du dir die daraus resultierende Verschiebung der Elektronen wie ein Seilziehen vorstellen.

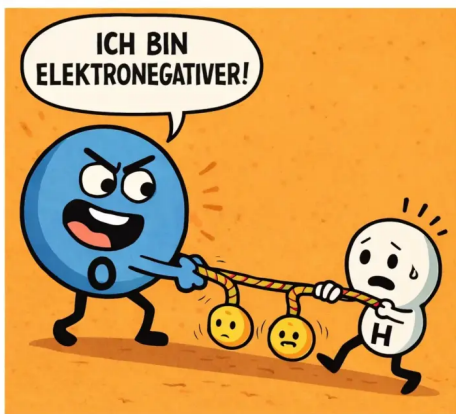


Abb. 1: Eine „vermenslichte“ Analogie: das Sauerstoffatom zieht die Bindungselektronen zu sich. ⁵



die Elektronegativität? Wo stehen die Elemente mit niedrigen Werten?

Welche Elemente haben gar keine Werte zugeschrieben bekommen? Warum könnte dies so sein?



Legende

Aggregatzustand bei 25°C: Sauerstoff (gasförmig), Sauerstoff (Sauerstoff), Ozon (O₃)

Stoffebene: Nichtmetalle, Halbleiter, Metalle

Teilchenebene: elementare Atome, Moleküle, andere Gitter

Mittlere Atommasse A_r (bei radioaktiven Elementen: Nuklidmassen A des häufigsten Nuklids)

Daten zum Atom: Symbol der Atomart, Ordnungszahl

Elektronegativität: 16,0 (Sauerstoff), 3,5 (Ozon)

Atomsymbol: O

© 2008 Springer-Verlag Berlin, Team LINDY – CC BY-SA 4.0
 Chemisches Elementarwissen: Grundlagen der Chemie, 1. Aufl., Springer-Verlag, 2010, 978-3-642-00000-0

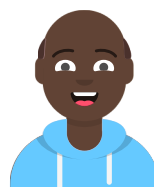
Abb. 2: Das PSE³ mit Werten für die Elektronegativität. ³

Je größer die Elektronegativität eines Elements ist, desto stärker zieht ein Atom dieses Elements an den Elektronen der Elektronenpaarbindung.

Das macht sich natürlich nur immer dann bemerkbar, wenn die beteiligten Atome verschieden große Elektronegativitäten haben. Vereinfacht kann man sagen: Eine Bindung ist polar, wenn ein Bindungspartner die Elektronen deutlich stärker anzieht. Die Differenz der Elektronegativitäten (ΔEN) sollte dazu ungefähr größer als 0,4 sein.

Molekülgestalt und Dipolmoment

Nun wird es interessant! Wenn ein Molekül mindestens eine polare Bindung beinhaltet und zudem seine Gestalt so ist, dass dadurch eine Seite teilweise positiv und die andere teilweise negativ ist, dann hat das ganze Molekül zwei elektrische Pole.



Solche Moleküle nennt man „Dipole“.

Man sagt fachsprachlich korrekt: „Da solche Moleküle ein permanentes Dipolmoment besitzen, können sich ihre partiell positiv und negativ geladenen Bereiche gegenseitig anziehen.“ Diese Anziehung nennt man „Dipol-Dipol-Wechselwirkungen“.



M3 Die Molekülgestalt ist vorgegeben

Erinnere dich an das Kugelwolkenmodell

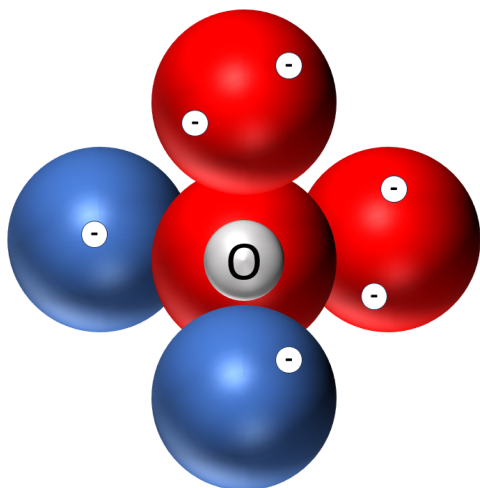
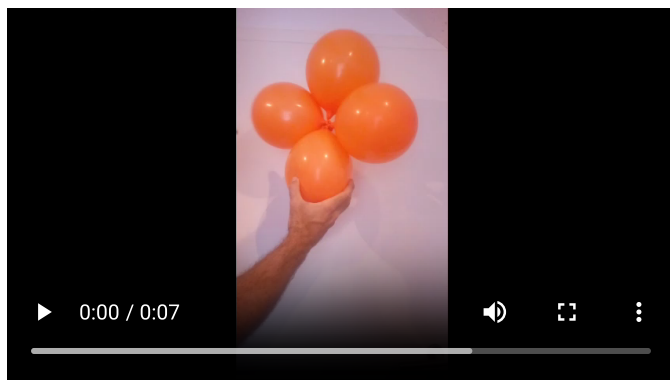


Abb. 3: Ein Sauerstoffatom im Kugelwolkenmodell.³

Die Kugelwolken mit den Elektronen sind nicht in einer Ebene (*planar*) angeordnet. Vielmehr zeigen sie „automatisch“ in die Ecken eines Tetraeders, da sich die Elektronen abstoßen.



Video 1: Luftballons demonstrieren die energieärmste Anordnung der Kugelwolken.⁶

Das Elektronenpaarabstoßungs-Modell

Das Elektronenpaarabstoßungs-Modell (EPA-Modell)⁷ besagt, dass dies nun auch in den Molekülen gilt, die sich aus den Atomen bilden.

Moleküle haben folglich zwangsläufig eine bestimmte Gestalt. Das Wassermolekül ist z. B. gewinkelt.

Das kannst Du sehr gut in folgender Simulation sehen.

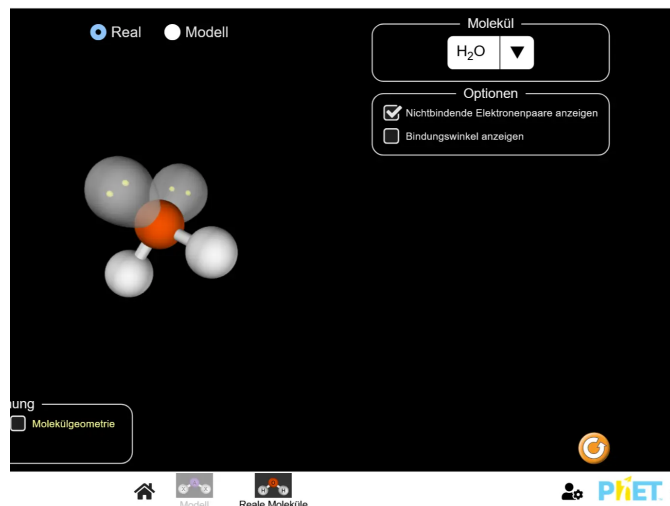


Abb. 4: Molekülgeometrie nach dem EPA Modell – link zur Simulation bei PhET.⁸

Geht auf die Seite, teste verschiedene Einstellungen. Erkläre, was du siehst und welche Bedeutung einzelne Symbole oder die gewählten Darstellungen haben.



abschließende Aufgaben

- 3 Entscheide, ob Stickstoffmoleküle (N_2), und Sauerstoffmoleküle (O_2) Dipole sind. Begründe deine Entscheidung.
- 4 Gehe zurück zum Anfang: Erläutere nun, warum die Erde bei einer mittleren Temperatur von $16,5^\circ C$ an vielen Stellen mit flüssigem Wasser bedeckt ist, umgeben von einer dünnen Schicht überwiegend aus gasförmigem Stickstoff und gasförmigem Sauerstoff.

Lust auf mehr?

- 5 Sind folgende Moleküle Dipole? Fluorwasserstoff (HF), Ammoniak (NH_3), Methanal (CH_2O) oder Kohlenstoffdioxid (CO_2)

Einzelnachweise

- 1 Alternativ dazu hier in der [PowerPoint](#) Version.
- 2 Gregor von Borstel, 2023
- 3 Gregor von Borstel, 2025
- 4 Bildschirmfoto von https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_4a.html#, Gregor von Borstel, 2025

- 5 Gregor von Borstel mit Claude 4.5, 2025
- 6 Gregor von Borstel, 2021
- 7 manchmal auch englisch benannt: **V**alence **S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion (VSEPR-Modell)
- 8 Bildschirmfoto von https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_de.html, Gregor von Borstel, 2025