

2.4 Zwischenmolekulare Kräfte

Dipol-Dipol-Wechselwirkungen

Dipolmoleküle ziehen sich an. Solche Anziehungskräfte zwischen **permanenten Dipolen** bezeichnet man als **Dipol-Dipol-Wechselwirkungen**.

Je größer der Dipolcharakter eines Dipols ist, desto stärker ziehen sich die Moleküle an.

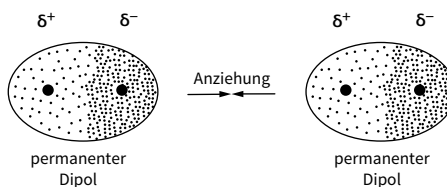


Abb. 2.26: Dipol-Dipol-Wechselwirkungen

VAN-DER-WAALS-Kräfte

In Molekülen, die keine Dipole sind, verteilen sich die Elektronen nicht immer symmetrisch. Durch eine unsymmetrische Elektronenverteilung kann für kurze Zeit spontan ein schwacher Dipol entstehen, der die Elektronen benachbarter Moleküle verschiebt und die Moleküle dadurch polarisiert. Die schwachen Anziehungskräfte zwischen diesen **induzierten Dipolen** nennt man **VAN-DER-WAALS-Kräfte**, die Moleküle

– im Gegensatz zu den permanenten Dipolen – **temporäre** Dipole.

VAN-DER-WAALS-Kräfte sind schwache zwischenmolekulare Kräfte, die bei allen Molekülen auftreten. Bei großer Elektronenzahl der Teilchen – also bei großer Molekülmasse – können sie allerdings sehr groß sein, da große Moleküle leichter polarisierbar sind.

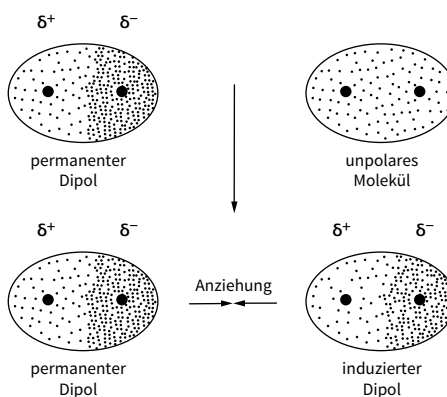
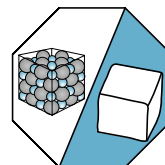


Abb. 2.27: VAN-DER-WAALS-Kräfte

JOHANNES DIDERIK
VAN DER WAALS
1837 – 1923,
holländischer
Physiker

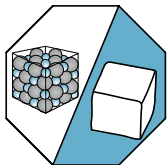


Das Iod-Molekül (I_2) besitzt aufgrund seiner hohen Molekülmasse starke VAN-DER-WAALS-Kräfte und ist daher bei Raumtemperatur fest.

Beispiel

Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und VAN-DER-WAALS-Kräfte werden auch unter dem Oberbegriff **VAN-DER-WAALS-Bindung** zusammengefasst.

Wasserstoffbrückenbindungen



Zwischen Molekülen, in denen **H-Atome** an **F-, O- oder N-Atomen** (= Elemente mit hoher Elektronegativität) gebunden sind, kommt es zur Ausbildung von **Wasserstoffbrückenbindungen**. Fluor, Sauerstoff und Stickstoff ziehen die Bindungselektronen so weit an, dass der Wasserstoff sehr stark positiv polarisiert wird. Die hohe positive Partialladung am H-Atom eines Moleküls und die hohe negative Partialladung am F-, O- oder N-Atom eines anderen Moleküls ziehen sich sehr stark an. Jedes Wassermolekül kann zu Nachbarmolekülen zwei Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden. Die Wasserstoffbrücke wird zwischen einem H-Atom und einem freien Elektronenpaar des Sauerstoff-Atoms gebildet.

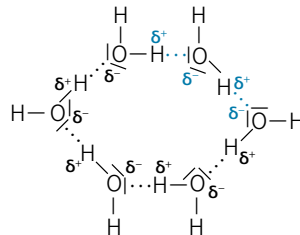


Abb. 2.28: Wasserstoffbrücken zwischen H_2O -Molekülen

Wasserstoffbrückenbindungen kommen vor bei:

- ▶ **Proteinen:** Stabilisierung der Sekundärstruktur (α -Helix und β -Faltblatt) sowie der Tertiärstruktur und Quartärstruktur
- ▶ **DNA:** komplementäre Basenpaarung in der Doppelhelix. Zwischen den Basen der beiden Einzelstränge bestehen Wasserstoffbrückenbindungen. Bei der Replikation der DNA werden diese aufgebrochen und die jeweils komplementären Basen lagern sich an.

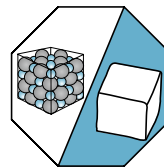
Die Wasserstoffverbindungen der ersten Elemente der 5., 6. und 7. Hauptgruppe (NH_3 , H_2O und HF) zeigen daher besonders hohe Siedetemperaturen.

Element	C	N	O	F
Wasserstoffverbindung	CH_4	NH_3	H_2O	HF
Siedetemperatur in °C	-162	-33	100	19

Tab. 2.6: Siedetemperaturen einiger Wasserstoffverbindungen

In festem Wasser (Eis) ist jedes O-Atom mit zwei H-Atomen des eigenen Moleküls über Atombindungen und mit zwei H-Atomen benachbarter Moleküle über Wasserstoffbrückenbindungen verknüpft.

2.5 Struktur-Eigenschafts-Konzept am Beispiel der Schmelz- und Siedetemperaturen



Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen bestimmen die Eigenschaften eines Stoffes. Dies entspricht dem **Struktur-Eigenschafts-Konzept**. So müssen beim Schmelzen und Sieden von Verbindungen, die aus Molekülen bestehen, die Anziehungskräfte zwischen den Molekülen überwunden werden. Schmelz- und Siedetemperaturen hängen daher bei diesen Verbindungen von den VAN-DER-WAALS-Kräften, den Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und den Wasserstoffbrückenbindungen ab.

Die zwischenmolekularen Kräfte dürfen nicht mit der Bindungsenergie (= Energie, die benötigt wird, um Atombindungen aufzuspalten) verwechselt werden.

Vorsicht,
Falle

Moleküle, bei denen nur **VAN-DER-WAALS-Kräfte** als zwischenmolekulare Kräfte auftreten, schmelzen und sieden in der Regel bereits bei tieferen Temperaturen als Dipole mit ähnlicher Masse.

Wissen

Moleküle, die **Wasserstoffbrückenbindungen** ausbilden, haben hohe Schmelz- und Siedetemperaturen.

VAN-DER-WAALS-Kräfte

- ⦿ geringe Molekülmasse
- ⦿ hohe Molekülmasse
- Dipol-Dipol-Wechselwirkungen
- Wasserstoffbrückenbindungen

Zunahme
von Siede- und Schmelztemperatur

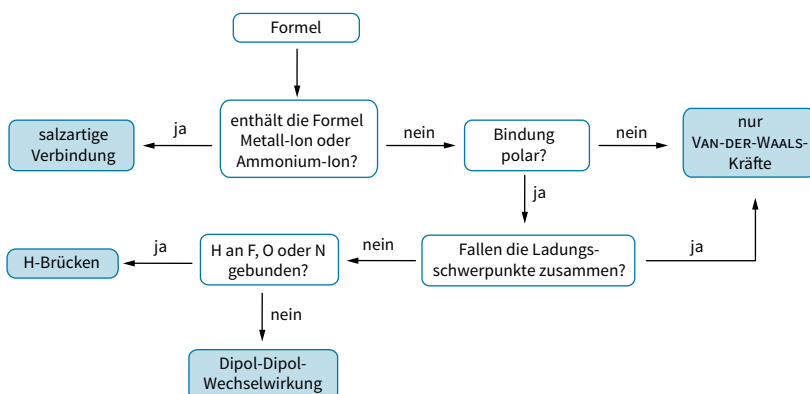


Abb. 2.29: Flussdiagramm zum Abschätzen der Siede- und Schmelztemperatur