

Zur Herleitung des räumlichen Baus von Molekülen geht man von der Grundannahme aus, dass sich die Elektronenpaare die um ein Zentralatom (A) angeordnet sind, gegenseitig abstoßen. Man spricht deshalb vom **Elektronenpaarabstoßungsmodell (EPA-Modell)**. Die Elektronenpaare, ordnen sich also im größtmöglichen Abstand voneinander an, unabhängig ob es sich um *freie* oder *bindende Elektronenpaare* handelt. Dies führt in Abhängigkeit der Anzahl an Elektronenpaaren zu folgenden geometrischen Grundkörpern:

1. Vervollständigen Sie die Tabelle!

	Form	Bezeichnung	idealer Bindungswinkel XAX	Beispiel
2		linear	180°	BeCl ₂
3		trigonal planar		BF ₃ , AlCl ₃
4			109,5°	CH ₄ , SO ₄ ²⁻
5		trigonal bipyramidal	120° und 90°	PCl ₅
6		oktaedrisch		SF ₆

Moleküle mit freien Elektronenpaaren

2. Ergänzen Sie fehlenden Lücken.

Freie Elektronenpaare werden vom Prinzip her, gleich behandelt wie bindende Elektronenpaare.

Beispiel: Wasser (H₂O) besitzt am Sauerstoff freie als auch bindende Elektronenpaare:

Strukturformel (ohne räumliche Aussage):

Anzahl der bindenden e⁻-Paare :

Anzahl der freien e⁻-Paare :

Summe der e⁻-Paare: :

Vier Elektronenpaare führen zum geometrischen Grundkörper des Tetraeders (vgl. Tabelle oben!). Da jedoch nur zwei der Elektronenpaare ein H-Atom tragen, resultiert eine **gewinkelte Molekülform**:

3. Ermitteln Sie nach den gleichen Regeln den räumlichen Bau von Ammoniak (NH₃):

Strukturformel (ohne räumliche Aussage):

Anzahl der bindenden e⁻-Paare :

Anzahl der freien e⁻-Paare :

Summe der e⁻-Paare: :

geometrischer Grundkörper :

tatsächliche Molekülform:

Freie e⁻-Paare brauchen etwas mehr Platz...

Da man bei Wasser und Ammoniak von der geometrischen Grundform des Tetraeders ausgeht, liegen die tatsächlichen Bindungswinkel nahe den idealen°.

Die tatsächlichen Bindungswinkel HOH bzw. HNH sind allerdings mit 104,5° beim Wasser, und etwas kleiner. 107,5° beim Ammoniak etwas kleiner.

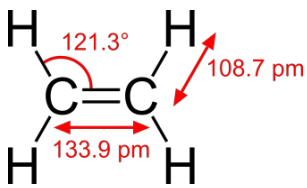
Dies erklärt sich mit dem größeren Raumanspruch der freien Elektronenpaare. Sie befinden sich nur im Einflussbereich eines einzelnen Atomkern. Die Ladungswolke drängt sich also lediglich um ein Atom und stößt bindende Elektronenpaare etwas zur Seite. Dies führt zu einer Verkleinerung des Winkels zwischen den bindenden Elektronenpaaren, also des Bindungswinkels.

Die Ladungswolke bindender Elektronenpaare wird durch zwei Atomkerne angezogen und ist schön schlank entlang der Bindungsachse angeordnet.

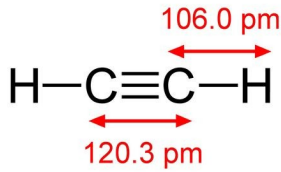
Moleküle mit Doppel- und Dreifachbindung

Mit dem EPA-Modell ist es auch möglich, den räumlichen Bau von Molekülen mit Doppel- oder Dreifachbindungen zu bestimmen: Eine Doppelbindung wird durch zwei bindende Elektronenwolken gebildet. Da beide zwischen denselben Atomen liegen, können sie sich nicht voneinander entfernen. Die Elektronenpaare einer Doppelbindung wirken deshalb wie eine einzige, große

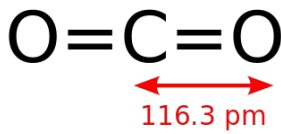
Elektronen näherungsweise wie eine Einfachbindung. Entsprechendes gilt für eine Dreifachbindung. Folgende Abbildung zeigt einige Strukturen von Molekülen mit Mehrfachbindungen:



Ethenmolekül (C_2H_4)



Ethinmolekül (C_2H_2)



Kohlenstoffdioxid

Ab der dritten Periode des Periodensystems, d. h. bei Atomen, die mehr als zwei Schalen besitzen, können in Molekülen auch mehr als vier Elektronenpaare auftreten, die Edelgasregel also überschritten werden. Mit dem EPA-Modell lassen sich auch die Strukturen dieser Moleküle vorhersagen. So führen fünf Elektronenpaare, wie z. B. im PCl_5 -Molekül, zu einer trigonalen Bipyramide, sechs Elektronenpaare, z. B. die des SF_6 -Moleküls, zu einer oktaedrischen Anordnung (vgl. Tabelle oben)

Aufgaben

4. Weshalb ist in der Chemie der tetraedrische Grundkörper besonders häufig und wichtig?
5. Grenzen Sie die Begriffe *geometrischer Grundkörper* und *räumlicher Bau* voneinander ab.
6. Bestimmen Sie die Strukturformel und den räumlichen Bau von a) Cl_2O , b) SO_2 c) SO_3 , d) NH_4^+ -Ionen, e) NO_3^- -Ionen, f) SO_4^{2-} -Ionen, g) CO_3^{2-} -Ionen und h) H_3O^+ -Ionen.