

## Elementaranalyse

Die Elementaranalyse ist die Bestimmung des Gehaltes an einzelnen Elementen durch **Verbrennung der Analysesubstanz**. Dabei wird der prozentuale Anteil eines Elementes am Gesamtgewicht der Substanz bestimmt.

**Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffgehalt** werden durch Verbrennung der Substanz zu  $\text{CO}_2$ , Wasser und einem Gemisch aus  $\text{N}_2$  und  $\text{NO}_x$  (letzteres danach an Cu zu  $\text{N}_2$  reduziert) umgesetzt.

Anschließend werden alle drei Gase adsorbiert, wieder nacheinander desorbiert (Quasi-GC) und durch einen Wärmeleitfähigkeitsdetektor quantitativ bestimmt.

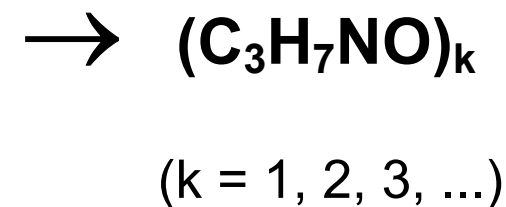
**Sauerstoffgehalt:** Kann nicht bestimmt werden; bei Verbindungen ohne zusätzliche Heteroatome (Halogene, Phosphor etc.) ist der Sauerstoffgehalt die Differenz zwischen der Summe der Gehalte der anderen Atome (C, H, N) und 100%.

**Beilstein-Probe** zur qualitativen Bestimmung von Halogen: Substanz wird am einem Kupferdraht in der Bunsenflamme verbrannt. → flüchtige Kupfer-Halogen-Verbindungen, die die Flamme grün färben.

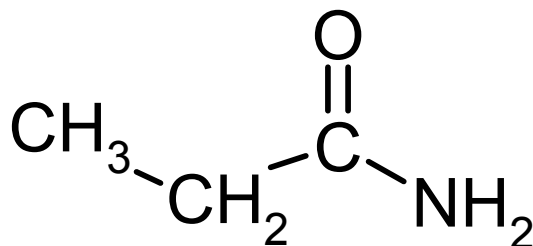
## Beispiel

Eine Substanz, die nur C, H, N und O enthält, ergibt bei der Elementaranalyse folgende Werte:

	<b>C</b>	<b>H</b>	<b>N</b>	<b>Rest</b>
Gehalt	49.4 %	9.8 %	19.1 %	21.7 %
: Atomgewicht	: 12	: 1	: 14	: 16
	4.12	9.80	1.36	1.36
: 1.36	3.03	7.21	1.00	1.00



**Lösung:**

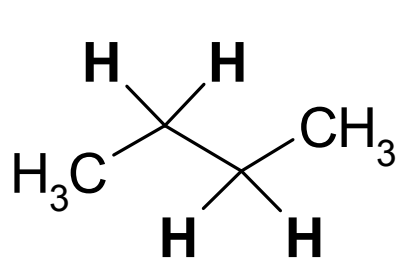


## Doppelbindungsäquivalente (DBÄ)

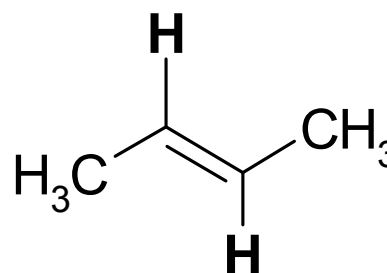
**Doppelbindungsäquivalente (DBÄ):** Mehrfachbindungen und Ringe.

**Beispiele:** Eine Doppelbindung stellt 1 DBÄ, eine Dreifachbindung dagegen 2 DBÄ dar. Ein Benzolring enthält sogar 4 DBÄ, weil er aus einem Ring und formal drei Doppelbindungen besteht.

Die formale Bildung eines DBÄ kostet das Molekül zwei Wasserstoffatome:



Butan  
 $C_4H_{10}$



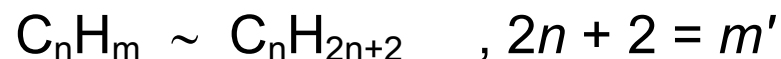
Buten  
 $C_4H_8$

## Wie ermittelt man die Zahl der DBÄ?

In einem Alkan sei die Zahl der C-Atome  $n$  und die der H-Atome  $m$  ( $\rightarrow C_nH_m$ ).

Man vergleicht die Anzahl der H-Atome  $m$  mit der Zahl  $m'$ , die man erhalten würde, wenn ein völlig gesättigtes Alkan (ohne DBÄ) mit  $n$  C-Atomen vorläge.

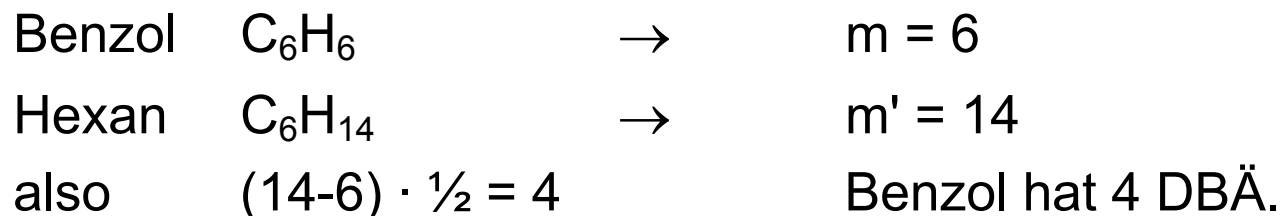
Für ein völlig gesättigtes Alkan gilt:



Die Zahl der DBÄ ist dann:  $(m' - m) \cdot \frac{1}{2}$

Faktor  $\frac{1}{2}$ , weil immer zwei H-Atome entfernt werden müssen, um ein DBÄ zu erzeugen.

### Beispiel:



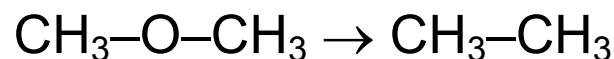


## Wie werden Heteroatome berücksichtigt?

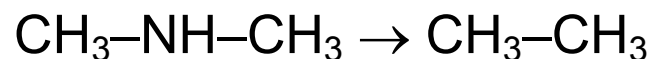
**Monovalente Heteroatome** (Halogene) ersetzen formal je ein H-Atom, d.h. ihre Zahl wird der der H-Atome zugeschlagen.



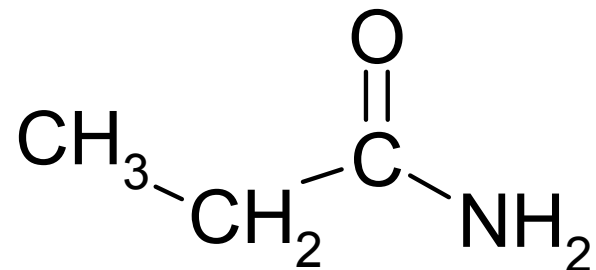
**Divalente Heteroatome** (O, S) können ignoriert werden, da sie die relative Zusammensetzung von C und H nicht beeinflussen.



**Trivalente Heteroatome** (N) tragen im Vergleich zu divalenten formal einen Substituenten (sprich: H) mehr, der von der Summe der H-Atome abgezogen werden muss.



## Ausgangsbeispiel:



(Propansäureamid)

**Zahl der DBÄ von  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$  (mit  $k = 1$ )?**

O kann ignoriert werden.

Für 1 N wird 1 H abgezogen

→  $\text{C}_3\text{H}_6$

Propan (völlig gesättigt)

→  $\text{C}_3\text{H}_8$

Differenz der H-Atome: 2

→ 1 DBÄ

→ **Carbonylgruppe.**