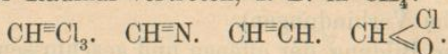
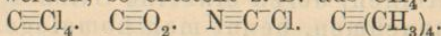


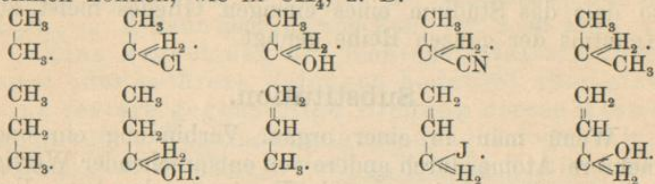
ein dreiwertiges, oder ein zweiwertiges und ein einwertiges Atom oder Radikal vertreten, z. B. in  $\text{CH}_4$ :



4. Schliesslich können in den Verbindungen, welche ein Kohlenstoffatom enthalten, alle vier Wasserstoffatome durch einwertige, zweiwertige etc. Atome oder Radikale vertreten werden; so entsteht z. B. aus  $\text{CH}_4$ :



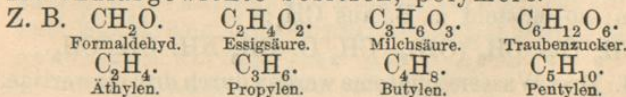
Indem wir die ein-, zwei- und dreiwertigen Kohlenwasserstoffradikale  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}$  an Stelle von Wasserstoffatomen substituieren, gelangen wir zu den kohlenstoffreicheren, gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen, in welchen wir wieder alle Substitutionen vornehmen können, wie in  $\text{CH}_4$ , z. B.



### Isomerie.

Die Anzahl der Kohlenstoffverbindungen wird noch bedeutend erhöht durch die Existenz isomerer Verbindungen. Isomere Verbindungen sind solche, welche bei gleicher elementarer und prozentiger Zusammensetzung ganz verschiedene Eigenschaften besitzen.

1. Isomerie im weiteren Sinne, gewöhnlich Polymerie genannt, wird bedingt durch eine verschiedene Molekulargröße der betr. Verbindungen. Man nennt alle Verbindungen von verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften, welche bei gleicher elementarer und prozentiger Zusammensetzung verschiedene Molekulargewichte besitzen, polymere.



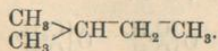
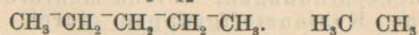
2. Isomerie im engeren Sinne, gewöhnlich nur Isomerie, seltener Metamerie genannt, wird bedingt durch eine verschiedene Anordnung der Atome in Moleküle bei gleicher Molekulargröße der betr. Verbindungen.

Man nennt alle Verbindungen von verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften, welche bei gleicher prozentiger und elementarer Zusammensetzung auch gleiche Molekulargewichte besitzen, isomere.

Wir sahen, daß die Atome gewissermaßen die Bausteine bilden, aus denen das Gebäude des Moleküls errichtet wird. Wie man nun aus derselben Anzahl von Bausteinen zwei ganz verschiedene Gebäude errichten kann, so läßt sich als Folge der verschiedenen Anordnung der Atome im Molekül die Existenz von Verbindungen voraussehen, welche, trotzdem sie aus gleichviel Atomen der gleichen Elemente bestehen, dennoch verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften zeigen werden.

Die Isomerien der Kohlenstoffverbindungen können meistens (S. 283) nur dadurch erklärt werden, daß die Kohlenstoffatome eine andere gegenseitige Lagerung annehmen; z. B. ist in den folgenden drei durch Einführung von  $\text{CH}_3$  aus einander entstehenden Verbindungen keine verschiedene Lagerung der C-Atome denkbar:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ; führt man aber nochmals das einwertige Radikal  $\text{CH}_3$  ein, so kommt man zu dem Kohlenwasserstoff  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; die Substitution kann aber hier auf verschiedene Art stattfinden, entweder an einem Kohlenstoffatome, welches am Ende der Kette liegt, oder an einem mittleren Kohlenstoffatome; man erhält dann je nachdem zwei Verbindungen von der Formel  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , nämlich:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ .  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} > \text{CH}\text{CH}_3$ .

Beim nächsten Gliede  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  sind schon drei Fälle möglich:

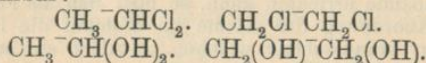


Bei den höheren Gliedern dieser gesättigten Kohlenwasserstoffe (S. 277) steigt die Zahl der möglichen Isomerien nach dem Gesetze der Permutation sehr rasch, z. B.

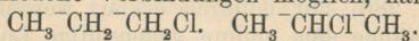
|  |    |    |    |     |     |     |      |      |      |
|--|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Anzahl der C-Atome:                    | 6. | 7. | 8. | 10. | 11. | 12. | 13.  |      |      |
| Mögliche Anzahl der Kohlenwasserstoffe | }  |    | 5. | 9.  | 18. | 75. | 159. | 357. | 799. |

Kohlenwasserstoffe mit in unverzweigter Reihe fortlaufenden Kohlenstoffketten heißen normale.

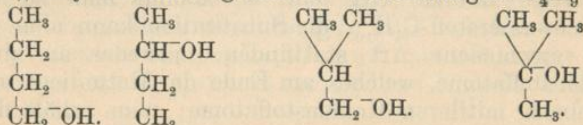
Ebenso wie man durch Einführung der einwertigen  $\text{CH}_3$ -Gruppe an verschiedenen Stellen isomere Verbindungen erhalten kann, so auch durch Einführung anderer Atomkomplexe oder Atome. Bei Körpern wie  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$  ist nur je eine Verbindung denkbar (siehe jedoch auch „Stereochemie“), ebenso bei  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_3$ ; bei Körpern wie  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$  etc. hingegen sind schon folgende zwei Anordnungen der Atome denkbar:



In dem nächsten homologen Kohlenwasserstoff sind schon bei der Substitution durch ein Atom Chlor etc. zwei verschiedene Verbindungen möglich, nämlich:

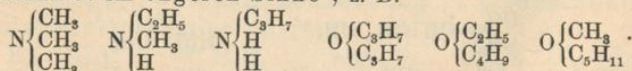


Wir sahen schon, daß zwei Verbindungen  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  möglich sind; substituieren wir in denselben nur ein Wasserstoffatom, so sind schon vier verschiedene Verbindungen möglich, z. B. durch Eintritt von einer OH-Gruppe vier „Butylalkohole“ genannte Verbindungen  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ :



Bei den ungesättigten Verbindungen ist die Anzahl der möglichen Isomeren noch größer als bei den gesättigten, da außer der Substitution an verschiedenen Orten auch noch die mehrfache Bindung der C-Atome an verschiedenen Orten stattfinden kann.

Isomere Verbindungen, welche mehrere unter sich verschiedene Kohlenstoffgruppen durch ein mehrwertiges Atom verkettet enthalten, nennt man auch „metamer im engeren Sinne“, z. B.



3. Physikalische Isomeren heißen solche Isomeren, welche weniger in ihrem chemischen

als in ihrem physikalischen Verhalten verschieden sind und denen daher, nach den vorstehend entwickelten Anschauungen, die gleiche Konstitutionsformel zugeschrieben werden muß.

Die eine Art von physik. Isomerie ist auf eine verschiedene Anordnung der Moleküle selbst zurückzuführen, da sie nur bei festen Körpern auftritt, so z. B. das Kristallisieren ein und derselben Substanz in zwei oder mehreren Kristallformen (Dimorphie und Polymorphie, S. 42), ferner die Eigenschaft gewisser Körper nur im festen Zustande den polarisierten Lichtstrahl abzulenken, welche im flüssigen oder gelösten Zustande der betr. Körper, also bei stattfindender Verschiebung der Moleküle, verschwindet.

Die zweite Art von physik. Isomerie kann nur auf einer verschiedenen Anordnung der Atome im Moleküle beruhen, z. B. die Fähigkeit gewisser isomerer Verbindungen, bei sonst gleichen Eigenschaften, in geschmolzenem oder gelöstem Zustande den polarisierten Lichtstrahl gleichstark nach verschiedenen Richtungen (entweder nach rechts oder nach links) abzulenken. (optische Isomerie), ferner die Eigenschaft gewisser ungesättigter isomerer Verbindungen in allen physikalischen und gewissen chemischen Eigenschaften verschieden zu sein.

Zur Erklärung der zweiten Art von physikalischer Isomerie muß die Struktur- oder Konstitutionstheorie (S. 31) durch Annahme einer räumlichen Anordnung der Atome im Moleküle erweitert werden. Man bezeichnet solche Körper, deren Isomerie sich nur durch die Annahme einer verschiedenen räumlichen Anordnung der Atome im Moleküle erklären läßt als „stereoisomere“ und nennt diese Isomerie „Stereoisomerie oder Raumisomerie“, seltener „Alloisomerie“ oder „geometrische Isomerie“, die betr. Formeln „stereochemische Formeln“ und spricht statt von der Konstitution oder Struktur von der „Konfiguration der Moleküle“. (Weiteres bei Stereochemie S. 305.)

### Tautomerie

heißt die Eigenschaft gewisser Verbindungen, sich so zu verhalten, daß man für dieselben zwei verschiedene isomere Konstitutionsformeln aufstellen kann, z. B. kann der Blausäure sowohl die Formel  $\text{N}=\text{C}\text{H}$  als auch  $\text{C}=\text{N}\text{H}$  zugelegt werden und es ist wahrscheinlich, daß beide Arten von Molekülen in der Blausäure vorhanden sind, aber so schnell ineinander übergehen, daß die Blausäure im Sinne beider Formeln reagiert.

### Ermittlung der Zusammensetzung, Molekularformel und Konstitution der Kohlenstoffverbindungen.

Nachdem wir nun die Theorien kennen gelernt haben, welche uns das Vorhandensein der großen Anzahl von Kohlenstoffverbindungen, sowie die vielen Isomerien dieser Verbindungen befriedigend erklären, müssen wir uns zu den Thatsachen selbst wenden.

Zur Aufstellung der chemischen Formel für eine organische Verbindung ist vor allem nötig:

1. die dieselbe zusammensetzenden Stoffe und deren Mengenverhältnisse kennen zu lernen, d. h. sie einer qualitativen und quantitativen Analyse zu unterwerfen;
2. aus der erhaltenen qualitativen und quantitativen Zusammensetzung die Molekularformel abzuleiten;
3. die Konstitution, d. h. die Anordnung der Atome oder Atomgruppen im Molekül festzustellen.

#### 1. Elementaranalyse organischer Verbindungen.

##### a. Qualitative Analyse.

Der Kohlenstoff der meisten organischen Körper giebt sich dadurch zu erkennen, daß sie beim Erhitzen unter Luftabschluß Kohle abscheiden. Am sichersten ist der Kohlenstoffgehalt zu erkennen, wenn man den zu untersuchenden Körper mit Kupferoxyd (S. 211) glüht, oder, falls derselbe flüchtig ist, seinen Dampf langsam über glühendes Kupferoxyd leitet; hierbei verbrennt der Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffes des Kupferoxyds zu Kohlendioxyd, welches beim Einleiten in Kalkwasser an der entstehenden Trübung erkannt wird.

Der Wasserstoff wird gleichfalls beim Glühen der vollkommen trockenen Substanz mit Kupferoxyd nach-