

Einleitung.

Die organische Chemie ist die Lehre von den Verbindungen des Kohlenstoffs. Alle organischen Verbindungen enthalten Kohlenstoff. Neben diesem sind Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und zuweilen Schwefel und Phosphor Bestandteile der organischen Körper. Es können aber auch alle übrigen Elemente in denselben vorkommen.

Aus den Resultaten der Analyse der organischen Verbindungen werden ihre chemischen Formeln abgeleitet. Man unterscheidet empirische und rationale Formeln, sowie Konstitutions- oder Strukturformeln. Die empirische Molekularformel drückt aus, welche Elemente und in welcher Atomzahl ein jedes in einem Molekül der betreffenden Verbindung enthalten ist. Die rationale Formel drückt die Beziehung aus, in welcher die organische Verbindung zu einer anderen Verbindung steht und bezeichnet die Umsetzung, welche die Verbindung bei Einwirkung chemischer Agentien erleidet. Man ersieht aus diesen Formeln, welche Atome leicht gegen andere Atome oder Atomgruppen ausgetauscht, substituiert werden können, und welche Atomgruppen bei den Umsetzungen unverändert bleiben und von einer Verbindung in die andere übertragen werden können. Letztere Atomgruppen heißen organische Radikale.

Die Struktur- oder Konstitutionsformeln drücken die Lagerung und Bindung der Atome innerhalb eines Moleküls aus und werden auf Grund der Reaktionen und der

Synthese der betreffenden Verbindungen aufgestellt. Es konnten bis jetzt nur für einen Teil der organischen Verbindungen Konstitutionsformeln aufgestellt werden.

Die Strukturtheorie oder die Theorie der Atomverkettungen stützt sich auf die atomistische Hypothese und die Wertigkeit der Elemente, indem sie die Art der Bindung der Atome im Moleküle berücksichtigt, wobei die Wertigkeit eines Atoms durch die Wertigkeit eines anderen Atoms gebunden wird.

Die atomistische Theorie nimmt an, dass alle Körper aus kleinsten, nicht mehr weiter auf physikalischem Wege teilbaren Teilchen bestehen, welche Moleküle heißen. Die Moleküle lassen sich aber auf chemischem Wege noch weiter zerlegen in Atome, worunter man die kleinsten Teilchen eines Elementes versteht, welche weder auf physikalischem noch auf chemischem Wege weiter geteilt werden können. Ein Atom ist die kleinste Menge eines Elementes, welche in ein Molekül einzutreten, in freiem Zustande aber nicht zu existieren vermag, während man unter Molekül die kleinste Menge eines Elementes oder eines zusammengesetzten Körpers versteht, welche in freiem Zustande zu existieren vermag. Das Molekül eines Elementes ist aus gleichartigen, das eines zusammengesetzten Körpers aus ungleichartigen Atomen zusammengesetzt.

Unter Wertigkeit oder Valenz eines Elementaratoms versteht man das Vermögen desselben, sich mit einer bestimmten Anzahl anderer Atome zu verbinden. Zur Feststellung der Wertigkeit dient der Wasserstoff als Einheit und in den Fällen, in welchen sich das Element mit Wasserstoff nicht verbindet, Chlor oder ein anderes seiner Wertigkeit gegenüber Wasserstoff genau bekanntes Element. Je nach der Anzahl Wasserstoff- oder Chloratome, welche ein Atom eines Elementes zu binden vermag, unterscheidet man 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 wertige oder atomige Elemente.

Einwertig erscheinen:

Chlor, Brom, Jod, Fluor, Kalium, Natrium, Lithium,
Silber etc.;

zweiwertig:

Sauerstoff, Schwefel, Selen, Baryum, Magnesium,
Kupfer, Quecksilber etc.;

dreiwertig:

Stickstoff, Phosphor, Arsen, Bor, Wismut etc.;

vierwertig:

Kohlenstoff, Silicium, Eisen etc.;

sechswertig:

Wolfram, Uran etc.

Die Wertigkeit eines Elementes ist aber nicht unveränderlich. So erscheinen drei- und fünfwertig:

Stickstoff, Phosphor und Arsen;

zwei-, vier- und sechswertig:

Schwefel und Selen.

Die Verbindungen der Elemente und die Zersetzungen der Verbindungen erfolgen nach Massgabe der Wertigkeit ihrer Atome. Ein einwertiges Atom vermag nur ein Atom eines anderen einwertigen Elementes zu binden, ein zweiwertiges Atom nur ein Atom eines zweiwertigen oder 2 Atome eines einwertigen Elementes, ein dreiwertiges Atom nur ein Atom eines dreiwertigen oder ein Atom eines zweiwertigen und ein Atom eines einwertigen oder 3 Atome eines einwertigen Elementes zu binden. Die 4, 5 und 6 Wertigkeiten eines Elementes werden durch eine entsprechende Anzahl Wertigkeiten eines anderen Elementes auf analoge Weise ausgeglichen.

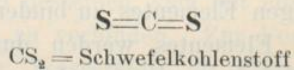
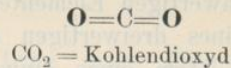
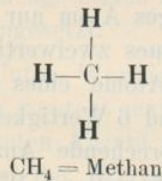
Die Bindekräfte werden in den Strukturformeln durch Bindestriche zwischen den Atomen angezeigt. Durch die Strukturformeln soll nicht ausgedrückt werden, dass die Atome eines Moleküls in einer Ebene liegen, sondern es sollen nur die Wertigkeiten der Atome und ihre gegenseitige Bindung zum Ausdruck kommen.

Nach der Strukturtheorie können sich die Atome sowohl mit gleichartigen wie mit ungleichartigen Atomen verbinden. So verbindet sich 1 Atom Wasserstoff mit 1 Atom Wasserstoff zu 1 Molekül Wasserstoff, H—H.

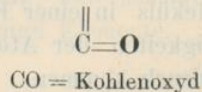
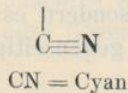
Verbinden sich 2 Atome eines mehrwertigen Elementes mit einander, so kann dieses in der Weise geschehen, dass entweder alle Wertigkeiten zur gegenseitigen Bindung benutzt werden, z. B. O=O, oder es wird nur ein Teil der Wertigkeiten zur gegenseitigen Bindung benutzt, sodass noch freie Wertigkeiten übrig bleiben, welche zur Bindung anderer Atome benutzt werden, z. B. H—O—O—H.

Durch gegenseitige Bindung von Atomen mehrwertiger Elemente entstehen Atomverkettungen. Namentlich der vierwertige Kohlenstoff besitzt die Eigenschaft, sich mit gleichartigen Atomen unter teilweiser Bindung ihrer Wertigkeiten zu verbinden, so dass eine bestimmte Anzahl freier Wertigkeiten zur Bindung anderer Atome übrig bleibt. So verbundene Kohlenstoffatome werden Kohlenstoffkerne genannt. Diese existieren nur in Verbindung mit anderen Elementen.

Werden die vier Wertigkeiten eines Atoms Kohlenstoff durch die Wertigkeit anderer Atome vollständig gebunden, so erhält man eine gesättigte Verbindung, z. B.

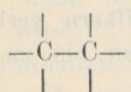


Wird nur ein Teil der Wertigkeiten eines Kohlenstoffatoms durch die Wertigkeiten anderer Atome gesättigt, so ist diese Verbindung eine ungesättigte, und sie vermag noch andere Atome aufzunehmen, z. B.

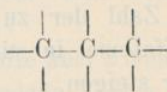


Treten 2 oder mehrere Kohlenstoffatome zu einem Kohlenstoffkern zusammen, so kann dieses in der Weise geschehen, dass alle Kohlenstoffatome mit je einer Wertigkeit unter sich verbunden sind oder es binden sich nur 2 Kohlenstoffatome mit je 2 oder 3 Wertigkeiten oder es sind 2 Kohlenstoffatome mit je 2 oder 3 Wertigkeiten, die übrigen mit nur je einer Wertigkeit verbunden.

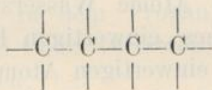
1. Sind die Kohlenstoffatome mit nur je einer Wertigkeit unter sich verbunden, so erhält man einen Kohlenstoffkern, dessen Wertigkeit gleich ist der doppelten Anzahl der Kohlenstoffatome plus 2.



sechswertig

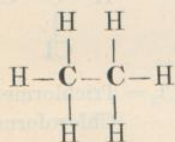
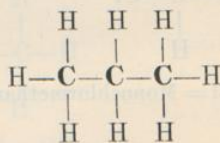


achtwertig

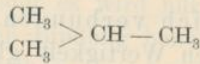
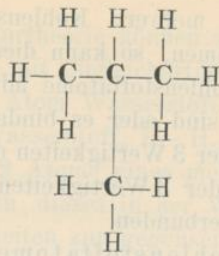


zehnwertig

Sind in den Kohlenstoffkernen die Kohlenstoffatome fortlaufend aneinander gereiht, so entsteht eine einfache Kette. Werden die freien Wertigkeiten der Kohlenstoffkerne durch Wasserstoffatome gesättigt, so entstehen gesättigte Kohlenwasserstoffe, z. B.

 $\text{C}_2\text{H}_4 = \text{Aethan}$  $\text{C}_3\text{H}_8 = \text{Propan}$

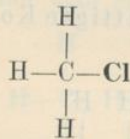
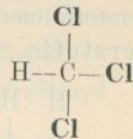
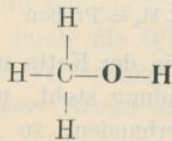
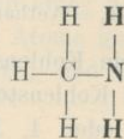
Ist ein Kohlenstoffatom, welches in der Kette mit noch 2 anderen Kohlenstoffatomen in Verbindung steht, noch mit einem 3. oder 4. Kohlenstoffatom verbunden, so entsteht eine Seitenkette. Eine solche Verbindung heisst Isoverbindung, z. B.

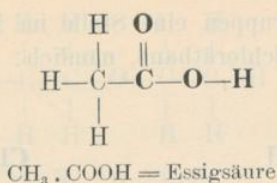


Isobutan

Die Zahl der zu einem Kohlenstoffkern verbundenen Kohlenstoffatome in einem Moleküle kann bis zu 30 und noch mehr steigen.

In den gesättigten Kohlenwasserstoffen lassen sich 1, 2, 3 und mehrere Atome Wasserstoff durch eine entsprechende Anzahl eines einwertigen Elementes wie Chlor, Brom, Jod oder einer einwertigen Atomgruppe wie Hydroxyl, OH, Nitryl NO_2 , Amid NH_2 und Carboxyl COOH ersetzen und es entstehen auf diese Weise Substitutionsprodukte. So leiten sich z. B. von dem Kohlenwasserstoffe CH_4 , Methan, ab:

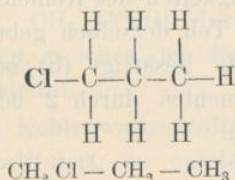
 CH_3Cl = Monochlormethan CHCl_3 = Trichlormethan
(Chloroform) $\text{CH}_3 \cdot \text{OH}$ = Methylhydroxyd
(Methylalkohol) $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$ = Methylamin



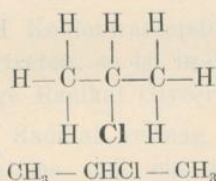
Werden in dem Kohlenwasserstoffe Methan CH_4 1, 2 oder 3 Wasserstoffatome durch einwertige Elemente oder einwertige Atomgruppen substituiert, so ist es gleich, welche Wasserstoffatome substituiert werden.

Dasselbe ist der Fall bei dem Kohlenwasserstoffe Aethan, $\text{C}_2 \text{H}_6$, wenn in demselben nur ein Wasserstoffatom vertreten wird.

Enthalten die Kohlenwasserstoffe aber 3 oder mehr Atome Kohlenstoff, so entstehen verschiedene Körper, je nachdem ein Wasserstoffatom in der CH_3 oder CH_2 gruppe vertreten wird. Wird z. B. in dem Propan, $\text{C}_3 \text{H}_8$, ein Wasserstoffatom durch 1 Atom Chlor vertreten, so kann dieses in folgender Weise geschehen:



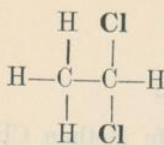
oder



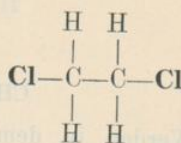
Beide Verbindungen stellen verschiedene Körper dar, da das Chlor in beiden eine verschiedene Stellung im Moleküle einnimmt.

Werden 2 Atome Wasserstoff in den Kohlenwasserstoffen substituiert, so entstehen schon vom Aethan, $\text{C}_2 \text{H}_6$, an verschiedene Körper, je nachdem die substituierenden Ele-

mente oder Atomgruppen eine Stelle im Molekül einnehmen. So kennt man 2 Dichloräthane, nämlich:



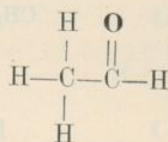
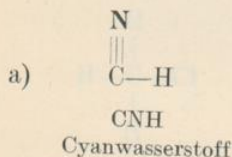
$\text{CH}_3-\text{CHCl}_2$
Aethyldichlorid



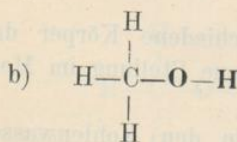
$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$
Aethylendichlorid

Je mehr Kohlenstoffatome in den Kohlenwasserstoffen enthalten sind, und je mehr Wasserstoffatome in denselben vertreten werden, eine desto grössere Anzahl von Substitutionsprodukten ist denkbar. Auch wird letztere vermehrt, wenn die substituierenden Elemente oder Atomgruppen nicht gleich, sondern verschieden sind.

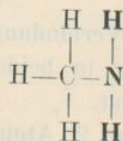
Werden freie Wertigkeiten eines Kohlenstoffatoms oder eines Kohlenstoffkernes durch mehrwertige Elemente gesättigt, so werden entweder alle Wertigkeiten des Elementes durch die freien Wertigkeiten des Kohlenstoffes gesättigt (a), oder es wird nur ein Teil derselben gebunden und der Rest durch andere Elemente gesättigt (b) oder es werden die Wertigkeiten des Elementes durch 2 oder mehrere Kohlenstoffkerne gesättigt (c).



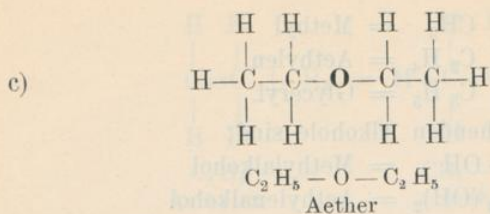
CH_3-COH
Acetaldehyd



CH_3-OH
Methylalkohol



CH_3-NH_2
Methylamin



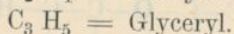
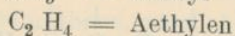
Organische Radikale. Es sind dieses ungesättigte, nicht isolierbare, Kohlenstoff enthaltende Atomgruppen, welche sich von einer Verbindung in die andere übertragen lassen, und in demselben die Stelle eines Elementes spielen. Sie bestehen in der Regel nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff, und leiten sich von gesättigten Kohlenwasserstoffen ab, in welchen ein oder mehrere Wasserstoffatome durch einwertige Elemente oder Atomgruppen ersetzt sind. Der Rest dieser Kohlenwasserstoffe stellt die Radikale dar. Je nachdem in den Kohlenwasserstoffen 1, 2 oder 3 Atome Wasserstoffe ersetzt sind, enthalten diese Verbindungen ein 1, 2 oder 3 wertiges Radikal. So ist in obigen Verbindungen CH_3Cl , $\text{CH}_3 \cdot \text{OH}$, $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$, $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$ das einwertige Radikal CH_3 , Methyl, enthalten, welches sich von dem Kohlenwasserstoff, Methan CH_4 ableitet.

Werden in dem Kohlenwasserstoff Aethan, C_2H_6 , zwei Wasserstoffatome substituiert, so entsteht eine Verbindung, welche das zweiwertige Radikal Aethylen, C_2H_4 enthält.

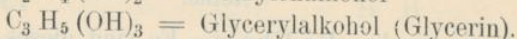
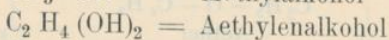
Werden in dem Kohlenwasserstoff Propan, C_3H_8 , 3 Wasserstoffatome vertreten, so ist in der entstandenen Verbindung das dreiwertige Radikal Glyceryl, C_3H_5 , enthalten.

Ein einwertiges Radikal vermag 1 Atom, ein zweiwertiges Radikal 2 Atome und ein dreiwertiges Radikal 3 Atome eines einwertigen Elementes oder einer einwertigen Atomgruppe zu binden.

Die organischen Radikale sind entweder Alkohol- oder Säureradikale. Die Alkoholradikale bestehen aus Kohlenstoff und Wasserstoff und ihre Verbindungen mit Hydroxyl OH stellen Alkohole dar. Alkoholradikale sind z. B.

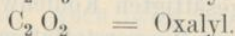
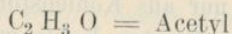


Die entsprechenden Alkohole sind:

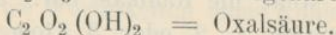
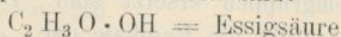


Die Säureradikale bestehen aus Kohlenstoff und Sauerstoff oder Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff und ihre Hydroxyverbindungen sind Säuren.

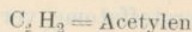
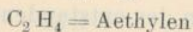
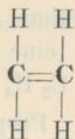
Säureradikale sind z. B.



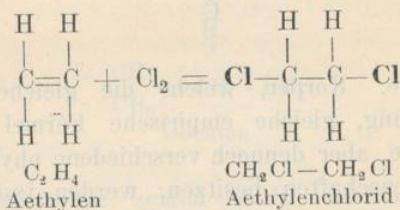
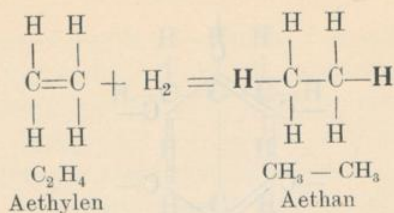
Die entsprechenden Säuren sind:



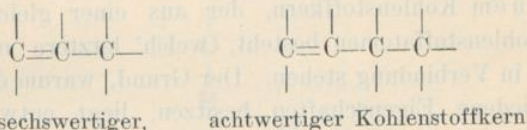
2. Verbinden sich 2 Kohlenstoffatome mit 2 oder 3 Wertigkeiten unter sich, so entstehen Kohlenstoffkerne mit vier, beziehungsweise zwei freien Wertigkeiten. Werden diese freien Wertigkeiten durch Wasserstoffatome gesättigt, so erhält man die Verbindungen:



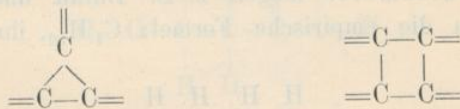
Solche Verbindungen mit mehrfacher Kohlenstoffverbindung heissen ungesättigte Verbindungen. Während bei den gesättigten Verbindungen (mit einfacher Kohlenstoffbindung) die Bindung von Halogenatomen durch Vertretung von Wasserstoffatomen (Substitution) unter Bildung von Halogenwasserstoffen stattfindet, verbinden sich die ungesättigten Kohlenwasserstoffe mit Wasserstoff und mit den Halogenen durch Anlagerung (Addition), indem die mehrfache Bindung der Kohlenstoffatome in eine einfache übergeht.



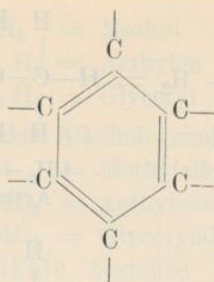
3. Andere organische Verbindungen besitzen einen Kohlenstoffkern, in welchem sich 2 Kohlenstoffatome mit je 2 Wertigkeiten, die übrigen mit je einer Wertigkeit sich gegenseitig binden. Die Wertigkeit dieser Kohlenstoffkerne ist gleich der doppelten Anzahl der Kohlenstoffatome, z. B.



Sind die Endkohlenstoffe nicht mit einander verbunden, so bildet der Kohlenstoffkern eine offene Kette. Sind die Endkohlenstoffe mit einander verbunden, so entstehen geschlossene Kohlenstoffkerne oder Kohlenstoffringe, z. B.



Bei den aromatischen Verbindungen sind 6 Kohlenstoffatome in der Weise zu einem Kohlenstoffring vereinigt, dass die Kohlenstoffatome abwechselnd mit je 1 und 2 Wertigkeiten unter sich verbunden sind, so dass noch 6 freie Wertigkeiten vorhanden sind.

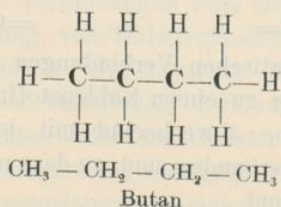


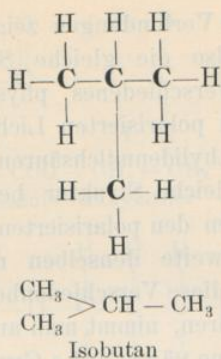
Isomerie. Körper, welche die gleiche prozentische Zusammensetzung, gleiche empirische Formel und gleiche Molekulargröße, aber dennoch verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften besitzen, werden isomere Körper genannt. Die Ursache dieser Erklärung ist in der verschiedenen Lagerung der Atome im Moleküle zu suchen, welche durch die Strukturformel zum Ausdruck kommt.

Man unterscheidet Isomerie im engeren Sinne oder Strukturisomerie und Isomerie im weiteren Sinne oder Metamerie.

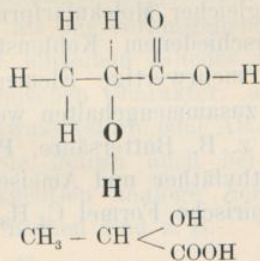
Isomer im engeren Sinne sind die Verbindungen mit einem Kohlenstoffkern, der aus einer gleichen Anzahl von Kohlenstoffatomen besteht, welche letztere mit einander direkt in Verbindung stehen. Der Grund, warum diese Körper verschiedene Eigenschaften besitzen, liegt entweder in der Verschiedenheit der Gruppierung der Kohlenstoffatome in den Kohlenstoffkernen (Kettenisomerie) oder in der verschiedenen Verteilung der mit ein und demselben Kohlenstoffkern verbundenen Elemente oder Atomgruppen (Stellungsisomerie).

Kettenisomerie zeigen z. B. Butan und Isobutan. Sie besitzen die empirische Formel: C_4H_{10} , ihre Strukturformel ist:

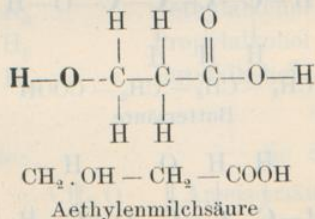




Stellungsisomerie zeigen z. B. Aethylenchlorid und Aethylidenchlorid (siehe vorne Seite 8); ferner Gährungsmilchsäure und Aethylenmilchsäure; beide besitzen die empirische Formel: $\text{C}_3 \text{H}_6 \text{O}_3$, ihre Strukturformel ist:



Gährungsmilchsäure (Aethylidenmilchsäure)



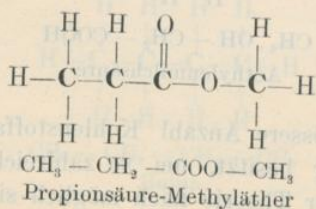
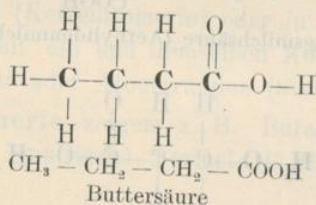
Eine je grössere Anzahl Kohlenstoffatome eine organische Verbindung besitzt, um so zahlreicher sind die Isomeren, welche der Theorie nach möglich sind.

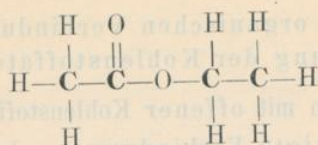
Manche isomere Verbindungen zeigen keine verschiedene Struktur, besitzen also die gleiche Strukturformel, zeigen aber dennoch ein verschiedenes physikalisches Verhalten, namentlich gegen den polarisierten Lichtstrahl.

So gibt es 3 Aethylidenmilchsäuren (Strukturformel siehe oben), welche die gleiche Struktur besitzen. Während die eine dieser Milchsäuren den polarisierten Lichtstrahl gar nicht ablenkt, lenkt die zweite denselben nach links, die dritte nach rechts ab. Um diese Verschiedenheit der physikalischen Eigenschaften zu erklären, nimmt man an, dass die Elementaratome eine verschiedene räumliche Gruppierung im Moleküle besitzen. Solche Strukturformeln heissen räumliche oder geometrische oder stereochemische und eine solche Isomerie heisst eine physikalische oder geometrische, auch Stereoisomerie.

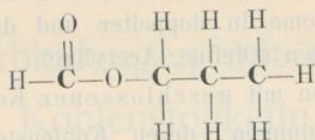
Isomer im weiteren Sinne oder Metamer sind die Verbindungen von gleicher Molekularformel, welche Kohlenstoffkerne von verschiedenem Kohlenstoffgehalt besitzen, welche meist durch mehrwertige Elemente, wie Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff zusammengehalten werden.

Metamer sind z. B. Buttersäure, Propionsäure-Methyläther, Essigsäure-Aethyläther und Ameisensäure-Propyläther. Sie besitzen die empirische Formel $C_4H_8O_2$; ihre Strukturformel ist:





CH₃ - COO - CH₂ - CH₃
Essigsäure-Aethyläther

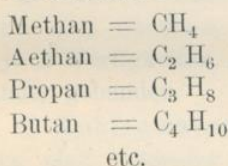


H - COO - CH₂ - CH₂ - CH₃
Ameisensäure-Propyläther

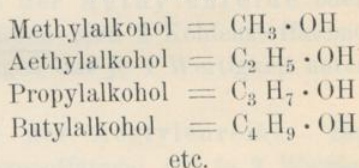
Homologe Reihen. Bringt man organische Verbindungen von gleichem chemischen Charakter in Reihen, so dass vom Anfangsgliede ausgehend jedes darauffolgende Glied um CH₂ mehr enthält, als das vorausgehende, so erhält man homologe Reihen. Die einzelnen Glieder derartiger Reihen besitzen gleichen chemischen Charakter, d. h. sie sind entweder sämtliche Kohlenwasserstoffe oder Alkohole oder Säuren oder Aldehyde etc. Sie liefern auch bei der Einwirkung gleicher chemischer Agentien analoge Zersetzungsprodukte.

Solche homologe Reihen sind z. B.

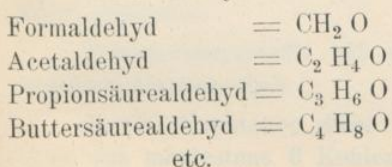
die Kohlenwasserstoffe:



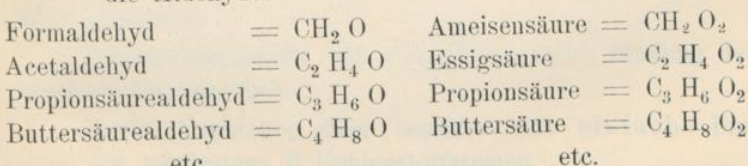
die Alkohole:



die Aldehyde:



die Säuren:



Einteilung der organischen Verbindungen nach der Bindung der Kohlenstoffatome.

I. Verbindungen mit offener Kohlenstoffkette.

- a) Gesättigte Verbindungen, deren Kohlenstoffatome in einfacher Bindung stehen (Fettkörper).
- b) Ungesättigte Verbindungen, welche Kohlenstoffatome in doppelter und dreifacher Bindung enthalten (Olefine, Acetyline).

II. Verbindungen mit geschlossener Kohlenstoffkette.

- a) Verbindungen, deren Kohlenstoffatome in einfacher Bindung stehen (Naphtene).
- b) Verbindungen, deren Kohlenstoffatome abwechselnd mit je 1 und 2 Wertigkeiten unter sich gebunden sind (aromatische Verbindungen).

III. Verbindungen mit geschlossenem Ring, der aus Kohlenstoffatomen und noch anderen Elementen besteht (Pyridin- und Chinolinbasen).

IV. Verbindungen, deren Konstitutionsformeln noch nicht festgestellt sind (Bitterstoffe, Harze, Gerbstoffe, viele Alkaloide, Eiweissstoffe).