

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 4 (1949)
Heft: 7

Artikel: Borazol - ein anorganisches Benzol
Autor: Schauer, H.K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-654278>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Borazol — ein anorganisches Benzol

Wer immer sich — gleichviel aus welchem Grund und Anlaß — mit Chemie befaßt, der wird zunächst dahin belehrt, daß man das Gesamtgebiet aus Gründen der Anschaulichkeit und zur besseren Übersicht in die zwei Bezirke der Anorganischen und der Organischen Chemie aufteile. Die letztgenannte umfaßt alle Kohlenstoffverbindungen mit besonderen kennzeichnenden Eigenschaften, insbesondere die Kohlenwasserstoffe.

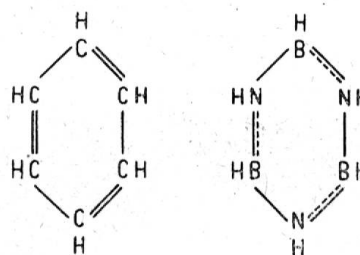
Dringt der Chemiebeflissene nun weiter in dieses Gebiet der Kohlenstoffverbindungen ein, so wird ihm gezeigt, daß die verwirrende und schier unfafßbare Fülle der vorkommenden oder denkbaren Stoffe und Verbindungen organischer Natur nicht etwa darauf beruht, daß eine entsprechend große Anzahl von chemischen Elementen zusammentreten. Vielmehr bestehen diese Verbindungen zumeist nur aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und vielfach Sauerstoff und Stickstoff, während andere Elemente wie Chlor oder Schwefel im Verhältnis zu ihnen viel weniger häufig vorkommen. Die Ursache der geradezu unendlichen Vielfalt der organischen Verbindungen liegt nämlich darin begründet, daß das Element Kohlenstoff in den erwähnten Verbindungen streng vierwertig auftritt und zudem die Fähigkeit zeigt, sich mit seinesgleichen zu ketten- und ringförmigen Verbindungen zu vereinigen. Es leuchtet alsbald ein, daß der ganze Aufbau der organischen Chemie durchaus nicht so verwickelt und unübersichtlich ist, wie es scheint, denn die organischen Stoffe lassen sich auf einige wenige Grundformen zurückführen, von denen das Methan CH_4 und der Sechsering des Benzols C_6H_6 die wichtigsten sind.

Hierin wurde das Kennzeichnende und Besondere der Organischen Chemie erblickt, bis man in jüngster Zeit begann, einmal systematisch zu untersuchen, ob nicht auch andere Elemente auf Grund ihrer Stellung im Periodischen System und ihrer daraus folgenden Verwandtschaft mit dem Kohlenstoff dazu befähigt wären, eine ähnliche Fülle von Verbindungen darzustellen. Zunächst erschienen die Untersuchungen des Siliziums naheliegend, weil es mit dem Sauerstoff sehr mannigfaltige Verbindungen eingeht. Aber die Erforschung der Siliziumwasserstoffe, der „Silane“, kam zu keinen ermutigenden Ergebnissen. Alle bisher dargestellten Silane bis zum Hexasilan Si_6H_{14} sind nicht beständig, sondern neigen schon bei Luftzutritt zu explosiver Zersetzung. Dem Wasserstoff gegenüber zeigte sich das Silizium im Gegensatz zum Kohlenstoff in keiner Weise als idealer chemischer Partner.

Auch die Verbindungen des Elementes Bor mit Wasserstoff ergaben keine Ähnlichkeiten mit der Kohlenwasserstoffen. Es sind die niedermolekularen „Borane“, wie sie genannt werden, flüchtige, überaus unangenehm, oft widerlich riechende und Übelkeit erregende Gase, deren Untersuchung für die Wissenschaft nur wegen gewisser Strukturbesonderheiten interessant war. Nun entdeckten aber A. Stock und E. Pohland im Jahre 1926, daß sich eine Borwasserstoffverbindung von der Formel BH_3 , die man „Borin“ nennt und die sich leicht zu Diborin B_2H_6 polymerisiert — also eine andere Molekülgröße annimmt —, unter gewissen Versuchsbedingungen und auf bestimmten Umwegen mit Ammoniak zu einer Verbindung vereinigt, der die Bruttoformel $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ zu-

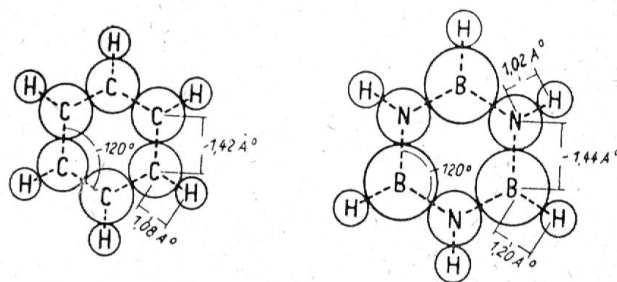
kommt und die in ihrer Struktur und in ihrer Fähigkeit, Derivate (Abkömmlinge) und Homologen — chemisch nahe verwandte Stoffe, für die man eine Reihenformel angeben kann — zu bilden, eine so auffallende Ähnlichkeit mit dem Benzol aufweist, daß man sie geradezu das anorganische Benzol nennt und als Borazol bezeichnet. Seine Untersuchung und diejenige seiner Derivate und Homologen begründen heute bereits ein sehr reizvolles Teilgebiet der Anorganischen Chemie.

Verschiedenste Untersuchungsmethoden haben ergeben, daß auch beim Borazol ein heterocyclischer Sechsering vorliegt, wobei wesentlich ist, daß Borazol mit dem Benzol isoster ist, beide Stoffe besitzen also die gleiche Anzahl von Atomen und Außenelektronen, und die gleiche Summe der Kernladungen; beide Stoffe sind auch isoelektrisch, sie haben also gleiche elektrische Ladungsverhältnisse. Der Unterschied zwischen Benzol und Borazol liegt darin, daß die Kohlenstoffatome des Benzolsechserings abwechselnd durch Bor- und Stickstoffatome ersetzt sind:



Der Strukturbeweis ist durch Ergebnisse der Elektronenbeugungsversuche gestützt.

Wie außerdem aus der Kenntnis der Atomradien und Atomvolumina zu erwarten ist, unterscheiden sich die entsprechenden Abmessungen im Borazolmodell von denen im Benzolmodell so wenig, daß auch hieraus auf die Ähnlichkeit der beiden Stoffe geschlossen werden kann:



Benzol	Borazol
Summe der Kernladungen	Summe der Kernladungen
$6 \times 6 + 6 \times 1 = 42$	$3 \times 5 + 3 \times 7 + 6 \times 1 = 42$

Borazol ist eine farblose, wasserklare, leichtbewegliche Flüssigkeit, die bei tiefen Temperaturen prächtig kristallisiert, fettlösend wirkt und thermisch recht beständig ist. Sie besitzt einen charakteristischen „organischen“ Geruch. Die nachstehende Gegenüberstellung einiger phy-

sikalischer Konstanten von Benzol und Borazol zeigt ebenfalls gute Übereinstimmung:

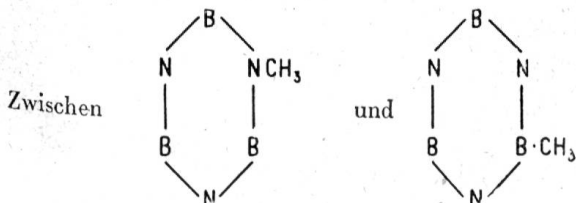
Konstante	Benzol	Borazol
Molekulargewicht	78,1	80,5
Siedepunkt	553° abs.	528° abs
Schmelzpunkt	279° abs	215° abs
Kritische Temperatur	561° abs	525° abs
Verdampf.-Wärme b/Siedepunkt	7,4 kcal	7,0 kcal
Molvolumen b/Siedepunkt	96 cm ³	100 cm ³
Dipolmoment	0	0

Symmetrie D_{3h})

Auch die Methylhomologen des Borazols sind denen des Benzols physikalisch sehr ähnlich und stellen wie diese wasserklare, leichtbewegliche, aromatisch riechende, temperaturbeständige Flüssigkeiten (Anfangsglieder) oder farblose, flüchtige bis schwerflüchtige, in zahlreichen organischen Flüssigkeiten lösliche, in Wasser unlösliche, temperaturbeständige kristalline Substanzen (Endglieder) dar.

Allgemein hat sich ergeben, daß das Borazol und seine Derivate und Homologen reaktionsfreudiger als die entsprechenden Benzole sind. Die Ursache dürfte in der Ungleichheit der Ringpartner zu suchen sein. Man betrachtet die Bindung zwischen dem Stickstoff- und dem Boratom als „halbauferichtet“; sie wirkt daher additionsfreudiger (= anlagerungsfreudiger) als organische Doppelbindungen. Aus diesem Grunde sind schon bei Zimmertemperatur und ohne katalytische Einwirkung Anlagerungen möglich.

Untersucht sind bisher mit sehr interessanten Ergebnissen die Einwirkung von Halogenwasserstoff, wie Chlorwasserstoff, elementarem Halogen (Brom), Wasser, Alkohol und Äther, elementarem Sauerstoff, Ammoniak und Aminen (= Verbindungen, welche die Aminogruppe NH₂ besitzen) auf Borazol, doch kann hierauf an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Immerhin darf darauf hingewiesen werden, daß es rein theoretisch eine weit größere Anzahl von Abkömmlingen und Verwandtenreihen des Borazols geben sollte, als solche des Benzols. Es ist nämlich gleichgültig, an welchem C-Atom des Benzolringes das Wasserstoffatom durch ein anderes Atom, etwa ein Chloratom, oder durch ein sogenanntes Radikal, etwa CH₃ ersetzt wird; immer entsteht dabei nur ein Chlorbenzol, ein Toluol, ein Nitrobenzol, ein Anilin. Beim Borazol muß es demgegenüber schon zwei verschiedene Halogen-Borazole, zwei Borazol-Toluole, zwei Nitroborazole, zwei Aminoborazole geben, je nachdem, ob ein borständiges oder ein stickstoffständiges H-Atom ersetzt wird. Solche „isomere“ Borazolhomologen sind in der Tat bereits dargestellt worden; sie unterscheiden sich in ihren physikalischen Konstanten recht deutlich voneinander.



besteht also eine Verschiedenheit, es sind zwei Körper, während es nur einen entsprechenden Benzolabkömmling gibt. Bei mehrfacher Substitution wächst die Zahl der entsprechenden Borazolabkömmlinge recht erheblich, so daß also mit einer großen Vielfalt von Stoffen und Sub-

stanzen gerechnet werden kann, die sämtlich ihren Ausgang vom Borazol nehmen.

Es steht daher auch zu erwarten, daß die weiteren Forschungen auf diesem Gebiet noch manche Überraschungen bringen werden, zumal noch nichts bekannt ist über experimentelle Ergebnisse der Sulfonierung, der Nitrierung, Diazotierung oder die Kondensierung von Borazolringen analog dem Naphtalin oder Anthrazen auf dem organischen Teilgebiet der Chemie. Es ist auch noch nichts darüber bekannt geworden, ob und welche technischen Möglichkeiten im Borazol und seinen Abkömmlingen liegen; es wäre beim gegenwärtigen Stand der Forschung auf diesem Gebiete auch verfrüht, Voraussagen zu machen; doch ist nicht von der Hand zu weisen, daß hier noch Überraschungen möglich werden.

Professor E. Wiber^o sind wir für einen zusammenfassenden Bericht über die bisherigen Forschungsergebnisse (Naturwiss. 35, 182 u. 212, 1948) zu Dank verpflichtet, der in der Feststellung gipfelt, daß die Benzol-Isosterie des Borazols ein einzelstehender Fall ist, der durch das Zusammenwirken mehrerer glücklicher Umstände ermöglicht wird; die Existenz anderer element-homologer „Borazole“ ist zu verneinen.

H. K. Schauer

Neues zur Entstehung bösartiger Geschwülste

In der zur Zeit mit besonderer Energie betriebenen Erforschung des Krebsproblems erscheint jeder auch noch so kleine Fortschritt von Bedeutung. Zur Lösung der Probleme müssen praktisch-experimentelle Versuche neben theoretischen Überlegungen und Grundlagen beitragen. In diesem Zusammenhang dürften von dem niederländischen Mediziner N. H. D. Schöyer letzthin vertretene Ansichten von besonderem Interesse sein. Werden Zellen höherer Organismen aus ihrem Zellverband herausgelöst und wird mit ihnen eine Gewebeskultur angelegt, dann verlieren diese Zellen ihr gerichtetes Wachstum und wachsen ungehemmt. Wieder in den Gesamtorganismus zurückverbracht, unterliegen Wachstum und Zellteilung wie vorher gewissen Hemmungen, die bestimmte Grenzen des Wachstums garantieren. Daraus kann man folgern, daß im Organismus alle Zellen durch Hemmstoffe zu geregelterm und gerichtetem Wachstum veranlaßt werden. Zwischen dem wachstumshemmenden Stoff und der Zelle wird ein Gen als Reaktionszentrum angenommen. Aus diesen Überlegungen kommt Schöyer zu der Ansicht, daß man auf zwei verschiedene Entstehungsmöglichkeiten für bösartige Geschwülste schließen kann. Die erste Möglichkeit ist: Strahlen, cancerogene Stoffe usw. führen zur Zerstörung des maßgeblichen Gens, wodurch die Zelle unfähig wird, auf die wachstumshemmenden Stoffe zu reagieren. Die durch Teilung entstandenen Zellen besitzen ebenfalls nicht mehr das genannte Gen und verhalten sich darum genau so wie die erste Zelle. Der Tumorentwicklung steht nichts mehr im Wege. Das relativ viel schnellere Wachstum von bösartigen Tumoren bei Jugendlichen wird mit der geringeren Wirkung der besprochenen Wachstumshemmstoffe in diesem Lebensabschnitt erklärt; die Zunahme der Krebshäufigkeit im höheren Alter soll durch die gesteigerte Empfindlichkeit der Zellen gegenüber schädlichen Einflüssen bedingt sein. Als zweite Möglichkeit wird angenommen, daß die Zellen samt Gen intakt bleiben und nur der wachstumshemmende Stoff verschwindet. Dadurch ließen sich bösartige Veränderungen ganzer Organsysteme erklären wie etwa Leukämie.

-ke.