

Die Alkane

Anna Heynkes

22.6.2005, Aachen

Dieser Text soll so knapp und verständlich wie möglich zusammenfassen, was das Chemieschulbuch des Klett-Verlages über die Alkane berichtet. Zusätzlich enthält er am Ende die Strukturen der 5 Isohexane, die wir als Hausaufgabe zeichnen sollten.

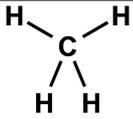
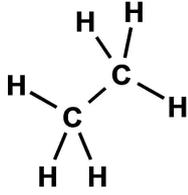
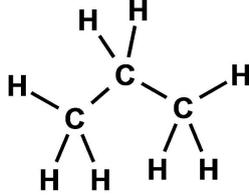
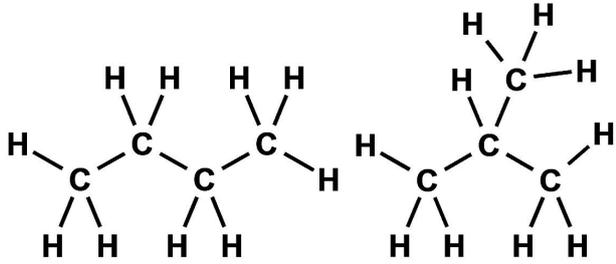
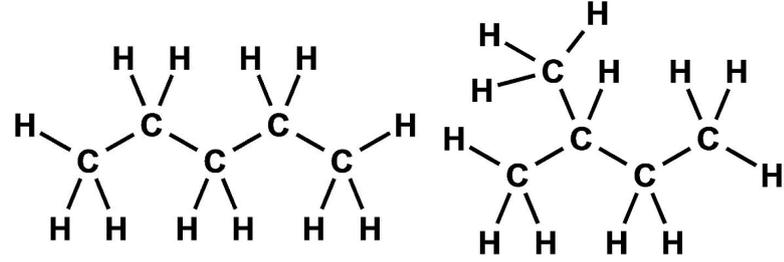
Inhaltsverzeichnis

1 Was sind Alkane	1
2 Verwendung der Alkane	1
3 Einige Eigenschaften der Alkane	2
4 Struktur- und Halbstrukturformel eines Alkans	3
5 Die Nomenklatur der Alkane	4
6 Die Strukturen der 5 Isohexane	4

1 Was sind Alkane

Alkane sind Kohlenwasserstoffe, in denen Kohlenstoffatome ausschließlich über Einfachbindungen unverzweigte oder verzweigte Ketten bilden und deren dafür nicht benötigte **Valenzelektronen** durch Bindungen mit Wasserstoffatomen abgesättigt sind. Die Alkane bilden eine homologe Reihe von **Molekülen** mit der allgemeinen Summenformel C_nH_{2n+2} . Man findet kleine Alkane wie Methan, Ethan, Propan und Butan in Erdgas, größere eher in Erdöl sowie in Steinkohlenteer.

Tabelle 1: Die ersten Glieder der homologen Reihe der Alkane

Name	Summenformel	Strukturformel
Methan	CH_4	
Ethan	C_2H_6	
Propan	C_3H_8	
n-Butan, Isobutan	C_4H_{10}	
n-Pentan, Isopentan	C_5H_{12}	

2 Verwendung der Alkane

Die kleinen, gasförmigen Alkane von Methan bis zu den Butanen werden hauptsächlich verheizt, während die bei Zimmertemperatur dünnflüssigen Alkane von den Pentanen bis zu den Dodecanen in verschiedenen Benzin verwendet werden. In Petroleum, Dieselöl und leichtem Heizöl finden sich Alkane mit Kettenlängen zwischen 12 und 20. Etwa ab

den Decanen spricht man von höheren Alkanen und Gemische aus diesen nennt man Paraffinöl. Sie sind ölig bis zähflüssig und man stellt aus ihnen Schmier- und Motoröle sowie Vaseline her. Etwa ab den Heptadecanen sind die Alkane normalerweise fest und als Gemische heißen sie Paraffin. Paraffin dient der Herstellung von Kerzen, Beschichtung von Käse und Imprägnierung bestimmter Papiere.

3 Einige Eigenschaften der Alkane

Je länger ein Alkan ist, umso mehr Isomere sind möglich. Von Isomeren spricht man, wenn bei gleicher Summenformel unterschiedliche Strukturformeln möglich sind. Während es nur jeweils ein Methan, Ethan und Propan gibt, existieren verschiedene Butane, Pentane und größere Alkane. Unverzweigten Isomeren stellt man den kleinen Buchstaben n für „normal“ voran. In ihrer Tabelle mit Schmelz- und Siedetemperaturen der Alkane vergaßen allerdings die Autoren unseres Chemiebuches zu erwähnen, dass sich ihre übrigen von etlichen anderen Quellen deutlich abweichenden Werte nur auf unverzweigte Alkane beziehen. Auch die Quelle ihrer Angaben und der für die Messergebnisse entscheidende Luftdruck werden nicht verraten. In meiner Tabelle habe ich die Werte des Buches korrigiert, wo diese im Widerspruch zu übereinstimmenden Werten mehrerer anderer Quellen standen. Zwar sind die genauen Werte eigentlich nicht wichtig, aber wenn uns schon konkrete Werte vorgesetzt werden, dann sollten sie doch stimmen, alle notwendigen Informationen zum Verständnis der Werte enthalten und mit Quellenangaben versehen sein.

Tabelle 2: Die ersten elf unverzweigten Alkane

Name des Alkans	Summen- oder Molekülformel	Anzahl der Isomeren	Schmelztemperatur	Siedetemperatur	Dichte der Flüssigkeit
Methan	CH_4	1	-182°C	-161°C	0,466 g/ml
Ethan	C_2H_6	1	-183°C	-88°C	0,572 g/ml
Propan	C_3H_8	1	-186°C	-42°C	0,585 g/ml
Butan	C_4H_{10}	2	-135°C	-0,5°C	0,601 g/ml
Pentan	C_5H_{12}	3	-130°C	36°C	0,626 g/ml
Hexan	C_6H_{14}	5	-95°C	68°C	0,660 g/ml
Heptan	C_7H_{16}	9	-90,7°C	98,4°C	0,684 g/ml
Octan	C_8H_{18}	18	-57°C	126°C	0,703 g/ml
Nonan	C_9H_{20}	35	-53°C	151°C	0,717 g/ml
Decan	$C_{10}H_{22}$	75	-30°C	174°C	0,730 g/ml
Undecan	$C_{11}H_{24}$	159	-26°C	195°C	0,740 g/ml
Dodecan	$C_{12}H_{26}$	355	-12°C	216°C	0,749 g/ml
Tridecan	$C_{13}H_{28}$	802	-6°C	234°C	0,760 g/ml

Die Dichte flüssiger Alkane liegt immer deutlich unter der von Wasser. Mit der Kettenlänge steigen die Schmelz- und Siedetemperaturen an. Verantwortlich dafür sind zunehmende Van-der-Waals-Kräfte zwischen den unpolaren **Molekülketten**. Obwohl Alkane wegen des geringen **Elektronegativitäts**unterschieds zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff sowie wegen der tetraedrischen Anordnung der Bindungspartner eigentlich keine Dipole sind, können sie sich gegenseitig polarisieren und dann anziehen. Befinden sich die Elektronen eines Alkans in einem Moment zufällig überwiegend auf einer Seite, dann kann es für sehr

kurze Zeit als Dipol wirken und Nachbar**moleküle** ebenfalls polarisieren, indem es deren Elektronen mit seiner positiveren Seite anzieht bzw. mit seiner negativeren Seite abstößt. So entstehen auf nebeneinander liegenden Oberflächen benachbarter Alkan**moleküle** gegensätzliche Partiaalladungen und dementsprechene Anziehungskräfte, die proportional zur Größe der aneinander liegenden Oberflächen sind. Deshalb nimmt die intermolekulare Haftung mit der Länge der Alkane zu und wird etwa ab den Eicosanen ($C_{20}H_{42}$) so groß, dass die Ketten eher zerreißen, als dass sie sich von einander lösen. Höhere Alkane zersetzen sich daher schon unterhalb der Siedetemperatur. Verzweigte Alkanisomere haben kleinere Oberflächen als unverzweigte und deshalb auch niedrigere Schmelz- und Siedepunkte.

Untereinander sind Alkane beliebig mischbar, aber mit Wasser mischen sie sich kaum, weil sie deren relativ starken Wasserstoffbrückenbindungen nichts entsprechendes entgegen zu setzen haben. Sie werden aus dem Wasser heraus gedrängt, wenn sich die Wasser**moleküle** untereinander über Wasserstoffbrücken verbinden. Alkane sind demnach stark **hydrophob**, aber **lipophil**.

4 Struktur- und Halbstrukturformel eines Alkans

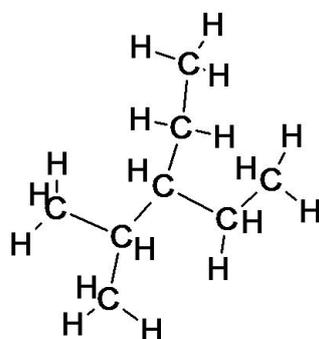


Abbildung 1: Strukturformel eines Alkans

Es kann ziemlich mühsam sein, Alkane mit sämtlichen Wasserstoffatomen und nach Möglichkeit auch noch so zu zeichnen, dass ein einigermaßen korrekter räumlicher Eindruck entsteht. Die Abbildung 1 mit der räumlich gezeichneten Strukturformel eines noch relativ einfachen Alkans soll dies verdeutlichen. Solche Strukturformeln können nützlich sein, um einen halbwegs realistischen Eindruck von einem **Molekül** zu bekommen, aber man kann in solchen Strukturen auch leicht den Überblick verlieren.

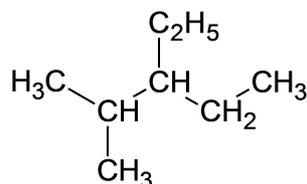


Abbildung 2: Halbstrukturformel eines Alkans

Das Zeichnen und das Lesen von Strukturformeln erleichtert man sich in der organischen Chemie gerne durch die Verwendung von Halbstrukturformeln. Die Abbildung 2 demonstriert dies durch eine Umsetzung der Strukturformel in Abbildung 1.

5 Die Nomenklatur der Alkane

Die ungeheure Vielfalt der organisch-chemischen Verbindungen sowie die Uneindeutigkeit der Summenformeln aufgrund des Isomeren-Problems, machten eine Nomenklatur erforderlich, mit deren Hilfe organisch-chemischen Substanzen eindeutige Namen zugeordnet werden können. Die Grundlage dieser Nomenklatur organisch-chemischer Verbindungen bildet die Nomenklatur der Alkane.

Die vier kleinsten Alkane tragen traditionell die unsystematischen Trivialnamen Methan (CH_4), Ethan (C_2H_6), Propan (C_3H_8) und Butan (C_4H_{10}). Bei allen anderen unverzweigten Alkanen ergibt sich der Name aus dem griechischen Zahlwort für die Kettenlänge und einem angehängten „an“. Komplizierter ist die Benennung der unzähligen verzweigten Alkane, bei welcher man zur Namensermittlung schrittweise vorgeht:

1. Hinter die Positionen und Namen sämtlicher Seitenketten ans Ende des Names der Substanz stellt man den Namen des unverzweigten Alkans, welches hinsichtlich seiner Länge der längsten durchlaufenden Kette der zu benennenden Substanz entspricht.
2. Anstatt -“an“ enden die Namen der Seitenketten oder Methylreste immer mit -“yl“ und entsprechen ansonsten genau wie bei der Hauptkette der Zahl ihrer Kohlenstoffatome. Im Namen der Substanz werden die Seitenketten in alphabetischer Reihenfolge genannt.
3. Kommen gleichnamige Seitenketten mehrfach vor, dann werden sie nur einmal genannt, und ihre Anzahl wird durch das entsprechende griechische Zahlwort¹ kenntlich gemacht. Diese griechischen Zahlwörter spielen bei der alphabetischen Reihenfolge der Seitenketten keine Rolle.
4. Vor jeden Seitenkettennamen wird die Nummer des C-Atoms genannt, an dem die Seitenkette mit der Hauptkette verknüpft ist. Dazu wird die Hauptkette so nummeriert, dass die Zahlen vor den Seitenkettennamen möglichst klein sind.

Das Alkan, welches im Kapitel 4 auf der vorherigen Seite der Demonstration von Struktur- und Halbstrukturformeln diente, heißt also 3-Ethyl-2-Methylpentan. Als Aufgabe zeigt das Buch die in Abbildung 3 wiedergegebene Halbstrukturformel, deren Name sich leicht anhand der Nomenklaturregeln ermitteln lässt.

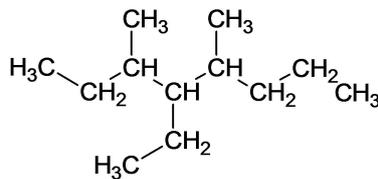
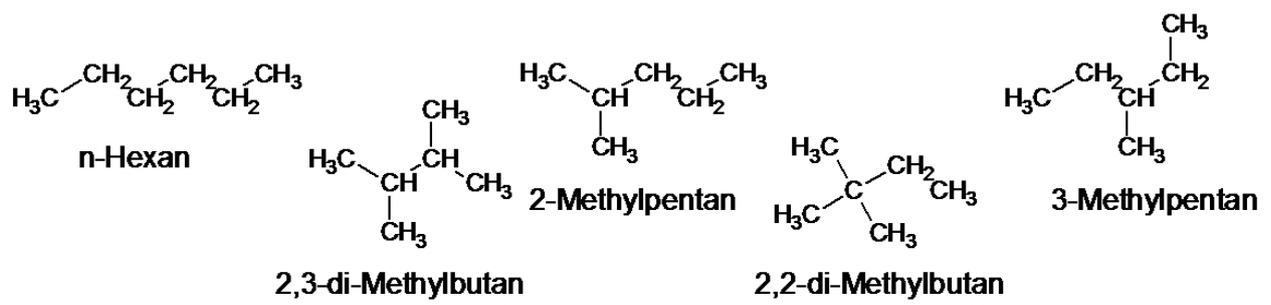


Abbildung 3: 4-Ethyl-3,5-di-methyloctan

6 Die Strukturen der 5 Isohexane

¹di, tri, tetra etc.

Abbildung 4: Isohexane



Die 5 Isohexane