

5.8 Eigenschaften der Alkane

Name	Summenformel	Schmelztemperatur ϑ_{sm} in °C	Siedetemperatur ϑ_{sd} in °C	Dichte ρ in g/cm³	Viskosität
Methan	CH ₄	-182	-161	0,47*	nimmt zu
Ethan	C ₂ H ₆	-183	-88	0,57*	
Propan	C ₃ H ₈	-186	-42	0,59*	
Butan	C ₄ H ₁₀	-135	-1	0,60*	
Pantan	C ₅ H ₁₂	-129	36	0,63	
Hexan	C ₆ H ₁₄	-94	68	0,66	
Heptan	C ₇ H ₁₆	-90	98	0,68	
Octan	C ₈ H ₁₈	-56	126	0,70	
Nonan	C ₉ H ₂₀	-53	150	0,72	
Decan	C ₁₀ H ₂₂	-30	174	0,73	
:	:				
Hexadecan	C ₁₆ H ₃₄	18	287	0,77	
Heptadecan	C ₁₇ H ₃₆	22	302	0,78	

* im flüssigen Zustand (nahe der Siedetemperatur)

B1 Eigenschaften der Alkane im Vergleich

Flüssige Alkane wie Heptan sehen auf den ersten Blick aus wie Wasser. Dennoch weisen sie völlig andere Eigenschaften auf, was sie z.B. zu wichtigen Lösungsmitteln macht. Die Verwandtschaft der Glieder der homologen Reihe der Alkane (Kap. 3.18) zeigt sich in ihren Eigenschaften, die sich auf Gemeinsamkeiten des Molekülaufbaus zurückführen lassen.

Eigenschaften und zwischenmolekulare Kräfte. Innerhalb der homologen Reihe der Alkane steigen die Siede- und ab Butan auch die Schmelztemperaturen an [B1]. Dies lässt auf steigende Anziehungskräfte zwischen

Methan ist Hauptbestandteil des Erdgases, Camping- und Feuerzeuggas bestehen überwiegend aus Propan und Butan. Flüssige Alkane sind in Benzinen, Diesel- und Heizöl enthalten. Feste Alkane bilden die Paraffine, diese findet man z.B. in Kerzen, Wachsmalstiften und in der Schutzhülle von Schnittkäse.

B2 Verwendung der Alkane im Alltag



den Molekülen mit zunehmender Länge der Kohlenwasserstoffketten schließen. Die C—H-Bindungen der Alkan-Moleküle sind wegen der geringen Elektronegativitätsunterschiede der Bindungspartner nur schwach polar. Aufgrund der tetraedrischen Anordnung der Bindungspartner um die Kohlenstoff-Atome sind Alkan-Moleküle keine Dipole. Ursache der Anziehung zwischen den unpolaren Molekülen ist eine nicht immer symmetrische Verteilung der Elektronen [B3]. So entstehen für kurze Zeit Dipole, die auf die Elektronenhülle benachbarter Moleküle Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte ausüben und diese dadurch ebenfalls polarisieren. Die so entstandenen Dipole nennt man induzierte Dipole, die resultierenden Anziehungskräfte Van-der-Waals-Kräfte.

Van-der-Waals-Kräfte sind zwischenmolekulare Anziehungskräfte zwischen unpolaren Molekülen.

Mit wachsender Kettenlänge der Alkan-Moleküle nehmen gegenseitige Berührungs- und Polarisierungsmöglichkeiten zu. Damit nehmen auch die Anziehungskräfte zu [B3] und die Siede- und Schmelztemperaturen der Stoffe steigen. Bei den Schmelztemperaturen gibt es Abweichungen von dieser Regel, weil für die Schmelztemperatur auch die Anordnung der Moleküle im Molekülgitter verantwortlich ist. Bei langketigen Alkanen sind die Anziehungskräfte so groß, dass eine Energiezufuhr eher die Spaltung von Atombindungen als die Aufhebung der Anziehungskräfte zwischen den Molekülen bewirkt. Deshalb zersetzen sich Alkane ab etwa Icosan ($C_{20}H_{42}$) bei Normdruck unterhalb der Siedetemperatur.

Die Van-der-Waals-Kräfte zwischen den Alkan-Molekülen nehmen mit wachsender Kettenlänge zu.

Löslichkeit. Alle Alkane sind ineinander löslich, in Wasser lösen sie sich nur in Spuren. Ob zwei Stoffe ineinander löslich sind, hängt weitgehend von den Eigenschaften der Teilchen ab. Zwischen den unpolaren Alkan-Molekülen herrschen Van-der-Waals-Kräfte;

B4 Der Schmierfilm des Ols vermindet den Verschleiß



ungskräfte nehmen

2°C (Siedetemperatur: 68°C)

Hexan



Ungesättigte



- a) Gib in zwei Reagenzgläser etwas Klei- geschminnenen, echten Lachs. Setze etwas Wasser bzw. Heftpaten zu und schüttele. b) Wiederehole den Versuch mit Lachsersatz. startt echten Lachs.
- Beschreibe die Löslichkeit von Alkanen in Öl und in Wasser. Verwende dazu passende Fachbegriffe.

Mindestens 0,5 hängt von seiner Viskosität (Zäh-
igkeit) ab. Sie muss immer groß genug
sein, dass ein ausreichender Schmierfilm
in den Oberflächen bewegter Teile bestehen
möchte. Gemischte von Kohlenwasserstoffen
münd die Grundsubstanzen mineralischer
Motoröle.

WISSENSCHAFTLICHE, INDUSTRIELE, AUF-
UND GESELLSCHAFTLICHE VEL-
DINERDERM Öl oder Fetts, dass sich die bewegten-
den Teile direkt berühren. Die Reibung
unge schmiert Metalleinleie führte zu ihrer
Erschöpfung (Folge ist z.B. der „Kohlefresser“)

- Ist ein Stoff wasserlöslich, so bezeichnet man ihn als **hydrophil** (wasserliebend). **Hydrophobe** (wassermeidende) Stoffe haben eine geringe Loslichkeit in Wasser. Außerdem den Alkanen zählen vor allem Fette zu den ausgesprochen hydrophoben Stoffen. Fettlösliche Stoffe bezeichnet man als **lipophil**, wobei fettlösliche als **lipophob**. Alkanen sind lipophil zw. hydro-

Wisschen den polaren Wasser-Molekülen bestehen aber zusätzlich Wasserstoffbrückchen. Gibt man z.B. Hептан zu Wasser, so können die starken Wasserstoffbrückchen zwischen Wasser-Molekülen nicht durch die viel schwä- cheren Anziehungskräfte zwischen Hептan- und Wasser-Molekülen erneut werden. Gibt man Hептан zu Decan, so können die Moleküle jeweils untereinander zusammene- halten, durch die Anziehungskräfte zwischen Hептan- und Decan-Molekülen erneut werden. Die an den Beispielen gewonnenen Einsichten lassen sich verallgemeinern:

Je ähnlicher sich die Tefilchen zweier Stoffe in Bezug auf die Polarität sind, desto besser lassen sich die Tefilchen ineinander.

mit wachsender Kettenlänge zu



Gefahrenkategorie 1:
Flammtemperatur $< 23^\circ\text{C}$
und $\vartheta_{\text{sd}} \leq 35^\circ\text{C}$
(z. B. 2-Methylbutan)

Gefahrenkategorie 2:
Flammtemperatur $< 23^\circ\text{C}$
und $\vartheta_{\text{sd}} > 35^\circ\text{C}$
(z. B. Pentan, Octan)

Gefahrenkategorie 3:
 $23^\circ\text{C} \leq \text{Flammtemp.} < 60^\circ\text{C}$
(z. B. Nonan, Undecan)

B5 Gefahrenpiktogramm für entzündbare Flüssigkeiten und Gefahrenkategorien

Flammtemperatur Die niedrigste Temperatur, bei der sich über einem brennbaren Stoff ein zündfähiges Dampf-Luft-Gemisch bilden kann. Die Flammtemperatur wird auch als Flammpunkt bezeichnet. (Die Flammentemperatur ist die Temperatur in der Flamme; sie hat mit der Flammtemperatur nichts zu tun.)



B6 Reinigungsbrenzin

Entflammbarkeit. Entzündbare Flüssigkeiten werden nach ihren Flammtemperaturen [B8] und Siedetemperaturen in Gefahrenkategorien eingeteilt [B5]. Alkane, deren Moleküle klein sind, lassen sich leicht entzünden, da sie bereits bei Zimmertemperatur stark verdunsten. Von diesen Alkanen gehen deshalb Brand- und Explosionsgefahren aus.

Verhalten beim Verbrennen. Bei der Verwendung als Energieträger werden Alkane verbrannt, um die dabei frei werdende Reaktionsenergie zu nutzen. Bei ausreichender Sauerstoffzufuhr und genügend hoher Temperatur verbrennen Alkane zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Verbrennen Alkane an der Luft, so nehmen die Leuchtkraft der Flamme und die Rußentwicklung mit wachsender Kettenlänge der Alkan-Moleküle zu [B7]. Das Leuchten der Flamme ist auf das Glühen winziger Rußpartikel zurückzuführen. Diese entstehen bei unvollständiger Verbrennung. Erst im Außenbereich der Flamme reagieren die Rußpartikel mit Luftsauerstoff zu Kohlenstoffdioxid. Da mit wachsender Kettenlänge die Anzahl und der Anteil der Kohlenstoff-Atome in den Alkan-Molekülen zunimmt, findet bei gleicher Luftzufuhr eine zunehmend unvollständige Verbrennung statt. Die Rußpartikel gelangen zum Teil unverbrannt in kältere Randbereiche der Flamme. Dort reagieren sie nicht mehr und treten als Ruß in Erscheinung.



B7 Flammenvergleich (von links: Butan, Benzin, Paraffinöl)

Alkane als Treibmittel und Lösungsmittel.

Propan, Butan, Pentan und Gemische dieser Alkane werden als **Treibmittel** eingesetzt, z. B. in Haarsprays, Deodorantsprays, Backofenreinigerschäumen und Sprühlacken. Der Verzicht auf Lacke, Reiniger und Pflegemittel mit Treibmitteln schützt die Umwelt und verringert die Unfallgefahren.

Zur Entfernung von Öl, Fett und Kerzenwachs kann **Reinigungsbrenzin** verwendet werden. Dieses besteht im Wesentlichen aus flüssigen Alkanen. Beim Einsatz von Reinigungsbrenzin müssen die Sicherheitshinweise auf dem Etikett der Flasche beachtet werden.

A2 Welche zwischenmolekularen Kräfte gibt es? Ordne die dir bekannten zwischenmolekularen Kräfte nach ihrer Stärke. Gib für jede zwischenmolekulare Kraft einen Stoff an, in dem diese eine wichtige Rolle spielt.

A3 Erkläre die Zunahme der Siedetemperatur und der Viskosität von Hexan bis Decan.

A4 Ein Sicherheitshinweis auf einem Reiniger-spray für Backofen und Grill lautet: „Nur wenige Sekunden sprühen, um die Bildung explosionsfähiger Gemische zu vermeiden.“ Erkläre, warum sich bei diesem Spray explosionsfähige Gemische bilden können.



B8 Bestimmung der Flammtemperatur: Bei langsamem Erwärmen wird die Temperatur der Flüssigkeit abgelesen, bei der sich die Dämpfe über ihr erstmals entflammen lassen