

Projektinformation:

Natürliche Grobheit ©

Kondensat ¹

Der Begriff Kondensat bezeichnet

- das Ergebnis eines Übergangs eines Stoffes vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand

In der Physik:

- das Ergebnis der Überführung von Materie in einen gebundenen Zustand, siehe **kondensierte Materie**

In der Chemie:

- das Ergebnis einer **Kondensationsreaktion**

Das Phänomen der Kondensation lässt sich zunächst am anschaulichsten an einer Glasscheibe beobachten, an der sich Wasser in Form von kleinen Tropfen niederschlägt. Die Wassermoleküle, die sich in der Luft befinden, treffen in diesem Fall auf einen kalten Festkörper (die Glasscheibe). Die Moleküle kühlen ab und kondensieren. Zu beobachten ist somit der Übergang von einem gasförmigen in einen flüssigen Zustand. Beim Wasser kochen kommt es zu einem umgekehrten Prozess. Durch das Erhitzen werden die Verbindungen zwischen den einzelnen Molekülen aufgehoben und der Übergang in die Gasform findet statt. Wird einem Molekül nun weiterhin Energie hinzugefügt, zerfällt auch dieses in seine Einzelteile, die Atome. Wird einem Atom hingegen Energie hinzugefügt, zerfällt wiederum auch dieses in seine Einzelteile, den Elektronen, Protonen und Neutronen. Wir haben den Punkt erreicht, an dem von Plasma gesprochen wird.

Kondensierte Materie ²

Kondensierte Materie bezeichnet in den Naturwissenschaften den festen und flüssigen Aggregatzustand im Gegensatz zu Gas und Plasma.

Die Physik der kondensierten Materie unterscheidet sich aufgrund der **gegenseitigen Wechselwirkung der Bausteine** der Materie erheblich

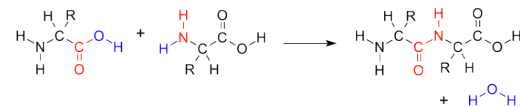
von der freier Teilchen (Elementarteilchenphysik, Atomphysik). Die theoretische Beschreibung basiert auf der Vielteilchentheorie. Viele Phänomene wie Deformierbarkeit, magnetische Ordnung, oder elektrische Leitfähigkeit gehen auf eine bestimmte Ordnung der Wechselwirkung zwischen den Bausteinen der kondensierten Materie zurück. Sie sind daher in kondensierter Materie ganz anders zu behandeln als bei freien Teilchen oder treten überhaupt erst bei kondensierter Materie auf.

Die Kräfte zwischen den Atomen werden mitunter so stark, dass sich einzelne Atome zu einem gesamten Molekül zusammenschließen und sich eine stabile Form herausbildet (z.B. das Wassermolekül H_2O). Kommt es nun zu einer Verbindung mehrerer Moleküle entstehen Makromoleküle. Makromoleküle können wiederum mit weiteren Makromolekülen neue Verbindungen eingehen.

Kondensationsreaktion ³

Eine **Kondensationsreaktion** ist in der Chemie eine Reaktion, bei der sich zwei Moleküle unter Abspaltung von Wasser – alternativ auch Ammoniak, Kohlenstoffdioxid, Chlorwasserstoff, ein Alkohol oder ein anderer niedermolekularer Stoff – miteinander verbinden. Kondensationsreaktionen sind auch intramolekular möglich und verlaufen oft reversibel.

Ein Beispiel für die Kondensationsreaktion ist die enzymkatalysierte Reaktion zweier **Aminosäuren** zu einem Dipeptid nach folgendem Reaktionsschema:



Schematische Präsentation: Zwei Aminosäuren kondensieren enzymkatalysiert, wobei eine Peptidbindung (Bindung zwischen dem jeweils rot markierten Kohlenstoff- und dem Stickstoffatom) gebildet und Wasser (blau) abgespalten wird. Dabei reagiert die Carboxygruppe der einen Aminosäure mit der primären Aminogruppe der anderen Aminosäure.

Aminosäuren sind Moleküle, aus denen zunächst Proteine und schließlich auch Körpergewebe gebildet wird. Nach einem Bausteinprinzip werden die einzelnen Aminosäuren miteinander verbunden und wie eine Kette aneinander gereiht. Eine Verbindung mehrerer Aminosäuren wird auch als **Polymer** bezeichnet (*poly* ‚viel‘ und *méros* ‚Teil‘). Ein großes Molekül setzt sich somit immer aus sehr vielen kleineren Molekülen zusammen.

Polymer ⁴

Polymere können in natürliche und synthetische Polymere unterteilt werden.

- Natürliche Polymere (Biopolymere) werden in Lebewesen synthetisiert und bilden die Grundbausteine der Organismen. Zu diesen Polymeren zählen die Proteine, sie bilden beispielsweise Haare und die Seide. [...]
- Synthetische Polymere sind durch Polyreaktionen industriell oder im Labormaßstab hergestellte Stoffe, dazu gehören Polyethylen, Polystyrol und Polyvinylchlorid.

Kunststoffe, umgangssprachlich als Plastik bezeichnet, bestehen aus solchen synthetischen Polymeren. Auch hier findet ein Prozess statt, bei dem immer wieder die selben Einzelteile aneinander gereiht werden bis sich eine Form ergibt. Im Vergleich zur Proteinsynthese ist die Verkettung von Kunststoffmolekülen jedoch eine recht simple Angelegenheit und weitaus weniger komplex. Das Prinzip jedoch zeigt Parallelen auf.

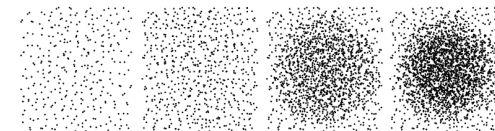


Abb. 1: Partikel-Kondensation

Materie kann auf unterschiedliche Weisen kondensieren. Ein weiteres Beispiel bietet die Herstellung von Transistoren. Bei diesem Verfahren wird eine sehr dünne Silizium-Schicht auf Metall aufgetragen.

Thermische Oxidation von Silizium ⁵

Der Beschichtungsprozess basiert auf einer chemischen Reaktion von Sauerstoff und **Silizium** bei Temperaturen über 1100 °C. Bei sehr kurzen Prozesszeiten nennt man das Verfahren auch „Rapid Thermal Oxidation“ (RTO, dt.: schnelle thermische Oxidation), das zur Erzeugung von sehr dünnen Oxidschichten (< 2 nm) dient.

Zum Vergleich:

- Durchmesser einer DNA-Doppelhelix: ca. 2 nm
- Kleine Viren sind ca. 15 nm groß.
- Die Nervenfasern von Nerven, können zwischen 0,08 und 20 µm variieren; das entspricht 80 - 20.000 nm.

Die thermische Oxidation von Silizium ist seit Mitte der 1950er Jahre, als die ersten Transistoren auf Basis von Silizium kommerziell hergestellt wurden, einer der wichtigsten Prozesse bei der Herstellung von mikroelektronischen Schaltungen.

Ein Transistor ist das weitaus bedeutendste Element für die Rechenleistung und ermöglicht die heutige Mikroelektronik. So befinden sich in der Recheneinheit eines iPhone X (A11 Bionic) 4,3 Milliarden solcher Transistor-Einheiten.

Der Prozess der thermischen Oxidation von Silizium wurde in den 1950er Jahren in den Bell Telephone Laboratories in New Jersey, wo 1947 der erste funktionierende Transistor entdeckt wurde, zufällig gefunden – Es waren aber auch andere industrielle Forschungslabore und Universitäten beteiligt. Damals war die Dotierung von Halbleitern durch Diffusion gasförmiger Dotanden (Bor, Phosphor, Arsen, Antimon) bereits bekannt. Die Prozesse wurden bei hohen Temperaturen um die 1000 °C durchgeführt. Aus Versehen mischte 1955 Carl Froch Wasserstoff und Sauerstoff im Diffusionsrohr. Nachdem die Siliziumproben aus dem Ofen genommen worden waren, zeigten diese eine Verfärbung zu einem hellen Grün. Es stellte sich heraus, dass sich eine stabile dünne Schicht aus thermischem Siliziumdioxid bildete.

Wie so oft ist es der Zufall, der einer Reaktion zum Start verhilft. Ein Geschehen, das ganz absichtslos geschieht und eine gewisse Tragweite mit sich bringt. Mit Hilfe dieses Verfahrens sind fort an neue Möglichkeiten der Signalübertragung entstanden. Nicht ohne Grund wurde das Silicon-Valley nach diesem Rohstoff benannt.

Nervenleitung im peripheren Nervensystem ⁶

Nervenfasern von Nerven des peripheren Nervensystems können nach verschiedenen Kriterien unterschieden werden. Ein strukturelles Kriterium ist beispielsweise die Dicke und der Aufbau einer Nervenfaser.

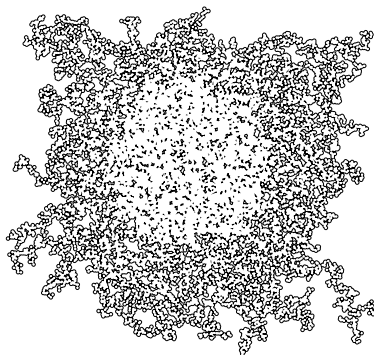


Abb. 2: Partikel-Substrat

Nervenleitgeschwindigkeit ⁷

Fasertyp/-klasse (nach Erlanger/Gasser)	Leitungsgeschwindigkeit	Durchmesser	Kommentar
A α	60 – 120 m/s	10–20 μm	Muskelkontraktion / aktive Bewegung
A β	40 – 90 m/s	7–15 μm	Hautrezeptoren (Berührung, Druck)
A γ	20 – 50 m/s	4–8 μm	
A δ	10 – 30 m/s	2–5 μm	Hautrezeptoren (Temperatur, schneller Schmerz)
B	5 – 20 m/s	1–3 μm	
C (ohne Myelinscheide)	0,5 – 2 m/s	0,5–1,5 μm	langsamer Schmerz, Thermorezeptoren

Fasertyp **A α** weist eine Leitungsgeschwindigkeit von **60–120 Meter die Sekunde** auf. Somit wäre selbst die schnellste Nervenleitung 20,7 Stunden damit beschäftigt ein Signal von Berlin bis Tokyo zu übertragen.

Zum Vergleich:

- Olympia Goldträger Usain Bolt erreichte 2008 bei seinem 100-Meter-Lauf eine Höchstgeschwindigkeit von 43,9 km/h. Das entspricht 12,19 m/s und fällt unter anderem in den Bereich des Fasertyps A δ , der für Temperaturempfinden und die Wahrnehmung von schnellem Schmerz (10 - 30 m/s) zuständig ist.

Das Internet, ein Netzwerk, das sich mittlerweile über die ganze Welt erstreckt, bietet da ganz andere Möglichkeiten. Auch hier hat der Mensch ein ‚Werkzeug‘ entwickelt. Der Geschwindigkeitswert wird unter anderem auch als Ping bezeichnet und in Millisekunden angegeben.

Ping (Datenübertragung) ⁸

Ping ist ein Diagnose-Werkzeug, mit dem überprüft werden kann, ob ein bestimmter Host in einem IP-Netzwerk erreichbar ist. Daneben geben die meisten heutigen Implementierungen dieses Werkzeuges auch die Zeitspanne zwischen dem Aussenden eines Paketes zu diesem Host und dem Empfangen eines daraufhin unmittelbar zurückgeschickten Antwortpaketes an [...]. Die Paketumlaufzeit wird als round trip delay (RTD), round-trip-time (RTT) und im Deutschen häufig verkürzt als Pingdauer, Ping-Zeit oder schlicht Ping bezeichnet. Diese gemessene Latenz umfasst sowohl die entfernungsabhängige elektrische Signallaufzeit, als auch die Verarbeitungszeit in den als Zwischenstationen fungierenden Routern, zudem die Verarbeitungszeit in den TCP/IP-Stacks des Absende- und Zielrechners. Auf Verbindungen mit hoher Auslastung erhöhen sich die Zeiten durch Sendewarteschlangen in den jeweiligen Routern.

Die Entfernung zwischen zwei beliebigen Punkten auf der Erdoberfläche ist durch die zugehörige Orthodrome gegeben. Dividiert man die Entfernung durch die Übertragungsgeschwindigkeit und multipliziert anschließend das Ergebnis mit zwei (wegen der Zeitberechnung für Hin- und Rückweg), so erhält man die minimal mögliche RTT. Beispiel: Die Entfernung zwischen Berlin und Tokio beträgt 8941,2 km. Geht man von einer Übertragung mit Lichtgeschwindigkeit (im Vakuum ca. 300.000 km/s) aus, so ergibt sich eine minimal mögliche Paketumlaufzeit von etwa

$$2 \cdot \frac{8941,2 \text{ km}}{300000 \text{ km/s}} \approx 0,0596 \text{ s} = 59,6 \text{ ms}$$

Ein realistischerer Wert für die Geschwindigkeit wäre etwa 150.000 km/s, wenn man die in der Materie (Glasfaser) reduzierte Lichtgeschwindigkeit sowie Verzögerungen an Umsetzstationen, Routern und Switches berücksichtigt. Unter Annahme dieser realistischeren Geschwindigkeit und dem direkten Leitungsweg ergibt sich eine minimale Pingzeit von etwa 120 ms.

In der Praxis liegt der Wert jedoch viel höher. So ergeben sich Laufzeiten von etwa 200 bis 300 ms zwischen Berlin und Tokio, da manche Verbindungen von Europa nach Asien nicht auf dem direkten Weg, sondern über die Vereinigten Staaten geroutet werden.

Wie bereits festgestellt beträgt die Distanz zwischen Berlin und Tokio 8941,2 km (Luftlinie).

Für diese Strecke ohne Rückweg benötigt

- Licht 29,8 Millisekunden.
- ein Datenpaket über Satellit, Router, und diverse Server 100 bis 150 Millisekunden.
- eine schnelle Nervenfaser 20,7 Stunden.
- die Concorde, wäre sie diese Strecke geflogen, 3,72 Stunden (berechnet mit einer theoretisch gleichbleibender Spitzengeschwindigkeit von 2.405 km/h).
- ein realistischer Flug mit Zwischenstopp in Helsinki 11 Stunden und 50 Minuten.

Somit sind wir in der Signalübertragung durch Technik um einiges näher an der Lichtgeschwindigkeit als die organischen Nervenzellen. Selbst im Personentransport durch Flugzeuge, bewegen sich menschliche Körper schneller fort als ein Signal in einer Nervenfaser.

Je schneller die Übertragungsleistung wird, um so mehr Daten pro Sekunde muss ein Prozessor verarbeiten. Wie bereits festgestellt ist dabei auf den Rohstoff **Silicium** nicht mehr zu verzichten.

Silicium ⁹

In der Erdhülle ist es, auf den Massenanteil bezogen, nach Sauerstoff das zweithäufigste Element. [...]

Ausgangsmaterial [für die Gewinnung von Silicium in der Industrie] ist Quarzsand oder Quarzkieis.

Inspiriert von der Natur eröffnen sich Forschungsfelder wie Bionik, die versuchen die Feinheiten der Natur ins Technische zu übersetzen. Der Mensch erfährt dabei eine Erweiterung seiner Sinne und Fähigkeiten. Diese Erweiterung durch beispielsweise Mikrosensoren, Internet oder Smartphones soll dem Mensch eine Stütze sein. Ohne diesen so genannten „Fortschritt“ wäre er in der heutigen Welt mit seiner eigenen Grobheit überfordert. Das moderne Feld der Technologie ist somit der Versuch die natürliche Grobheit zu überbrücken. Dieser Beipackzettel ist im Rahmen des Projekts „Natürliche Grobheit“ entstanden. Er ist Bestandteil einer großteiligen Mixed Media Installation und als eine Ergänzung zu den skulpturalen Arbeiten zu verstehen.

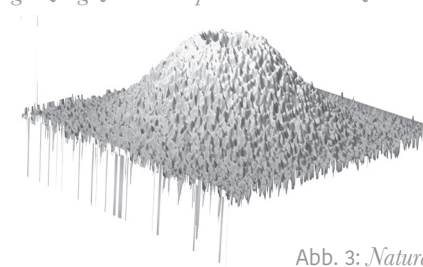


Abb. 3: Nature Tec

Quelle 1 - 9 Unter ‚de.wikipedia.org‘ sind alle Artikel mittels der Suchfunktion und dem Eingeben der jeweiligen Überschriften 1:1 wiederzufinden. Alle Inhalte dieses Zettels stützen sich auf Angaben von Wikipedia. Kursiv geschriebene Textabschnitte sind Kommentare des Künstlers.

Bildnachweis: © 1 - 3 Armin Arndt, 2018

Stand: 26. Juni 2018
Ein Projekt von Armin Arndt