

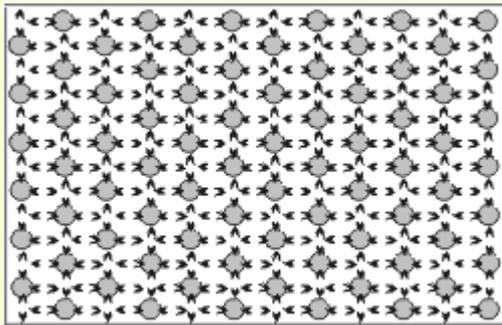
Grundlagenausbildung: Wärme

Jede Einsatzkraft benötigt grundlegende Kenntnisse über die Wirkung von Wärme sowie mögliche Varianten der Wärmeübertragung, um diese im Einsatz zu erkennen und entsprechende taktische Rückschlüsse zum Eigenschutz und zur Erfüllung des Einsatzauftrages ziehen zu können.

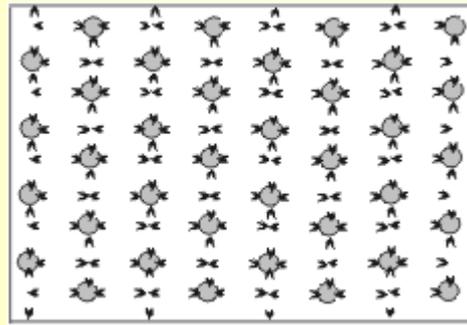
Die Brandlehre umfasst wissenschaftlich den gesamten physikalischen Prozess der Wärme, ihren Transport sowie die von Wärme verursachten Zustandsänderungen. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich nur auf einzelne Prozesse und deren Wirkung.

1. Was ist Wärme ?

Wärme ist eine Energieform. Sie ist Ausdruck der kinetischen Energie (Bewegungsenergie) der Teilchen eines Stoffes. Jeder Stoff (Gas, Flüssigkeit oder fester Stoff) besteht aus kleinsten Teilchen. Diese Teilchen befinden sich permanent in Bewegung. Wenn einem Stoff Wärme zugeführt wird, nimmt die Bewegung der Teilchen an Umfang und Geschwindigkeit zu. Wenn Wärme entzogen wird, nimmt der Umfang sowie die Geschwindigkeit der Teilchen ab. Diese physikalische Gesetzmäßigkeit wird nach ihrem Entdecker (Brown) Brownsche Molekularbewegung genannt.



Fester Stoff mit niedrigem Wärmezustand



Gleicher Stoff in einem höheren Wärmezustand

Der Wärmezustand eines Stoffes hat nur in der Theorie einen konstanten Wert. In der Realität hat ein Körper, ein Gas bzw. eine Flüssigkeit in der Regel einen unterschiedlichen Wärmezustand. Das heißt, dass sich die kleinsten Teilchen eines Stoffes je nach Lage (außen, innen, oben oder unten usw.), in einem unterschiedlichen Energiezustand befinden. Dieser Umstand ist später für einen Wärmetransport zu beachten.

Die Temperatur ist ein Maß für die Bewegungsenergie der Teilchen eines Stoffes. Je höher die Temperatur ist, um so höher ist die Bewegungsenergie der Teilchen eines Stoffes. Da Bewegungsenergie nicht kleiner als 0 sein kann, kann es **keine negativen Temperaturen** geben. 0 Kelvin entspricht 0 Bewegung der kleinsten Teilchen. Dieser absolute Nullpunkt ist die niedrigste Temperatur, die theoretisch erreicht werden kann.

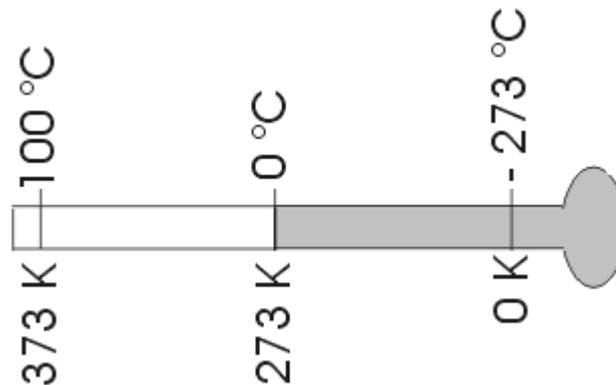
Neben Kelvin ist eine zweite Temperaturskala amtlich zugelassen. Die Celsius-Temperaturskala basiert auf dem Schmelz- und Siedepunkt des Wassers bei 1013 mbar Luftdruck.

Da der Schmelzpunkt des Wassers bei 273 K (0 °C) liegt, wird bei der Celsiusskala ein negatives Vorzeichen verwendet. Dies ist aber nur durch die Skaleneinteilung bedingt.

$$0 \text{ K} = -273 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$0 \text{ }^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$$

Eine Temperaturänderung von $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ entspricht einer Temperaturveränderung von 1 K .



2. Wirkung von Wärme

Die Wirkung von Wärme kann im Einsatz dazu führen, dass sich entstandene Gefahren wandeln, dass neue Gefahren entstehen oder das Gefahren auf Grund einer Temperaturänderung nicht mehr einsatzrelevant sind.

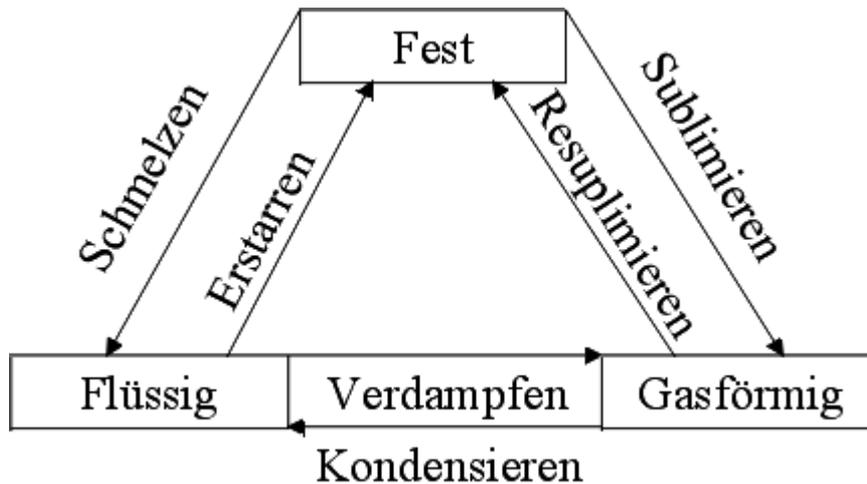
Die wichtigsten Wirkungen von Wärme auf Stoffe sind:

- Änderung der Aggregatzustände
- Änderung des Temperaturzustandes eines Stoffes
- Volumen- und Strukturveränderungen von Stoffen

Die Änderung des Aggregatzustandes eines Stoffes kann sich im Einsatz positiv und negativ auswirken.

So wird dieser physikalische Prozess beim Einsatz des Löschmittels Wasser genutzt, um einen Brandstoff zu kühlen und gleichzeitig vom Luftsauerstoff zu trennen. Nachteilig kann sich die Änderung des Aggregatzustandes hinsichtlich des Brandstoffes auswirken. So verändert sich der Aggregatzustand bestimmter Kunststoffe von fest auf flüssig, wenn diese unter Wärmezufuhr stehen. Dies kann zu einer Brandausbreitung führen bzw. ist die Ursache dafür, dass bestimmte Löschmittel nicht mehr effektiv eingesetzt werden können.

Die Änderung des Aggregatzustandes von fest über flüssig zu gasförmig erfolgt dadurch, dass die Bewegungsenergie der Teilchen, bei Zufuhr von Wärme, die Bindungsenergie (Kohäsionskräfte) überwinden. Der physikalische Zustand kann stoffbedingt durch Wärmezufuhr oder durch Wärmeentzug in jede Richtung verändert werden.



Änderung des Wärmezustandes eines Stoffes:

Die Änderung des Wärmezustandes von Stoffen kann im Einsatz zu neuen Gefahren für Einsatzkräfte führen bzw. schon erkannte Gefahren weiter potenzieren. Es ist aber auch möglich, dass auf Grund eines Wärmeentzugs bei Stoffen Gefahren vermindert werden.

Die Wärmezufuhr **bei festen Brennstoffen** (z.B. Holz oder Schwefel) führt zu einer thermischen Aufbereitung, die zu einer schlagartigen und großflächigen Entzündung (Zündtemperatur) führen kann oder aber zur Bildung von entzündbaren, giftigen oder aggressiven Dämpfen.

Die Wärmezufuhr **bei flüssigen Stoffen** verursacht neben der thermischen Aufbereitung eine höhere Verdunstungsrate, die sich je nach Art der Flüssigkeit positiv oder negativ auf die Einsatzsituation auswirken kann.

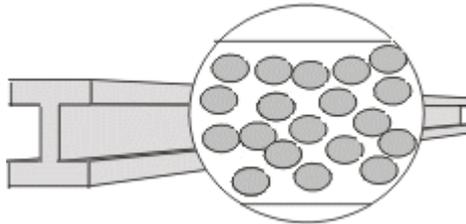
Die Änderung des Wärmezustandes **bei gasförmigen** Stoffen verändert bzw. beeinflusst in erster Linie das Ausbreitungsverhalten derartiger Stoffe.

Volumenänderung von Stoffen bei Wärmezustandsänderungen:

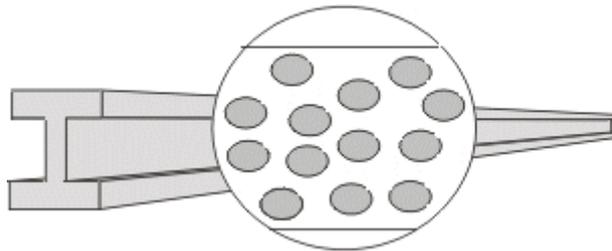
Die Volumenänderung bei Stoffen durch unterschiedliche Wärmezustände kann im Einsatz zu Gefahren wie Einsturz oder Behälterzerknall führen.

Die Volumenänderung bei Wärmezufuhr basiert auf der größeren Bewegung der Teilchen eines Stoffes. Ein Teilchen eines Stoffes nimmt bei einem höheren Wärmezustand einen größeren Raum ein, das heißt, es braucht mehr Platz. Aus diesem Grund dehnen sich feste, flüssige und gasförmige Stoffe bei Wärmezufuhr aus. Bei Wärmeentzug wird die Bewegungsenergie kleiner. Demzufolge wird das Volumen geringer. (Ausnahme Wasser)
Feste, flüssige oder gasförmige Stoffe weisen jedoch bei ihrer Ausdehnung unterschiedliche Merkmale auf.

Volumenänderung bei festen Stoffen



Die Erwärmung eines Stahlträgers führt dazu, dass sich sein Volumen vergrößert. Da die Volumenzunahme direkt proportional zum Ausgangsvolumen steht, verändern sich die Maße im Verhältnis zum Ausgangsobjekt. Das heißt, ein Stahlträger wird bei Wärmezufuhr in erster Linie länger. Wenn ein 10 m langer Stahlträger um 200 °C erwärmt wird, nimmt seine Länge um 3,6 cm zu. Dies kann bei Brandeinsätzen dazu führen, dass sich an Knotenpunkten von Stahlkonstruktionen ein Druck aufbaut, der zum Einsturz führen kann. Gleichzeitig verlieren feste Stoffe bei Erwärmung ihre „innere Struktur“. Dies führt zu Veränderungen ihrer Belastbarkeit.



Volumenänderung bei flüssigen Stoffen

Flüssige Stoffe werden in der Regel in geschlossenen Behältern gelagert oder transportiert. Bei einer Wärmezufuhr kommt es zu einer Wechselwirkung zwischen Temperatur und Druck, die zu einem Behälterzerknall führen kann.

Wenn in einem geschlossenen Behälter einem flüssigen Stoff Wärme zugeführt wird, dehnt dieser sich auf Grund des kinetischen Energiezustandes der Teilchen aus. Da jedoch die Behälterwand ab einem bestimmten Punkt eine weitere Ausdehnung des Volumens verhindert, erhöht sich zwangsläufig der Druck in dem geschlossenen System. Wenn aber eine Flüssigkeit unter Druck gesetzt wird, werden die Teilchen der Flüssigkeit zusammengepresst. Dadurch wird die Bewegungsenergie der Teilchen erhöht, was wiederum eine Erhöhung der Temperatur zur Folge hat. So kann pro 1°C eine Druckerhöhung von 12 bar in einem geschlossenen System verursachen.

Volumenänderung bei gasförmigen Stoffen

Gasförmige Stoffe verhalten sich bei Wärmezufuhr ähnlich wie flüssige Stoffe. In einem geschlossenen System, bei dem keine Volumenzunahme (verursacht durch die erhöhte Bewegungsenergie der Teilchen) möglich ist, erhöht sich zwangsläufig der Druck. Die Wechselwirkung Druck – Temperatur gilt auch bei gasförmigen Stoffen. Der Druck erhöht sich pro 1 °C um $1/273$. Das heißt, wenn ein gasförmiger Stoff um 273 °C erwärmt wurde, ist der Druck in einem geschlossenen System um das Doppelte gestiegen.