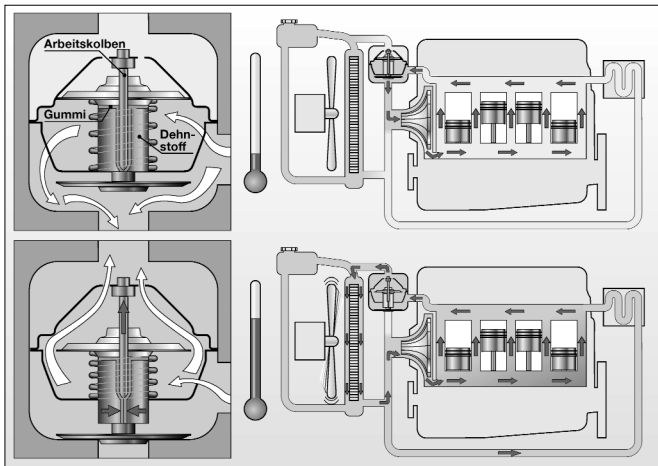


Transparent 8: Wärmelehre



Einsatz des Transparents

Mit diesem Transparent werden die Teilaspekte Wärmetransport durch Materie sowie Wärmeausdehnung an einem typischen Anwendungsbeispiel im Kraftfahrzeug vorgestellt: dem Kühlsystem eines flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotors.

Diese beiden Aspekte zum Thema Wärmelehre sind auf dem Transparent gekoppelt, da beide Erscheinungen beim Kühlsystem eine wichtige Rolle spielen.

Der rechte Teil der Folie betrifft den **Wärmetransport**. Er zeigt das Kühlsystem in zwei Zuständen:

- anfängliche Warmlaufphase
- maximale Kühlleistung.

Dieser Teil der Folie eignet sich sowohl für eine motivierende Hinführung zum Thema „Wärmetransport durch Materie“ als auch für eine Nachbesprechung und Vorstellung einer weit verbreiteten Anwendung.

Der linke Teil der Folie zeigt als Anwendungsbeispiel für die **Wärmeausdehnung** ein Kühlwasserthermostat heute üblicher Bauweise. Der Einsatz dieses Folienteils ermöglicht im Unterricht im Anschluss an die Behandlung der Wärmeausdehnung ein sehr interessantes Beispiel aus der Technik zu besprechen.

Inhalt des Transparents

Rechts Wärmetransport: Die Darstellung zeigt eine vereinfachte Übersicht über das Kühlsystem eines flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotors.

Rechts oben: Dargestellt ist zunächst die **Warmlaufphase**. Der Kühlerventilator läuft noch nicht mit. Er wird durch einen separat zuschaltbaren Elektromotor angetrieben. Dagegen arbeitet die Wasserpumpe, welche immer bei laufendem Motor mitdreht, auch jetzt schon. Sie pumpt die noch kalte Kühlflüssigkeit durch den so genannten „**kleinen Kreislauf**“. Bei diesem „kleinen Kreislauf“ zirkuliert die Kühlflüssigkeit nur durch Motorblock, Wasserpumpe und – je nach Heizungsbauweise

– eventuell noch durch die Heizung, weil das Thermostat die Verbindung zum Kühler noch geschlossen hält. In diesem Zustand erreicht der Motor schnell höhere Temperaturen, da keine Kühlung durch den Kühler stattfindet.

Rechts unten: Beim Erreichen einer bestimmten Temperatur gibt der eingebaute Thermostat der Kühlflüssigkeit auch den Weg über den Kühler frei. Mit zunehmender Erwärmung wird der Anteil der direkt zum Motorblock zurückströmenden Flüssigkeit immer geringer, und es wächst der Anteil, der durch den Kühler fließt. Es wird nun auch der so genannte „**große Kreislauf**“ durchflossen. Mit zunehmender Erwärmung wird auch der Kühlerventilator zum Mitlaufen eingeschaltet. Nur wenn der Motor stark belastet wird, wie etwa durch eine längere Steigungsstrecke bei hohen Außentemperaturen und voller Zuladung, fließt **sämtliche** Kühlflüssigkeit über den „großen Kreislauf“.

Links: Die Abbildung erklärt die Funktionsweise des im Kühlkreislauf so wichtigen **Kühlwasserthermostats**. Es ist ein höchst interessantes Beispiel geschickter Nutzung des physikalischen Grundprinzips der **Wärmeausdehnung**.

Seine Aufgabe ist die temperaturabhängige Steuerung des Strömens der Kühlflüssigkeit: Die im Bild von links kommende erwärmte Kühlflüssigkeit aus dem Motorblock wird nach unten in den „kleinen Kreislauf“ geschickt und/oder nach oben in den „großen Kreislauf“.

Wie an der Darstellung erkennbar, funktioniert das Ventil über die Verlängerung der Baueinheit aus Dehnstoffelement und Arbeitskolben. Deren Baulänge von der unteren Dichtungsfläche bis zur Oberkante des grau gezeichneten Arbeitskolbens muss mit zunehmender Temperatur größer und mit abnehmender Temperatur kleiner werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten überlegen, wie diese Längenveränderung herbeizuführen ist:

- Eine reine Längenveränderung eines Metallbolzens, wie sie den Schülern durch andere einfache Beispiele aus dem Unterricht bekannt sein dürfte, würde angesichts der hier vorliegenden geringen Gesamtlänge nur zu einer nahezu unmerklichen Längenänderung führen.
- Eine vielleicht denkbare Alternative wäre eine Längenänderung, hervorgerufen durch einen metallenen, mit einer geeigneten leichtsiedenden Flüssigkeit gefüllten Faltenbalg. Nach diesem Prinzip arbeitende Thermostaten – ähnlich dem der Regelung beim Kühlschrankschrankthermostaten oder bei den Automatikplatten bestimmter Elektroherde – wurden früher benutzt. Sie eignen sich jedoch nicht für die modernen, bei normaler Motortemperatur schon mit deutlichem Überdruck arbeitenden Kühlsysteme.

Der „Trick“ bei dem heute üblichen abgebildeten Thermostatmodell ist die Nutzung der wesentlich größeren **Wärmedehnung wachsender Dehnstoffe**. Dieser Dehnstoff ist im Bild orange gezeichnet. Wenn er in Folge der Wärmewirkung sein Volumen vergrößert, drückt er über die grün gezeichnete Gumm wand den Arbeitskolben, der unten stark verjüngt ist, nach oben. Geht die Ausdehnung bei Abkühlung des Systems zurück, wird durch Federwirkung einer Spiralfeder der Arbeitskolben wieder zurück gedrückt.

Für die Besprechung dieses Phänomens sollte den Schülerinnen und Schülern die Wärmedehnung fester und flüssiger Körper vertraut sein.

An dieser Stelle sei auf die Möglichkeit verwiesen, anlässlich von Werkstattbesuchen nach einem gebrauchten, noch zu Demonstrationszwecken funktionierenden Thermostaten zu fragen, um ihn im Unterricht im Experiment vorführen zu können (Wasserbad!).

Kopiervorlage

Im oberen Teil der **Kopiervorlage 8** findet sich, exemplarisch für den Begriff „Regelkreise“, eine Darstellung des **Regelvorganges** durch einen Kühlmittelthermostaten. Dieses Diagramm bedarf angesichts der Folie und der Informationen dazu an dieser Stelle keiner weiteren Erklärung für den Lehrer.

Im unteren Teil der Kopiervorlage wird ein bekanntes Beispiel für die Ausnutzung der **Wärmedehnung** behandelt: die Nutzung eines **Bimetallstreifens**.

Anmerkung: Die dargestellte Version eines Bimetallreglers, der unmittelbar das Ein- und Ausschalten des elektrischen Kühlerventilators veranlasst, wird mit dem derzeitigen Anwachsen elektronischer Steuerungen und Regelungen im Auto bald historisch sein. Doch dessen Verständlichkeit für Schülerinnen und Schüler und die Einfachheit dieser Grundschialtung machen ihn zu einem sinnvollen Beispiel.

Hinweis: Es kann, wenn interessierte Schüler dazu Fragen stellen sollten, auch auf die Nachteile (Kontaktabbrand!) einer solchen direkten Schaltung ohne zusätzliches Relais bzw. elektronische Weiterverarbeitung kurz eingegangen werden.

Lernziele

- Die Schülerinnen und Schüler sollen den Ablauf des vorgestellten Regelvorgangs mit eigenen Worten beschreiben können (je nach Intention des Lehrers: auswendig oder nur anhand dieser Darstellung).
- Die Schüler sollen das Prinzip eines Regelkreises erklären können.
- Die Schüler sollen die Funktion eines Bimetallstreifens kennen und richtig beschreiben können.
- Die Schüler sollen die Verwendung eines solchen Streifens zum Zwecke der Temperaturregelung analysieren und beschreiben können.

Lösung der Kopiervorlage:

Aufgabe 1:

Das Bimetallstück wird sich mit zunehmender Temperatur nach oben biegen, so dass der Kontaktabstand immer geringer wird.

Aufgabe 2:

Das untere Teil des Bimetalls dehnt sich bei gleicher Temperaturerhöhung stärker aus. Denn das untere Teil muss sich offensichtlich stärker ausdehnen, um die beschriebene Krümmung des Streifens zu erreichen.

Aufgabe 3:

Die richtige Reihenfolge ist:

- Das Kühlmittel wird ohne Ventilator immer wärmer.
- Das Bimetall biegt sich nach oben.
- Der Kontakt wird geschlossen.
- Das Kühlmittel wird dank Ventilator stärker gekühlt.
- Das Bimetall biegt sich nach unten.
- Der Kontakt wird geöffnet.