

Biologie, Physik Nr.: 12	Thermografie	Klassenstufe: 9/10
------------------------------------	---------------------	---------------------------

Kompetenzen Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> • Energie F3.2 Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> • E 1, E 2, E3 • E 6 Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • K 1.1 • K 1.4 • K 1.5 • K 2.3 • K 2.2 	Die Schülerinnen und Schüler... führen die auf den Thermogrammen sichtbar gemachten Oberflächentemperaturen auf die damit verbundene Energieabgabe zurück (Aufgabe 2) beschreiben die Thermogramme, erarbeiten relevante Informationen, werten diese aus, formulieren und diskutieren eigene Fragestellungen (Aufgabe 2) erstellen aufgrund ihres bisher erworbenen Wissens über die Thermografie ein eigenes Wärmebild (Aufgabe 3) recherchieren im Internet nach aussagekräftigen Thermogrammen (Aufgabe 1) stellen Zusammenhänge zwischen den Aussagen der gefundenen Thermogramme und ihren Alltagserfahrungen her (Aufgabe 2) beschreiben, deuten und erklären die Aussagen der Thermogramme unter Verwendung einer wissenschaftlichen Fachsprache (Aufgabe 2) kommunizieren in verschiedenen Sozialformen (Aufgabe 2) suchen nach anderen Sachverhalten, die ebenfalls eine farbcodierte Darstellungsform verwenden (Aufgabe 4) stellen Methoden naturwissenschaftlicher Untersuchungen, hier am Beispiel „Thermografie“, dar und argumentieren damit fachlich korrekt und folgerichtig (Aufgabe 2)
---	--

Quellenangaben:

M2: Hand, Platine InfraTec GmbH Dresden <http://InfraTec.de>
 Silobrand FLIER Systems, <http://www.flir.de/success/pdfs/ChemiePM1.pdf>

Lernvoraussetzungen:

Temperatur und ihre Messung
 Wärmeübertragung (insbesondere Wärmestrahlung)

Thermographie**Konzeption der Aufgabe:**

In dieser Aufgabe wird das Verfahren Thermographie sowohl für physikalische als auch für biologische Untersuchungen genutzt, bei denen sich aus der Temperaturverteilung an der Oberfläche eines Körpers Schlussfolgerungen ziehen lassen.

Es gibt viele Beispiele für die Methode, verschiedene Werte einer Größe durch Farben darzustellen und einer Fläche zuzuordnen, indem entsprechende Teile passend eingefärbt werden. So kann man am Fach Erdkunde anknüpfen, wo Höhen über bzw. unter NN, Bevölkerungsdichten oder mittlere Jahrestemperaturen auf Karten entsprechend farbig dargestellt sind.

Die Aufgabe besteht aus einem fachübergreifenden Teil zum Arbeiten mit Thermogrammen, die gelesen oder selbst erstellt werden (Digitalthermometer). Anschließende Aufgaben thematisieren Anwendungen der Thermografie in der Bauphysik und Medizin bzw. Tiermedizin. Die Aufgaben lassen sich sowohl getrennt im Unterricht der Fächer Physik oder Biologie als auch fachübergreifend einsetzen.

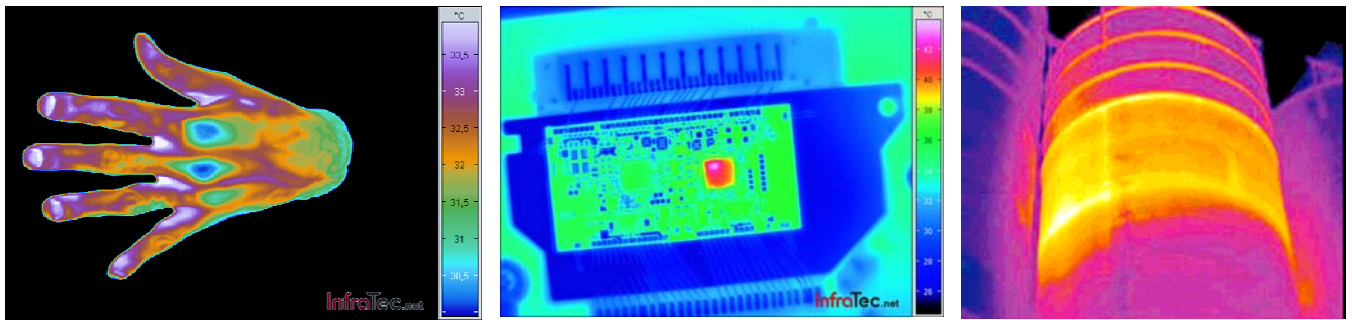
Arbeitsmaterial/Situationsbeschreibung:

„Ich sehe was, was du nicht siehst!“
 Moderne Messmethoden erweitern unsere Sinne

M1

Jeder Körper gibt eine für den Menschen unsichtbare Strahlung ab (Infrarotstrahlung). Diese ist umso intensiver, je höher die Oberflächentemperatur ist. Bei der Thermografie werden die Oberflächentemperaturen mit einer speziellen Kamera registriert und in unterschiedlichen Farben dargestellt (s. M2) – die Farben können dabei für die jeweilige Temperatur frei gewählt werden.

M2



Hand
 © InfraTec GmbH Dresden

Platine
 © InfraTec GmbH Dresden

Brand in einem Silo
 © FLIER Systems

Arbeitsauftrag:

1. Finde weitere Thermografieaufnahmen (im Internet).
2. Diskutiere mit deinem Nachbarn, welche Aussagen du zu der Temperaturverteilung auf den Bildern (Internetbilder) machen kannst.
3. Erstelle ein eigenes Thermogramm. (Verwende dazu ein Infrarotthermometer.)
4. Finde weitere Beispiele, die solche Farbcodierungen verwenden.
5. Anwendungsbeispiele
 a) Physik b) Biologie

Lösungserwartungen:

	I	II	III
1. (individuelle Lösung, s. auch Beispiele der Fachteile Physik und Biologie)	K		
2. (individuelle Lösung, s. auch Beispiele der Fachteile Physik und Biologie), z. B. zu M2: verschiedene Temperaturverläufe bzw. –zonen unterschiedlicher Temperatur können an den dargestellten Beispielbildern erkannt, beschrieben und entsprechende Schlussfolgerungen bzw. Überlegungen abgeleitet werden		F E	K
3. individuelle Lösung (Hinweis: günstige Infrarotthermometer sind im Fachhandel ab 25,- € erhältlich; ggf. können IR-Fieberthermometer auch von den Lernenden mitgebracht werden)		F	E
4. Beispiele: Höhenlinien, Niederschlagsmengen, Diagramme zu regionalen Verteilungen des Einkommens, des Wasserverbrauches, der Strahlungsbelastungen, ...	K		
5. (s. Teilaufgaben)			

Bemerkungen:

Der Informationstext/die Situationsbeschreibung kann im Sinne eines erhöhten Anforderungsniveaus (z. B. Gymnasium) auch weggelassen werden.

Fachteil Physik

<p>Kompetenzen</p> <p>Fachwissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkung F 2.3 • System F 3.2 • Energie F 4.3 <p>Erkenntnisgewinnung</p> <ul style="list-style-type: none"> • E 1, E 3 • E 4 <p>Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> • K 1.1 • K 1.5 <p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> • B 7 	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>führen die in Thermogrammen sichtbar gemachten Oberflächentemperaturen auf die Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Baumaterialien und die damit verbundene erhöhte Energieabgabe zurück</p> <p>beschreiben zwei Thermogramme und deuten die dargestellten Messwerte hinsichtlich der Wärmeverluste an einer Außenfassade bzw. einem Fenster (Aufgabe 1)</p> <p>begründen das Schließen von Rollläden und Vorhängen als Wärmeschutzmaßnahme aus physikalischer Sicht (Aufgabe 2)</p> <p>erläutern und begründen die Gefahr der Schimmelbildung in Wohnräumen (Aufgabe 3)</p> <p>analysieren und deuten zwei Thermogramme (Aufgabe 1)</p> <p>beschreiben, veranschaulichen und erklären Wärmeübertragung am Beispiel „Haus“ bzw. „Fenster“ unter Verwendung der physikalischen Fachsprache (Aufgabe 1-4)</p> <p>nennen und erläutern Maßnahmen und Verhaltensregeln zum Wärmeschutz (Aufgabe 4)</p>
---	--

Quellenangaben:

M1, M2: <http://www.bauthermografie-luftdichtheit.de>

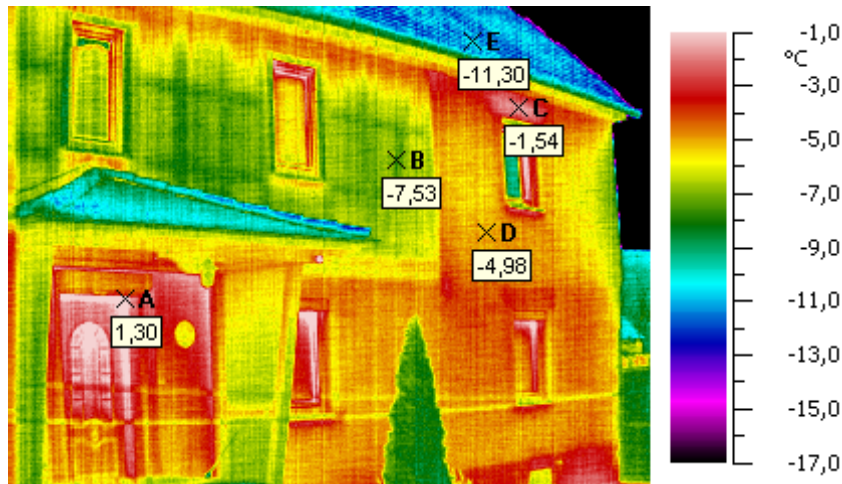
Lernvoraussetzungen:

Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Wärmestrahlung)
 Aggregatzustände und Temperatur
 Luftbestandteile, Sättigungspunkt

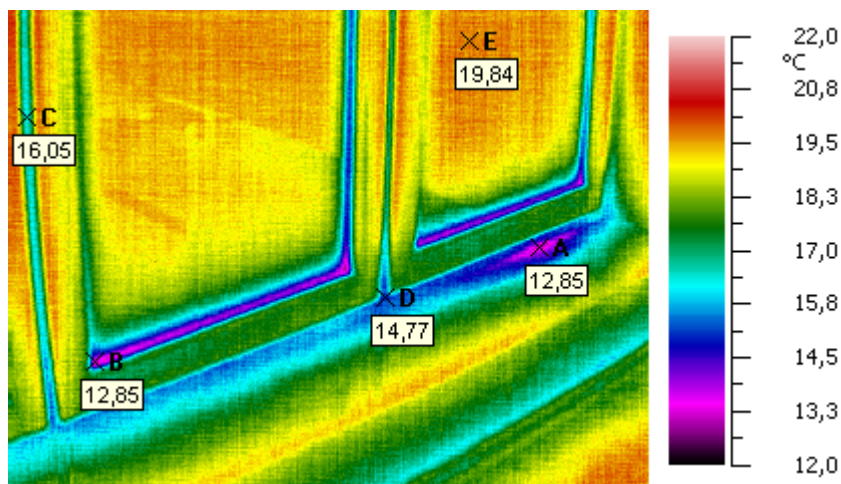
Arbeitsmaterial/Situationsbeschreibung:

„Ich sehe was, was du nicht siehst!“
 Moderne Messmethoden erweitern unsere Sinne
 - Physik -

M1 <http://www.bauthermografie-luftdichtheit.de> / Tel.:03642-23328



M2 <http://www.bauthermografie-luftdichtheit.de> / Tel.:03642-23328

**Arbeitsauftrag:**

1. Betrachte die Thermografie-Aufnahme M1. Beschreibe und erläutere die Temperaturverteilung an der Hauswand.
2. Begründe, warum es sinnvoll ist, nachts Vorhänge und Rollläden zu schließen.
3. An feuchten Stellen ist eine erhöhte Schimmelgefahr gegeben. Markiere in M1/M2, wo solche Bereiche auftreten können, und begründe deine Antwort.
 (→ ggf. Hilfe: Informiere dich über die Begriffe: absolute Luftfeuchtigkeit, relative Luftfeuchtigkeit, Taupunkt, Schimmelbildung (ggf. Zusatzaufgabe: Bestimme die Luftfeuchtigkeit innerhalb und außerhalb des Raumes mithilfe eines Hygrometers, wie erklärst du dir die Unterschiede?))
4. Schlage dem Hausbesitzer Wärmeschutzmaßnahmen vor und erkläre ihm ihre Wirkungsweise.

Lösungserwartungen:	I	II	III
<p>1. An Fenstern und Rollladenkästen, vor allem aber im Haustürbereich und an der Kelleroberdecke sind hohe Außenwandtemperaturen erkennbar und lassen somit auf große Wärmeverluste schließen. Das Dach hat eine niedrige Temperatur. Mögliche Deutungen sind: Über den Dachboden geht weniger Wärme verloren, er ist entweder kälter (nicht bewohnt) oder besser gedämmt. Auch die Hausfassade zeigt unterschiedliche Temperaturen. Es werden die Baustrukturen der Wand (Holzständerbauweise, Fachwerk?) sichtbar. Für genauere Aussagen müssen die zugehörigen Innentemperaturen bekannt sein.</p> <p>2. Vorhänge und Rollläden vermindern die Wärmeverluste durch die Fenster (zusätzliche Isolation durch Material- und Luftschichten, nur geringe Konvektion, Abtransport erwärmter Luft z. B. durch Zug wird verhindert). Auf folgender Internetseite http://www.stmwivt.bayern.de/pdf/energie/merkblaetter/Merkblatt_13.pdf werden Vorhänge als temporäre Wärmeschutzmaßnahmen im Innenraumbereich aufgeführt. Siehe auch http://www.ph-heidelberg.de/org/physik/energiebericht/teil-4-2.html</p>	K	F	
<p>3. An sog. „Wärmebrücken“ geht mehr Wärmeenergie verloren; von innen betrachtet sind sie kälter als andere Wandbereiche, von außen fallen sie durch erhöhte Wandtemperaturen auf. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit speichern als kalte Luft. Wird die Luft an den kalten Wandbereichen abgekühlt, kondensiert dort die Luftfeuchtigkeit; Ist eine solche Stelle längere Zeit feucht, begünstigt dies eine Schimmelbildung. Feuchtigkeit tritt erst auf, wenn der Taupunkt unterschritten wird, die Schimmelbildung kann aber auch schon vorher einsetzen. zu M1: Haustüranlage, Kellerdeckenbereich, Fenster und Rollladenkästen, zu M2: Schimmelgefahr am Fensterrahmen (aufgrund schlechter Dichtung)</p>		F E	
<p>4. Mögliche Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bautechnische Maßnahmen: Wärmedämmung, Einbau von Fenstern mit Mehrfachverglasung, Fensterdichtungen kontrollieren, sinnvolle Bauplanung - kein Dauerlüften durch gekippte Fenster, besser: kurz Fenster vollständig öffnen - Türen zu nicht geheizten Räumen (z. B. Keller, Flur) schließen 	B	F	

<p>Bemerkungen: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und erschließen eigenständig Informationen aus dem Thermografiebild eines Hauses und leiten daraus Konsequenzen für nachhaltiges und sinnvolles Handeln her. Mögliche Ergänzungsfragen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Warum ist die Hauskante offensichtlich kühler? - Das Dach ist kühler als der Straßenboden. Kannst du dieses Phänomen begründen?

Fachteil Biologie

Biologie Nr.: 12	Anwendung der Thermografie in Biologie und Medizin	Klassenstufe 7/8
-------------------------	--	-------------------------

Kompetenzen Fachwissen: <ul style="list-style-type: none"> • System F 1.4 • Struktur und Funktion F 2.4 	Schülerinnen und Schüler ... erkennen Wärme-Wechselwirkungen im Organismus und zwischen Organismus und Umgebung, beschreiben Mechanismen der Wärmeisolation und Wärmeregulation (Aufgabe 2, 3) erklären den Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Haut (Fell, Federn, Unterhautfett, Schweißdrüsen) sowie der Querschnittsveränderung der Arterien und dem Wärmeschutz. (Aufgabe 2)
Erkenntnisgewinnung <ul style="list-style-type: none"> • E 4; E 5 • E 5; E 11; E 3 	ordnen den Wärmebildern (=Phänomenen) biologische und medizinische Fragestellungen zu, stellen weiterführende Fragen und/oder formulieren Hypothesen, werten dazu den Lexikonartikel problembezogen aus. (Aufg. 2) entnehmen einer Versuchsanordnung (Antihistaminwirkung) zugrundeliegende Hypothesen, erklären den Versuchsaufbau und setzen die Versuchsergebnisse in Zusammenhang mit dem Lexikonartikel (Aufgabe 3)
Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • K1.1; K 1.3 • K 2.4 	erstellen eine Grafik (mind-map) aus einem Lexikonartikel oder Lehrtext oder vervollständigen eine Grafik (mind-map) zu einen Lexikonartikel. (Informationen erschließen und Informationen darstellen, Arbeit auf unterschiedlichen Kompetenzstufen möglich, Aufgabe 1) erstellen eine zweite mind-map adressaten- und themengerecht (Aufg. 4) lernen Nützlichkeit und Hindernisse digitaler Lexika kennen, erstellen Lexikonartikel für ein digitales Lexikon (Aufgabe 5)

Quellenangaben:

Thermogramme:

1. Pinguin, Nashorn, Blutgefäße Bein, Pferdhupe, Löwe: FLIER Systems:

http://www.flirthermography.de/success/ir_image_list.asp2. Elefant: <http://www.vath.de/index.php?p=thermografie&>3. Robbe, Rheumapatient: [http://www.radiobremen.de/magazin/wissenschaft/stadt-der-](http://www.radiobremen.de/magazin/wissenschaft/stadt-der-wissenschaft/themen/thermowind.html)[wissenschaft/themen/thermowind.html](http://www.radiobremen.de/magazin/wissenschaft/stadt-der-wissenschaft/themen/thermowind.html). © Radio-Bremen-Online, Radio-Bremen Film, Firma Thermowind GmbH, Am Lunedeich 70, 27572 Bremerhaven4. Eidechse: http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/image_galleries/ir_zoo/lizard.html

5. Histaminwirkung: Copyright © 1999- 2006 by Fraunhofer ITEM

6. Hand: "Rauchen - Materialien für die Suchtprävention in den Klassen 5 - 10", S. 114, ISBN 3-933191-93-9, © Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), Ostmerheimer Str. 220, 51109 Köln

Lernvoraussetzungen:

Methode, Texte durch Mind-Maps zu ordnen, muss bekannt sein

Farbgebung bei Wärmebildern

Arbeitsmaterial:

M1a: Lexikonartikel: Anwendung der Thermografie in Biologie und Medizin

Lebewesen haben einen Wärmehaushalt

Ein Kennzeichen von Lebewesen ist ihr Stoffwechsel, der in jeder Zelle stattfindet und Wärmeenergie freisetzt. Der Stoffwechsel in einem Organismus ist nicht überall gleich intensiv: Dort, wo Zellen sich teilen oder dort, wo eine vermehrte Stoffproduktion stattfindet, ist die Wärmeabgabe erhöht. Sowohl eine vermehrte Teilungsrates als auch eine größere Stoffwechselaktivität der Zellen findet man z. B. in krankhaft veränderten Geweben (Tumore, Entzündungen) oder während der Embryonalentwicklung. Ein aktiver Stoffwechsel setzt Wärme frei - anders herum begünstigt Wärme auch die Aktivität von Stoffwechsel und Lebewesen: Pflanzen und Mikroorganismen vermehren sich doppelt bis vierfach so schnell, wenn die Temperatur um 10 Grad steigt, wechselwarme (poikilotherme) Tiere werden flinker und beweglicher. Durch gezielten Ortswechsel vom Sonnenbad zum Schattenplatz können wechselwarme Tiere ihre Körpertemperatur beeinflussen. Ein warmer Körper ist leistungsfähiger. Steigt die Temperatur deutlich über 42 Grad, droht jedoch der Wärmestau.

Die Aktivität und der Stoffwechsel gleichwarmer (homöotherme) Tiere (Vögel und die Säugetiere), deren Körpertemperatur konstante 35-37 Grad beträgt, funktioniert unabhängig von der Außentemperatur. Der damit verbundene Selektionsvorteil ermöglichte es diesen Tiergruppen, sich in relativ kurzer Zeit über die ganze Erde zu verbreiten und (fast) alle Klimazonen zu besiedeln. Allerdings benötigen homöotherme Tiere mehr Nahrung als poikilotherme, weil die Körperwärme durch Veratmung von Nährstoffen bereitgestellt wird. Ein effektiver Schutz vor Wärmeverlust (=Wärmeisolation) spart Nahrung, je besser die Wärmeisolation, desto weniger Nahrung braucht das Tier. Wärmeisolation ist also auch ein Selektionsfaktor.

Insbesondere homöotherme Wassertiere bedürfen einer hervorragenden Wärmeisolation, denn Wasser hat eine viel größere Wärmeleitfähigkeit als Luft. Die Isolation wird besonders bei Wassertieren über ein besonders gut ausgeprägtes Unterhautfettgewebe erreicht. Jungtiere besitzen noch keine isolierende Fettschicht und sind gegen Auskühlung (gemäßigte und arktische Klimazonen) oder Überhitzung (Subtropen) wenig geschützt. Fell oder Federkleid sind weitere Maßnahmen zur Wärmeisolation.

Wüstentiere wie das Kamel sind an große Temperaturschwankungen angepasst: Das Fell isoliert gegen die Kälte der Nacht. Am Tag jedoch, wenn die Außentemperatur über 40 Grad ansteigt, wäre ein Kamel durch die gute Isolation des Fells lebensgefährlich durch Wärmestau („Hitzschlag“) bedroht, wenn es nicht auch Kühlmechanismen entwickelt hätte: Die staubig heiße Wüstenluft am Tag wird zunächst in der großen kühlen Nase des Tieres angefeuchtet und durch Verdunstung abgekühlt. Damit dies möglichst schnell und effektiv passiert, ist die Oberfläche der feuchten Nasenschleimhäute durch vielfache Faltungen stark vergrößert. Während die meisten Vögel und Säugetiere durch Überhitzung des Körpers Schaden nehmen, haben Wüstentiere eine genetisch verankerte größere Toleranzschwelle.

Isolations- und Kühleinrichtungen sind das Ergebnis der Anpassung an verschiedene Klimazonen. Sie erlauben es nicht, kurzzeitige Veränderungen der Körpertemperatur auszugleichen. Dazu haben Säugetiere und Vögel Regulationsmechanismen entwickelt: Bei Bewegung kann die Körpertemperatur stark ansteigen. Es ist daher notwendig, dass diese schnell reguliert wird. Die Regulation der Körpertemperatur findet auf verschiedenen Ebenen statt: Die Thermorezeptoren der Haut melden dem Gehirn, ob ein Körper aktuell Wärme verliert oder sich erwärmt. Daraufhin werden Stoffe ausgeschüttet, die die Durchblutung der Haut verändern: Bei Kälte ziehen sich die oberflächlich verlaufenden Arterien zusammen, bei Wärme weiten sie sich. Der gleiche Effekt kann auch durch Medikamente oder Drogen ausgelöst werden.

Eine lokale Veränderung der Durchblutung (und damit der Gewebetemperatur) kann auch ohne Beteiligung des Gehirns erfolgen. Bei Entzündungen weiten sich die Blutgefäße im geschädigten Gewebe: Das Gewebe wird erwärmt, dies begünstigt den Heilungsprozess.

Ein schneller Überhitzungsschutz ist die Bildung von Schweiß: Wasser verdunstet. Der endotherme Vorgang entzieht der Haut Wärme und sorgt deshalb für Kühlung. Zusätzlich wird durch die gute Wärmeleitfähigkeit des Wasserfilms auf der Haut Wärme abtransportiert. Pelztiere verschaffen sich Kühlung durch ihr Verhalten: Hunde lassen die Zunge heraus hängen und hecheln. Auch hier wirkt die Verdunstung des Wassers aus dem Rachenraum kühlend.

Säugetiere können sich auch langfristig auf Wetter- und Temperaturwechsel einstellen: Das Gehirn sendet Signale zur Schilddrüse, die mehr oder weniger Schilddrüsenhormon (Thyroxin) in das Blut ausschüttet. Zellen steigern die Wärmeproduktion durch eine vermehrte Veratmung von Nährstoffen, wenn viel Thyroxin im Blut ist. Isolation und Regulation sind Mechanismen, die homöotherme Tiergruppen überlebensfähig machen. Für die Besiedelung sehr kalter Biotope sind zusätzliche Veränderungen im Körperbau notwendig: Das warme Blut aus dem Körperinneren verläuft im Gegenstromprinzip zum abgekühlten Blut aus der Peripherie. Das Gegenstromprinzip ist auch Funktionsprinzip von technischen Wärmetauschern, z. B. Sonnenkollektoren.

M1b (Alternative zum Lexikonartikel, didaktisierter Text): Anwendung der Thermografie in Biologie und Medizin

Lebewesen haben einen Wärmehaushalt

Lebewesen produzieren Wärme. Das kommt daher, weil in den Zellen Stoffwechselprozesse stattfinden, die mit einer Wärmefreisetzung verbunden sind. Die Wärmefreisetzung ist dann besonders hoch, wenn Zellen viel Energie benötigen, z. B. bei Bewegung. Auch wenn Zellen sich teilen, setzen sie Wärme frei. Weil in entzündeten Geweben oder in Tumoren der Stoffwechsel und die Zellteilung intensiver werden, erwärmt sich dieses Gewebe stärker als gesunde, nicht entzündete Gebiete. Während der Embryonalentwicklung sind Zellteilung und Stoffwechsel ebenfalls erhöht. Für Säugetiere heißt dies, dass während der Trächtigkeit die Gebärmutter wärmer ist als umliegende Gewebe.

Lebewesen produzieren nicht nur Wärme, sie brauchen auch Wärme. Die in den Zellen stattfindenden lebenswichtigen chemischen Reaktionen funktionieren am besten, wenn die Umgebungstemperatur im Bereich von 30-15 Grad Celsius liegt („Optimumbereich“) Steigt die Temperatur über 40°C, werden bei den meisten Lebewesen wichtige Eiweiße zerstört und die Zelle stirbt.

Säugetiere und Vögel haben die Fähigkeit, ihre Körpertemperatur konstant bei einem Optimum zwischen 35 und 38 Grad zu halten. Deshalb sind diese Tiergruppen auch sehr leistungsfähig und konnten sich auf der gesamten Erde, besonders bis in die kalten Klimazonen hinein, ausbreiten. Tiere mit konstanter, regulierbarer Körpertemperatur nennt man „homöotherm“ (=gleich-warm). Demgegenüber stehen alle andere Organismen, deren Körpertemperatur je nach Umgebungstemperatur stark schwankt; man nennt sie poikilotherm (=wechsel-warm). Um die Körpertemperatur dennoch einigermaßen zu regeln, müssen z. B. Eidechsen ständig ihren Standort vom Schattenplatz zum Sonnenplatz und umgekehrt wechseln.


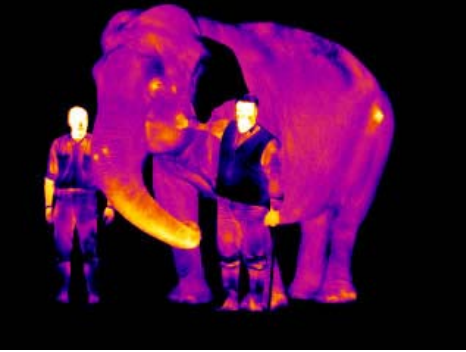
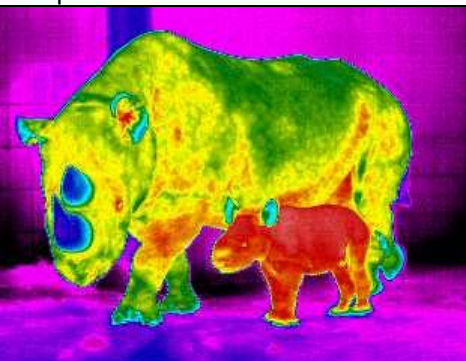
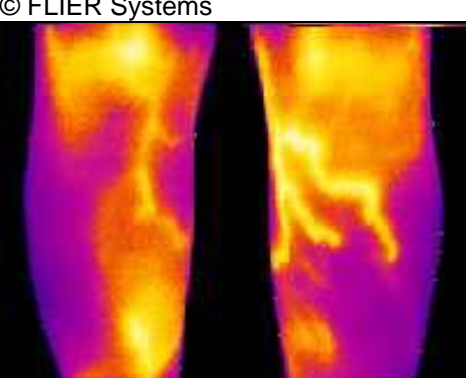
Für die Bereitstellung der Körpertemperatur müssen Nährstoffe veratmet werden. Lebewesen sparen Nahrung, wenn ihr Körper gegen Wärmeverlust geschützt ist. Den Schutz vor Wärmeverlust nennt man „Wärmeisolation“, Beispiele dafür sind Fell, Federkleid und die Fettschicht der Unterhaut. Jungtiere besitzen in der Regel noch kein ausgeprägtes Unterhautfettgewebe und sind deshalb auskühlungs- und überhitzungsgefährdet. Besonders Wassertiere und die Tiere der arktischen Klimazonen besitzen ein mächtiges Fettgewebe.

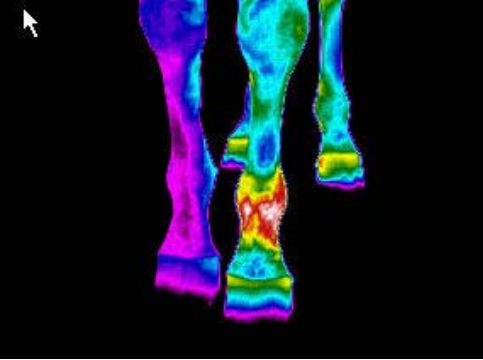
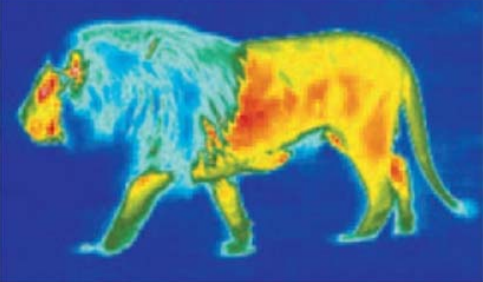

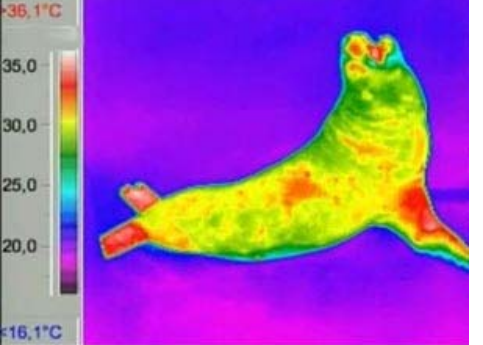
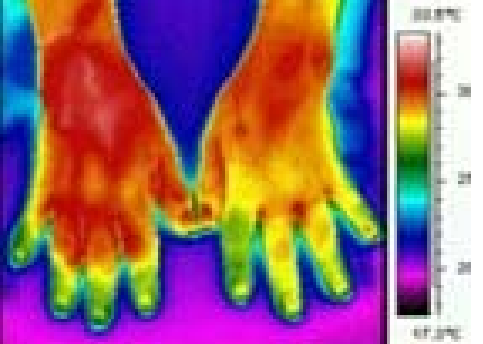
Bei Bewegung steigt die Körpertemperatur stark an. Ist der Körper zu gut isoliert, droht der Wärmestau. Deshalb kann die Körpertemperatur reguliert werden. Dies geschieht dadurch, dass die Hautdurchblutung verändert wird: Steigt die Hauttemperatur, weiten sich die Arterien – die Haut sieht rosig aus und fühlt sich warm an. Bei sinkender Hauttemperatur verengen sich die Arterien, die Blutzufuhr und der damit verbundene Wärmetransport werden dadurch gedrosselt. Die Haut wird blass und fühlt sich kalt an. Der gleiche Effekt kann durch Drogen oder Medikamente ausgelöst werden. Zum Beispiel führt Nikotin zu einer Verengung der Arterien, die Hauttemperatur nimmt dadurch ab.


Eine lokale Veränderung der Durchblutung (und damit der Gewebetemperatur) kann auch ohne Beteiligung des Gehirns erfolgen. Bei Entzündungen weiten sich die Blutgefäße im geschädigten Gewebe: Das Gewebe wird erwärmt, dies begünstigt den Heilungsprozess.

Eine weitere Möglichkeit, die Körpertemperatur schnell zu regeln, ist die Schweißbildung. Der Wasserfilm auf der Haut leitet die Körperwärme gut nach außen ab, die Wasserverdunstung bringt einen zusätzlichen Kühleffekt.

M 2: Wärmebilder mit biologischem oder medizinischem Zusammenhang

Wärmebilder (verschiedene Farbcodierungen)	zusätzliche Informationen	Auffälligkeiten	(Mögliche) Erklärung der Auffälligkeiten
 <p>© FLIER Systems</p>			
 <p>© http://www.vath.de</p>	<p>Elefant lahmt am linken Hinterbein.</p>		
 <p>© FLIER Systems</p>	<p>Neugeborenes Nas-horn</p>		
 <p>© FLIER Systems</p>	<p>Schmerzen in den Beinen, besonders im linken, Verdacht auf Venenentzündung</p>		

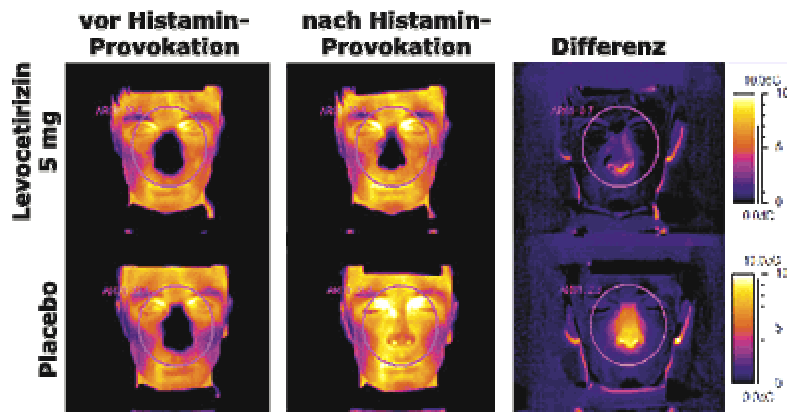
	<p>Pferd lahmt</p>		
<p>© FLIER Systems</p>			
			
<p>© FLIER Systems</p>			
			
<p>© http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/image_galleries/ir_zoo/lizard.html</p>			
	<p>Tierärztliche Untersuchung zum Erfolg einer Paarung.</p>		
<p>© Radio Bremen-Online, Radio Bremen Film, Firma Thermowind GmbH</p>			
	<p>Rheumapatient</p>		
<p>© Radio Bremen-Online, Radio Bremen Film, Firma Thermowind GmbH</p>			

 <p>© Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)</p>	<p>Oben vor dem Rauchen einer Zigarette, unten unmittelbar danach.</p>		
---	--	--	--

M 3: Medikamententest mittels Wärmekamera

Informationen:

- Bei Entzündungen schütten Mastzellen (= besondere weiße Blutkörperchen) Histamine aus, die als Gewebshormone die kleinen Blutgefäße im geschädigten Gewebe weiten und damit den Wärmetransport in das Gewebe begünstigen: Das Gewebe wird erwärmt, es schwillt aber auch zusätzlich an. Diesen Effekt kennen Allergiker als „Heuschnupfen“.
- Antihistaminika, z. B. Levocetirizin, sind Medikamente gegen Heuschnupfen.
- Man kann bei gesunden Menschen auch eine allergische Reaktion der Nasenschleimhäute provozieren, indem man ein histaminhaltiges Nasenspray gibt.



Copyright © 1999- 2006 by Fraunhofer ITEM

Arbeitsauftrag/Fragen:

1. Ordne die Informationen des Lexikon-Textes (M 1 a oder M 1b), indem du eine Mind-Map zum Thema „Wärmehaushalt von Lebewesen“ erstellst.
Alternative: „Vervollständige die Mind-Map (siehe Anhang) mit Hilfe des Lexikon-Artikels“
2. M 2 zeigt Bilder einer Wärmekamera. Fülle die Tabelle aus. Der Lexikon-Text hilft dir dabei.
3. M 3 zeigt den Einsatz einer Wärmekamera in einer wissenschaftlichen Versuchsreihe.
 - a) Erläutere die Fragestellung der Versuchsreihe!
 - b) Erstelle eine Versuchsanleitung!
 - c) Beschreibe das Ergebnis in zwei Sätzen.
 - d) Erkläre das Versuchsergebnis.
4. Eine Firma stellt Wärmebildkameras her und möchte bei biologischen Forschungseinrichtungen, Tierärzten und Ärzten für ihr technisches Gerät werben. Entwirf eine Mind-map, die z. B. in einer Werbebroschüre die „Anwendungsmöglichkeiten einer Wärmebildkamera in Biologie und Medizin“ übersichtlich darstellt.

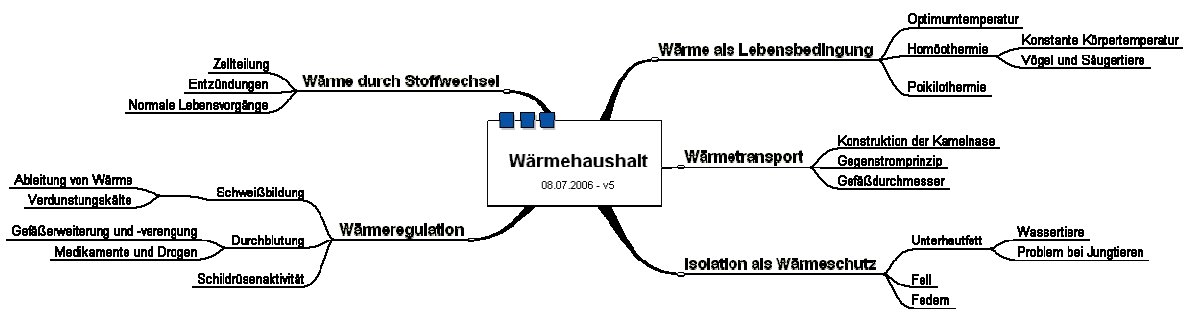
5. Öffne die Internetseite: <http://de.wikipedia.org/wiki/Thermografie> . Digitale Medien können Vernetzungen herstellen.
- Probiere die Vernetzungen aus und beurteile die Nützlichkeit der „Hinterlegungen“.
 - Der Lexikonartikel (M1) könnte auch für eine Website aufbereitet und mit anderen Seiten vernetzt werden.
 - a) Suche 5 Begriffe, deren „Hinterlegung“ du für sinnvoll hältst.
 - b) Erstelle zu einem dieser Begriffe einen Lexikon-Artikel, der zur Hinterlegung benutzt werden kann.

Lösungserwartungen und Kompetenzeinschätzungen (mit Anforderungsbereichen)

Die Aufgaben 1, 2, 3 und 5 beinhalten **offene Aufgabenstellungen**. Die Schüler werden diese Aufgaben je nach Kompetenzstand lösen. Somit eignen sich die Aufgaben für die Kompetenzdiagnose durch die Lehrkraft. Wenn Schülerinnen und Schüler ihre Lösungen einander vorstellen, wird der Vergleich zur Kompetenzentwicklung beitragen. Die Aufgaben stellen also echte Lernaufgaben dar, die einer Vor- und Nachbereitung bedürfen.


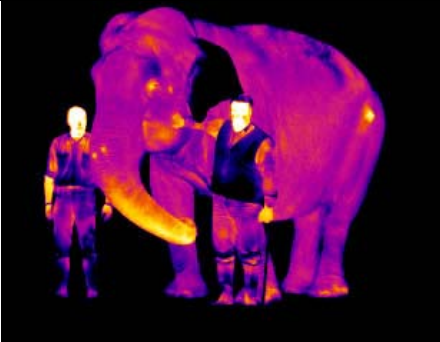
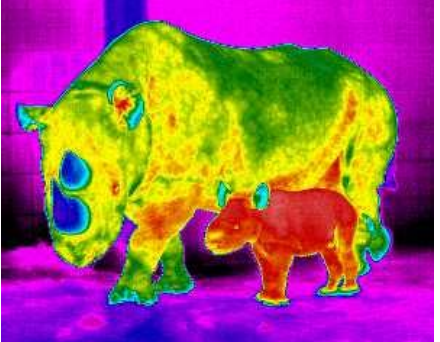

Aufgabe 1:

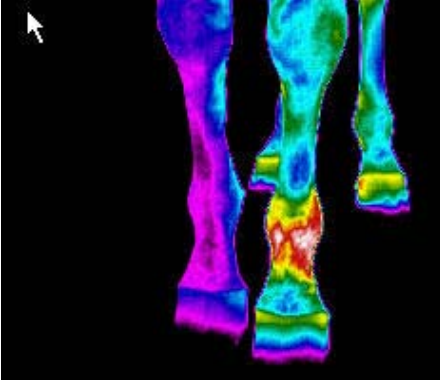
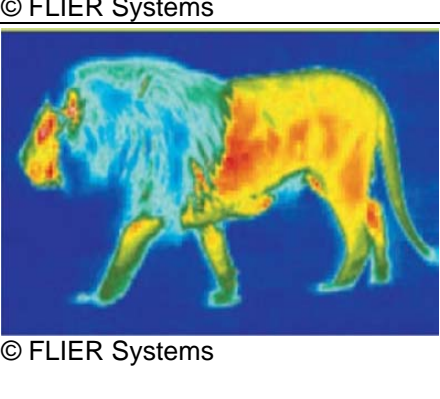
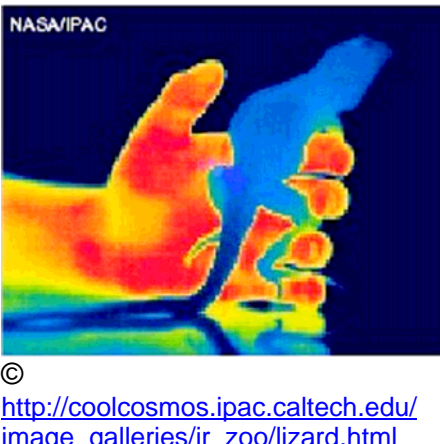
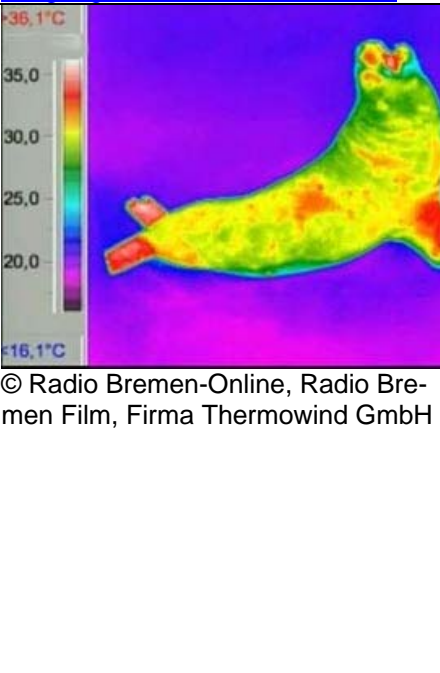
(vergrößerte Mind-Map siehe Anhang)

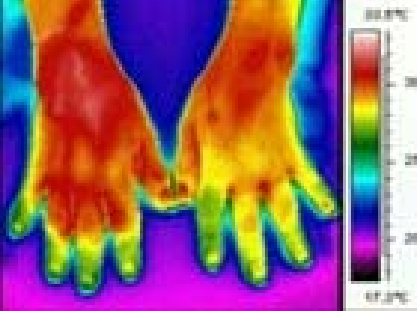
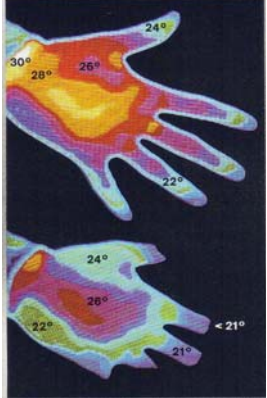


Die Aufgabenstellung ist offen und zeigt den Kompetenzstand der Schülerinnen und Schüler. Die Aufgaben ist auf drei Anforderungsbereichen bearbeitbar.

I	II	III
K	K	K

Wärmebilder (verschiedene Farbcodierungen)	zusätzliche Informationen	Auffälligkeiten	(Mögliche) Erklärung der Auffälligkeiten	E	E	E
 <p>© FLIER Systems</p>		Auffällig: Wärmefenster am Auge, Flossen und Füße haben Umgebungstemperatur	Auge ist nicht isoliert. Glaskörper zeigt die Temperatur des Körperinneren. Der Körper hat eine dicke Fettschicht, die isoliert. Die Flossen haben keine Fettschicht, die Temperaturanpassung geschieht durch Gegenstromprinzip.			
 <p>© http://www.vath.de</p>	Elefant lahmt am linken Bein.	Rote und gelbe Bereiche zeigen erwärmte Körperstellen. Am linken Bein ist die Hüfte deutlich erwärmt.	Der Elefant lahmt, weil die Hüfte entzündet ist.			
 <p>© FLIER Systems</p>	Neugeborenes Nashorn	Die Haut des Jungtiers ist wärmer als die der Mutter. Die Ohren dagegen sind deutlich kälter.	Das Jungtier besitzt noch keine isolierende Fettschicht, die vor Überhitzung durch Sonneneinstrahlung schützt. Die Ohren könnten ein Kühlmechanismus sein, es kann sein, dass das Jungtier an den Ohren Wasser verdunstet.			
 <p>© FLIER Systems</p>	Schmerzen in den Beinen, besonders im linken, Verdacht auf Venenentzündung	Knie und Unterschenkelgefäße sind erwärmt. Der Verlauf der Gefäße ist zu erkennen.	Die Vermutung auf eine Venenentzündung ist wahrscheinlich richtig, weil die Gefäße erwärmt sind. Bei Entzündungen findet eine lokale Erwärmung des Gewebes statt.			

	<p>Pferd lahmt</p>	<p>Fesselgelenk des linken Vorderbeines ist erwärmt.</p>	<p>Es liegt eine Entzündung im Fesselgelenk vor. Möglich: Sehnenentzündung, Verletzung des Gelenkes</p>			
		<p>Löwenmähne ist viel kälter als die kurzfelligen Hautpartien.</p>	<p>Das lange Fell der Mähne isoliert besser als das kurzhaarige Körperfell.</p>			
		<p>Beobachtung: Eidechse ist viel kälter als die Menschenhand</p>	<p>Die Eidechse ist ein poikilothermes Tier, das von einem kalten Ort auf die Hand genommen wurde. Menschen sind homöotherm mit einer konstanten Körpertemperatur von 36 Grad Celsius.</p>			
	<p>Tierärztliche Untersuchung zum Erfolg einer Paarung.</p>	<p>Auge, Mund, Flossen, sind wärmer als Umgebung. Auffallend ist die rote Fleckung im Bereich der inneren Organe, besonders im Unterbauch.</p>	<p>Die Flossen sind warm, weil das Tier möglicherweise in der Sonne liegt. Die Inneren Organe sind warm, wenn sie einen aktiven Stoffwechsel haben. Das große warme Areal könnte auf die Gebärmutter hinweisen, in der sich ein Embryo entwickelt. (Bauplan einer Robbe zeigt, dass hier tatsächlich der Uterus liegt).</p>			

 <p>© Radio Bremen-Online, Radio Bremen Film, Firma Thermowind GmbH</p>	Rheumapatient	Beobachtung: Handgelenk der linken Hand und rechten Hand und Fingerbasalgelenke der rechten Hand sind erwärmt	Rheuma ist eine Erkrankung, bei der Gelenke entzündet sind.			
 <p>© Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)</p>	Oben vor dem Rauchen einer Zigarette, unten unmittelbar danach.	Temperatur der Haut nimmt beim Rauchen ab	Nikotin verändert die Durchblutung der Haut. Die Arterien ziehen sich zusammen und geben weniger Wärme an die Umgebung ab. Dadurch sinkt die Hauttemperatur.			

Aufgabe 3:

- a. Es soll untersucht werden, ob das Medikament L. eine allergische Reaktion unterdrücken kann.
- b. Versuchsschritte:
 - Eine Person bekommt ein Medikament mit 5 mg L., die andere Person ein Medikament ohne Wirkstoff („Placebo“). Beide Patienten glauben, ein Medikament mit Wirkstoff zu bekommen.
 - Die Gesichter zweier Personen werden mit einer Wärmebildkamera aufgenommen.
 - Beiden Personen bekommen ein histaminhaltiges Nasenspray.
 - Die Gesichter werden wiederum mit der Wärmebildkamera fotografiert.
 - Die Wärmebilder je einer Person werden verglichen und die Temperaturunterschiede als neues Wärmebild („Differenz“) ausgewertet.
 - Den Versuch wiederholt man mit sehr vielen „Probanden“.
- c. Beide Personen haben vor der Histaminprovokation etwa gleich kalte Nasen, nach der Histaminprovokation ist die Nase des Placeboempfängers deutlich wärmer. L. ist also geeignet, eine allergische Reaktion zu unterdrücken
- d. Erklärung mit Hilfe des Lexikon-Textes: Histamine sind Gewebshormone, die bei Entzündungen ausgeschüttet werden und zur Erwärmung und Anschwellung des Gewebes (hier der Nasenschleimhaut) führen. Das Antihistamin L. wirkt dem Histamin entgegen. (Anlass für weitere Vermutungen, je nach Klassenstufe: Es kann sein, dass L. auf die Mastzellen wirkt und die Histaminausschüttung hemmt. Es kann auch sein, dass L. das Histamin bindet und unwirksam macht, es kann sein, dass sich L. auf die Zellen setzt und ein „Andocken“ der Histaminmoleküle verhindert.)

Aufgabe 4:



Aufgabe 5:

Die Schülerinnen und Schüler werden feststellen, dass die Vernetzung der Wikipedia-Begriffe nicht immer sinnvoll ist und vom Thema des Artikels wegführt. Als sinnvoll wird die knappe Definition von Fachbegriffen genannt – es bietet sich an, den Lexikonartikel nach bedeutsamen, weiterführenden Fachbegriffen zu durchforsten und dazu jeweils eine knappe Definition zu schreiben.

Didaktisch-methodische Bemerkungen:

Die Aufgabe beschäftigt sich mit dem Schwerpunkt „**Kommunikation**“. Informationen werden sowohl einem Text entnommen als auch neu zusammengestellt. Dabei lässt die Aufgabe eine **Kompetenzentwicklung** zu: Die erste Mind-Map bezieht sich auf die Visualisierung des Textes mit vorgegebener und themengleicher Überschrift, es handelt sich um ein eher geschlossenes Antwortformat. Durch Vergleich der Grafiken einer Lerngruppe kann das Leseverständnis und die Fähigkeit, Informationen zu Kategorien zu ordnen, thematisiert und überprüft werden.

Zwischen der ersten Grafik und der Abschluss-Grafik liegt ein komplexer Erkenntnisprozess, der sich über die Auswertung der Bilder und des Versuches ergibt. Die neue Grafik enthält eine veränderte Themenstellung, in der die neuen Informationen eingearbeitet werden können. Dies führt zu einer Öffnung der Aufgabe und zu verschiedenen Lösungsmöglichkeiten. Die Schülerinnen und Schüler werden Informationen zu neuen Kategorien umsortieren und neu gewonnene Erkenntnisse und Informationen einfügen. Der Vergleich von alter und neuer Grafik macht den Lernprozess deutlich.

Die Aufgabe demonstriert zwei Möglichkeiten für die Mind-Maps: 1. Als Lesehilfe und als Text-Erschließungsinstrument (Kompetenzbereich K 1) 2. Als Instrument, eigene Gedanken zu ordnen und Informationen strukturiert weiterzugeben (Kompetenzbereich K 2).

Mit Aufgabe 5 kann die Beschäftigung mit dem Lexikon-Artikel im Hinblick auf die Nutzung digitaler Medien erweitert werden. Als Lernaufgabe kann die Bearbeitung durch Hyperlinks auch kooperativ in Gruppenarbeit erfolgen. Es ist somit möglich, eigenständige Recherchen anzuregen. Hier liegt **Potential für eine fächerübergreifende Unterrichtseinheit**, die Wärmeleitfähigkeit, Wärmeisolation, Gegenstromprinzip, Verdunstungswärme, Regelkreismodelle thematisieren kann.

Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf dem Bereich „**Erkenntnisgewinnung**“. Für die Auswertung der Bildergalerie (M2) und des Versuchs (M3) sind verschiedene Teilkompetenzen notwendig, innerhalb der Aufgabe findet im Gegensatz zum Bereich Kommunikation keine gezielte Kompetenzentwicklung statt, sondern eine Kompetenzsicherung.

Unvollständige Mind-Map als strukturierte Lesehilfe – Alternativ zu den Fragen können Äste der Mind-Map fehlen. Lesehilfen in Form von Mind-Maps lassen sich sehr genau an die Lerngruppe bzw. auf den Lesekompetenzstand einzelner Schüler anpassen.

