



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

FAKULTÄT FÜR BIOLOGIE
DIDAKTIK DER BIOLOGIE



DIDAKTIK
DER BIOLOGIE
LMU



Merkmale von Unterrichtsqualität im Biologieunterricht

Maria Kramer
Didaktik der Biologie
Ludwig-Maximilians Universität München



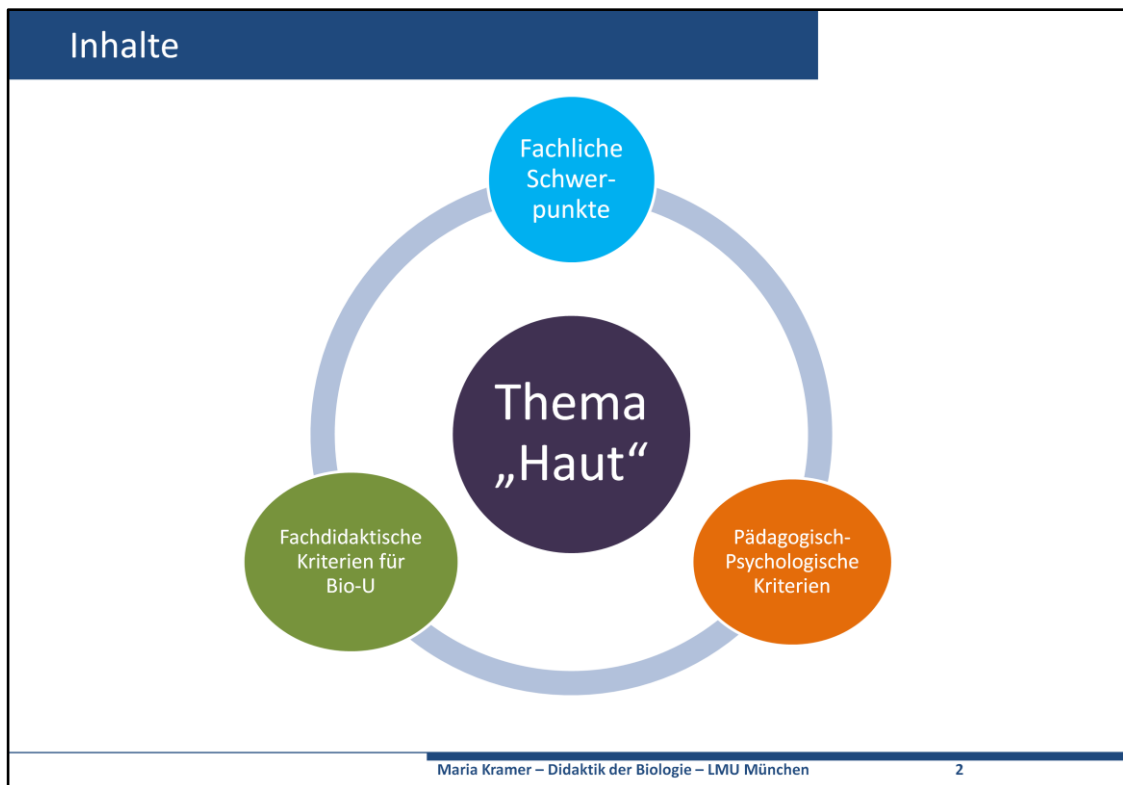
Technische Universität München



Deutsche
Forschungsgemeinschaft



d COSIMA



Ziel: Unterricht exemplarisch planen zum Themengebiet „Haut“

→ Was muss beachtet werden aus pädagogischer Sicht, aus fachdidaktischer Sicht und unter Einbeziehung der entsprechenden fachlichen Inhalte?

Fachliche Schwerpunkte

-

Die Haut

Agenda

- **Bedeutung der Haut / Grundfunktionen**

- **Strukturen und Funktionen**

- Oberhaut (und Anhangsorgane)
- Lederhaut
- Unterhaut

- **Die Haut als Sinnesorgan**

- Berührung, Druck
- Wärme, Kälte
- Schmerz

Die Haut



Quelle: Pixabay

Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

5

Die Haut ist das größte Sinnesorgan des Menschen. Sowohl für Kinder und Jugendliche als auch für Erwachsene ermöglicht sie tagtäglich im Zusammenspiel mit unzähligen anderen Komponenten des menschlichen Körpers das Fortbestehen unseres Organismus.

→ Äußere Hülle (Integument)

→ Spezifischer Aufbau, Strukturen und Funktionen → Wahrnehmung von Sinnesreizen (thermo, mechano, schmerz)

Verständnis über vielfältige Funktionen einerseits für Schule wichtig, aber auch für den Alltag für das Verstehen der Funktionsweise des eigenen menschlichen Körpers, seiner Organe und deren Zusammenspiel.

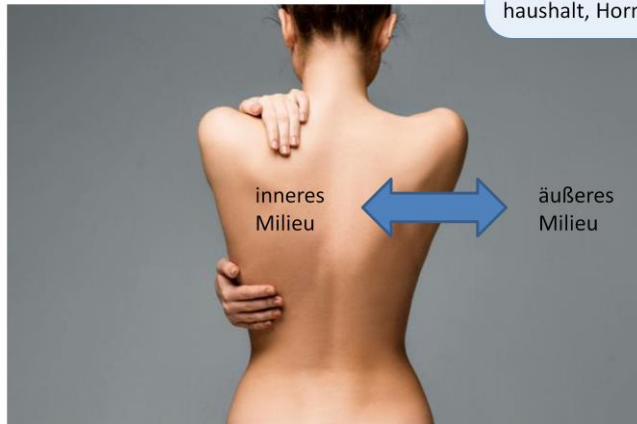
Ein tiefergehendes biologisches Fachwissen dahingehend ist vor allem auch für Lehrkräfte entscheidend, um im Unterricht professionell handeln zu können.

Bedeutung der Haut

■ Grundfunktionen

- Integument (Abgrenzung und Homöostase)

Homöostase = Aufrechterhaltung des inneren Milieus des Körpers mit Hilfe von Regelsystemen (Körpertemperatur, pH-Wert, Wasser- & Elektrolythaushalt, Hormonhaushalt)



Die Haut wird auch als Integument bezeichnet. Das Integument bildet den äußeren Überzug des Körpers – eine schützende Hülle, welche die Haut und alle sich von ihr ableitenden Bildungen wie Haare, Schuppen, Federn, Nägel oder Hörner umfasst. Bei den meisten Tieren ist es widerstandsfähig und biegsam, verleiht eine mechanische Schutzwirkung gegen Abnutzung und Durchlöcherung.

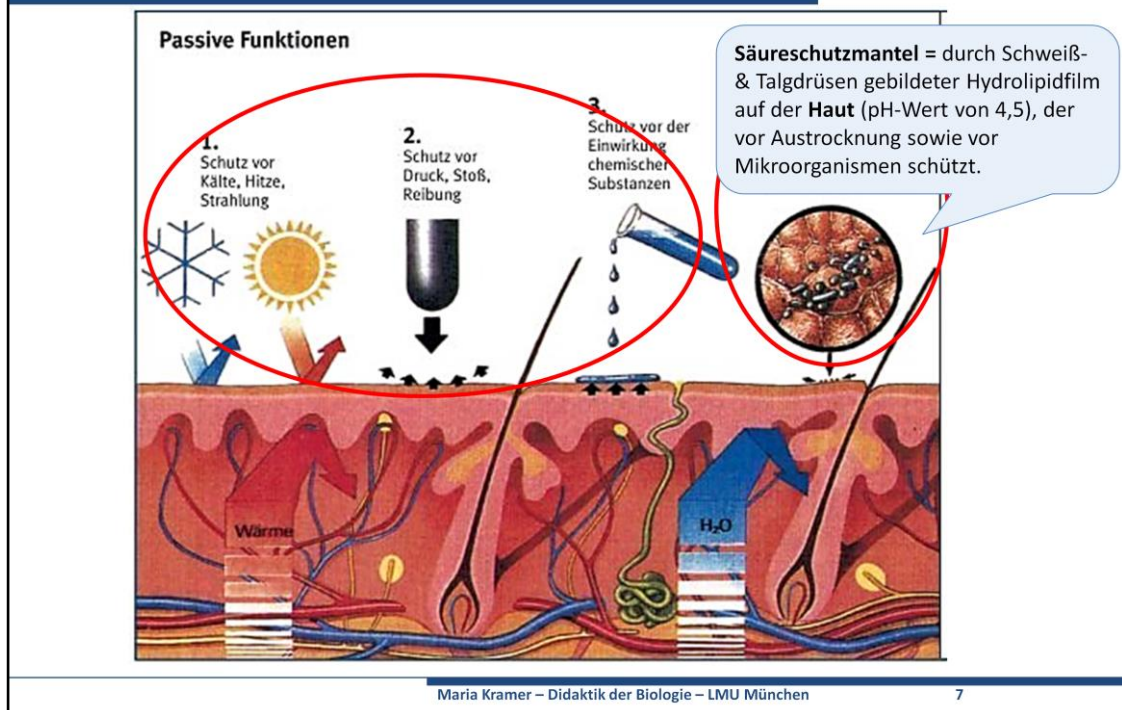
Außerdem Abgrenzung → äußere Oberfläche des Organismus → Schranke zwischen Umwelt und innerem Milieu

→ Wahrung der Homöostase (= Gleichgewicht der physiologischen Körperfunktionen; Stabilität des Verhältnisses von Blutdruck, Körpertemperatur, pH-Wert des Blutes u. a.)

Wahrnehmung bestimmter passiver Funktionen

AUFGABE: Welche Funktionen erfüllt die Haut? (Austausch mit Partner)

Bedeutung der Haut



Schutzfunktionen

... vor physikalischer, mechanischer oder chemischer Schädigung des Gewebes (→ Zellen gegen die schädigende Wirkung ultravioletter Sonneneinstrahlung abschirmen)

... vor Eindringen von Krankheitserregern/Mikroorganismen (→ unspezifische Abwehr von Invasoren. Pilze, Bakterien und Viren durchdringen eine gesunde, unverletzte Haut nur selten)

→ Schädigung der Haut oder innerer Oberflächengewebe (Schleimhäute) erhöhen das Risiko einer Infektion durch Krankheitserreger stark)

... vor starker Austrocknung, bei gleichzeitigem Zulassen einer gewissen physiologischen Wasserverdunstung

(→ Abdichtung gegen den Verlust oder das Eindringen von Feuchtigkeit)

- Der **Säureschutzmantel** ist ein durch die Schweiß- und Talgdrüsen gebildeter Hydrolipidfilm auf der **Haut**, der einen pH-Wert von etwa 4,5 besitzt und sie vor dem Austrocknen sowie vor Mikroorganismen schützt.

Bedeutung der Haut

Schutz vor Krankheitserregern

Drei Schutzwälle:

pH-Wert der Haut hält **natürliche Mikroflora** im Gleichgewicht.

Mehrschichtiges Epithel ist schwer zu durchdringen (**mechanische Schutzbarriere**).

Frei in der Lymphe patrouillierende Makrophagen übernehmen erste **Immunantwort**.

[Abbildung aufgrund unklarer Rechte entfernt.]

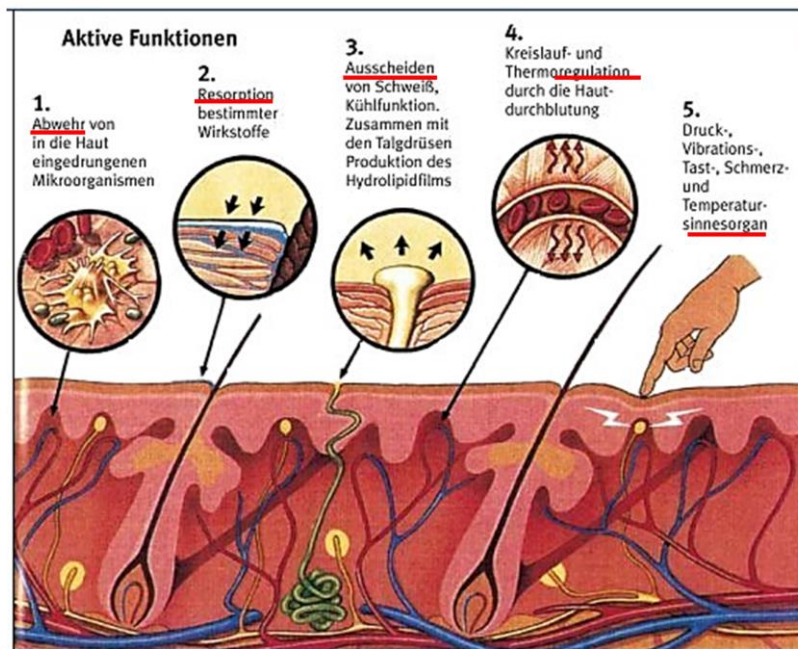
Bedeutung der Haut



■ Grundfunktionen

- **Integument** (Abgrenzung und Homöostase)
- **Schutz**
 - ... vor mechanischer, chemischer oder physikalischer Schädigung des Gewebes
 - ... vor Eindringen von Krankheitserregern/Mikroorganismen
 - ... vor starker Austrocknung, bei gleichzeitigem Zulassen einer gewissen physiologischen Wasserverdunstung

Bedeutung der Haut



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

10

Aktive Funktionen → Regulations- und Wahrnehmungsaufgaben

Kein Gaswechsel durch die Haut des Menschen (!)

Besonders wichtig für Regulationsaufgaben: Temperaturregulation → der größte Anteil des Wärmeverlustes des Körpers geht über die Hautoberfläche vonstatten; sie ist mit Einrichtungen zur Kühlung des Körpers versehen, wenn es zu heiß wird, und sie verringert Wärmeverluste, wenn der Körper zu stark abkühlt.

Die Haut enthält Sinnesrezeptoren, die wesentliche Informationen über die unmittelbare Umgebung liefern.

Bedeutung der Haut



■ Grundfunktionen

- **Integument** (Abgrenzung und Homöostase)
- **Schutz**
 - ... vor mechanischer, chemischer oder physikalischer Schädigung des Gewebes
 - ... vor Eindringen von Krankheitserregern/Mikroorganismen
 - ... vor starker Austrocknung, bei gleichzeitigem Zulassen einer gewissen physiologischen Wasserverdunstung
- **Wärmeregulator** durch Verengung oder Erweiterung der Hautgefäße sowie durch Verdunstung des Schweißes
- **Ausscheidungsorgan** (Drüsen)
- **Sinnesorgan** mit zahlreichen Rezeptoren zur Vermittlung von Druck, Vibrations-, Tast-, Temperatur- und Schmerzreizen

Agenda

- **Bedeutung der Haut / Grundfunktionen**

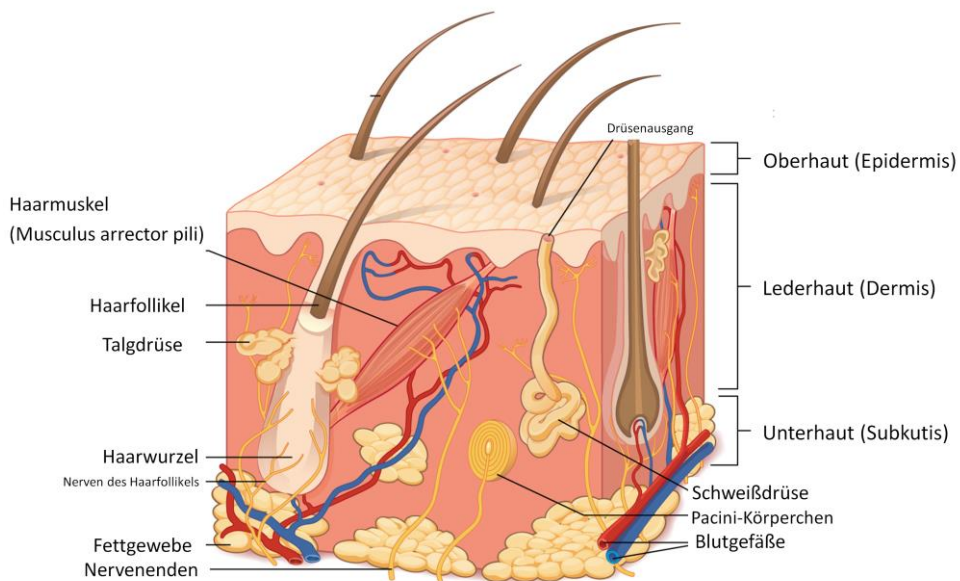
- **Strukturen und Funktionen**

- Oberhaut (und Anhangsorgane)
- Lederhaut
- Unterhaut

- **Die Haut als Sinnesorgan**

- Berührung, Druck
- Wärme, Kälte
- Schmerz

Bau der menschlichen Haut



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

13

Aufbau der Haut – Überblick

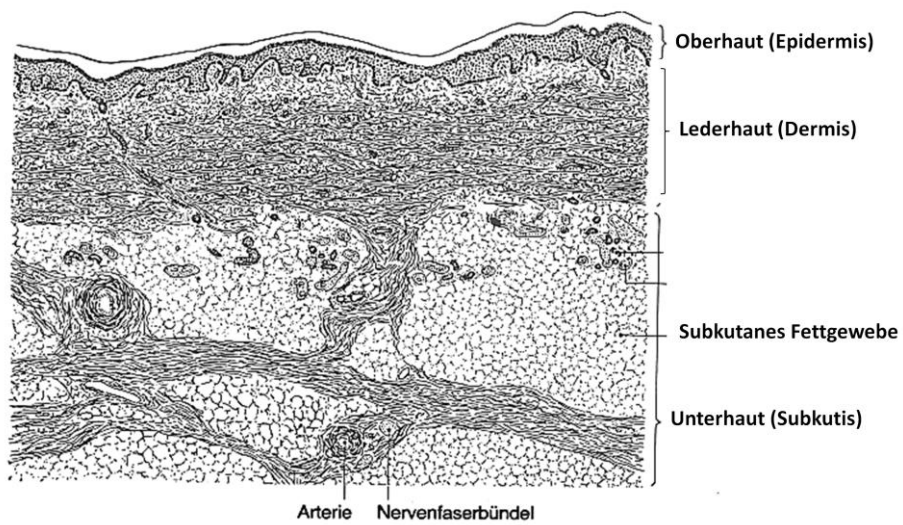
Die Haut besteht aus

- einem ektodermalen Anteil, der *Epidermis* (Oberhaut) mit deren Anhangsgebilden (Drüsen, Haare, Nägel) und
- einem bindegewebigen Anteil, der *Dermis* (Lederhaut; lat. Corium).

Epidermis und Dermis werden zusammen als Kutis bezeichnet. Unter der Kutis befindet sich die Subkutis (Unterhaut), welches mit der Bindegewebsumhüllung des Bewegungsapparates verbunden ist.

Bau der menschlichen Haut

Senkrechter Schnitt durch die Oberfläche der Hand (mikroskopisches Bild)



Leistenhaut und Felderhaut

Leistenhaut



→ Lippen, Handfläche, Fußsohlen

Felderhaut

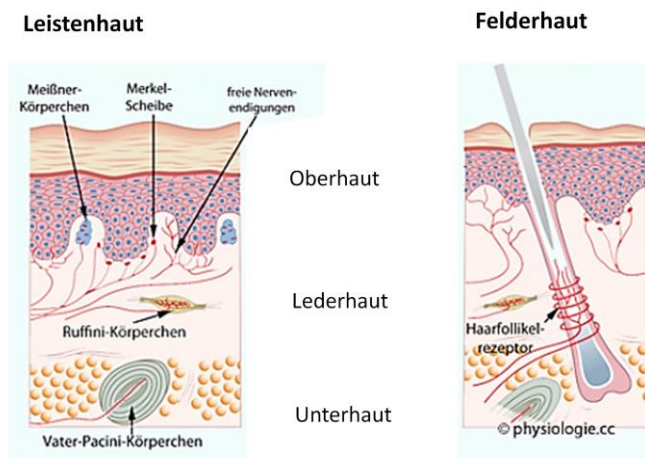


→ bedeckt 96 % der Körperoberfläche

An behaarten Stellen weist die Epidermisoberfläche eine durch Furchen bedingte *Felderung* auf (96 % = Felderhaut), in denen die Haare stehen. Typisch sind rhombische Felder. Aus den Furchen wachsen die Haare.

An den unbehaarten Flächen der Hand und des Fußes findet man ca. 0,5 mm breite *Leisten* (Leistenhaut), deren Muster (Bögen, Wirbel, Schleifen) genetisch festgelegt ist und daher zur Identifizierung von Personen herangezogen werden kann (Fingerabdruck). Leisten machen Haut rauh und griffsicher → Bögen etc. als Form der Oberflächenvergrößerung.

Leistenhaut und Felderhaut



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

16

Die Verankerung der Oberhaut mit der Lederhaut, durch die die gefäßfreie Oberhaut auch ernährt wird, erfolgt durch kegelförmige Papillen sowie durch Drüsen und Haarbälge (vor allem bei Felderhaut).

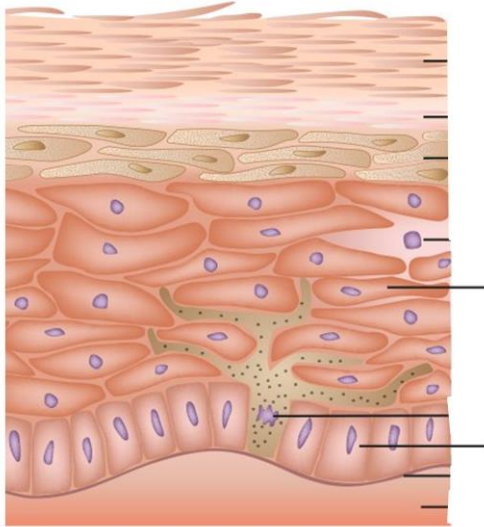
Leistenhaut:

- Dickere Oberhaut (Hornschicht: Schutz) → dicker an besonders beanspruchten Stellen (Fußsohle)
- viele Meissner-Tastkörperchen (berührungssensitiv)

Felderhaut:

- Follikelrezeptoren übernehmen die Rolle der Meissner-Körperchen

Oberhaut (Epidermis)



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

17

Die Oberhaut → mehrschichtiges Plattenepithel, das durch die vermehrte Bildung von Keratin verhornt ist (Hornschicht).

- Oberhaut: Dicke von 0,5-5 mm → an mechanisch besonders beanspruchten Stellen (Handflächen, Fußsohlen) stärker ausgebildet
- Die an der Oberfläche sich abschilfernden, verhornten Epithelschüppchen werden meist abgewaschen. Auf der Kopfhaut können sie sich zu größeren „Schuppen“ oder „Schinnen“ verbinden.

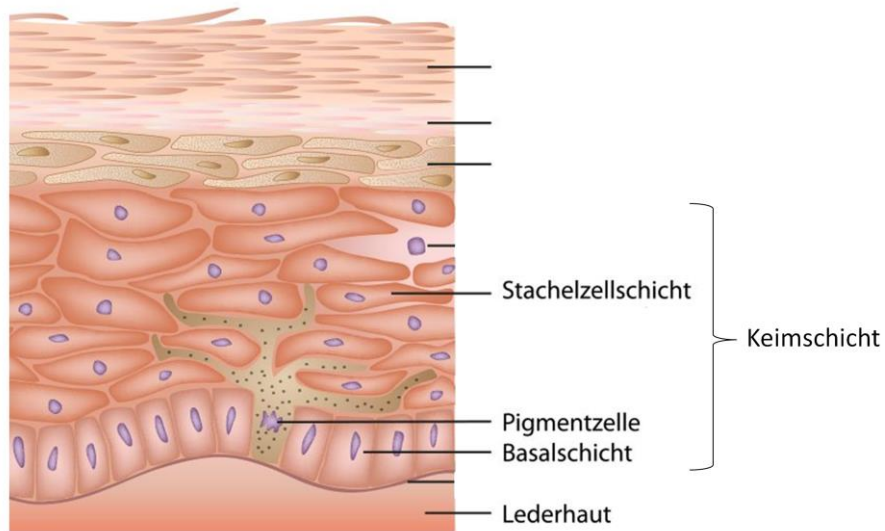
Keimschicht (*stratum germinativum*) → Zellerneuerung/Regeneration

a) **Stachelzellschicht** (*stratum spinosum*) → vieleckige Zellen; verfestigt durch Desmosomen und Tonofibrillen

b) **Basalschicht** (*stratum basale*) → zylindrische Zellen, die durch Cytoplasmafortsätze die Oberhaut mit der Lederhaut verbinden; (hauptsächlich) Regeneration der Epidermis sowie Synthese und Speicherung des Hautpigments Melanin

Pigmentierung. Im unteren Teil der Oberhaut (Basalschicht) liegen Pigmentzellen, die der Haut ihre Färbung verleihen, indem sie mehr oder weniger Pigment (Melanin) bilden und an die übrigen Schichten der Epidermis abgeben. Bei hellhäutigen Menschen bilden die locker liegenden Zellen erst bei Sonnenstrahlung vermehrt Pigment als Lichtschutz. Dieses wandert aber mit den Epithelzellen nach oben. Sobald die Bestrahlung endet, geht die Bräune deshalb nach einigen Wochen wieder verloren. Bei dunkelhäutigen Menschen existiert die gleiche Anzahl an Pigmentzellen, allerdings sind sie stärker aktiv. Dadurch produzieren sie auch mehr Pigment – die Haut ist dunkler. Bei Albinismus wird von den Pigmentzellen gar kein Melanin mehr produziert, sodass die Haut immerzu sehr hell bleibt.

Oberhaut (Epidermis)



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

18

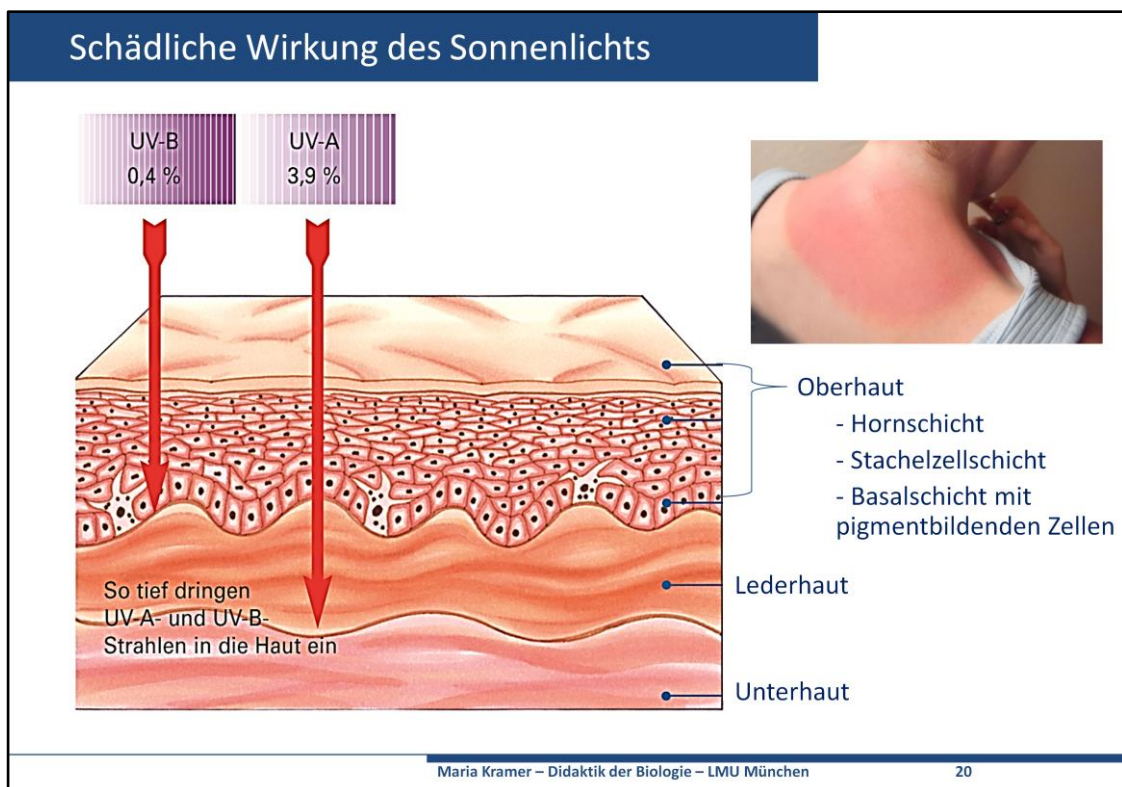
Körnerschicht (*stratum granulosum*) → wenige Zellschichten; flache Zellen mit kleinen Zellkernen

Glanzschrift / Keratohyalinschrift (*stratum lucidum*) → (nur in der Leistenhaut) stark lichtbrechende Zellen (Schutz Strahlung)

Hornschicht (*stratum corneum*) → abgeplattete, verhornte, kernlose Zellen, die an der Oberfläche abschilfern (Einlagerung Keratin)

Schädliche Wirkung des Sonnenlichts





Die bekannte Empfindlichkeit der menschlichen Haut für Sonnenbrand erinnert uns daran, dass der ultraviolette Anteil des Sonnenlichtes eine potenziell schädigende Wirkung auf das Cytoplasma der Zellen hat.

Wir sind für eine Schutzwirkung auf die Verdickung der Oberhaut (Hornschicht) oder deren Pigmentierung angewiesen. Der größte Teil der ultravioletten Strahlung wird von der Oberhaut absorbiert, aber ein Teil durchdringt die Dermis. Geschädigte Zellen sowohl in der Oberhaut wie der Lederhaut setzen Histamin und andere Stoffe mit gefäßerweiternder Wirkung frei. Dies führt zu einer Weitstellung der Gefäße in der Lederhaut, die für das mit einem Sonnenbrand verbundene Wärmegefühl verantwortlich ist. Andere Wirkungen dieser Signalstoffe sind die Rotfärbung und das Schmerzgefühl.

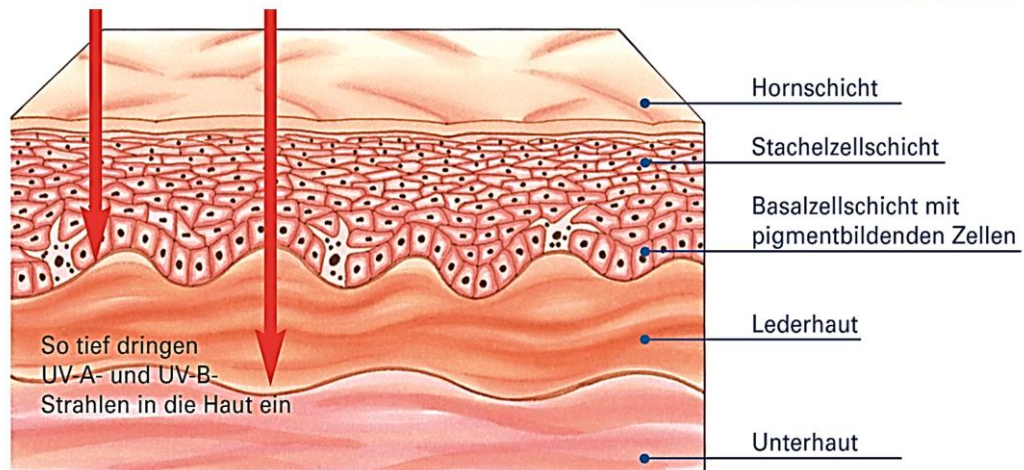
UV B → Helle Haut entwickelt durch verstärkte Melaninbildung in der tiefen Oberhaut eine Sonnenbräunung, die durch eine photochemische Oxidation bereits ausgebleichter Pigmente in der Oberhaut, die eine Schwarzfärbung bewirkt, noch verstärkt wird.

Unglücklicherweise ist der Schutz durch die Pigmentierung nicht perfekt. → Das Sonnenlicht lässt die Haut trotzdem vorzeitig altern (Zellschädigung, Erschlaffung), und die Bräunung selbst führt dazu, dass die Haut austrocknet und ledrig wird.

Sonnenstrahlung ist weiterhin für die meisten Fälle von Hautkrebs verantwortlich (Entartung von Zellen). Während UVB-Licht direkt auf die obere Hautschicht (Oberhaut) einwirkt und das Erbgut (DNA) von Keratinozyten schädigt und aktiv an der Entstehung des schwarzen Hautkrebses beteiligt ist, bewirkt UV A-Licht durch das tiefere Eindringen alle Formen der vorzeitigen Hautalterung (Erschlaffung). Hierzu gehört die Zerstörung von elastischen Fasern in der Unterhaut, die Hemmung der Neubildung von Kollagen und insbesondere die Freisetzung von freien Radikalen.

Schädliche Wirkung des Sonnenlichts

■ Blasenbildung

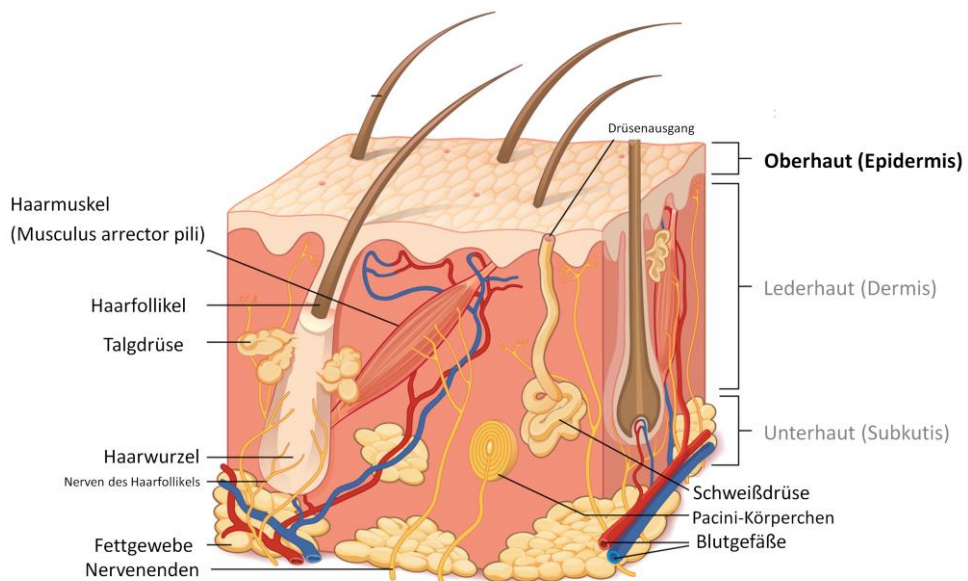


Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

21

Bei mechanischer oder thermischer Schädigung der Haut (Verbrennung oder Erfrierung 2. Grades) kommt es zur Lösung der Zusammenhänge zwischen den Zellen der Stachelzellschicht und zu einer vermehrten Ansammlung von Interzellularflüssigkeit, also zu Blasenbildung. Diese Blasen sind sehr infektionsgefährdet, da die Flüssigkeit ein ausgezeichneter Nährboden für Mikroorganismen ist. Verletzungen der Epidermis verheilen narbenlos, da von der unten gelegenen Keimschicht (Basal-/Stachelzellschicht) der Zellnachschieb erfolgt. Ist dagegen das Bindegewebe mit betroffen, bildet sich bei Heilung eine Narbe.

Bau der menschlichen Haut



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

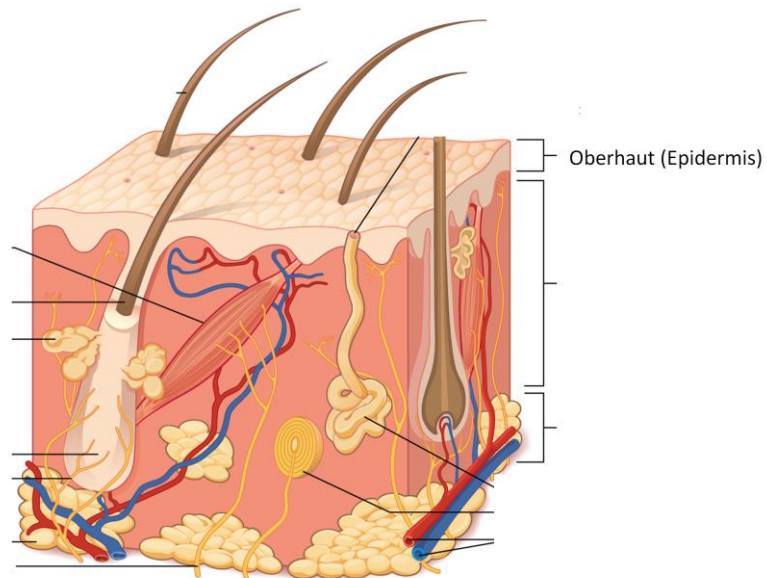
22

Oberhaut → zwei Erscheinungstypen an unterschiedlichen Hautstellen → Felder- und Leistenhaut

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

Anhangsorgane:

- Drüsen
- Haare
- Nägel



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

23

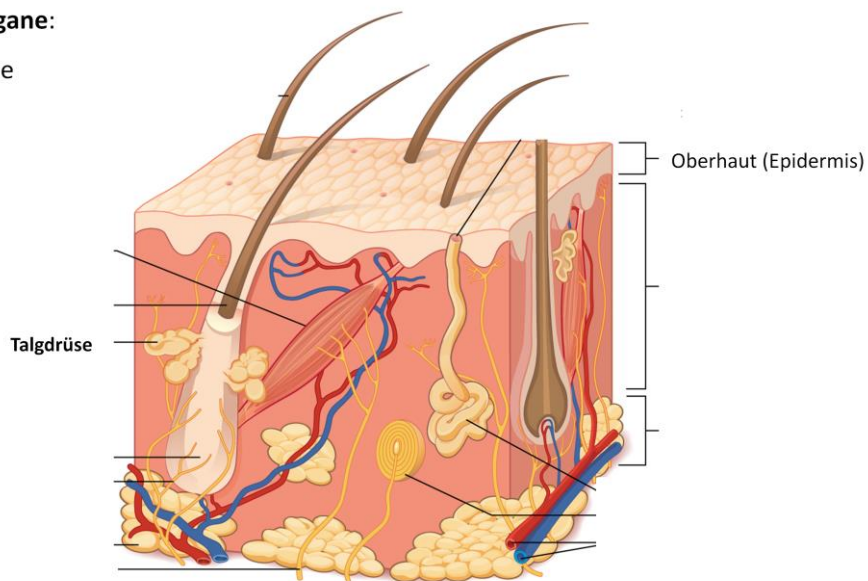
Anhangsorgane

- Drüsen
- Haare
- Nägel

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

Anhangsorgane:

- Talgdrüse



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

24

Talgdrüse

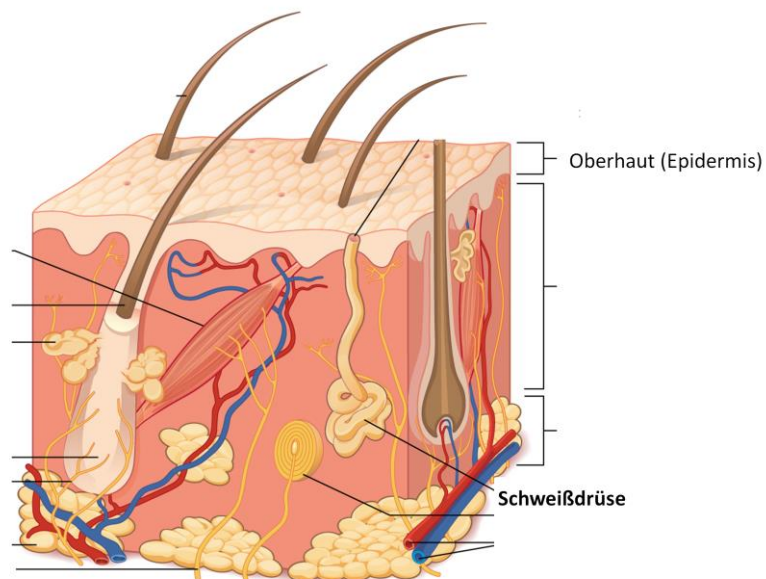
Die meisten Talgdrüsen entstammen dem Epithel der Haaranlagen und werden daher als Haarbalgdrüsen bezeichnet. Nicht an Haare gebundene, freie Talgdrüsen kommen an der Nasenöffnung, in der Lippenregion sowie im Genitalbereich vor. Die Talgdrüsen münden meist in den Haarkanal, in den sie ihr zu Sekret umgewandeltes Zellmaterial abgeben und die Haare und die Hautoberfläche damit einfetten. Die Mündungen können zudem trichterartig eingezogen sein und werden von Laien als „Poren“ bezeichnet. Ein Verschluss der Mündungsöffnung der Talgdrüse führt zu gelegentlich entzündlicher Sekretstauung (Mitesser). In der Leistenhaut (Handfläche, Fußsohle) fehlen Talgdrüsen.

→ Sekret = Talg → fettet die Oberfläche der Haut ein, wodurch sie wasserabstoßend wirkt. Erst nach längerer Wassereinwirkung nimmt sie Flüssigkeit auf und quillt.

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

Anhangsorgane:

- Talgdrüse
- Schweißdrüse



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

25

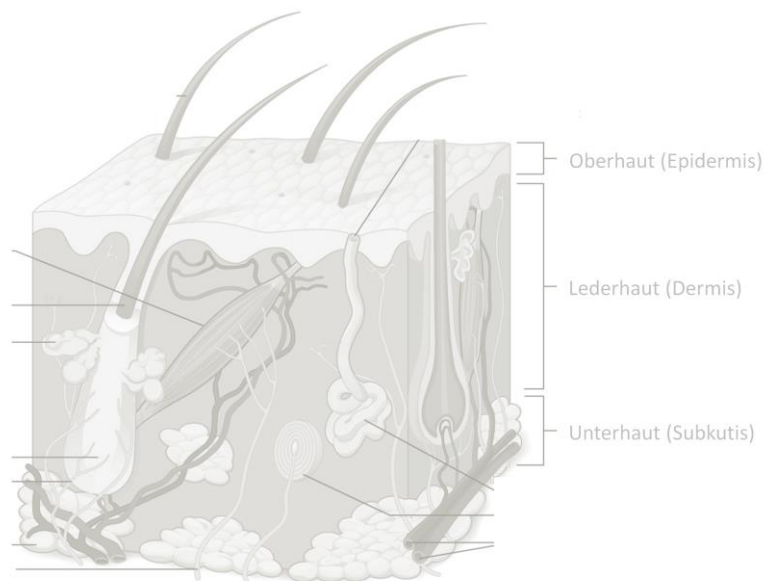
Schweißdrüse

Die über die ganze Körperoberfläche verteilten Schweißdrüsen (ca. 2 Millionen) setzen sich aus einem aufgeknäuelten Endstück (Knäueldrüsen) und einem Ausführungsgang zusammen, der die Lederhaut und die Oberhaut senkrecht zur Oberfläche korkzieherartig durchsetzt. Das neutrale oder schwach saure Sekret dieser Drüsen, der Schweiß, besteht neben dem hauptsächlichen Wasseranteil aus Kochsalz, Harnstoff, Harnsäure, und Fettsäuren. Damit können Schweißdrüsen in geringem Maße die Nieren unterstützen. Hauptaufgabe ist aber das Verhindern des Temperaturanstiegs im Körper durch Wasserverdunstung und die Bildung eines Säuremantels. Das Sekret der Schweißdrüsen ist selbst nahezu geruchslos. Es wird jedoch meist durch die stets auf der Haut lebenden und völlig ungefährlichen Bakterien zersetzt, wobei Geruchsstoffe entstehen, die mit dem Schweiß verdunsten

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

Anhangsorgane:

- Talgdrüse
- Schweißdrüse
- Duftdrüse
- Milchdrüse



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

26

Duftdrüsen

- übernehmen bei verschiedenen Säugetieren die Schweißsekretion → beim Menschen nur in der Achselhöhle, im äußeren Gehörgang, im Brustwarzenhof, den Augenlidern und im Genitalbereich.
- Sie produzieren ein fetthaltiges, alkalisches Sekret und sind bei Frauen wesentlich stärker entwickelt als bei Männern. Die Drüsensekretion beginnt in der Pubertät. Auch das Sekret der Achsel- und Schamdrüsen ist an sich geruchslos. Der typische Geruch entsteht ebenfalls erst durch bakterielle Gärung. Deodorants wirken häufig desinfizierend, indem sie Keime abtöten, können aber auch die Haut selbst angreifen.

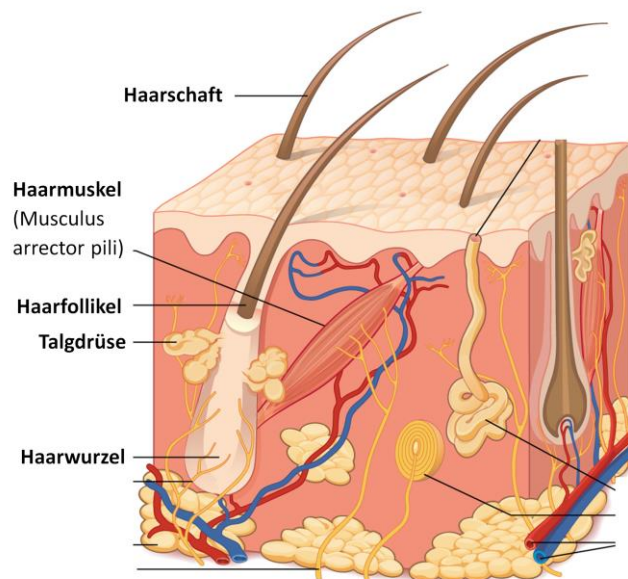
Milchdrüsen

Die Milchdrüse ist weit verzweigt. Sie dient beim Menschen wie bei allen Säugern ausschließlich der Ernährung des Kindes nach der Geburt

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

Anhangsorgane:

- Talgdrüse
- Schweißdrüse
- Duftdrüse
- Milchdrüse
- Haare



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

27

Haare

Ein Haar wird von Zellen im Haarfollikel produziert. Arrector-Muskeln, die an der Basis des Haares ansetzen, kontrahieren sich in Antwort auf neuronale Reize und richten das Haar dadurch auf. Talgdrüsen geben Fette in die Follikelgänge ab.

Haare sind aus verhornten Epithelzellen (Keratin) gebaute, elastisch biegsame Fäden. Ein Haar hat seinen Ursprung in einem Haarfollikel, aus dem es auswächst

Der Haarfollikel ist eine Bildung der Oberhaut, die sich jedoch bis in die darunterliegende Lederhaut ein senkt. Haare wachsen unaufhörlich durch rasche Vermehrung von Zellen im Haarfollikel. In dem Maß, in dem der Schaft des Haares nach außen geschoben wird, werden immer neue Zellen von ihrer Nährstoffquelle entfernt, sodass sie schließlich absterben. Vorher füllen sie sich mit der gleichen Sorte Keratin (einem Faserprotein hoher Dichte), aus der auch Nägel, Klauen, Hufe oder Federn bestehen. Unsere Haare bestehen also aus toten, mit Keratin gefüllten Zellen.

Wenn Haare eine bestimmte Länge erreicht haben, hören sie auf zu wachsen. Normalerweise verbleibt ein Haar dann in seinem Follikel, bis ein neues zu wachsen beginnt. Erst dann fällt es aus. Bei den meisten Säugetieren kommt es periodisch zu einem Fellwechsel, bei dem das gesamte Haarkleid erneuert wird. Beim Menschen werden die Haare lebenslang kontinuierlich abgeworfen und ersetzt. Eine Glatzenbildung beruht auf einer vollständigen Rückbildung der Papillen, das Ergrauen der Haare auf mangelnde Pigmentbildung oder durch auf Lufts einschließen.

Bei Tieren mit dichterem Fell wird durch die Aufrichtung der Haare eine größere, isolierende Luftschicht um den Körper festgehalten, die gegen Wärmeverlust schützt. Auch beim Menschen treten die Haarmuskeln bei Kälteeinwirkung in Aktion, obwohl ein wirksamer Schutz nicht mehr erreicht wird; es kommt zur Bildung der sog. Gänsehaut. Aber nicht nur bei Kälteeinwirkung, sondern auch bei Gefahr und bei Erschrecken stellen sich die Haare besonders der Nacken- und Rückengegend auf, wie wir es von Katze und Hund her kennen, die dadurch größer erscheinen. Beim Menschen, der ein Geschehnis „haarsträubend“ findet, tritt zugleich ein Kältegefühl auf, es „läuft ihm kalt den Buckel herunter“, weil mit der Haaraufrichtung ein Kältegefühl verbunden ist.

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

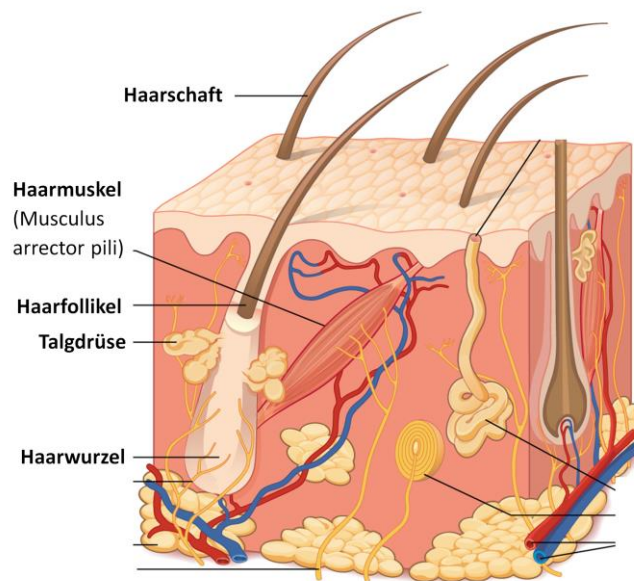
Anhangsorgane:

- Haare



Funktion

- Thermoregulation
- Wahrnehmung taktiler Reize
- Sonnenschutz
- Verletzungsschutz
- Signalfunktion (Schmuck)



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

28

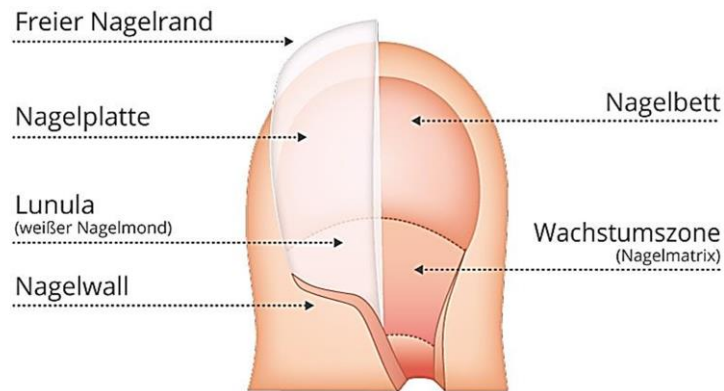
Wahrnehmung spezifischer Funktionen

- Thermoregulation
- Wahrnehmung taktiler Reize (Tasten)
- Sonnenschutz
- Verletzungsschutz
- Signalfunktion (Schmuck)

Oberhaut (Epidermis) und Anhangsorgane

Anhangsorgane:

- Talgdrüse
- Schweißdrüse
- Duftdrüse
- Milchdrüse
- Haare
- Nägel



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

29

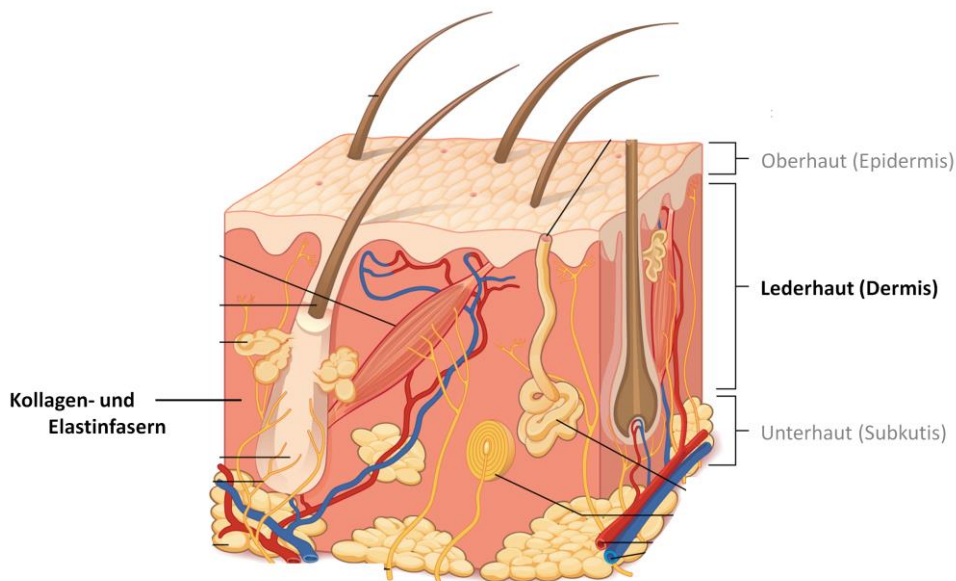
Nägel

Die Nägel sind leicht gebogene Hornplatten (Keratin), die den Rücken der Finger- und Zehenendglieder bedecken und als Schutzorgane sowie als Widerlager der Tastballen dienen.

Ebenso: Kratzen und Schaben sowie Schmuck.

Nagel liegt auf dem Nagelbett, wird vom hinteren Drittel seiner Unterlage gebildet (Wachstumszone), vorderes Ende der Bildungsfläche meist als Halbmond erkennbar (Lunula).

Lederhaut (Dermis)

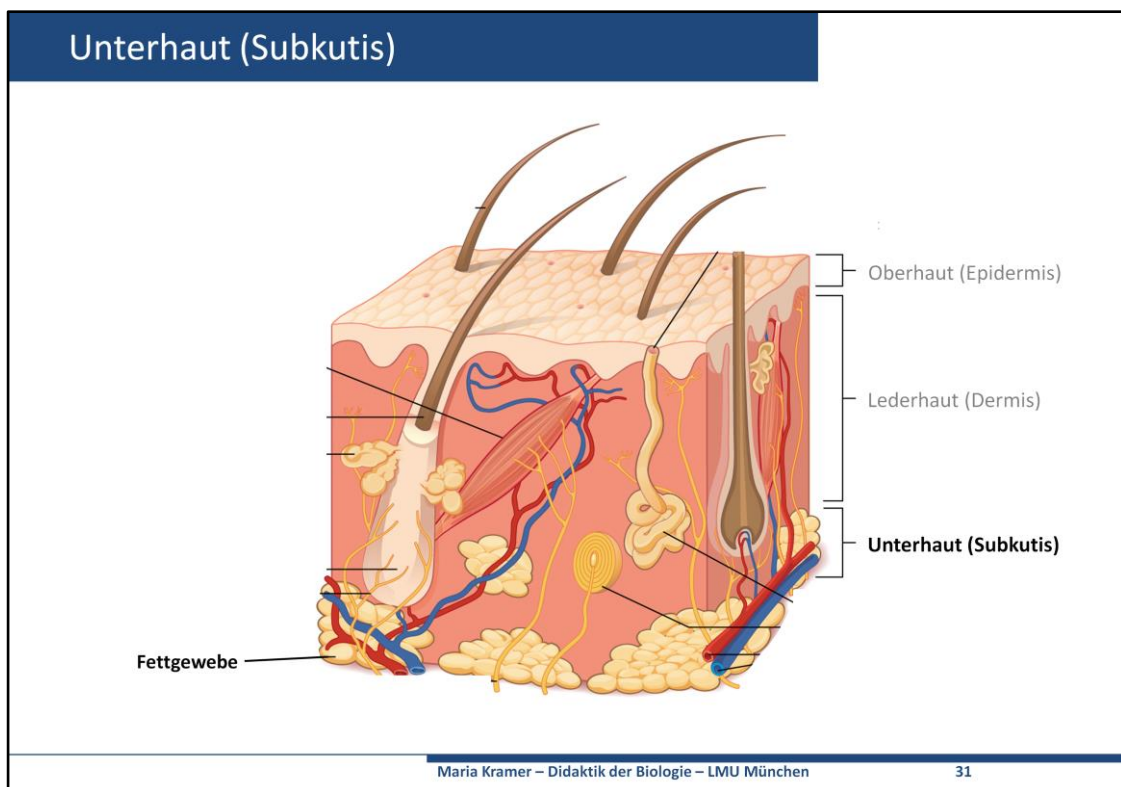


Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

30

Die durchschnittlich 1 mm dicke Lederhaut (Dermis) besteht aus einem dichten kollagenen Faserflecht ohne Fettzelleinlagerung. Aus der Lederhaut von Tieren wird durch Gerbung (Fixierung der kollagenen Fasern) das Leder hergestellt. Die Lederhaut besitzt, besonders in der Jugend, eine große Elastizität. Durch die kollagenen Fasern und ihre Elastizität ist die Haut ziemlich reißfest bei gleichzeitiger Nachgiebigkeit.

Die der Oberhaut zugewandte Seite der Lederhaut ist nicht glatt, sondern trägt zapfen-, warzen-, und leistenartige Vorsprünge (*Stratum papillare*), die der Oberflächenvergrößerung dienen. In dem Bindegewebe dieser Papillen und Leisten liegen viele Kapillarschlingen (Gefäßpapillen), stellenweise auch Tast-Rezeptoren. Arterieller Zustrom und venöser Abstrom aus den Kapillarschlingen liegen tief in der Lederhaut nebeneinander. Diffusionsfähige Stoffe können bei dieser Gefäßanordnung quer durch das zwischen den Kapillarschenkeln gelegene Gewebe von der Arterie direkt in die Vene gelangen und erreichen so nicht die Hautoberfläche.

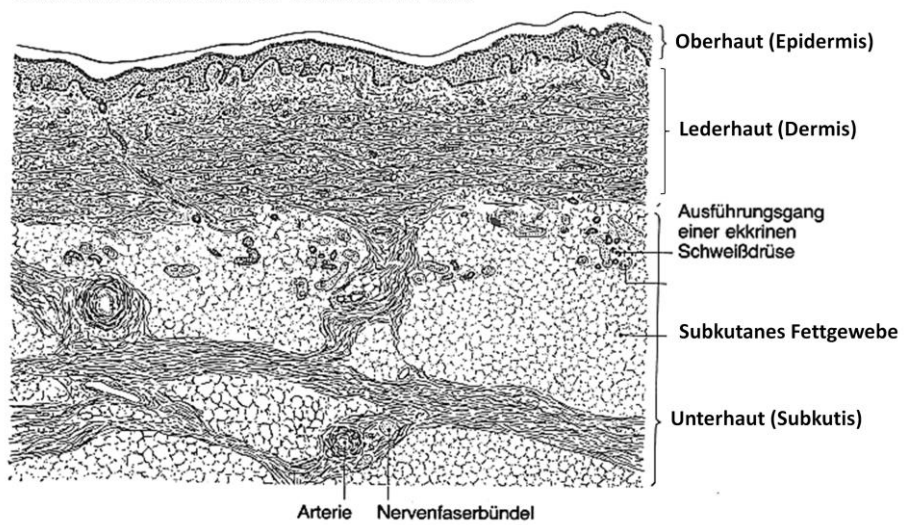


Die Unterhaut ist von Fettgewebe durchsetzt, befestigt die Haut an der Unterlage und führt die großen Gefäße der Haut. Hier wird bei übermäßiger Ernährung ein Fettdepot angelegt, das wieder verbraucht werden kann. Bei Frauen ist das Unterhautfettgewebe normalerweise stärker als bei Männern. Die Fettschicht ist aber nicht nur überflüssiges Depot, sondern auch ein ausgezeichneter Schutz gegen zu raschen Temperatúrausgleich zwischen Körper und Umgebung. Das Unterhautfettgewebe findet sich dementsprechend vor allem bei den Säugetieren, die wie der Mensch im Lauf ihrer Stammesentwicklung ihr Haarkleid verloren haben (Wale, Robben, Flusspferd, Hausschwein).

An wenigen Stellen des Körpers ist das Unterhautfettgewebe aber nicht Depot-, sondern Polsterfett, das mechanische Bedeutung besitzt. So ist das Fettgewebe der Fußsohlen und Handflächen durch starke Bindegewebszüge zwischen Haut und Unterhaut in einzelne Kissen unterteilt (abgesteppt), die sich kaum verschieben können. Sie wirken wie Polster und schützen einerseits die Knochenhaut der Fußknochen vor zu starkem Druck vom Boden her, andererseits aber auch die Sohlenhaut gegen den Druck der Fußknochen.

Polsterfett der Handfläche

Senkrechter Schnitt durch die Oberfläche der Hand



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

32

Hand/Fuß → viel Fettgewebe als Polsterfett zum mechanischen Schutz

Agenda

- **Bedeutung der Haut / Grundfunktionen**

- **Strukturen und Funktionen**

- Oberhaut (und Anhangsorgane)
- Lederhaut
- Unterhaut

- **Die Haut als Sinnesorgan**

- Berührung, Druck
- Wärme, Kälte
- Schmerz

Die Haut – ein Sinnesorgan



Mechanorezeptoren
Thermorezeptoren
Schmerzrezeptoren
(Nozizeptoren)



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

34

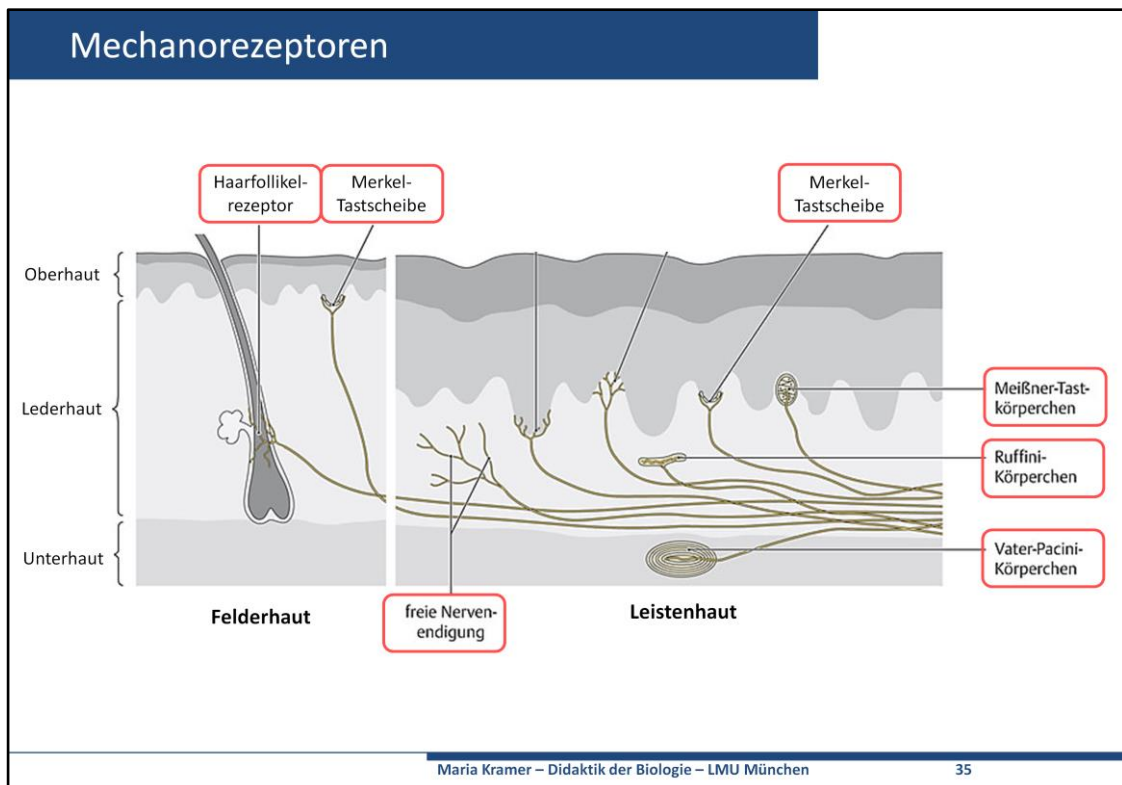
Wahrnehmung

Wahrnehmung von Sinnesreizen mit Hilfe von Sinnesrezeptoren (=Sinneszellen).
Sinneszellen assoziieren eng mit Neuronen und sind auf bestimmte Reizmodalitäten (Druck, Wärme, Schmerz) spezialisiert.

Unterschiedliche Sinneszellen: auf 1cm² Haut = 2 Wärmepunkte, 13 Kältepunkte und 200 Schmerzpunkte

Im Bereich Haut unterscheidet man

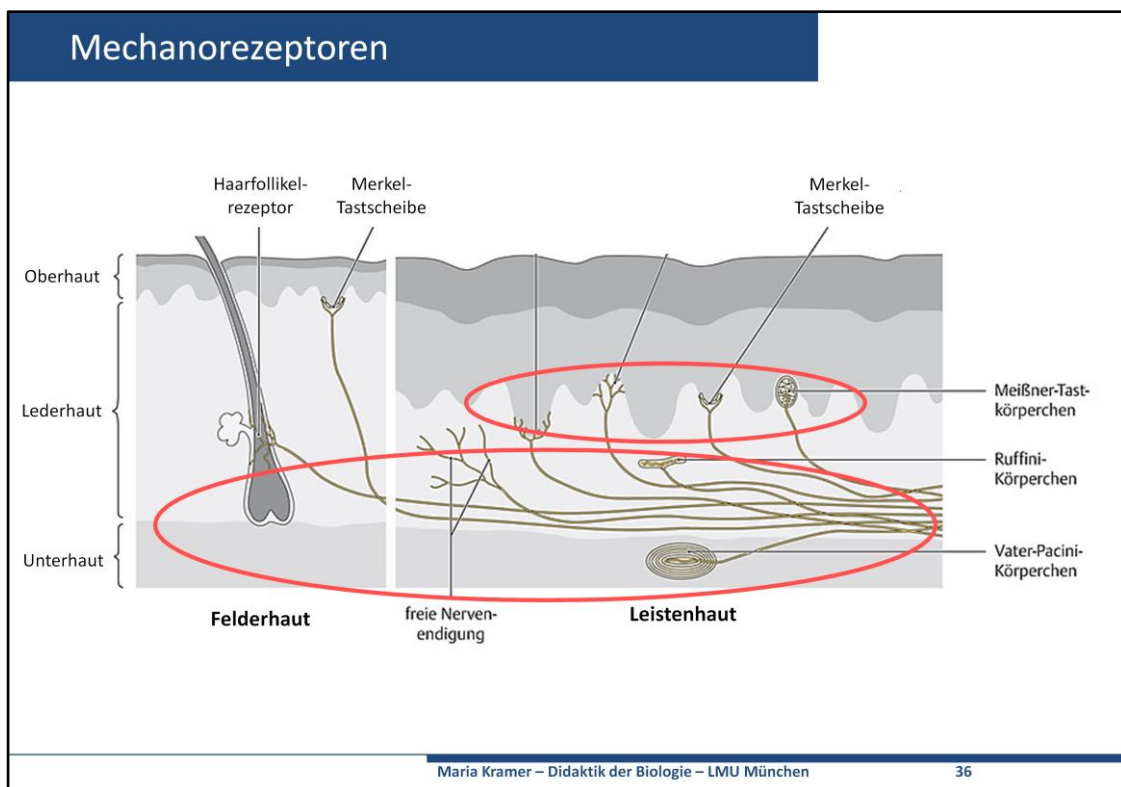
- a) Mechanorezeptoren (Berührung, Druck, Vibration),
- b) Thermorezeptoren (Wärme, Kälte, Frieren),
- c) Nozizeptoren (Schmerz, Jucken).



Mechanorezeptoren

= Zellen, die empfindlich auf mechanische Kräfte (Druck, Berührung) reagieren

Benannt nach Entdeckern



Die Mechanorezeptoren der Haut sind in zwei Schichten angeordnet; sie ermöglichen feinfühliges Tasten oder die Wahrnehmung großflächiger Drücke und von Vibrationen.

Berührungsrezeptoren (oben in Haut)

- Merkel-Tastscheiben (adaptieren (anpassen) langsam, Berührungsreize) → wichtigste Berührungsrezeptoren; behaarte und unbehaarte Bereiche
- Meissner-Körperchen (unbehaarte Hautbereiche, sehr empfindlich, schnell adaptierend) → Infos über Veränderung von Objekten, die mit Haut in Kontakt stehen

(→ daher rollen wir ein kleines Objekt, was wir erfühlen wollen, zw. den Fingerspitzen hin und her)

Berührungsrezeptoren (tiefer in Haut)

- Ruffini-Körperchen (langsam adaptierend, niederfrequente Vibrationsreize, Dehnung (= in elastischer Lederhaut))
- Pacini-Körperchen (schnell adaptierend, hochfrequente Vibrationsreize)
- Haarfollikelsensoren (Dendriten von Nerven um Haarfollikel gewickelt → Veränderung der Haarstellung)

Freie Nervenendigungen können Mechano-, Thermo- und Schmerzreize registrieren.

„Feingefühl“

Minimalabstand 2-Punkte-Diskriminierung
 Werte nach: Mörke KD, Betz E, Mergenthaler M: Biologie des Menschen, Heidelberg 1991;
 und Weber M: Tastsinn und Gemeingefühl, Braunschweig 1981

Zungenspitze	1,1 mm	Stirn	22 mm
Fingerspitze	2,3 mm	Handrücken	32 mm
Lippenrot	4,5 mm	Scheitel	34 mm
Nasenspitze	6,8 mm	Unterarm, Unterschenkel	40 mm
Daumen, Zungenrand	9 mm	Brustbeinbereich	45 mm
Wange, Handinnenfläche, Augenlid außen	11 mm	Rücken, Oberarm, Oberschenkel	68 mm
Fingerrücken	16 mm		

Oberflächensensibilität → abhängig von Rezeptordichte im jeweiligen sensorischen Feld

= Mindestabstand zw. zwei Reizpunkten, um diese noch voneinander getrennt wahrnehmen zu können

Thermorezeptoren

- Kaltrezeptoren
- Warmrezeptoren

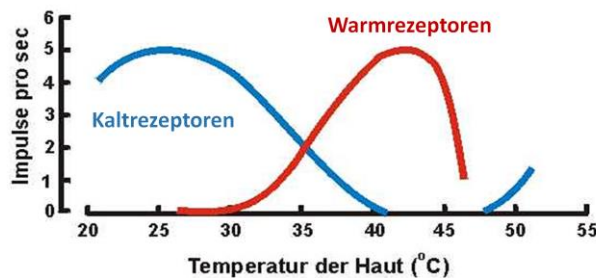
Thermorezeptoren

In der Lederhaut liegen diskontinuierlich verteilte, spezifische Thermosensoren, aber auch im Körperinneren (z.B. Zunge, innere Organe).

Die durch sie vermittelten Empfindungen werden als warm, indifferent oder kalt bezeichnet. Das bedeutet, dass sich die Empfindungen von den physikalischen Wärmequantitäten unterscheiden. Man unterscheidet Kalt- und Warmsensoren (auch Kalt- und Warmrezeptoren genannt). Sowohl durch Abtastung von Hautoberflächen mit unterschiedlich warmen kleinflächigen Thermoden als auch durch Messungen der Impulse an Nervenfasern können Sensoren gefunden werden, die bei Abkühlung, und andere, die bei Erwärmung mit Impulserhöhung reagieren.

Thermorezeptoren

- **Kaltrezeptoren:** Maximum bei 25°C (auch durch Menthol aktivierbar)
- **Warmrezeptoren:** Maximum bei 40-45°C (auch durch Capsaicin (Wirkstoff in Chili) aktivierbar)
- Hitze (> 45° C) wird von Schmerzrezeptoren registriert



Schmidt et al. (2005), S. 305

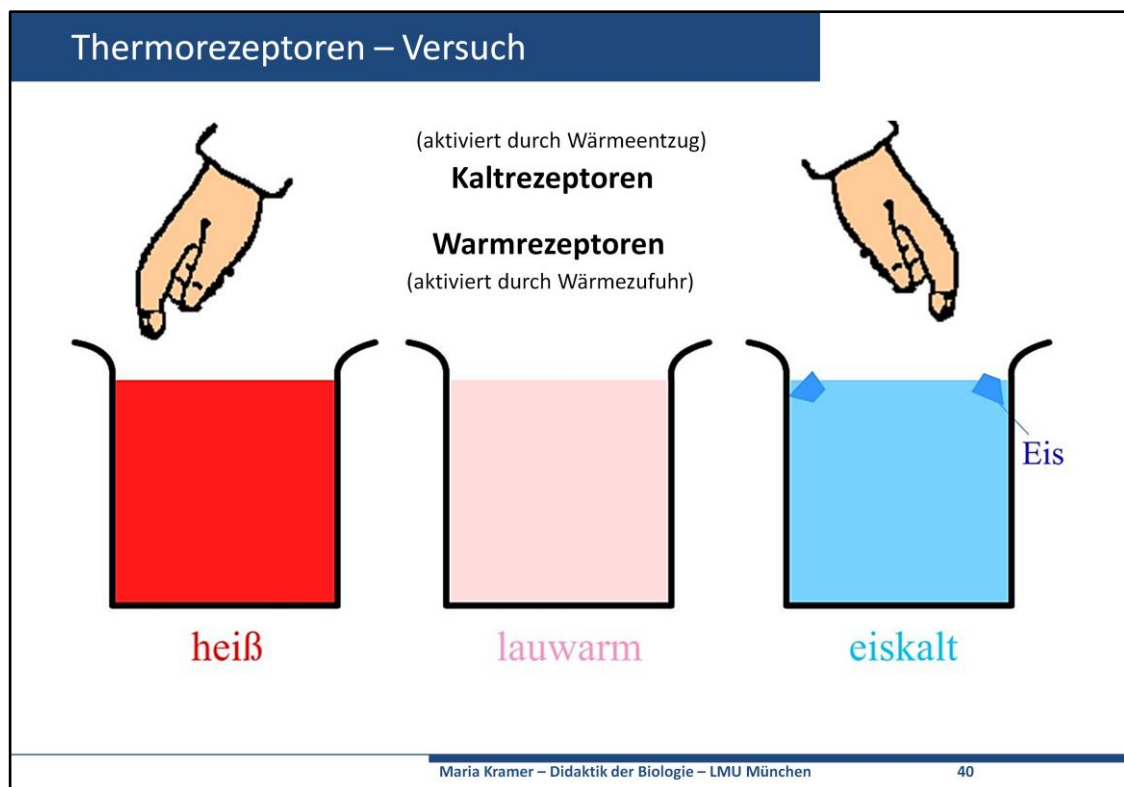
Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

39

Thermorezeptoren

In der Lederhaut liegen diskontinuierlich verteilte, spezifische Thermorezeptoren, aber auch im Körperinneren (z.B. Zunge, innere Organe).

Die durch sie vermittelten Empfindungen werden als warm, indifferent oder kalt bezeichnet. Das bedeutet, dass sich die Empfindungen von den physikalischen Wärmequantitäten unterscheiden. Man unterscheidet Kalt- und Warmrezeptoren. Manche Rezeptoren reagieren bei Abkühlung (Kaltrezeptor), und andere (Warmrezeptor) reagieren bei Erwärmung mit Impulserhöhung.



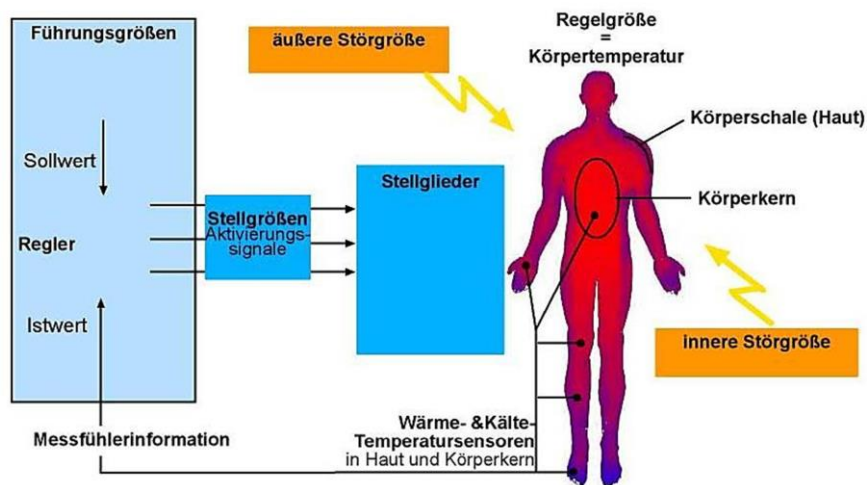
- Wärmeentzug aktiviert Kaltrezeptoren
- Wärmezufuhr aktiviert Warmrezeptoren

Beide Rezeptortypen sind u.a. freie Nervenendigungen, d.h. sensorische Neurone, deren verzweigte dendritische Strukturen auf den Abfluss oder Zufluss von Wärme ansprechen, aber in gegensinniger Weise.

Bei der Temperaturempfindung spielt neben der absoluten Temperatur die Steilheit der Temperaturänderung während einer bestimmten Zeit und die Größe der thermisch gereizten Hautoberfläche eine Rolle.

AUFGABE: Beschreibt und erklärt den Versuch (Austausch mit Partner).

Temperaturregelung



Maria Kramer – Didaktik der Biologie – LMU München

41

Neben der Funktion des Temperatursinns haben Sensoren eine biologische Funktion im Rahmen der Temperaturregelung. Von Kalt- und Warmsensoren wird die Temperatur der „Körperschale“ festgestellt und an das Gehirn geleitet, wo die Information bewertet wird. Weicht die festgestellte Ist-Temperatur von der Soll-Körpertemperatur ab, werden entsprechende Ausgleichsmechanismen aktiviert.

Temperaturregelung

■ Schutz vor Hitze

Wärmetransport nach außen durch erweiterte Blutgefäße (gerötete Haut),

Erzeugung von Verdunstungskälte (Schweiß mit Schweißdrüsen)

■ Schutz vor Kälte

Zusammenziehen der Blutgefäße,

Aufrichten des „Pelzes“,

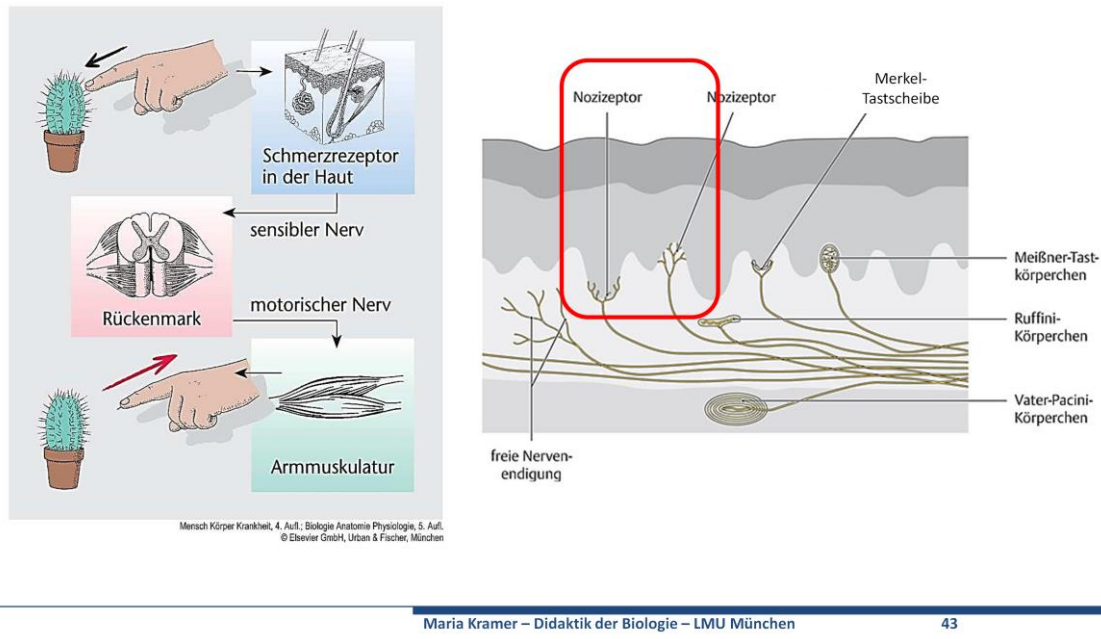
Fettschicht (Unterhautfettgewebe) schützt vor Unterkühlung

[Abbildung aufgrund unklarer Rechte entfernt.]

Ausgleichsmechanismen schützen uns sowohl vor Hitze/Überhitzung als auch vor Kälte/Erfrierung

AUFGABE: Beschreibe wie die Haut einer Überhitzung/Erfrierung entgegenwirkt (Austausch mit Partner).

Schmerzrezeptoren (Nozizeptor)



Registrieren von Schmerzreizen → Führen zu Schutz-/Fluchtreflexen

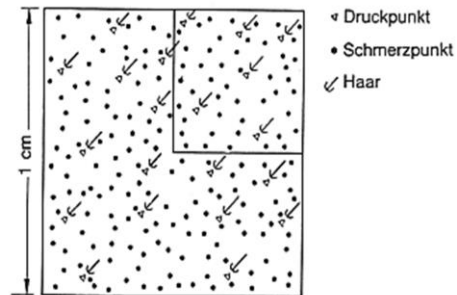
Schmerzreize werden von Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren → Säure, Hitze, spitze Reize) aufgenommen. Dies sind freie Nervenendigungen, die im Gewebe Reize registrieren, die über einem gewissen Schwellenwert liegen. Einzelne Aktionspotenziale rufen noch keine Schmerzempfindung hervor, sondern erst Serien von Aktionspotenzialen.

Die Schmerzschwelle ist nicht konstant. Sie kann z. B. durch Entzündungsprozesse gesenkt werden. Bei einer Entzündung (Gelenkentzündung oder starker Sonnenbrand) werden in den entzündeten Geweben Stoffe frei, die „schlafende“ Schmerzrezeptoren aktivieren und dabei deren normalerweise hohe Erregungsschwelle so stark senken, dass schon geringfügige Reize eine hohe Entladungsrates derartig sensibilisierter Schmerzrezeptoren bewirken und Schmerzen auslösen. So wird z. B. die normalerweise schmerzfreie Bewegung eines Gelenks äußerst schmerzhaft, wenn das Gelenk entzündet ist, oder bei einem schweren Sonnenbrand führt schon leichtes Reiben der Kleidung zu Hautschmerzen im gereizten Areal.

Schmerzrezeptoren



Rezeptiver Bereich eines Schmerzrezeptors



Verteilung der Schmerz- und Druckpunkte auf einem Hautareal (Beugeseite des Unterarms)

Die Vielfalt der schmerzhaften Reize hatte zunächst zu der Annahme geführt, dass es keine speziellen Schmerzrezeptoren gäbe, Schmerz vielmehr immer dann auftrete, wenn Druck- oder Temperaturrezeptoren über eine bestimmte Intensität hinaus gereizt würden. Dagegen spricht jedoch die Lokalisation der Reizpunkte auf der Haut (Abb. 6). Die Haut ist nämlich für Schmerzreize ebenso wie für Druck- und Temperaturreize nicht überall gleich empfindlich. Durchmustert man systematisch ein Hautareal, so findet man etwa zehnmal mehr Schmerzpunkte als Druck-, Kalt- oder Wärmepunkte. Dieser Befund lässt sich nur so deuten, dass Schmerzrezeptoren in der Haut mit Rezeptoren für die anderen Sinnesqualitäten nicht identisch sind.

Agenda

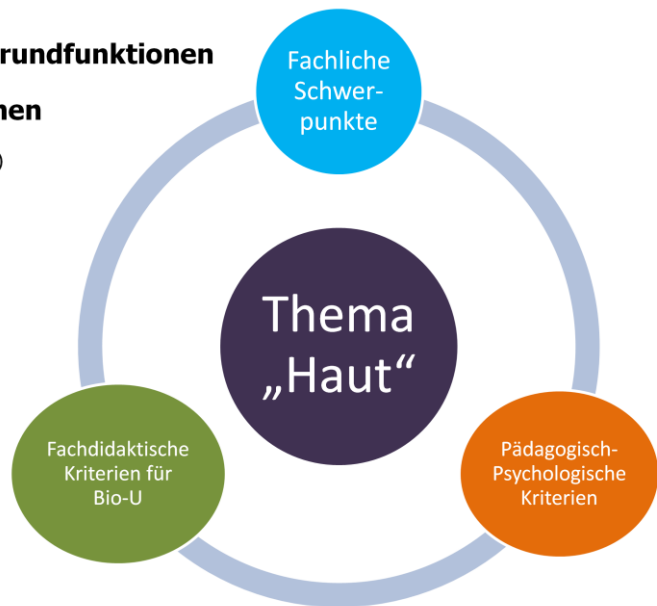
- **Bedeutung der Haut / Grundfunktionen**

- **Strukturen und Funktionen**

- Oberhaut (und Anhangsorgane)
- Lederhaut
- Unterhaut

- **Sinnesorgan**

- Berührung, Druck
- Wärme, Kälte
- Schmerz



Quellen Bilder, Abbildungen

- Folie 5: Pixabay
- Folie 6: Rücken Frau <https://www.geo.de/magazine/geo-wissen-gesundheit/14946-rtkl-vorschau-unsere-haut>
- Folie 7, 10: Passive/aktive Funktionen <https://umwelt-online.de/recht/arbeits/uvv/bgi8000/8559a.htm>
- Folie 13, 22-28, 30, 31: Abbildung Haut <https://www.lecturio.de/magazin/haut/>
- Folie 14, 32: senkrechter Schnitt durch Haut: Thews, G., Mutschler, E., & Vaupel, P. (1980). *Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. Ein Lehrbuch für Pharmazeuten und Biologen* (S. 701). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
- Folie 15: Leistenhaut: <https://de.wikipedia.org/wiki/Papillarleiste#/media/Datei:Fingerbeere.scharf.jpg>
Felderhaut: https://de.wikipedia.org/wiki/Haut#/media/File:Menschliche_Haut.jpg
- Folie 16: Leistenhaut und Felderhaut: Hinghofer-Szalkay, H. Physiologie der Haut <http://physiologie.cc/XVIII.8.htm>
- Folie 17, 18: Aufbau Oberhaut: <https://medlexi.de/images/Epidermis.jpg>
- Folie 19, 20, 21: Blasen <https://www.chirurgie-portal.de/haut-dermatologie/blasenbildende-erkrankungen.html> und Sonnenbrand Rücken <https://www.apotheken-umschau.de/Sonnenbrand>
- Folie 20, 21: UV A UV B <https://www.unsererahaut.de/de/unsere-haut/Aufbau.php>
- Folie 29: Nagel <https://www.sililevo.de/nagelaufbau/>
- Folie 34: Kind Herdplatte https://www.t-online.de/gesundheits/krankheiten-symptome/id_46480554/erste-hilfe-bei-verbrennungen-schnell-handeln.html sowie Pixabay
- Folie 35, 43: Mechanorezeptoren <https://eref.thieme.de/cockpits/clsport0001clAna0001/0/coAna00084/4-10239>
- Folie 39: Diagramm Kalt- und Warmrezeptoren: Robert F. Schmidt, Florian Lang, Manfred Heckmann (2005). *Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie* (S. 305). Heidelberg: Springer.
- Folie 40: Hände in warm/kalt Wasser <https://www.leifiphysik.de/waermelehre/temperatur-und-teilchenmodell/versuche/gefuehlte-temperatur>
- Folie 41: Regelkreis https://www3.hhu.de/biodidaktik/Steuerung_Regelung/thermo/therm2.html
- Folie 43: Finger & Kaktus: https://nanopdf.com/download/das-nervensystem-10_pdf (ursprünglich: Mensch, Körper, Krankheit, 4. Aufl.; Biologie, Anatomie, Physiologie, 5. Aufl.; ©Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München).
- Folie 44: Verteilung Schmerzpunkte: Thews, G., Mutschler, E., & Vaupel, P. (1980). *Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. Ein Lehrbuch für Pharmazeuten und Biologen* (S. 561). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.

Quellen Inhalte

- Interventionstext CK von Studie 1 Cosima WiSe 2018/2019
- Hickman, C. P, Roberts, L., S., Larson, A., l'Anson, H., & Eisenhour, D. J. (2008). *Zoologie*. 13., aktualisierte Auflage. München u.a.: Pearson.
- Hildebrand, M., & Goslow, G. E. (2004). *Vergleichende und funktionelle Anatomie der Wirbeltiere*. Aus dem Amerikanischen übersetzt und überarbeitet von Claudia Distler. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Mörike, K. D., Betz, E., & Mergenthaler, W. (2007). *Biologie des Menschen*. 15. Auflage. Hamburg: Nikol.
- Moyes, C. D., & Schulte, P. M. (2008). *Tierphysiologie*. München: Pearson.
- Müller, W., & Frings, S. (2007). *Tier- und Humanphysiologie. Eine Einführung*. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., & Heller, H. C. (2004). *Biologie*. 7. Auflage. München: Elsevier.
- Thews, G., Mutschler, E., & Vaupel, P. (1980). *Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. Ein Lehrbuch für Pharmazeuten und Biologen*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.