

# Schicht für Schicht - Aufbau der Haut

veröffentlicht in Beauty Forum 2011 (2), 88-91

Die Haut ist ein kompliziertes und äußerst effektives Organ, das unseren Körper schützt und ihm seine Attraktivität verleiht. Sie ist zugleich Barriere und Zwischenstation für aus- und eingehende Stoffe. Gemeinhin wird ihr weniger zugetraut als sie wirklich leisten kann. Wenn aber ihre Funktionen gestört sind, wird es unangenehm.

In unserer Kultur hat es sich eingebürgert, Kleinkinder schon kurz nach der Geburt täglich mehrfach zu waschen und einzucremen. Durch ein Zuviel des Guten wird allerdings oft das Gegenteil dessen erreicht, was beabsichtigt ist: Die Haut kann sich nicht zu einer gesunden, widerstandsfähigen Haut mit gut funktionierendem Immunsystem entwickeln. Infolgedessen steigt die Zahl der Menschen mit Barriestörungen. Die gesunde Haut ist ein dynamisches System, das sich flexibel auf die wechselnden Bedingungen der Außenwelt einstellt:

- Anpassung des Wärmeverlustes an die Außentemperatur
- Regulierung der Wasserabgabe in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte - unter "Normalbedingungen" zwischen 0,5 und 1 Liter pro Tag
- Ausscheidung von Salzen (über die Schweißdrüsen) und Fettstoffen (Sebum, "Lipidmantel der Haut")
- Barriere gegen Fremdstoffe und Mikroorganismen inkl. Aufrechterhaltung des pH der Hautoberfläche ("Säuremantel der Haut")
- Aufbau des Schutzes gegen UV-Licht-Belastung
- Widerstand gegen mechanische Belastungen
- Schmerz-, Temperatur- und Tastreize werden durch Nerven weitergeleitet

Vielfach ist auch von Hautatmung die Rede. In der Tat wird Kohlendioxid ausgeschieden, im Vergleich zur Lunge liegt der Anteil aber weit unter 1%. Eine Sauerstoffaufnahme findet praktisch nicht statt. Vielmehr wird mit Hautatmung hauptsächlich die ungehinderte Wasserdampfabgabe assoziiert.

## Komplexe Funktionen

Die Multifunktionalität der Haut bedingt eine komplexe Struktur, die sich schichtförmig aus Unterhaut (Subcutis), Lederhaut (Dermis) und Oberhaut (Epidermis) zusammensetzt.

Die **Unterhaut** besteht aus lockerem, fettreichem Bindegewebe, das von größeren Blutgefäßen und Nervenbahnen durchzogen wird. Hauptaufgaben sind Stoßdämpfung und Wärmeisolierung des Körpers. Die Unterhaut ermöglicht auch die horizontale Verschiebung der Haut – eine wichtige Funktion bei der Bewegung der Gelenke.

Im unteren Bereich der **Lederhaut** befinden sich die Talg- und Schweißdrüsen mit ihren nach außen führenden Kanälen. Die Lederhaut zeichnet sich durch zahlreiche kleine Blutkapillaren aus, die Nährstoffe und Wärme transportieren. Bindegewebsfasern gewährleisten hohe Elastizität und Zugfestigkeit.

Die **Oberhaut** ist weniger elastisch als die Lederhaut. Sie besteht aus einer sich kontinuierlich erneuernden Deckschicht, die sich wiederum in einzelne funktionelle Bereiche unterteilt. Die Epidermis enthält keine Blutgefäße, jedoch Lympflüssigkeit, die bis an das Stratum lucidum (siehe unten) heranreicht. Abschürfungen, die auf die Epidermis beschränkt sind, können daher nässen ohne zu bluten. Einzelne Nerven enden in der Epidermis. Oberhaut und Lederhaut sind zapfenartig (Papillen) miteinander verbunden; die papillaren Strukturen werden nach außen sichtbar, wenn sie sich in Reihen anordnen. Diese als Leistenhaut bezeichneten Linien beispielsweise an Fingern und Füßen bestimmen den individuellen Fingerabdruck.

## Epidermis

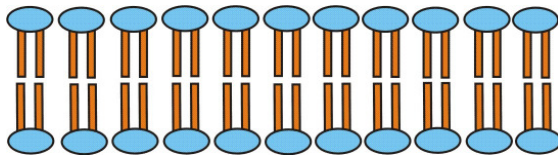
Die einzelnen Hautschichten – dies gilt auch für Teile der Epidermis - sind je nach Körperregion unterschiedlich stark ausgeprägt. Im an die Unterhaut angrenzenden, sehr schmalen **Stratum basale** werden ständig **Keratinozyten** ("hornbildende Zellen") inklusive der pigmentbildenden Melanozyten produziert. Melanozyten sind auch zahlreich am Grund der Haarpapille vertreten und geben ihre Pigmente an das dort wachsende Haar ab. Auf ihrer Wanderung zur Hautoberfläche bilden die Keratinozyten das **Stratum spinosum** (Stachelzellschicht), in dem bereits ihre Keratinisierung (Verhornung) beginnt. Dort befinden sich auch

die antigenbildenden Langerhans-Zellen, die Immunreaktionen auslösen können. Im **Stratum granulosum** (Körnerzellenschicht) erreicht die Verhornung ihren Höhepunkt, die Zellen sterben und mutieren zu **Korneozyten** ("Hornzellen"). Der in dieser Weise gesteuerte Zelltod wird als Apoptose bezeichnet. Das Stratum granulosum und das darauffolgende **Stratum lucidum** sind vergleichsweise schmale Strukturen. Das Stratum lucidum (Glanzschicht) bildet aufgrund seiner besonders dichten Packung eine sehr effektive Barriere, an die das **Stratum corneum** (Hornschicht) mit seinem backsteinförmigen Aufbau angrenzt.

### Stratum corneum

Die einzelnen Lagen der Korneozyten ("Backsteine") in der Hornschicht werden von Lipiddoppelschichten (Bilayer) unterbrochen.

Abbildung: Lipiddoppelschicht (schematisiert; blau: polare, hydrophile Zonen; rot: lipophile Zonen)



Die spezielle Zusammensetzung der Lipiddoppelschichten aus Ceramiden, Cholesterin und langkettigen Fettsäuren verhindert weitgehend das Eindringen sowohl lipophiler als auch hydrophiler Stoffe sowie kleinster Festpartikel. Im Vergleich zu den darunter liegenden Hautschichten ist das Stratum corneum nicht mehr so dicht gepackt. Es wird an der Hautoberfläche zusätzlich durch die fetthaltigen Sekrete der Talgdrüsen abgedichtet. Je dünner die Hornschicht ist, umso eher scheint die rote Farbe der darunter befindlichen Blutgefäße hindurch. Dies trifft vor allem für die talg- und schweißdrüsenfreie Lippenoberfläche zu.

Die abgeplatteten Korneozyten sind miteinander verzahnt. Außerdem befinden sich in den interzellulären Räumen **Korneodesmosomen**. Dabei handelt es sich um makromolekulare Proteinstrukturen, die bereits als Desmosomen die Keratinozyten netzwerkartig miteinander verbinden und sich während der Apoptose verstärken. Darüber hinaus wird der Zusammenhalt der ebenfalls zwischen den Korneozyten befindlichen Lipiddoppelschichten durch einzelne langkettige Ceramide gewährleistet. Aus der Summe dieser Strukturen resultiert die außergewöhnliche Stabilität des Stratum corneums. Bei Hautquellungen und den damit verbundenen Dehnungen der Interzellularräume werden die Korneodesmosomen in Mitleiden-

schaft gezogen und können reißen. Insbesondere hohe Konzentrationen wasserstoffbrückenaktiver Substanzen wie Harnstoff führen dann zu Peeling-Effekten. Enzym-Peelings brechen die Peptidketten auf (siehe Beauty Forum 2009 (7), 56-58). Während sich diese Vorgänge ausschließlich im Stratum corneum abspielen, verursachen Fruchtsäuren, Salizylsäure und Trichloressigsäure in genügend hohen Konzentrationen einen vorzeitigen Zelltod noch lebender Epidermis-Zellen durch toxische Effekte; sie bewirken ihre Ablösung und regen so die Basalschicht zu einer beschleunigten Regeneration der Epidermis an. Die Epidermis erneuert sich ohne äußere Einflüsse innerhalb von zirka 2-4 Wochen von selbst, die Hornschicht innerhalb von 8 Tagen.

### Immer noch aktiv...

Obwohl die Hornschicht biologisch tot ist, vollbringt sie immer noch Stoffwechseleinstellungen, etwa durch die Tätigkeit von Enzymen. Zu ihnen gehören unter anderem Hydrolasen, die Triglyceride in Di- und Monoglyceride sowie Glycerin und Fettsäuren spalten können, sowie Proteasen, die den Nachschub von Aminosäuren für die Aufrechterhaltung des NMF (Natural Moisturizing Factor) aus Proteinen sichern. Der NMF ist der effektivste Schutz gegen die vorzeitige Hautalterung; er hält die Haut feucht und repräsentiert den natürlichen Radikalfänger der Haut (siehe Kosmetische Praxis 2006 (2), 12-14).

Der Stoffwechsel wird durch die dichte Besiedelung der Hautoberfläche mit Mikroorganismen und deren Aktivität ergänzt. Dieses empfindliche Gleichgewicht sollte möglichst nicht durch äußere Einwirkungen, zu denen auch ungeeignete Hygienemaßnahmen und Kosmetika zählen können, gestört werden. Selbst von der Hornschicht werden noch Signale abgegeben, die unter anderem Regenerationsprozesse initiieren können. Diese Situation tritt insbesondere nach Barrierschädigungen ein, die den TEWL (Transepidermaler Wasserverlust) erhöhen.

Oberflächenaktive Substanzen wie Emulgatoren aus Cremes oder Lotionen sowie Tenside aus Reinigungsmitteln schädigen oder zerstören die Strukturen der interzellulären Räume. Tenside lösen zuerst die lipophilen Komponenten aus den Lipiddoppelschichten heraus – gefolgt von den NMF-Bestandteilen, die sich hauptsächlich in den Korneozyten befinden. Der TEWL steigt an, die Haut wird trocken.

### Beidseitiger Stoffaustausch

Die Epidermis ist ein Plattenepithel, ein Ab-

schlussgewebe, das weder Bindegewebe noch Blutgefäße enthält. Die Schleimhäute der Nase, des Auges (Bindehaut), der Mundhöhle und der Vagina sind ebenfalls Plattenepithel, die allerdings weder verhornen noch eine Hornschicht besitzen. Sie werden entweder durch eigene oder angrenzende Schleimdrüsen mit einem Flüssigkeitsfilm versorgt. Plattenepithel sondern Stoffe ab und können solche von außen resorbieren.

Die Epidermis resorbiert vor allem lipophile Stoffe, die zum größten Teil über die interzellulären Lipiddoppelschichten und die Korneodesmosomen-Struktur, aber auch über die Haarfollikel, Drüsenausgänge und geringfügig durch die Korneozyten hindurch in die tieferen Hautschichten wandern. Je kleiner die Moleküle sind, umso schneller werden sie aufgenommen. Etherische Öle können beispielsweise kurz nach ihrer Applikation schon im Blut nachgewiesen werden. Diese Diffusion durch die Haut bezeichnet man als Permeation, den ersten Schritt, nämlich die bloße Aufnahme in die Hornschicht, nennt man Penetration. Je polarer ein Stoff ist, umso schlechter penetriert er, da die Lipiddoppelschichten eine wirksame Barriere bilden. Anders verhalten sich hauteigene Moleküle wie Aminosäuren, kleine Peptidketten oder kurzkettige Ceramide. Mithilfe von Liposomen aus linolsäurereichem Phosphatidylcholin (PC) gelingt es auch, polare kosmetische Wirkstoffe in tiefere Hautschichten zu transportieren. Dabei werden die Lipiddoppelschichten durch PC für eine gewisse Zeit fluidisiert (verflüssigt) und auf Durchlass geschal-

tet. Lipophile Nanodispersionen beschleunigen analog die Permeation lipophiler Wirkstoffe. Da dabei sowohl Liposomen als auch Nanodispersionen mit den Lipiddoppelschichten fusionieren (verschmelzen), können die ursprünglichen Teilchen in der Hornschicht nicht nachgewiesen werden.

Oberflächlich aufgebraachte okklusive Stoffe wie Vaseline senken den TEWL. Die Hornschicht quillt (siehe oben) und wird durchlässiger – ein Prinzip, das bei topischen Arzneimitteln häufig genutzt wird.

In diesem Zusammenhang ist die Zunahme von Personen mit empfindlicher Haut erwähnenswert, die ein Brennen nach der Applikation von O/W-Emulsionen verspüren. Bei näherer Untersuchung stellt man fest, dass dieses Symptom stofflich unspezifisch ist und nur von der Konzentration polarer, wasserlöslicher Substanzen im jeweiligen Präparat abhängig ist. Die Personengruppe zeichnet sich gewöhnlich durch eine trockene, juckreizempfindliche Haut mit erweiterten Blutgefäßen und durch eine Bindegewebsschwäche aus. Der Hintergrund ist offensichtlich der gleiche wie bei der Redewendung "Salz in offene Wunden streuen". Die wasserlöslichen Substanzen gelangen durch die vorliegende Barrierestörung, die über die Hornschicht hinausgeht, in die tieferen Epidermis-Schichten und können dort aufgrund ihrer hypertonen Konzentration einen starken Reiz auslösen.

Dr. Hans Lautenschläger