

Naturstoffe und Kosmetik

Kunden, die Kosmetikprodukte kaufen, verfügen heute vielfach über Informationen zu Inhaltsstoffen, deren Wirkungen und Risiken. Dieser interessierte Kunde orientiert sich bei seiner Entscheidung immer mehr an den so genannten „natürlichen Stoffen“ bzw. „Naturstoffen“. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass diese Stoffe meist hautverträglich sind und zu keiner allergenen Reaktion führen.

Dieser Artikel soll die Kosmetikerin bei ihrer fachkundigen Beratung unterstützen und dem informierten Kunden eine Orientierung geben. Doch zunächst ergibt sich die Frage, was sind „natürliche Stoffe“ bzw. „Naturstoffe“?

1 Naturstoffe

Naturstoffe lassen sich in zwei Gruppen unterteilen. Zum einen in die im Grundstoffwechsel von Mensch, Tier und Pflanze gebildeten primären Naturstoffe. Dazu gehören Kohlenhydrate (Zucker, Cellulose, Stärke, Gelbildner), Fettsäuren und Triglycerole (Fette, Öle), Proteine (aus Aminosäuren und Peptiden) und Nucleinsäuren (Adenin, Cytosin, Guanin, Thymin, Urazil). Diese Stoffe sind essentielle Bausteine für alle Organismen.

Die andere Gruppe umfasst die sekundären Naturstoffe. Diese Verbindungen kommen in fast allen Gruppen von Organismen (Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen) vor. Abbildung 1 zeigt in Anlehnung an DINGERMANN eine Übersicht über die Einteilung der Naturstoffe.¹

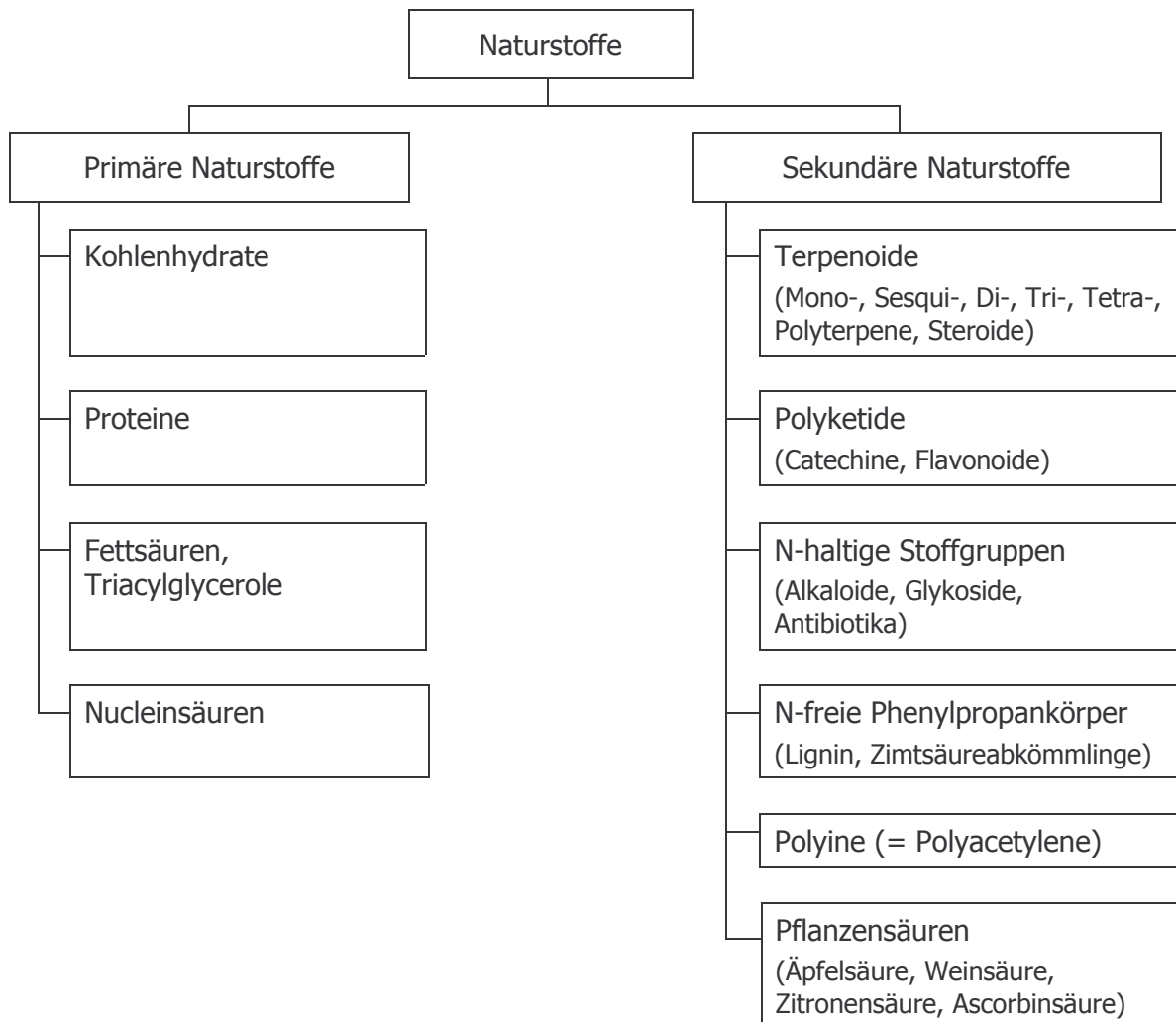


Abb.1: Einteilung der Naturstoffe

Zahlreiche Verbindungen aus beiden Naturstoffgruppen werden in kosmetischen Formulierungen eingesetzt. Vier Fünftel aller sekundären Naturstoffe werden aus Pflanzen isoliert ². Diese Stoffe werden in spezialisierten Zellen der Pflanze gebildet und dienen der Stoffwechselregulation, wirken als Fraß- und Infektionsschutz, wehren Angriffe ab oder locken andere Organismen an. Die Vielfalt dieser Stoffe offenbart den riesigen Fundus der Phytotherapie (pflanzliche Heilkunde) auf den auch die kosmetische Industrie zurückgreift. Um den Einsatz von Naturstoffen in kosmetischen Produkten zu beschreiben, ist die prinzipielle Zusammensetzung der jeweiligen Formulierung zu betrachten, da neben den eigentlichen Wirkstoffen noch zahlreiche Trägersubstanzen und andere Beimengungen enthalten sind.

2 Kosmetisches Pflegesystem

Am Beispiel einer pflegenden Zubereitung zum Auftragen auf die Haut nach vorheriger Reinigung soll der inhaltliche Aufbau eines kosmetischen Pflegesystems, das nach dem Prinzip „All-in-One“ erfolgt, dargestellt werden. Eine derartige Zubereitung setzt sich aus einem Emulsionssystem und/oder einem Gel, sowie Viskositätsregulatoren, Zusatz- und spezifischen Wirkstoffen zusammen (Abb. 2).

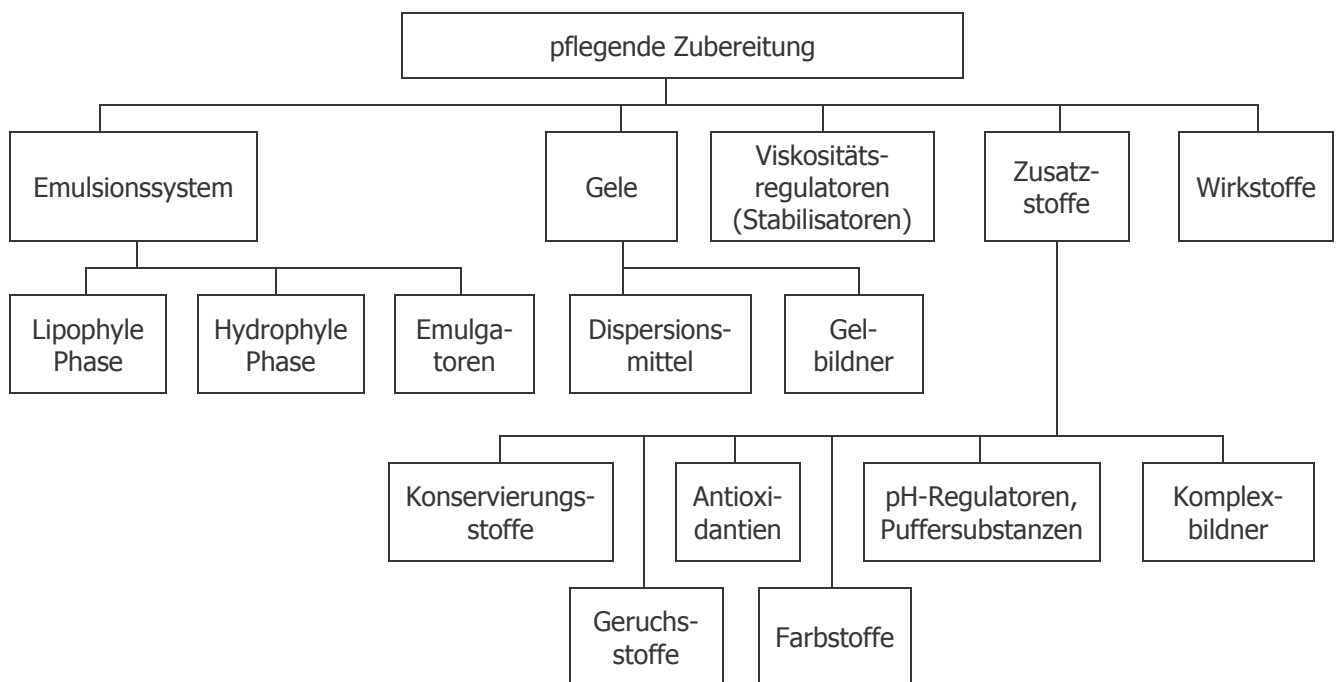


Abbildung 2: Aufbau eines kosmetischen Pflegesystems

Das Emulsionssystem stellt ein Öl-Wasser-Gemisch dar, das dem Hydrolipidfilm der menschlichen Haut, bestehend aus Lipiden, Schweiß, Talg, abgestoßenen Hornzellen und Wasser, angeglichen ist. Der Einsatz von Emulgatoren zum Vermischen der Öl- und Wasserphase führt möglicherweise bei einigen Anwendern zu Hautirritationen. Mit Hilfe von Wasser-in-Öl-Gele (Hydrodispersionsgele oder Pickering Emulsionen) gibt es Möglichkeiten, diese unerwünschten Wirkungen zu umgehen. Viskositätsregulatoren werden eingesetzt, um eine bestimmte anzustrebende Konsistenz zu erhalten und die Zusatzstoffe dienen der Konservierung, der pH-Regulierung, der Parfümierung und der Farbgebung. Der Zusatz von Antioxidantien verhindert oxidative Schäden an Inhaltsstoffen der jeweiligen Formulierung. In fast allen aufgeführten Systemkomponenten einer pflegenden Zubereitung könnten rein chemische Verbindungen durch Naturstoffe ersetzt werden und somit auch zum Einsatz kommen.

Der Bereich kreActiv-Kosmetik der Firma kreActiv GmbH Jena (www.kreactiv.com) hat sich den neuen Anforderungen des Marktes gestellt und entwickelte eine anspruchsvolle Kosmetikreihe basierend auf Naturstoffen aus der afrikanischen Ethnomedizin (*Byrsocarpus coccineus*-Blattextrakt) und der natürlichen Verbindung Hyaluronsäure.

3 Funktionen eines kosmetischen Systems

Die zu erfüllenden kosmetischen Funktionen einer pflegenden Zubereitung bestimmen Auswahl und Einsatz der Inhaltsstoffe. In Abbildung 3 sind die möglichen kosmetischen Funktionen zum Schutz und Pflege der Haut aufgeführt.

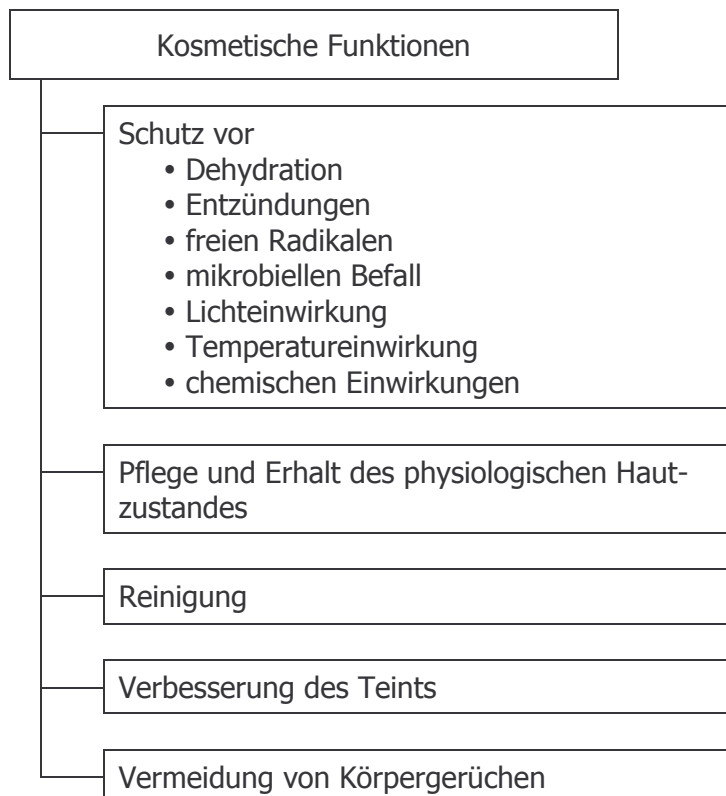


Abbildung 3: Kosmetische Funktionen

Im Folgenden wird der Einsatz ausgewählter Naturstoffe zum Realisieren ausgewählter Schutzfunktionen und zur Pflege und zum Erhalt des physiologischen Hautzustandes dargestellt. Da in diesem Beitrag die Zusammensetzung einer rein pflegenden Zubereitung verfolgt wird, werden die Funktionen Reinigung, Verbesserung des Teints und Vermeidung von Körpergerüchen nicht betrachtet.

4 Einsatz von Naturstoffen im kosmetischen Pflegesystem

4.1 Schutz vor Dehydration

Ein ausreichender Wassergehalt der Haut sichert zwei wesentliche Funktionen. Erstens beeinflusst gebundenes Wasser in der Dermis den Hautturgor (Eigenspannung der Haut) und damit die Elastizität und Zugfestigkeit. Zweitens ist Wasser Bestandteil des Hydrolipidfilms der Epidermis. Dieser Film ist für die körpereigene Okklusion (Abdichtung) und die Permeabilitätsbarriere der Haut ursächlich. Sowohl ein hoher transepidermaler Wasserverlust nach außen, als auch ein Eindringen fremder Stoffe von außen durch die Haut wird so vermieden.

Die Hornschicht der Haut, als oberste Schicht der Epidermis, verfügt normalerweise über einen Wassergehalt von 20 %.³ Dieses Wasser stammt aus tiefer liegenden Hautschichten. Die Lipidbarriere der Hornschicht verhindert bei intakter Haut eine übermäßige Wasserverdunstung. Trockene Haut ist mittlerweile eine Zivilisationserscheinung. 15 bis 20 % der Bevölkerung besitzen eine überempfindliche (atopisch) und trockene Haut, die unter Umständen zu Neurodermitis tendiert.⁴ Leichtere Formen trockener Haut sind jedoch weitaus häufiger. Exogene Einflüsse (z.B. Mikroklima, UV-Licht, ungeeignete Reinigung der Haut) und endogene Faktoren (z. B. Veranlagung, Ernährung) führen zu einem Mangel an natürlichen Feuchthaltefaktoren oder/und zum gestörten Fettsäure-Metabolismus. Drei Wege können zur Feuchtigkeitserhöhung der Hornhaut führen: innerhalb der Epidermis wirkend, subepidermal wirkend und exogen appliziert wirkend (Abb. 4).

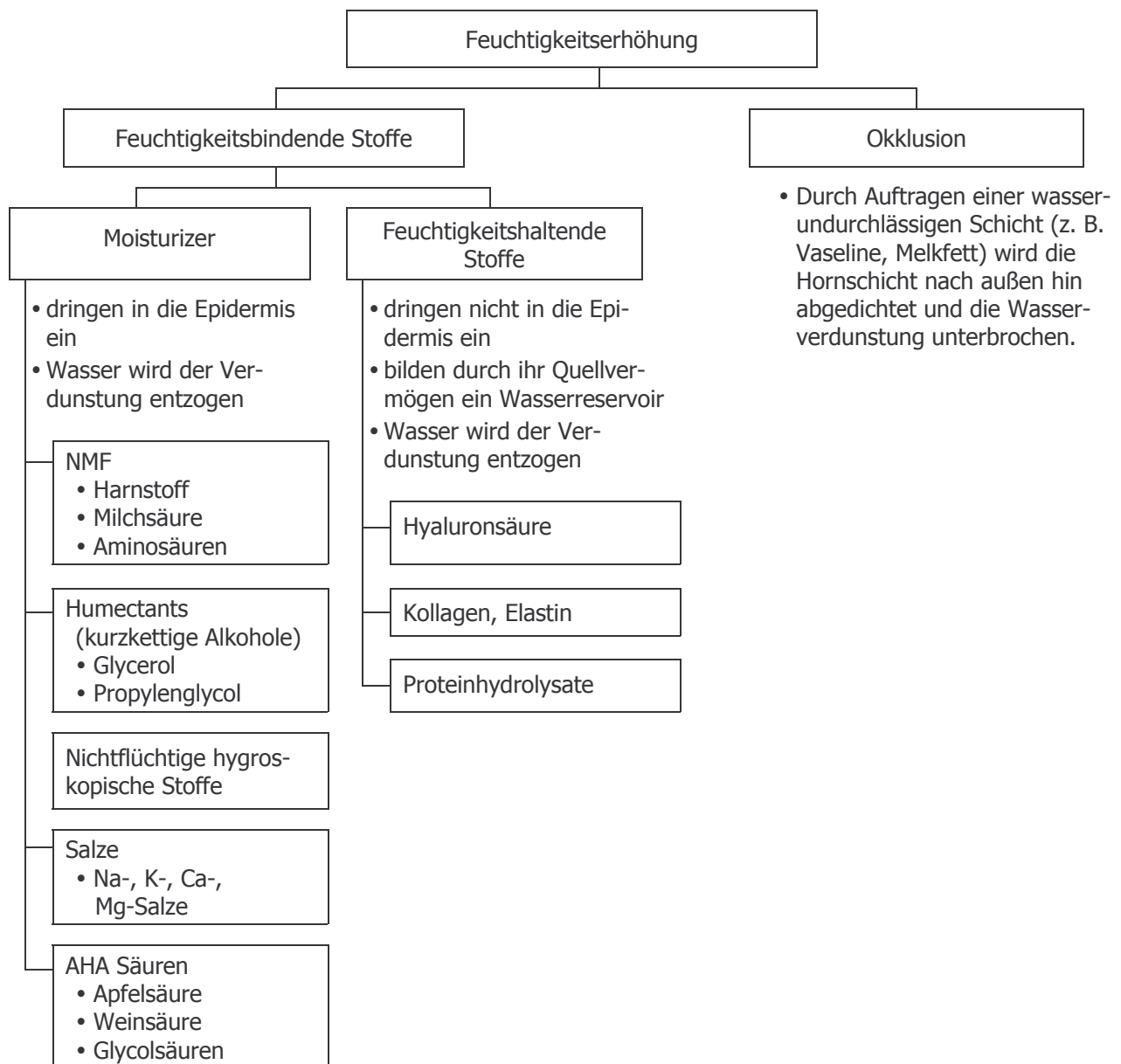


Abb.4: Feuchtigkeitserhöhung der Hornhaut (NMF: Natural Moisturizing Factor, AHA: α-Hydroxy-Acid)

4.1.1 Naturstoff Harnstoff

Der natürliche Feuchthaltefaktor (NMF – Natural Moisturizing Factor) ist Bestandteil der Epidermiszellen und des Hydrolipidfilmes. Er stellt eine Mischung aus folgenden unterschiedlichen Stoffen dar:⁵

Aminosäuren	32 - 42 %
Lactat	12 %
2 Pyrollidon-5-carbonsäure	12 %
Harnstoff	7 %
Anorganische Ionen (Chlorid, Natrium, Kalium)	18 %

Entscheidend für die Wasserbindung ist der Naturstoff Harnstoff, das Endprodukt des Eiweißstoffwechsels. Der Harnstoff im NMF stammt aus den Schweißdrüsen und aus dem Verhornungsprozess der Zellen. Bedingt durch die besondere Struktur des Moleküls und der vorhandenen polaren Atomgruppen (-NH₂) liegt eine ausgeprägte Neigung zur Wasseraufnahme vor. In dem Hohlraum seines Kristallgefüges kann Harnstoff Wasser einlagern (Klathrate) (Abb. 5). Harnstoff ist grobkristallin, farb- und geruchlos, nicht toxisch und wenig reaktiv.

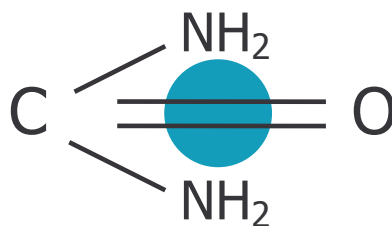


Abb. 5: Strukturformel des Harnstoffs mit eingeschlossenem Wasser.

Aufgrund seiner Eigenschaften unterstützt auf die Haut aufgebracht Harnstoff als ein Bestandteil des Feuchthaltefaktors die notwendige Hydratation.

Das Penetrationsverhalten von Harnstoff durch die Haut kann in Abhängigkeit vom Emulsionstyp schnell und kurzfristig oder langsam und ausdauernd erfolgen (Abb. 6).

Emulsionstyp	Penetrationskinetik
O/W	<ul style="list-style-type: none"> • schnelle Freisetzung • wird in hoher Konzentration freigesetzt • in oberen Schichten der Hornhaut nachweisbar ⇒ Sofortwirkung der Wasserbindung
W/O	<ul style="list-style-type: none"> • längere, gleichmäßige Freisetzung • penetriert in größeren Mengen in die Haut ⇒ intensivere, länger anhaltende Steigerung der Wasserbindung leicht okkludierende Wirkung

Abb.6: Penetrationskinetik von Harnstoff in Abhängigkeit vom Emulsionstyp (O/W: Öl in Wasser, W/O: Wasser in Öl)

SENGER empfiehlt als Strategie zur Verbesserung trockener und rissiger Haut mit einer O/W-Emulsion (Öl in Wasser) zu beginnen und später die Therapie mit einer W/O-Emulsion (Wasser in Öl) fortzuführen.⁶

4.1.2 Naturstoff Hyaluronsäure

Die extrazelluläre Matrix der Dermis (bindegewebige Lederhaut unter der Epidermis) stellt eine räumliche Struktur von Makromolekülen dar. Diese Makromoleküle werden durch die Zellen selbst hergestellt und abgeschieden. Die Bestandteile der extrazellulären Matrix sind nach HUSCHKA in Abbildung 7 dargestellt.⁷

Bestandteil	Struktur	Funktion
Kollagen	Glykoprotein mit Tripelhelix, reich an Prolin	Stützfunktion
Elastin	dehnbares hydrophobes Protein	sichert elastische Verformung von Geweben
Fibronectin Laminin	Glykoproteine	„Klebstsubstanzen“
Hyaluronsäure	sehr großes Glykosaminoglycan	fluide Zellmatrix für Beweglichkeit der Zellen, reguliert Wachstum und Differenzierung
Proteoglykane	Glykosaminoglycanketten, die kovalent an Proteine gebunden sind	Feuchtigkeitsreservoir, Stoßdämpfung

Abb. 7: Bestandteile der extrazellulären Matrix

Glykosaminoglycane (z. B. Hyaluronsäure) verbinden sich mittels der „Klebstsubstanz“ Fibronectin mit dem protenoiden Bindegewebsgerüst (Kollagen, Elastin) zu einer gelartigen Masse (Proteoglycanaggregate). Diese Masse, bezeichnet als extrazelluläre Matrix, kann erhebliche Mengen Wasser binden. Bei Druckreizen erfolgt durch Wasserabgabe und -aufnahme ein Ausgleich der mechanischen Einwirkung. Zusätzlich sind die Proteoglycanaggregate am Informations- und Stoffaustausch in der Dermis beteiligt.

Hyaluronsäure gehört zu den Kohlenhydraten, die mit Proteinen komplexe Verbindungen eingehen können und die in Mikroorganismen, Pflanzen, Tieren und Mensch relativ häufig vorkommen.⁸ In der Epidermis der menschlichen Haut ist eine bis zu zehnfach höhere Konzentration der Hyaluronsäure im Vergleich zur Dermis nachweisbar.⁹ In der alternden Haut sinkt durch enzymatische Vorgänge der Hyaluronsäuregehalt, so dass das Vermögen Wasser in der Haut zu binden, reduziert wird. Als Ergebnis entwickelt sich die Altershaut, bei der die Elastizität zurückgeht und Faltigkeit eintritt.¹⁰ Mit dem Aufbringen hyaluronsäurehaltiger kosmetischer Produkte kann der Wassergehalt der oberen Hautschichten erhöht werden. In tiefere Hautschichten dringen die Hyaluronsäuremoleküle aufgrund ihrer großen Molmasse jedoch nicht ein.¹¹ Diese topische Anwendung führt zu einem oberflächlich straffenden Effekt auf der Haut und einem angenehmen Hautgefühl.

Gegenwärtig dominiert eine Suche nach Naturstoffen, die den enzymatischen Abbau der Hyaluronsäure verhindern oder zumindest verzögern sollen. *Byrsocarpus coccineus*-Blattextrakt und auch andere Pflanzenstoffe, zeigen durch ihre inhibitorische Wirkung auf hyaluronsäureabbauende Enzyme eine deutliche hyaluronsäureschützende Wirkung.¹² Aufgrund des natürlichen Vorkommens von Harnstoff und Hyaluronsäure lassen sich beide Substanzen, möglichst ergänzt um hyaluronsäureschützende Faktoren, unbedenklich in kosmetischen Formulierungen einsetzen.

4.2 Schutz vor Entzündungen

In Zellen und Geweben können durch chemische und physikalische Reize oder auch durch Parasiten und Allergene Schäden ausgelöst werden, die eine Reihe von enzymatisch bedingten Reaktionen bewirken, die sich dann als Entzündungen äußern. Enzyme sind Naturstoffe aus der Gruppe der Proteine. Alle zellulären chemischen Reaktionen organischer Biomoleküle werden durch Enzyme katalysiert.¹³ Bei diesen Entzündungsprozessen bilden Cyclooxygenase-Enzyme (COX) Prostaglandine, die teilweise als Schmerzstoffe bekannt sind. Es wurden zwei COX-Isoenzyme identifiziert: COX 1, die stets vorliegende Isoform, und COX 2, eine erst durch akute Entzündungsbedingungen induzierbare Isoform. Eine selektive Inhibition der COX 2, möglichst durch Naturstoffe, stellt einen wirkungsvollen Ansatz zur Behandlung entzündlicher Erkrankungen dar.¹⁴

Einzelne Naturstoffextrakte, zum Beispiel aus *Byrsocarpus coccineus*-Blättern, *Kigelia africana*-Früchten und Rotweinkernen zeigen im Vergleich zu den Standard-Entzündungshemmern (Ibuprofen, Indomethacin) eine besonders hohe COX-2-inhibitorische Wirkung. Weitere Pflanzen, deren Naturstoffe antiinflammatorische (entzündungshemmende) Wirkung aufweisen, sind in Abbildung 8 aufgeführt.

Pflanze/Pflanzenextrakt	antiinflammatorische Wirkung	antioxidative Wirkung	antimikrobielle Wirkung	hyaluronsäureschützende Wirkung
Echte Aloe, Curacao-Aloe (<i>Aloe vera</i>)	x		x	
Roskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	x			
Ringelblume (<i>Calendula officinalis</i>)	x	x	x	
Knoblauch (<i>Allium sativum</i>)	x	x	x	
Echter Eibisch (<i>Althaea officinalis</i>)	x			
Arnika (<i>Arnica montana</i>)	x	x	x	x
Melisse (<i>Melissa officinalis</i>)	x	x	x + antiviral	
Rotbusch/Rooibos (<i>Aspalathus linearis</i>)	x	x		
Stiefmütterchen (<i>Viola tricolor</i>)	x	x		
Zaubernuss (<i>Hamamelis virginiana</i>)	x	x		x
Spitzwegerich (<i>Plantaginis lanceolatae</i>)			x	x
Kamille (<i>Matricaria chamomilla</i>)	x		x	
Trauben-Eiche (<i>Quercus petraea</i>)	x		x	
<i>Byrsocarpus coccineus</i>	x	x	x	x
Leberwurstbaum-Frucht (<i>Kigelia africana</i>)	x	x	x	
Ginkgo-Blätter (<i>Ginkgo biloba</i>)	x	x		x
Rotwein-Kerne (<i>Vitis vera</i>)	x	x		
Gurkensamen (<i>Cucumis sativus</i>)		x		

Abbildung 8: Pflanzen/Pflanzenextrakte mit hautschützenden Wirkungen

4.3 Schutz vor freien Radikalen

In der Haut werden durch den Einfluss von Ozon, UV-Strahlung, Luftschadstoffe, Rauch, chemische Oxidantien und andere Noxen zellschädigende freie Radikale gebildet. Als freie Radikale werden Sauerstoffverbindungen mit ungepaarten, also freien Elektronen bezeichnet. Sie sind äußerst reaktionsfähig und aggressiv und können unkontrollierte Oxidationen in den Zellen initiieren. Als Folge treten Zellschäden ein. Die in der Haut vorkommenden antioxidativen Verbindungen schützen im Normalfall die Zellen vor oxidativen Schäden. Übersteigt der oxidative Stress jedoch die natürliche antioxidative Schutzwirkung kommt es zu Schädigungen. Ausgewählte Naturstoffe in Kosmetika können dazu führen, dass freie Radikale gebunden und damit inaktiviert werden. Einige pflanzliche Naturstoffe zeigen derartige antioxidative Wirkungen, unter anderem auch der *Byrsocarpus coccineus*-Blattextrakt¹⁵. Weitere diesbezüglich aktive Pflanzen sind in Abb.8 aufgeführt. Als ursächlich für solche Wirkungen werden unter anderem isoprenoide Verbindungen (z. B. Carotinoide) und aromatische Verbindungen (z. B. Flavanoide) angesehen.

4.4 Schutz durch Naturstoffe mit antimikrobieller Wirkung

Die schützende Barriere der Haut bezieht sich nicht nur abwehrend auf Umweltnoxen, sondern auch auf die Verhinderung eines massiven Eindringens von Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze. Antimikrobiell wirkende Naturstoffe verhindern eine zu starke Besiedelung der Haut mit diesen Organismen, die auch als Pathogenitätsträger zu sehen sind. In Abbildung 8 sind Pflanzen, deren Naturstoffextrakte antimikrobielle Wirkung aufweisen, aufgezählt. Für den Naturstoffextrakt aus *Byrsocarpus coccineus*-Blättern konnte ebenfalls eine antimikrobielle Wirkung bestätigt werden.

4.5 Pflege und Erhalt des physiologischen Hautzustandes

In der Epidermis werden die Keratinozyten zu Korneozyten (Hornzellen) transformiert (Differenzierung). Im Verlauf dieser Veränderung werden aus den Zellen des Stratum granulosum der Epidermis Lipide in den interzellulären Raum abgegeben. Diese Lipide wirken als Kittsubstanz zum Zusammenhalten der Hornzellen. Die epidermalen Lipide bilden außerdem eine Permeabilitätsbarriere und verhindern das Eindringen von Stoffen in die Haut und den transepidermalen Wasserverlust nach außen. Die epidermalen Lipide setzen sich aus 40 % Ceramiden, 25 % Fettsäuren und 31 % Cholesterin im Cholesterolsulfat zusammen.¹⁶ Für die Barrierefunktion und zum Binden von Feuchtigkeit tragen im Wesentlichen die Ceramide bei. Lipide, Schweiß und Talg, die haftenden Hornzellen und Wasser aus den unteren Hautschichten bilden zusammen den Hydrolipidfilm der Haut. Kosmetische Formulierungen sind bestrebt, dem Hydrolipidfilm zu ähneln. Hautpflegende und weichmachende Lipide (Emolentien) werden zu diesem Zweck in kosmetische Produkte eingearbeitet. Eine große Anzahl von natürlichen Ölen, Fetten und Wachsen kommen dabei als Lipidkomponenten für Kosmetika in Frage.

4.5.1 Öle

Mandelöl (INCI: *Prunus dulcis*) wird aus Mandelkernen kalt gepresst. Es enthält veresterte Öl- und Linolsäure und wirkt reizmindernd. Linolsäure ist eine natürlich vorkommende ungesättigte Fettsäure. Ein Mangel an solchen ungesättigten Fettsäuren („so genanntes Vitamin F“) kann zu Störungen der Barrierefunktion der Haut führen. Aus Macadamianüssen (INCI: *Macadamia tesnifolia*) kann ebenfalls ein Öl isoliert werden, das vor allem aus Ölsäure und Palmitoleinsäure besteht. Letztere kommt in großen Anteilen auch im Talg der Haut vor und verfügt über besonders gute hautpflegende Eigenschaften.¹⁷

4.5.2 Fette

Sheabutter (INCI: *Butyrospermum parkii*) ist eine talgähnliche Masse, die aus den Sheanüssen gewonnen wird. Sheabutter setzt sich aus einem Anteil esterfreier Substanzen zusammen. Dazu zählen Triterpene, Alkohole, freie Fettsäuren, Phytosterole und Carotinoide. Diese Stoffe sind ursächlich für die hautpflegenden, glättenden und schützenden Eigenschaften von Sheabutter verantwortlich.¹⁷

Triterpene, pflanzliche Sterole und Carotinoide sind sekundäre Naturstoffe und gehören zur Gruppe der Terpene und damit zu den isoprenoiden Verbindungen.

4.5.3 Wachse

Jojobaöl (INCI: *Buxus chinensis*) ist ein flüssiges Wachs aus den Früchten des Jojobastrauches. Die Doppelbindung der Wachsester ist für den flüssigen Zustand verantwortlich. Jojobaöl besitzt ein gutes Spreitvermögen, zieht in die Haut schnell ein und gibt der Haut ein glattes Aussehen.¹⁸

5 Naturstoffe und Verträglichkeit

Stoffe, die natürlichen Ursprungs sind, erscheinen auf den ersten Blick als stets verträglich. Viele solche Substanzen wirken in einer definierten Konzentration auf den Organismus förderlich. Erhöht sich die Konzentration ist oftmals Toxizität die Folge, wofür die Tollkirsche (*Atropa belladonna*) ein typisches Beispiel ist. Die pflanzeigenen Alkaloide der Tollkirsche Hyoscyamin und Atropin werden in Schmerzmitteln bzw. zur Pupillenerweiterung eingesetzt, in größeren Mengen (10 Beeren für Erwachsene) sind sie tödlich.

Viele Naturstoffe, zum Beispiel Harnstoff (INCI: Urea), Bisabolol aus der Kamille, künstliches Jojobaöl (INCI: Oleyl Erucate) oder künstliches Walrat (INCI: Cetyl Palmitate) können heute synthetisch hergestellt werden. Diese liegen dann in reiner Form ohne Begleitstoffe vor. Das mindert in vielen Anwendungsfällen die allergene Wirkung. Gerade Alpha-Bisabolol verfügt über eine entzündungshemmende Wirkung, ist aber weniger allergen als der Gesamtextrakt aus Kamille. Gerade Pflanzenstoffe, die mikrobiell wirken, können auch sensibilisierend und allergisierend sein.¹⁹

Insgesamt gilt: Naturstoffe in geeigneter Konzentration und Menge in kosmetischen Produkten eingesetzt, tragen in entscheidendem Maß zur Pflege und zum Schutz der Haut bei. Synthetisch hergestellte Naturstoffe verfügen in vielen Fällen eher über Vor- als über Nachteile gegenüber dem natürlichen Extrakt. Derartig hergestellte Stoffe müssen also deshalb nicht zwangsläufig schlechter sein.

Verfasser: Dr. Waltraud Hertel, Hans-Knöll-Institut für Naturstoff-Forschung e.V., Jena
Dr. Detlef Hofmann, kreActiv GmbH, Jena

6 Literaturverzeichnis

- ¹ Dingermann, Theo ; Hiller, Karl ; Schneider, Georg ; Zündorf, Ilse: Schneider Arzneidrogen. 5. Aufl. München : Spektrum, 2004
- ² Nuhn, Peter: Naturstoffchemie : Mikrobielle, pflanzliche und tierische Naturstoffe. 3. Aufl. Stuttgart : Hirzel, 1997, S. 23 - 24
- ³ Ellsäßer, Sabine: Körperpflegekunde und Kosmetik. Berlin : Springer, 2000, S. 15
- ⁴ Ellsäßer, Sabine: Körperpflegekunde und Kosmetik. Berlin : Springer, 2000, S. 15
- ⁵ Niedner und Ziegenmeyer, zitiert in Wohlrab: Anatomie, Physiologie und Biochemie der Haut (Foliensatz)
- ⁶ Senger, Erik: Trockene Haut : Von der Fehldiagnose zum Behandlungskonzept. In: Dermo Topics 1, 2003
- ⁷ Huschka, Ch. ; Gerlach, D. ; Wohlrab, J. ; Wohlrab, W.: Hyaluronsäure und Haut. In: Trends in Clinical and Experimental Dermatology. Vol. 3. Aachen : Shaker, 2004, S. 129 - 151
- ⁸ Nuhn, Peter: Naturstoffchemie : Mikrobielle, pflanzliche und tierische Naturstoffe. 3. Aufl. Stuttgart : Hirzel, 1997, S. 240
- ⁹ Müller, P.-J. ; Peschel, G. ; Ozegowski, J.-H. ; Hertel, W.: Hyaluronsäure – ein vielseitiges Biopolymer. In: Wohlrab, W. ; Neubert, R. H. H. ; Wohlrab, J. (Hrsg.): Trends in Clinical and Experimental Dermatology. Vol. 3. Aachen : Shaker, 2004, S. 1 - 54, Verlag
- ¹⁰ Ellsäßer, S.: Körperpflege und Kosmetik. Berlin : Springer, 2000
- ¹¹ Huschka, Ch. ; Hübner, A. ; Fries, G.: Formulierungen mit Fragmenten der Hyaluronsäure. In: Trends in Clinical and Experimental Dermatology. Vol. 3. Aachen : Shaker, 2004, S. 309 - 326
- ¹² Ozegowski, J.-H. ; Hertel, W. ; Müller P.-J. ; Peschel, G.: Enzyme des Hyaluronsäure-metabolismus. In: Trends in Clinical and Experimental Dermatology. Vol. 3. Aachen : Shaker, 2004, S. 55 - 104
- ¹³ Lehninger, A. ; Nelson, D. ; Cox, M.: Prinzipien der Biochemie. 2. Aufl. Heidelberg : Spektrum, 1998, S. 147
- ¹⁴ Tutsch, D. ; Boss, N. ; Wangerin, G. ; Bertschinger, B. ; Parzhuber, S. ; Striebeck, C. ; Tiroch, H.: Lexikon Medizin. München, Wien, Baltimore : Urban & Schwarzenberg, 1997
- ¹⁵ Oke, J. M. ; Hamburger, M. O.: Screening of some Nigerian Medicinal Plants for antioxidant activity using 2,2 Diphenylpicryl-hydrazyl Radical. African Journal of Biomedical. Research, Vol. 5. 2004, S. 77 - 79

- ¹⁶ Wohlrab, J.: Anatomie, Physiologie und Biochemie der Haut (Foliensatz)
- ¹⁷ Ellsäcker, Sabine: Körperpflegekunde und Kosmetik. Berlin : Springer, 2000, S. 140 - 141
- ¹⁸ Ellsäcker, Sabine: Körperpflegekunde und Kosmetik. Berlin : Springer, 2000, S. 148
- ¹⁹ Hitzig, K. ; Schmauder, H.-P.: Wirkstoffkonzepte aus der Natur. In: Beauty 5/2004