

Mehr als Kollagen: eine vollständige Formel mit essenziellen Hautnährstoffen

Intrinsische und extrinsische Alterung

Die Hautalterung ist ein komplexer, multifaktorieller und fortschreitender biologischer Prozess, bei dem kumulative, strukturelle, biochemische und funktionelle Veränderungen in der Haut und im gesamten Bindegewebe stattfinden. Bei diesem Prozess führen sowohl intrinsische als auch extrinsische Faktoren nach und nach zu einem Verlust der strukturellen Integrität und der physiologischen Funktion. **Die intrinsische Hautalterung** spiegelt genetisch programmierte und chronologisch gesteuerte Prozesse wider. Sie tritt unweigerlich als natürliche Folge physiologischer Veränderungen im Laufe der Zeit mit variabler, jedoch genetisch bedingter und unveränderlicher Geschwindigkeit auf. **Extrinsische Faktoren** sind in unterschiedlichem Maße beeinflussbar und umfassen die Exposition gegenüber UV-Strahlung, Umweltverschmutzung oder Tabakrauch, wiederholte Muskelbewegungen wie das Zusammenknäuen der Augen oder das Stirnrunzeln sowie verschiedene Lebensstilfaktoren wie Ernährung, Schlaf und Stress (siehe Abbildung 1). (1)

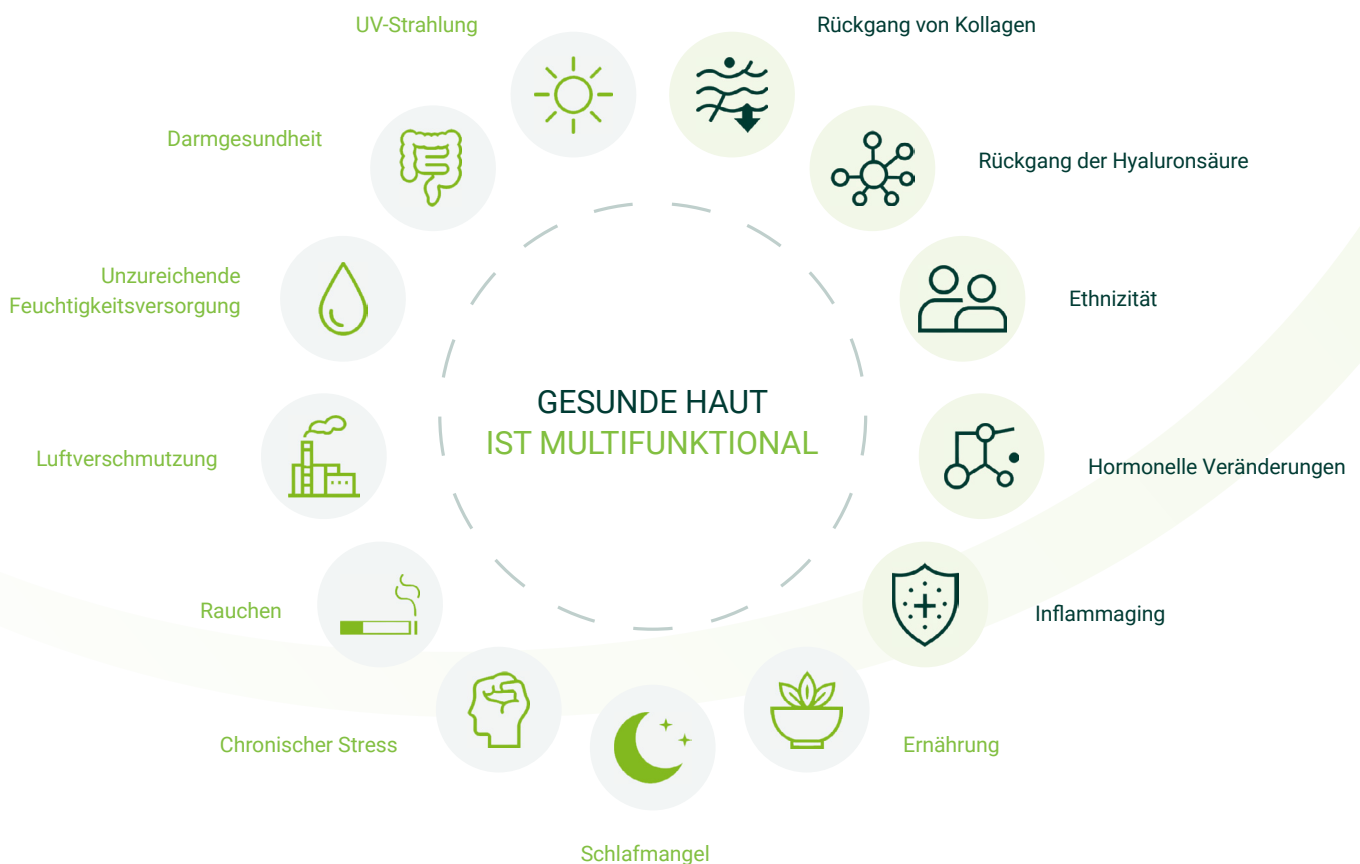


Abbildung 1: Intrinsische und extrinsische Faktoren beeinflussen gemeinsam die Hautgesundheit

Auf Gewebeebene geht die Hautalterung mit Veränderungen der extrazellulären Matrix (EZM) einher, einem dynamischen Netzwerk zwischen den Zellen, das für Festigkeit, Struktur, Zellkommunikation und den Schutz des Gewebes sorgt. Die extrazelluläre Matrix der Haut wird durch ein Gleichgewicht zwischen Synthese (Fibroblasten) und Abbau (durch Matrix-Metalloproteinasen, MMPs) ständig erneuert. Bei alternder Haut verschiebt sich dieses Gleichgewicht in Richtung Abbau. Zu den auftretenden Veränderungen zählen eine verminderte Kollagensynthese, sinkende Hyaluronsäurekonzentrationen, eine verminderte Fibroblastenaktivität, durch oxidativen Stress induzierter Matrixabbau, eine verlangsamte epidermale Erneuerung sowie eine verminderte Qualität der Elastinfasern (siehe Abbildung 2). Gemeinsam tragen all diese miteinander verbundenen Mechanismen zu den sichtbaren und funktionellen Merkmalen der Hautalterung bei, darunter Faltenbildung, verminderte Elastizität und Festigkeit, Trockenheit, Rauheit, verlangsamte Geweberegeneration, verminderte Barrierefunktion und fortschreitender Verlust der Hautdicke. Ähnliche Veränderungen wie in der EZM lassen sich auch in Sehnen, Bändern, Knorpeln, Faszien und anderem Bindegewebe beobachten, was darauf hindeutet, dass die Hautalterung Teil eines umfassenderen systemischen Alterungsprozesses des Bindegewebes ist. (2-5)

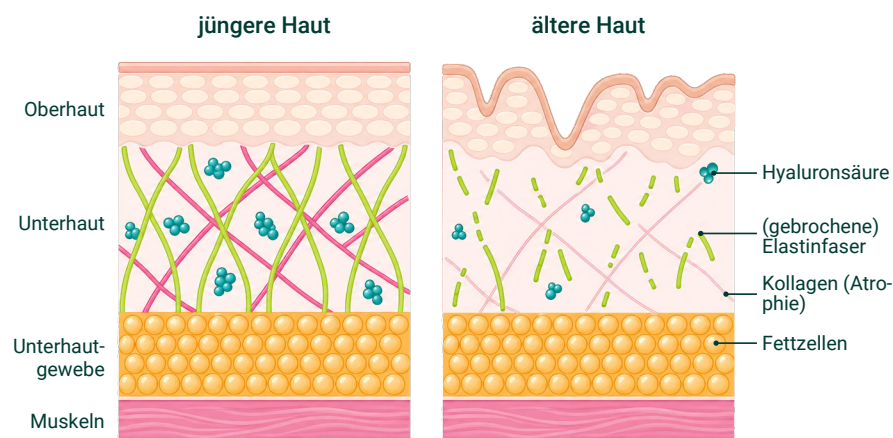


Abbildung 2: Die Hautalterung geht mit einer verminderten endogenen Kollagenproduktion, sinkenden Hyaluronsäurekonzentrationen, einer verminderten Fibroblastenaktivität und einer verminderten Qualität der Elastinfasern einher.

Die EZM ist kein passives Stützgewebe, sondern ein aktiver Regulator der Gewebekomöostase und -regeneration. Da sie unter anderem durch die Ernährung und den Zellstoffwechsel ständig beeinflusst wird, ist das Interesse an ernährungsbezogenen Maßnahmen gestiegen, die ihren Erhalt von innen heraus unterstützen.

Meereskollagen Typ 1

Kollagen ist das häufigste Strukturprotein im menschlichen Körper und macht etwa 30% der gesamten Proteinmasse aus. Es bildet den wichtigsten Baustein von Bindegeweben wie Haut, Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen und Gefäßstrukturen. In diesen Geweben fungiert Kollagen als strukturelles Rückgrat der extrazellulären Matrix (EZM).

Mit zunehmendem Alter nimmt die körpereigene Kollagenproduktion allmählich ab. Gleichzeitig steigt in der Regel die Aktivität der Matrix-Metalloproteinasen (MMPs), einer Gruppe von Enzymen, die am Abbau von Kollagen beteiligt sind. Dadurch verschiebt sich im Alter das Gleichgewicht von der Kollagensynthese hin zum Kollagenabbau. (4)

Von den verschiedenen Kollagentypen, die im menschlichen Körper vorkommen, ist Kollagen vom Typ I in der Haut am stärksten vertreten. Dieser Kollagentyp spielt eine entscheidende Rolle für den Erhalt der Hautstruktur, der Festigkeit und der Elastizität. Meereskollagen ist von Natur aus reich an Typ-I-Kollagenpeptiden. In der klinischen Literatur werden signifikante Auswirkungen auf die Haut üblicherweise 1 bis 3 Monate nach einer Supplementierung von 2,5 bis 10 Gramm pro Tag beobachtet. Die meisten Studien wurden mit einer Tagesdosis von 5 Gramm durchgeführt und zeigen positive, signifikante Auswirkungen auf die Hautgesundheit. Meereskollagenpeptide werden im Allgemeinen gut vertragen, bei einer Fischallergie ist jedoch Vorsicht geboten. (2, 3, 6)

Nicht hydrolysiertes (natives) Kollagen ist aufgrund seiner großen Dreifachhelixstruktur und seines hohen Molekulargewichts (285–300 kDa) nur in sehr begrenztem Maße biologisch verfügbar. Die enzymatische Hydrolyse

überwindet diese Einschränkung, indem sie Proteine in kleinere Peptidfraktionen aufspaltet. Diese sind besser löslich und können vom Körper effizienter verdaut und aufgenommen werden. (7)

Nach oraler Einnahme des Kollagenpeptids erfolgt der enzymatische Abbau unter Einwirkung von ausreichend Magensäure und Pankreasproteasen, wobei Di- und Tripeptide sowie einzelne Aminosäuren entstehen. Die Hydroxyprolin-haltigen Di- und Tripeptide gelangen in den systemischen Kreislauf und werden zunehmend als bioaktive Signalmoleküle und nicht mehr nur als einfache Aminosäurequellen angesehen. Aus therapeutischer Sicht ist dies von Bedeutung, da diese Peptide als Signalmoleküle fungieren, die die Umbauaktivität (Remodelling) des Bindegewebes regulieren. Die einzelnen Aminosäuren bilden zudem die notwendigen Bausteine für die Synthese von neuem Kollagen. Hydrolysiertes Kollagen ist somit nicht nur eine wichtige Nahrungsquelle für Aminosäuren, sondern auch ein funktioneller Peptidkomplex, der auf den Stoffwechsel des Bindegewebes und auf Signalwege in der Haut (dermale Signalwege) einwirkt.

Die Mechanismen, durch die orale Kollagenpeptide die Hautbeschaffenheit verbessern, umfassen mehrere miteinander verbundene biologische Signalwege (2, 4, 5, 8–12):

1. Stimulierung der Kollagensynthese

Oral eingenommene Kollagenpeptide werden nach der Verdauung als Aminosäuren und kleine bioaktive Peptide resorbiert und gelangen in den systemischen Aminosäurepool. Von hier aus können sie für die Kollagensynthese genutzt werden.

2. Aktivierung von Fibroblasten

Zirkulierende Kollagenpeptide aktivieren die dermalen Fibroblasten, die wichtigsten Regulatoren der extrazellulären Matrix (EZM). Aktive Fibroblasten steigern die Produktion von Kollagen Typ I und III, Elastin, Hyaluronsäure und anderen Matrixkomponenten. Dies unterstützt die Wiederherstellung und den Erhalt der Hautdichte, Elastizität und strukturellen Spannkraft.

3. Umstrukturierung der EZM

Eine Kollagenergänzung kann das Gleichgewicht in der extrazellulären Matrix (EZM) unterstützen, indem sie die Kollagenbildung anregt, die strukturelle Organisation der Kollagenfasern in der Dermis verbessert und die übermäßige Aktivität von Matrix-Metalloproteinasen (MMPs) hemmt. Mit anderen Worten: Sie kann dafür sorgen, dass die Kollagensynthese angeregt und der Kollagenabbau gebremst wird. Dies trägt langfristig zu einer verbesserten Gewebeintegrität und einer verbesserten strukturellen Integrität der Haut bei.

4. Verbesserte Feuchtigkeitsversorgung der Haut

Die erhöhte Fibroblastenaktivität regt die Produktion von Hyaluronsäure und Glykosaminoglykanen an, Molekülen, die für die Speicherung von Feuchtigkeit in der Dermis und der Hornschicht verantwortlich sind. Durch die Steigerung der Produktion von Glykosaminoglykanen verbessern Kollagenpeptide indirekt die Feuchtigkeitsversorgung der Haut.

5. Unterstützung der Barrierefunktion

Eine verbesserte Hautstruktur stärkt indirekt die Barrierefunktion der Epidermis, wodurch der transepidermale Wasserverlust (TEWL) verringert und der Feuchtigkeitshaushalt der Haut verbessert wird.

Diese Wirkungen treten in der Regel schrittweise und kumulativ auf, was darauf hindeutet, dass Kollagenpeptide am wirksamsten sind, wenn sie Teil einer langfristigen Strategie sind.

Peptan®

Peptan® ist ein standardisiertes und FOS-zertifiziertes Kollagenhydrolysat, das aus Kollagenpeptiden mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von etwa 2 kDa (ca. 20 Aminosäuren) besteht. Es ist reich an Typ-I-Kollagenpeptiden und hat in mehreren klinischen Studien gezeigt, dass es die Hautdicke, Elastizität und Feuchtigkeitsversorgung verbessert, während die Faltentiefe und die Hautrauheit abnehmen. Diese Auswirkungen sind in verschiedenen wissenschaftlichen Publikationen dokumentiert (siehe Tabelle 1) (13–15):

Forschungsthema	Randomisiert, doppelblind, placebokontrolliert	Population	Ethnizität	Tagesdosis
Hautdicke (13)	randomisiert, doppelblind, placebokontrolliert	106 Frauen (40–65 J.)	Frankreich (europäisch)	10g
Hautfeuchtigkeit (13)	randomisiert, doppelblind, placebokontrolliert	33 Frauen (40–59 J.)	Japan (asiatisch)	10g
Hautdicke, -elastizität, -feuchtigkeit und Faltenbildung (15)	randomisiert, doppelblind, placebokontrolliert	85 Frauen (40–65 J.)	China (asiatisch)	5g
Hautelastizität und -feuchtigkeit (14)	randomisiert, doppelblind, placebokontrolliert	40 Frauen (35–48 J.)	Deutschland (europäisch)	5g/10g

Tabelle 1: Übersicht über wissenschaftliche Veröffentlichungen zu Peptan

Auswirkungen auf die Haut

Hautdicke

Klinische Daten zeigen, dass die orale Einnahme von Kollagenpeptiden zu einer signifikanten Erhöhung der Hautdicke führt. In einer 12-wöchigen Studie mit 10 g Peptan F (Fisch) wurde im Vergleich zum Placebo, bei dem keine Veränderung festgestellt wurde, ein Anstieg von +8,83 % beobachtet (Abbildung 3A). (13)

Ähnliche Ergebnisse wurden nach einer 12-wöchigen Supplementierung mit 5 g Peptan P (Schwein) (+6,3 % gegenüber Placebo) berichtet (Abbildung 3B). Bemerkenswert ist, dass die Teilnehmer während der Studie auch eine Gesichtsschmierung verwendeten, um ihre Gesichtspflege zu standardisieren, was die Wirksamkeit von Peptan in Kombination mit einer routinemäßigen Gesichtspflege unterstreicht. (15)

Peptan erhöht die Festigkeit der Haut, indem es die Hautdicke verbessert

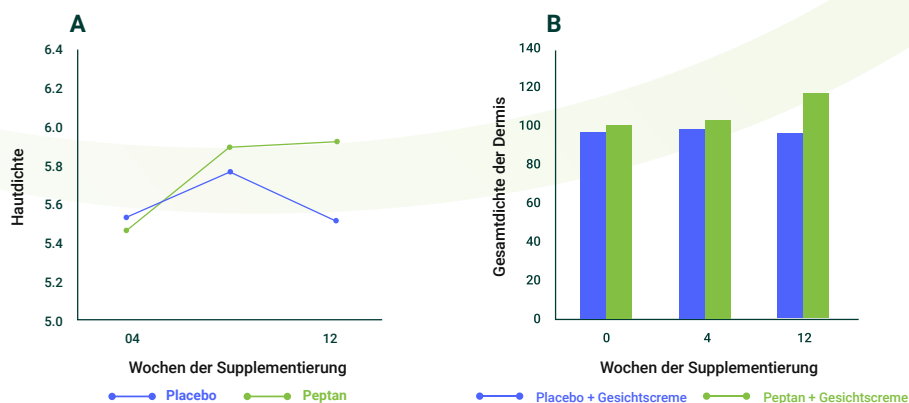


Abbildung 3: Wirkung einer 12-wöchigen Peptan-Supplementierung auf die Hautdicke:

A: 10 g Peptan F bei europäischen Frauen im Vergleich zu Placebo

B: 5 g Peptan P bei ostasiatischen Frauen

Hautelastizität

Verbesserungen der Hautelastizität wurden sowohl kurz- als auch langfristig festgestellt. Nach vierwöchiger Einnahme von 5 g Peptan P wurde im Vergleich zum Placebo ein signifikanter Anstieg um 7% berichtet (Abbildung 4A). (15)

Diese Wirkungen wurden in einer zweiten Studie bestätigt, in der die Einnahme von

5–10g Peptan F innerhalb von 12 Wochen zu einer signifikanten Verbesserung der Hautelastizität führte (Abbildung 4B). (14)

Peptan wirkt sich positiv auf die Hautelastizität aus

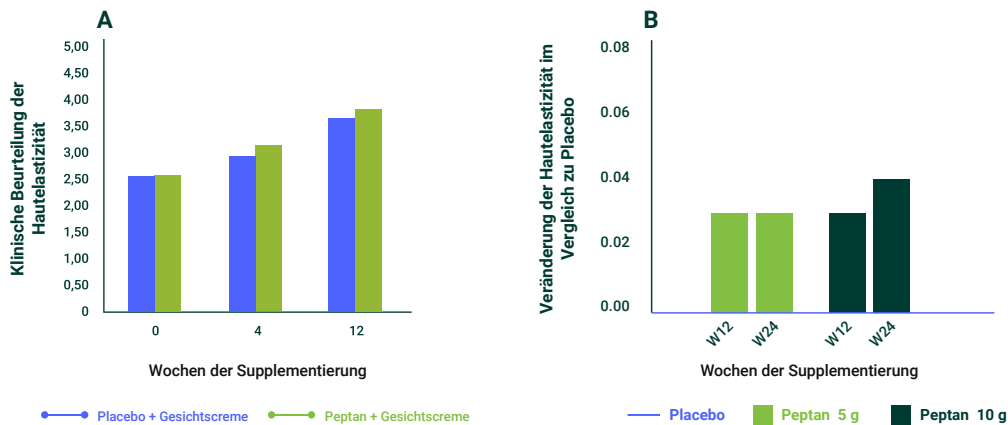


Abbildung 4: Auswirkung auf die Hautelastizität

A: Klinische Beurteilung der Hautelastizität nach vierwöchiger oraler Einnahme von 5g Peptan P im Vergleich zu Placebo bei europäischen Frauen.

B: Veränderungen der Hautelastizität bei Frauen europäischer Abstammung unter 48 Jahren, verglichen mit Placebo nach 12 und 24 Wochen oraler Supplementierung mit Peptan F in verschiedenen Dosierungen (5 g und 10 g).

Hautfeuchtigkeit

Oral eingenommene Kollagenpeptide wirken sich positiv auf die Hautfeuchtigkeit aus. Die Einnahme von 10g Peptan F über einen Zeitraum von 8 Wochen führte bei 33 gesunden japanischen Frauen zu einem signifikanten Anstieg um +12% im Vergleich zum Placebo (Abbildung 5A). (13)

Auch niedrigere Dosierungen erweisen sich als wirksam: 5g Peptan P erhöhte die Hautfeuchtigkeit nach 12 Wochen um +8,4 % im Vergleich zum Placebo (Abbildung 5B). (15)

Diese Ergebnisse wurden in einer dritten Studie bestätigt, in der 10g Peptan F ebenfalls zu einer signifikanten Verbesserung der Hautfeuchtigkeit führten (Abbildung 5C). (14)

Peptan verbessert die Feuchtigkeitsversorgung der Haut

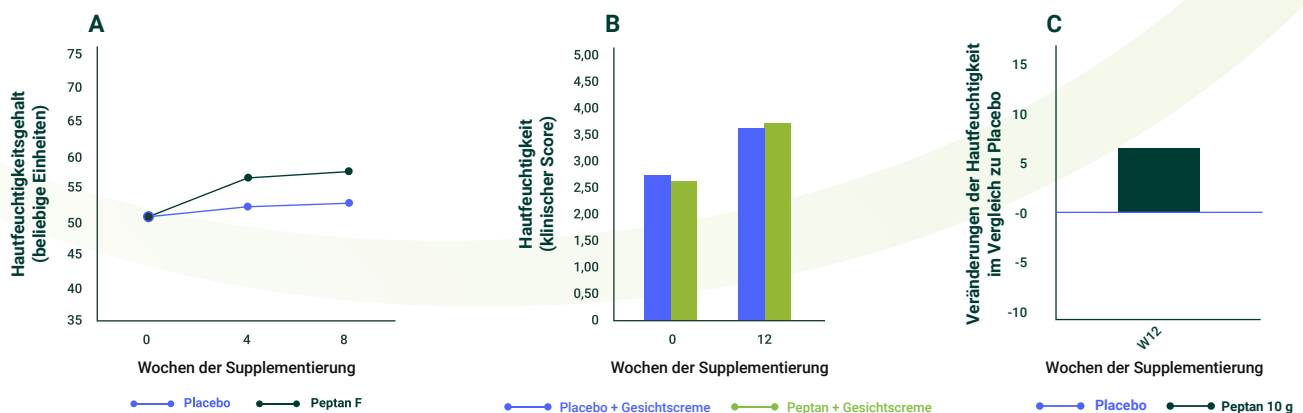


Abbildung 5: Beurteilung der Hautfeuchtigkeit:

A: Wirkung der täglichen oralen Einnahme von 10g Peptan F im Vergleich zu Placebo bei einer japanischen Population

B: Wirkung der täglichen oralen Einnahme von 5g Peptan P im Vergleich zu Placebo bei asiatischen Frauen

C: Veränderungen der Hautfeuchtigkeit bei Frauen unter 48 Jahren bei Verwendung von 10 g Peptan F im Vergleich zu Placebo

Sichtbarkeit von Falten

Klinische Daten zeigen eine signifikante Verringerung der Faltentiefe nach 28 Tagen Kollagen-Supplementierung. Die Kombination aus Kollagenpeptiden und einer standardisierten Gesichtsscreme führte zu einer schnelleren Wirkung bei der Faltenreduktion als die Creme allein. (15)

Peptan reduziert die Sichtbarkeit von Falten

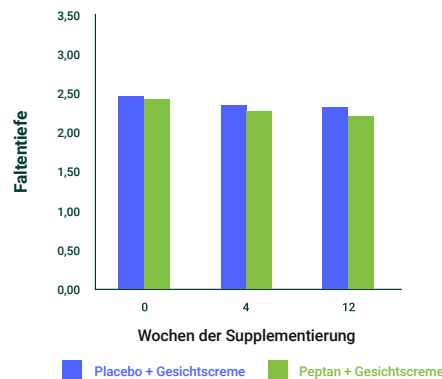


Abbildung 6: Einfluss der oralen Einnahme von 5g Peptan gegenüber Placebo auf die Sichtbarkeit/Tiefe von Falten nach der Supplementierung bei asiatischen Frauen.

Natriumhyaluronat (< 50 kDa) – Hyaluronsäure

Hyaluronsäure ist ein natürlich vorkommendes Glykosaminoglykan, das in hohen Konzentrationen in der extrazellulären Matrix (EZM) der Haut vorkommt. Seine wichtigste Funktion besteht darin, die Hautfeuchtigkeit zu erhalten. Es bildet eine gelartige Matrix, in der Wasser gebunden wird, wodurch die Feuchtigkeitsversorgung der Haut unterstützt wird. Darüber hinaus bildet Hyaluronsäure eine Schutzschicht auf der Hautoberfläche, die den Feuchtigkeitsverlust über die Haut begrenzt und die Haut vor äußeren Einflüssen wie Umweltverschmutzung und UV-Strahlung schützt. Darüber hinaus unterstützt Hyaluronsäure die Struktur und Stabilität der Haut durch Wechselwirkungen mit wichtigen Bestandteilen der extrazellulären Matrix wie Kollagen und Elastin. Schließlich kann Hyaluronsäure auch als Signalmolekül fungieren. Durch die Bindung an bestimmte Rezeptoren auf der Zelloberfläche beeinflusst es verschiedene zelluläre Prozesse, die an der Hautheilung, der Regeneration und an Entzündungsreaktionen beteiligt sind. Natriumhyaluronat ist das Salz der Hyaluronsäure (HA). (16)

Mehrere klinische Studien haben eine positive Wirkung einer oralen Hyaluronsäure-Supplementierung auf die Hautfeuchtigkeit und andere Hautparameter nachgewiesen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über veröffentlichte klinische Studien, die diesen Effekt untersucht haben. (17, 18, 20). Varianten mit niedrigem Molekulargewicht (< 50 kDa) weisen eine höhere Löslichkeit und eine effizientere Resorption im Darm auf. (19)

Studie	Hauttyp	Dosierung Molekulargewicht Studiendauer	Feuchtigkeitsversorgung (Hyaluronsäure vs. Placebo)	Auswirkungen auf andere Hautparameter
Nobile et al, 2025	Leichte bis mäßige Anzeichen von Hautalterung	200 mg / 8 Wochen	+ 14,4 %	Glätte Festigkeit Elastizität Klarheit Hautdicke und -dicke Faltenreduktion
Gao et al., 2023	Trocken, fettig, normal	100–200 mg, 300 kDa 12 Wochen	+ 6,9 % (100 mg) + 21,6 % (200 mg)	Dicke der Dermis und Epidermis
Hsu et al., 2021	Normal	120 mg / 12 Wochen	+11,5 %	Rückgang des transepidermalen Wasserverlusts (TEWL) Hautfestigkeit Glätte
Michelotti et al., 2021	Leichte bis mäßige Anzeichen von Hautalterung	200 mg / 4 Wochen	+ 9,5 %	Elastizität
Oe et al., 2017	Vorhandensein von Augenfältchen	120 mg, 2/300 kDa 12 Wochen	/	Faltenreduktion
Kawada et al., 2015	Trockene, schlaffe Haut mit Falten um die Augen	120 mg 800/300 kDa 6 Wochen	+ 28,1 % (800 kDa) + 19,4 % (300 kDa)	Viskoelastizität
Terashita et al., 2011	Trockene Haut	280 mg, Mischung aus 1,5 + 5 kDa, 30 Tage	+ 26,1 %	Anstieg des pH-Werts der Haut
Yoshida et al., 2009	Trockene, raue Haut, Augenfalten, geringe Elastizität	120 mg, 300 kDa 6 Wochen	+ 19,4 %	Falten Elastizität
Sato et al., 2007	Trockene, raue Haut, Augenfalten, geringe Elastizität	120 mg, 800 kDa 6 Wochen	+ 35,8 %	Faltenreduktion Elastizität Rauheit
Kajimoto et al., 2001	Trockene, raue Haut	240 mg / 6 Wochen	+ 9,2 %	pH Glätte Rauheit Schuppenbildung Falten

Tabelle 2: Übersicht über veröffentlichte klinische Studien, die die Wirkung von oral verabreichter Hyaluronsäure auf die Feuchtigkeitsversorgung der Gesichtshaut und andere Hautparameter untersuchen.

Vitamin C: Calciumascorbat

Vitamin C spielt in der Hautbiologie eine wichtige Rolle, da es als (i) essenzieller enzymatischer Cofaktor, (ii) Antioxidans und (iii) Regulator der Zellerneuerung fungiert. Es ist insbesondere bei der Kollagensynthese wesentlich, wo es als Cofaktor an der Hydroxylierung von Prolin und Lysin während der Bildung von stabilem, funktionsfähigem Kollagen beteiligt ist. Ohne ausreichend Vitamin C entsteht Kollagen mit verminderter struktureller Qualität, was die Integrität des Bindegewebes beeinträchtigen kann. Durch seine Wirkung als starkes Antioxidans schützt Vitamin C zudem die Hautzellen und die extrazelluläre Matrix (EZM) vor oxidativen Schäden, die unter anderem durch UV-Strahlung, Umweltverschmutzung und Entzündungsprozesse verursacht werden. Darüber hinaus unterstützt Vitamin C die Aktivität der Fibroblasten und trägt zu einer normalen Zelldifferenzierung bei, was die Bedeutung seiner Rolle bei der Hauterneuerung und der Geweberegeneration unterstreicht. Selbst bei Personen ohne offensichtlichen Mangel ist eine ausreichende Zufuhr für die kontinuierliche Kollagenerneuerung und normale Hautregenerationsprozesse wichtig, (21-26).

Untersuchungen zeigen, dass die tägliche Zufuhr von Vitamin C aufgrund seiner Rolle als Antioxidans und bei der Kollagensynthese idealerweise auf 300–500% der empfohlenen Tagesdosis erhöht werden sollte, was einer täglichen Zufuhr von 150–450 mg entspricht. In einer Studie, bei der 60 Studierende (im Alter von 19 bis 29 Jahren) 200 mg Vitamin C (Ascorbinsäure) einnahmen, wurde nach vier Wochen ein statistisch signifikanter Anstieg der Hautfeuchtigkeit festgestellt, insbesondere bei Frauen (siehe Tabelle 3). (27)

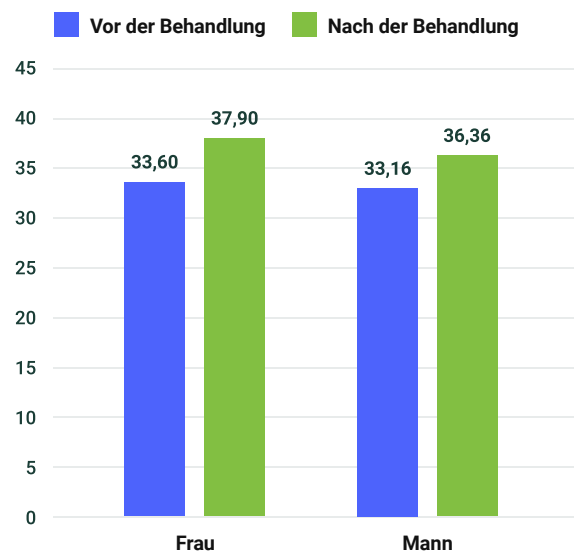


Tabelle 3: Vergleich der Hautfeuchtigkeit vor und nach der Einnahme von 200mg Vitamin C pro Tag über einen Zeitraum von 4 Wochen.

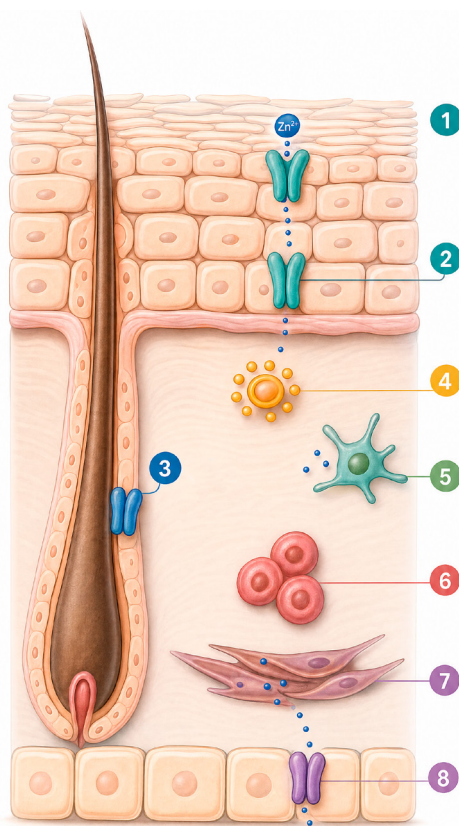
Da der menschliche Körper Vitamin C nicht selbst herstellen kann, ist die Zufuhr über die Nahrung oder Nahrungsergänzungsmittel erforderlich, um einen ausreichenden Spiegel aufrechtzuerhalten. Der Nachteil von Vitamin C ist jedoch seine begrenzte Stabilität in Lebensmitteln und Getränken. Die Stabilität von Vitamin C hängt von seiner chemischen Form, der Anwesenheit von Sauerstoff, der Temperatur, der es ausgesetzt ist, dem pH-Wert und der Matrix ab, in der es vorliegt. (28) In diesem Zusammenhang ist Calciumascorbat die stabilste Form. (29)

Der Abbau von Calciumascorbat in Wasser bei Temperaturen unter 80 °C ist begrenzt, wodurch die Vitamin-C-Retention entsprechend hoch ist. Bei Temperaturen von 100 °C und darüber kommt es jedoch zu einer erheblichen Zersetzung. (30) Zudem ist der Abbau zeitabhängig, und es wurde nachgewiesen, dass bei Temperaturen unter 80 °C und einer Einwirkzeit von weniger als 10 Minuten die Retention hoch ist (Kinetik erster Ordnung, geschätzte Retention > 80 % des Calciumascorbats, abhängig von anderen extrinsischen Faktoren). Zudem nimmt die Stabilität mit sinkender Temperatur zu. In diesem Zusammenhang lässt sich Calciumascorbat daher problemlos zu bereits aufgebrühtem Tee hinzufügen (< 60 °C). (28-32)

Zinkbisglycinat

Zink ist das zweithäufigste Spurenelement im menschlichen Körper. Es spielt eine grundlegende Rolle bei verschiedenen physiologischen Prozessen, die für die Hautstruktur und -regeneration von Bedeutung sind. Es ist unter anderem an der Proteinsynthese, der DNA-Transkription und -Replikation, der Zellproliferation, der Geweberegeneration und der Wundheilung beteiligt. Ein Zinkmangel wird mit einer verminderten Kollagensynthese, einer verlangsamten Epithelregeneration, einer verminderten Hautbarrierefunktion und einer erhöhten Hautempfindlichkeit in Verbindung gebracht. Ein suboptimaler Zinkstatus kann sich klinisch in einer verzögerten Wundheilung und einer verminderten Barrierefunktion der Haut äußern. (31, 33-36)

Um diese Funktionen ausführen zu können, ist eine präzise Regulierung der zellulären Zink-Homöostase erforderlich. Jede Hautzelle enthält daher verschiedene Zinktransporter aus den ZnT- und ZIP-Familien. Dies sind wichtige Proteine, die den Zinkhaushalt in der Haut regulieren, indem sie den Transport von Zink zu und innerhalb verschiedener Hautschichten steuern. Dadurch wird sichergestellt, dass Zink am richtigen Ort und in der richtigen Menge zur Verfügung steht, um seine biologischen Funktionen auszuüben. Abbildung 7 zeigt die Verteilung und die funktionelle Rolle der verschiedenen Zinktransporter in der Haut. (37)



- 1 und 2. ZIP2 und ZIP4 in Keratinozyten (KC) fördern die Proliferation und Differenzierung von Keratinozyten.
3. ZIP10 ist entscheidend für die korrekte Bildung der Epidermis.
4. ZnT5 in Mastzellen (MCs) ist an der Produktion von inflammatorischen Zytokinen beteiligt.
5. Viele ZnT- und ZIP-Proteine regulieren dendritische Zellen (DCs).
6. ZIP8 ist in T-Zellen an der Produktion von Interferon- γ (IFN- γ) beteiligt.
7. ZIP7 und ZIP13 in Fibroblasten sind jeweils für die Bildung der Dermis erforderlich.
8. ZIP13 hemmt in Adipozyten die Differenzierung von beigen Fettzellen. ZIP14 unterdrückt in Adipozyten eine übermäßige Entzündung.

Abbildung 7: Verteilung und Funktion von Zinktransportern in der Haut.

Internationale Richtlinien empfehlen eine tägliche Zinkzufuhr von 7–10 mg/Tag für Frauen und 11–16 mg/Tag für Männer, abhängig vom Phytatgehalt in der Ernährung. Eine Zinkergänzung wird allgemein als förderlich für die Hautregeneration und das Entzündungsgleichgewicht anerkannt. Aus diesem Grund wird Zink häufig in Formulierungen verwendet, die die Hautgesundheit von innen heraus unterstützen sollen, insbesondere in Produkten, die die strukturelle Integrität und die Regenerationsprozesse im Zusammenhang mit dem Kollagenstoffwechsel fördern. (36)

Chelatisierte Formen wie Zinkbisglycinat werden häufig in Nahrungsergänzungsmitteln verwendet, da sie im Vergleich zu weniger gut resorbierbaren Zinkverbindungen eine höhere Bioverfügbarkeit und eine bessere Magen-Darm-Verträglichkeit aufweisen.

Biotin

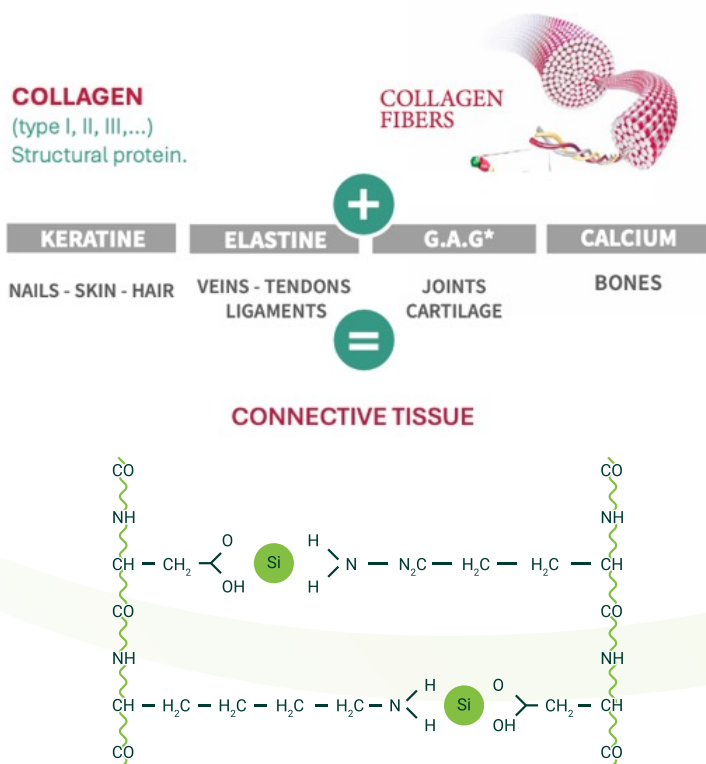
Biotin (Vitamin B7) ist ein weit verbreitetes wasserlösliches B-Vitamin, das natürlicherweise in Lebensmitteln vorkommt und für die Glukoneogenese, die Fettsäuresynthese und den Aminosäurekatabolismus unerlässlich ist. (38)

Biotin trägt indirekt zur Hautgesundheit bei, indem es Stoffwechselprozesse unterstützt, die an der Synthese von Strukturlipiden beteiligt sind, welche die Integrität des Epithels aufrechterhalten. Darüber hinaus spielt es eine Rolle bei den normalen Zellerneuerungsprozessen, die für die ständige Erneuerung des Hautgewebes notwendig sind. Zudem ist Biotin eng mit der Keratinstruktur verbunden, einem wichtigen Strukturprotein in Haaren, Haut und Nägeln. (39-41)

Bei einem Biotinmangel können Hautbeschwerden auftreten, wie beispielsweise ein verschlechterter Hautzustand und möglicherweise eine erhöhte Anfälligkeit für Hauterkrankungen wie atopische und seborrhoische Dermatitis sowie Akne. (42)

Mesoporosil®-Silizium

Silizium ist nach Eisen und Zink das dritthäufigste Spurenelement im menschlichen Körper und spielt eine wichtige Rolle im Stoffwechsel des Bindegewebes. Es ist an der Quervernetzung von Kollagen und bei der Synthese von Glykosaminoglykanen beteiligt, einer wichtigen Klasse von Molekülen der extrazellulären Matrix, die für die Feuchtigkeitsversorgung und Elastizität verantwortlich sind. Darüber hinaus trägt Silizium dazu bei, Kollagen vor Schäden durch freie Radikale zu schützen. Über diese verschiedenen Mechanismen trägt Silizium dazu bei, die Festigkeit, Elastizität und Feuchtigkeit der Haut zu erhalten, und unterstützt den natürlichen antioxidativen Schutz des Gewebes. Während Kollagenpeptide Bausteine und Signalmoleküle für die Kollagenbildung liefern, kann Silizium zu einer optimalen Organisation und Reifung der extrazellulären Matrix beitragen, in die die Kollagenfasern eingebettet sind. Dies ist wichtig, da sich die Verbesserung der Hautqualität nicht nur in einer besseren Feuchtigkeitsversorgung äußert, sondern auch in einer strafferen, glatteren Haut mit verbesserter Textur. (43, 44)



Silizium kommt in verschiedenen chemischen Formen vor, darunter Siliziumdioxid, Silikate und Orthosiliziumsäure (OSA; Orthokieselsäure). Von diesen Formen gilt Orthokieselsäure als die am besten resorbierbare und biologisch relevanteste Form. OSA ist jedoch bei höheren Konzentrationen chemisch instabil und kann zu weniger gut resorbierbaren Formen polymerisieren. Um die Polymerisation zu begrenzen, muss sie daher stabilisiert werden. So wurde die „organisch bioaktive Orthokieselsäure“ entwickelt, eine Orthokieselsäure, die durch ein einzigartiges Stabilisierungsverfahren gewonnen wird, bei dem ihre monomere Form erhalten bleibt. Organische bioaktive Orthokieselsäure weist eine sehr hohe Bioverfügbarkeit auf. (45, 46)

Abbildung 8: Silizium steht in engem Zusammenhang mit Kollagen und damit mit der Festigkeit und Elastizität der Haut. Durch Enzymaktivierung und direkte Bindung an die extrazelluläre Matrix (EZM) unterstützt es den Aufbau und die Stabilität von kollagen- und elastinreichen Strukturen.

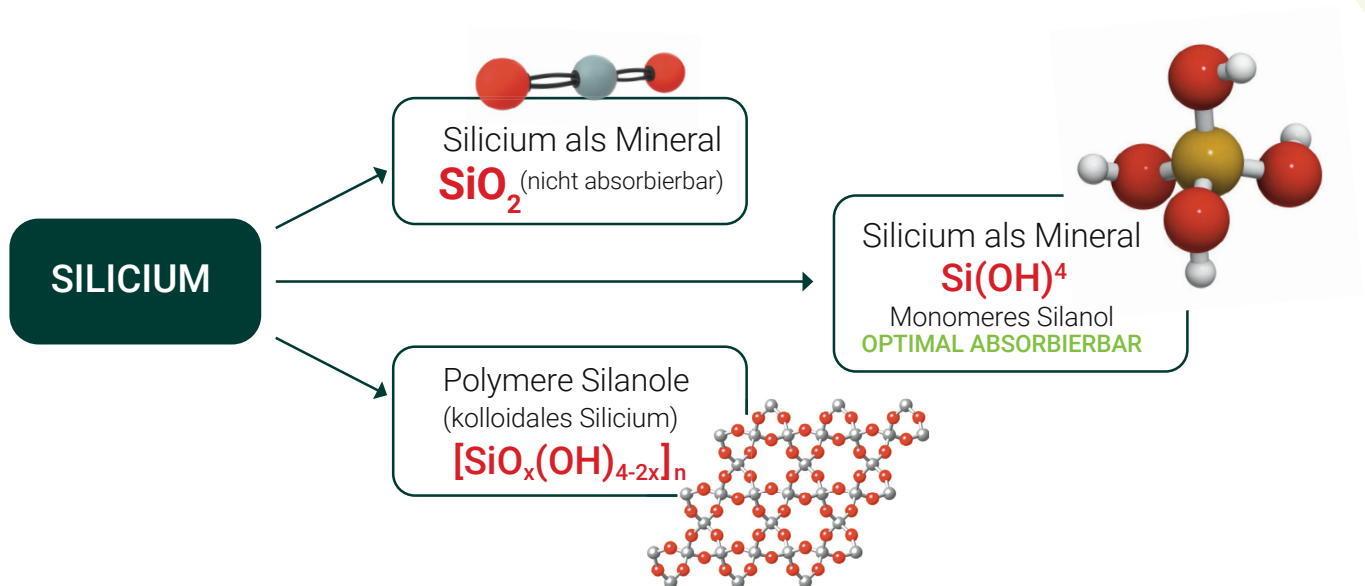


Abbildung 9: Die verschiedenen Formen von Silizium. Monomere Silanole aus OSA (= Mesoporosil) werden am besten resorbiert. Die Absorption nimmt mit zunehmender Polymerisation ab.

Mesoporosil® ist eine patentierte Form von amorphem mesoporösem Siliziumdioxid (SiO₂) mit einer sehr großen spezifischen Oberfläche und einer kontrollierten Porenstruktur. Diese Eigenschaften fördern die Umwandlung in Orthokieselsäure (OSA), die biologisch verfügbare Form von Silizium, die vom Körper aufgenommen werden kann.

Aufgrund seiner mesoporösen Struktur weist Mesoporosil® eine höhere Löslichkeit und Bioverfügbarkeit auf als herkömmliche Siliziumdioxidquellen. Dies führt zu einer effizienteren Freisetzung von Orthokieselsäure und einer verbesserten Aufnahme von Silizium im Körper.

Traubenkernextrakt

Traubenkernextrakt (*Vitis vinifera*), standardisiert auf oligomere Proanthocyanidine (OPCs, 90 %), stellt eine konzentrierte Quelle von Polyphenolen mit starker antioxidativen Wirkung dar. OPCs können reaktive Sauerstoffspezies neutralisieren, die Lipidperoxidation hemmen und Entzündungssignalwege modulieren, die an der Hautalterung beteiligt sind. So zeigt eine Metaanalyse, in die 19 Studien einbezogen wurden, dass die Einnahme von Traubenkernextrakt zu einer signifikanten Senkung von Malondialdehyd, oxidiertem LDL und hochsensitivem CRP sowie zu einer signifikanten Steigerung der gesamten Antioxidationskapazität führt (47). Eine weitere Übersichtsarbeit zeigt, dass die Kombination aus Traubenkernextrakt mit Vitamin C und Zitrusbioflavonoiden die schädlichen Auswirkungen übermäßiger Sonneneinstrahlung durch antioxidative, entzündungshemmende und immunmodulierende Mechanismen mindert (48). Neben diesen antioxidativen und entzündungshemmenden Wirkungen deuten präklinische Befunde darauf hin, dass Proanthocyanidine aus Traubenkernextrakt einen positiven Einfluss auf die mikrovaskuläre Integrität und die Endothelfunktion haben. Dies kann zu einer verbesserten Mikrozirkulation beitragen, wodurch Sauerstoff und Nährstoffe besser zur Haut transportiert werden. Dies unterstützt wichtige Prozesse wie die Heilung und Regeneration der Haut. Experimentelle Daten deuten zudem darauf hin, dass OPCs die Aktivität von MMPs hemmen können. (10, 47-51)

Sowohl In-vitro- als auch In-vivo-Daten zeigen, dass Polyphenole aus Traubenkernextrakt nach der Verdauung bioaktiv bleiben und eine hohe Bioverfügbarkeit beibehalten. (52)

Synergetische Wechselwirkungen

Die beschriebenen Nährstoffe bilden zusammen ein sich ergänzendes Netzwerk, das verschiedene Ebenen der Hautverbesserung unterstützt. Meereskollagen liefert Bausteine für die extrazelluläre Matrix, während Vitamin C für die Kollagensynthese und den Schutz vor oxidativem Stress unerlässlich ist. Hyaluronsäure fördert die Feuchtigkeitsversorgung und das Hautvolumen, während Silizium zur Struktur und Organisation des Bindegewebes beiträgt. Zink und Biotin unterstützen die Hautregeneration, die Barrierefunktion bzw. die Keratinbildung, und Traubenkernextrakt bietet antioxidativen Schutz vor freien Radikalen. Gemeinsam wirken diese Inhaltsstoffe sowohl auf die strukturelle Unterstützung, die Feuchtigkeitsversorgung und den Schutz als auch auf die Regeneration der Haut ein (siehe Tabelle 4).

Inhaltsstoff	Mechanismus	Vorteil für die Haut	Fokus
Meereskollagen	Extrazelluläre Matrix (EZM) und Hautstruktur	Elastizität und Festigkeit	Struktur
Hyaluronsäure	Wasserbindung	Feuchtigkeit und Volumen	Feuchtigkeitsversorgung
Silizium	Unterstützung des Bindegewebes	Festigkeit und Dichte	Struktur
Traubenkernextrakt	Antioxidative Unterstützung	Schutz vor Lichtalterung und Pigmentflecken	Schutz
Vitamin C	Kollagensynthese und Antioxidans	Glow und Schutz	Schutz
Zink	Hautintegrität und Regeneration	Barriere und Hautbild	Schutz
Biotin	Unterstützung der Hautqualität	Gesunde Ausstrahlung	Struktur

Tabelle 4: Übersicht über die verschiedenen beschriebenen Inhaltsstoffe und ihre wichtigsten Wirkungen.

Aus der Perspektive der Systembiologie spiegelt eine Kombination dieser Nährstoffe eine kohärente Strategie mit mehreren Wirkwegen wider, im Unterschied zu einem auf einem einzigen Mechanismus beruhenden Ansatz. Sie vereint strukturelle Unterstützung, enzymatische Aktivierung, Optimierung der Feuchtigkeitsversorgung, Zellregeneration und Schutz vor Oxidation in einem einzigen, auf die extrazelluläre Matrix (EZM) ausgerichteten Ernährungsansatz. (53).

Auf diese Weise kann sie somit zu einer Verbesserung der intrinsischen Hautgesundheit beitragen. Darüber hinaus sorgt eine straffere und gesündere Haut für einen besseren Schutz vor äußeren Einflüssen, die die Haut beeinträchtigen können, und bietet dem Körper den notwendigen Schutz vor externen Stressfaktoren.

Fazit

Die untersuchte Fachliteratur untermauert die Entscheidung, Meereskollagenpeptide, Hyaluronsäure, Traubenkernextrakt, Vitamin C, Zink, Biotin und Silizium in einer einzigen Formel zu kombinieren, die auf die Gesundheit der extrazellulären Matrix ausgerichtet ist. Meereskollagenpeptide und oral eingenommene Hyaluronsäure liefern den unmittelbarsten Nachweis für sichtbare Ergebnisse in Bezug auf die Haut. Vitamin C, Zink, Silizium, Traubenkernextrakt und Biotin stärken das Ökosystem, das die Matrix rund um diese aktiven Kernwirkstoffe unterstützt. Klinische Verbesserungen sind in der Regel nach 8–16 Wochen der Einnahme zu beobachten.

Quellenangaben

- Farage MA, Miller KW, Elsner P, Maibach HI. Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: a review. *Int J Cosmet Sci*. 2008;30(2):87–95.
- Choi FD, Sung CT, Juhasz ML, Mesinkovsk NA. Oral Collagen Supplementation: A Systematic Review of Dermatological Applications. *J Drugs Dermatol*. 2019;18(1):9–16.
- König D, Oesser S, Scharla S, Zdzieblik D, Golhofer A. Specific Collagen Peptides Improve Bone Mineral Density and Bone Markers in Postmenopausal Women-A Randomized Controlled Study. *Nutrients*. 2018;10(1).
- Pu SY, Huang YL, Pu CM, Kang YN, Hoang KD, Chen KH, et al. Effects of Oral Collagen for Skin Anti-Aging: A Systematic Review and Meta-analysis. *Nutrients*. 2023;15(9).
- Zague V, de Freitas V, da Costa Rosa M, de Castro G, Jaeger RG, Machado-Santelli GM. Collagen hydrolysate intake increases skin collagen expression and suppresses matrix metalloproteinase 2 activity. *J Med Food*. 2011;14(6):618–24.
- Geahchan S, Baharlouei P, Rahman A. Marine Collagen: A Promising Biomaterial for Wound Healing, Skin Anti-Aging, and Bone Regeneration. *Mar Drugs*. 2022;20(1).
- León-López A, Morales-Peñaloza A, Martínez-Juárez VM, Vargas-Torres A, Zeugolis DI, Aguirre-Álvarez G. Hydrolyzed Collagen-Sources and Applications. *Molecules*. 2019;24(22).
- de Miranda RB, Weimer P, Rossi RC. Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis. *Int J Dermatol*. 2021;60(12):1449–61.
- Proksch E, Segger D, Degwert J, Schunck M, Zague V, Oesser S. Oral supplementation of specific collagen peptides has beneficial effects on human skin physiology: a double-blind, placebo-controlled study. *Skin Pharmacol Physiol*. 2014;27(1):47–55.
- Reilly DM, Kynaston L, Naseem S, Proudman E, Laceby D. A Clinical Trial Shows Improvement in Skin Collagen, Hydration, Elasticity, Wrinkles, Scalp, and Hair Condition following 12-Week Oral Intake of a Supplement Containing Hydrolysed Collagen. *Dermatol Res Pract*. 2024;2024:8752787.
- Sibilla S, MG, SB, AB-R, LG. An Overview of the Beneficial Effects of Hydrolysed Collagen as a Nutraceutical on Skin Properties: Scientific Background and Clinical Studies. *The Open Nutraceuticals Journal*. 2015.
- Rahman A, Rehmani R, Pirvu DG, Huang SM, Puri S, Arcos M. Unlocking the Therapeutic Potential of Marine Collagen: A Scientific Exploration for Delaying Skin Aging. *Mar Drugs*. 2024;22(4).
- Asserin J, Lati E, Shioya T, Prawitt J. The effect of oral collagen peptide supplementation on skin moisture and the dermal collagen network: evidence from an ex vivo model and randomized, placebo-controlled clinical trials. *J Cosmet Dermatol*. 2015;14(4):291–301.
- Kuninty P, et al. Rousselot Clinical Data.
- Vleminckx S, Virgilio N, Asserin J, Prawitt J, Silva CIF. Influence of collagen peptide supplementation on visible signs of skin and nail health and -aging in an East Asian population: A double blind, randomized, placebo-controlled trial. *J Cosmet Dermatol*. 2024;23(11):3645–53.
- Amin P, Sarabi A, Choe S, Scott S, Suh S, Mesinkovska NA. Oral Hyaluronic Acid Supplement: Efficacy in Skin Hydration, Elasticity, and Wrinkle Depth Reduction. *J Drugs Dermatol*. 2025;24(9):910–9.
- Gao YR, Wang RP, Zhang L, Fan Y, Luan J, Liu Z, et al. Oral administration of hyaluronic acid to improve skin conditions via a randomized double-blind clinical test. *Skin Res Technol*. 2023;29(11):e13531.
- Dolečková I, Kušnierik P, Berka V, Šimek M, Matějková I, Prokepec F, et al. Oral sodium hyaluronate improves skin hydration, barrier function and signs of aging: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial in 150 healthy adults. *Sci Rep*. 2025;16(1):2941.
- Waggett SL, Elliott & Schlesinger, Todd. Update on Low-Molecular Weight Hyaluronic Acid in Dermatology: A Scoping Review. *EMJ Dermatology*. 2024.
- Hsu TF, Su ZR, Hsieh YH, Wang MF, Oe M, Matsuoka R, et al. Oral Hyaluronan Relieves Wrinkles and Improves Dry Skin: A 12-Week Double-Blinded, Placebo-Controlled Study. *Nutrients*. 2021;13(7).
- Alberts A, Moldoveanu ET, Niculescu AG, Grumezescu AM. Vitamin C: A Comprehensive Review of Its Role in Health, Disease Prevention, and Therapeutic Potential. *Molecules*. 2025;30(3).
- Calder PC, Kreider RB, McKay DL. Enhanced Vitamin C Delivery: A Systematic Literature Review Assessing the Efficacy and Safety of Alternative Supplement Forms in Healthy Adults. *Nutrients*. 2025;17(2).
- Doseděl M, Jirkovský E, Macáková K, Krčmová LK, Javorská L, Pourová J, et al. Vitamin C-Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, and Determination. *Nutrients*. 2021;13(2).
- EFSA Panel on Dietetic Products NaAN. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin C. *EFSA Journal*. 2013.
- Makhakhe L. The role of vitamin C on the skin. *S Afr Fam Pract* (2004). 2025;67(1):e1–e7.
- Pullar JM, Carr AC, Vissers MCM. The Roles of Vitamin C in Skin Health. *Nutrients*. 2017;9(8).
- Laurencia Magda Arijadi SS, Meilinah Hidayat3. The Effect of Vitamin C Intake on Skin Moisture in Young Adults. *Indonesian Journal of Clinical Nutrition Physician*. 2026.
- Herbig AL, Renard CM. Factors that impact the stability of vitamin C at intermediate temperatures in a food matrix. *Food Chem*. 2017;220:444–51.
- Team BTS. Stability of Calcium Ascorbate in Aqueous Solutions: A Technical Guide for Researchers. 2026.
- Thuy N, Ha, HTN, Tai, NV. Kinetics of ascorbic acid loss during thermal treatment in different pH buffer solutions and the presence of oxygen. *Food Research* 4. 2020.
- Anam K, Ananyan S, Rishabh M, Dinesh A, Ashwin K. Zinc, copper, and selenium levels in vitiligo: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2024;14(1):23700.
- Feng L, Yang Y, Xie YT, Liu SS, Peng X, Hu S, et al. Kinetics of L-ascorbic acid degradation and non-enzymatic browning development in hot-compressed water. *Front Nutr*. 2022;9:1022254.
- Cabrera Á J. Zinc, aging, and immunosenescence: an overview. *Pathobiol Aging Age Relat Dis*. 2015;5:25592.
- Chasapis CT, Loutsidou AC, Spiliopoulou CA, Stefanidou ME. Zinc and human health: an update. *Arch Toxicol*. 2012;86(4):521–34.
- Prasad AS. Discovery of human zinc deficiency: its impact on human health and disease. *Adv Nutr*. 2013;4(2):176–90.
- Haase H, Ellinger S, Linseisen J, Neuhauser-Berthold M, Richter M. Revised D-A-CH-reference values for the intake of zinc. *J Trace Elem Med Biol*. 2020;61:126536.
- Ogawa Y, Kinoshita M, Shimada S, Kawamura T. Zinc and Skin Disorders. *Nutrients*. 2018;10(2).
- Januszewski J, Forma A, Zembala J, Flieger M, Tyczyńska M, Dring JC, et al. Nutritional Supplements for Skin Health-A Review of What Should Be Chosen and Why. *Medicina (Kaunas)*. 2023;60(1).
- Fernandez-Mejia C. Pharmacological effects of biotin. *J Nutr Biochem*. 2005;16(7):424–7.
- Zempleni J, Teixeira DC, Kuroishi T, Cordonier EL, Baier S. Biotin requirements for DNA damage prevention. *Mutat Res*. 2012;733(1-2):58–60.
- Zempleni J, Wijeratne SS, Hassan YI. Biotin. *Biofactors*. 2009;35(1):36–46.
- Ghosh SK, Bandyopadhyay D, Panja S. B vitamins in dermatology. *Clin Dermatol*. 2026;44(2):223–40.
- Nicolas Mannu TB, Geert Van Gijsegheem, Frederik Monssur, Nicolas Rabasso, Ivan Coste-Maniere. From dissolution to dermal benefits: In vitro, ex vivo, and in vivo evaluation of mesoporel® as a highly bioavailable silicon source. 2026.
- Reffitt DM, Ogston N, Jugdaohsingh R, Cheung HF, Evans BA, Thompson RP, et al. Orthosilicic acid stimulates collagen type 1 synthesis and osteoblastic differentiation in human osteoblast-like cells in vitro. *Bone*. 2003;32(2):127–35.
- Marcowycz A, Housez B, Maudet C, Cazaubiel M, Rinaldi G, Croizat K. Digestive absorption of silicon, supplemented as orthosilicic acid-vanillin complex. *Mol Nutr Food Res*. 2015;59(8):1584–9.
- Sripanyakorn S, Jugdaohsingh R, Dissayabutr W, Anderson SH, Thompson RP, Powell JJ. The comparative absorption of silicon from different foods and food supplements. *Br J Nutr*. 2009;102(6):825–34.
- Foshati S, Rouhani MH, Amani R. The effect of grape seed extract supplementation on oxidative stress and inflammation: A systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Int J Clin Pract*. 2021;75(11):e14469.
- Brett West SD, Afa K Palu. Vitamin C, Grape Seed Extract and Citrus Bioflavonoids Protect the Skin against Photoaging: A Review. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2020.
- Cho ML, Heo YJ, Park MK, Oh HJ, Park JS, Woo YJ, et al. Grape seed proanthocyanidin extract (GSPE) attenuates collagen-induced arthritis. *Immunol Lett*. 2009;124(2):102–10.
- Kim HA, Lee, Y. J., Seong, S. C., Choe, K. W., & Song, Y. W. Grape seed proanthocyanidin extract ameliorates osteoarthritis by reducing inflammation and cartilage degradation in experimental models. *Free Radical Biology and Medicine* 2011.
- Wang K, Chen X, Chen Y, Sheng S, Huang Z. Grape seed procyanidins suppress the apoptosis and senescence of chondrocytes and ameliorates osteoarthritis via the DPP4-Sirt1 pathway. *Food Funct*. 2020;11(12):10493–505.
- Elejalde E, Villarán MC, Esquivel A, Alonso RM. Bioaccessibility and Antioxidant Capacity of Grape Seed and Grape Skin Phenolic Compounds After Simulated In Vitro Gastrointestinal Digestion. *Plant Foods Hum Nutr*. 2024;79(2):432–9.
- Žmitek K, Žmitek J, Hristov H, Rogl Butina M, Keršmanc P, Pogačnik T. The Effects of Dietary Supplementation with Collagen and Vitamin C and Their Combination with Hyaluronic Acid on Skin Density, Texture and Other Parameters: A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*. 2024;16(12).