

Grundlagen und Systeme

UV-Lichthärtung

Immer wieder wird der Profi mit Neugierde und Erstaunen von seinen Kunden auf den Vorgang der Lichthärtung bei der Nagelmodellage angesprochen. Ein vor Sekunden noch flüssiges und weiches Material wird durch Lichteinwirkung plötzlich fest. „Wie funktioniert dieser Vorgang?“ und „Wodurch wird er in Gang gesetzt?“ sind klassische Fragestellungen an den Naildesigner.

Oberflächlich betrachtet sind diese Fragen schnell und leicht verständlich zu erklären: Nach dem Auftragen der honig- bis geleeähnlichen Massen, die sich Monomere oder Monomerharze nennen oder spezifischer als Bonder, Modellage-Gel oder Sealant bezeichnet werden, löst die Einwirkung eines blau schimmernden Lichtes eine chemische Reaktion aus, die dazu führt, dass sich die Kunststoffe nach ein paar Sekunden verfestigen. Man nennt diesen Vorgang Polymerisation und die dabei entstehenden Produkte Polymere oder – genauer – Polyacrylate.

Doch was genau verbirgt sich hinter dieser scheinbar einfachen Erklärung? Die Antwort hierauf liegt bereits Millionen Jahre zurück und hat ihre Wurzeln in der Natur. Pflanzen halten noch heute für Rindenverletzungen Harze bereit. Diese treten bei einer akuten Verletzung zäh fließend aus und erhärten dann am Licht und an der umgebenden Luft. Die verletzten Pflanzenteile werden so versiegelt und vor der aggressiven Umgebung geschützt.

Schon die Ägypter nutzten das Wissen über Harze, um ihre verstorbenen Pharaonen zu konservieren. In modernen Zeiten hielten lichthärtende Harze und Kunststoffe als Oberflächenbehandlungen unterschiedlichster Materialien Einzug in viele Lebensbereiche des Menschen.

Lichthärtende Kunststoffe

Insbesondere für dentale Zwecke wurden lichthärtende Kunststoffe entwickelt, die eine einfache Verarbeitung ermöglichten, hohe Ansprüche an die Ästhetik erfüllten und gleichzeitig Dauerhaftigkeit und ausgezeichnete Bioverträglichkeit versprachen. Durch Forschung und Weiterentwicklung gelang es, den Lichthärtungsvorgang auf einige wenige Sekunden zu verkürzen. Der Schritt zur Zweckentfremdung dieser Materialien, z.B. zur Verschönerung der Fingernägel, lag nahe. Im Laufe der Zeit spezialisierten sich Kosmetikfirmen und entwickelten lichthärtende Kunststoffe in höchster Perfektion. Um nun das lichthärtende System genauer zu betrachten, kann man es in drei grundlegende Komponenten zerlegen:

- das eigentliche härtbare Harz,
- Licht einer bestimmter Wellenlänge und

- einen sogenannten Photo-Initiator, der Licht einer bestimmten Wellenlänge aufnimmt (absorbiert) und dadurch aktiviert wird, um dann die Polymerisation zu starten.

Es zeigte sich, dass fließfähige Naturharze aus Molekülen bestehen, die Doppelbindungen enthalten. Letztere sind für den Vorgang der „Verharzung“ unentbehrlich. Die Harz-Moleküle selbst bestehen, wie alle Naturstoffe, in der Hauptsache aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen, in geringerem Maße aus Stickstoff- und Sauerstoffatomen. Etwa bis zu fünfzig Atome bauen ein Einzelmolekül eines Harzes auf. Solche Einzelmoleküle nennt man auch Monomere im Gegensatz zu den nach Ablauf der Lichthärtung entstehenden Polymeren. Die für ein Harz wesentliche chemische Doppelbindung ist eine Zweifachbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen. Naturharze haben eine gelbliche Farbe. Bestimmte Moleküle des Harzes wirken wie Farbstoffe. Sie entnehmen aus dem Spektrum des Sonnenlichts – das wir als weißes Licht wahrnehmen – den blauen Anteil, d.h. sie absorbieren ihn. Der Rest des Sonnenlichtspektrums geht ungehindert durch das Harz und es erscheint unserem Auge gelblich, also in der Komplementärfarbe zu Blau. Die Energie des absorbierten Lichtes wird zum einen als Wärme abgegeben und zum anderen zur Aufspaltung der Doppelbindungen benötigt, die die Photopolymerisation in Gang setzt.

Photopolymerisation

Bei der Polymerisation werden die Monomere unter Einfluss von Licht und unter Aufspaltung der Mehrfachbindungen zu Polymeren. Die Produkte der Polymerisation nennt man Polymerisate. Diese sehr technische Beschreibung kann man sich anhand eines Beispiels besser vorstellen: Mehrere Paare tanzen, indem sie sich an beiden Händen festhalten. Bei dieser Art des Tanzens dürfen sich die Paare nicht trennen. Eine einzelne Person möchte sich nun in diesen Tanz einbringen. Durch einen freundschaftlichen Klaps auf die Schulter greift die einzelne Person eine Hand eines Tänzers. Die Tänzerin ist jetzt nur noch über eine Hand mit ihrem Tanzpartner verbunden, der aber nun seinerseits eine freie Hand hat. Die doppelte Verbindung des Paares ist in eine einfache umgewandelt. Der dritte Partner greift nun nach der Hand der Partnerin des Nachbarpaares. Bei ständiger Verfolgung dieser Re-

gel entsteht eine zunehmend längere Kette und das Kettenwachstum hört erst auf, wenn auch das letzte Paar in die Kette eingebaut ist. Diesen Vorgang bezeichnet man als Kettenreaktion.

Nichts anderes geschieht bei der Polymerisation von Nagelkunststoffen. Nach der Kettenbildung ist die freie Bewegung des Kunststoffes nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt möglich. Die einzelnen Moleküle sind weitgehend fixiert.

Dispersionsfilm

Wie ist bei lichthärtenden Gelen die nicht vollständig ausgehärtete Oberfläche, der sogenannte Dispersionsfilm, zu erklären? Nach dem Auftragen des Modellage-Gels wird es mit Licht bestrahlt – die Doppelbindungen werden aufgespalten, verbinden sich neu und die Ketten beginnen zu wachsen. Der Sauerstoff aus der Umgebungsluft nimmt ebenfalls an der Reaktion teil, indem er sich an die Kettenenden anlagert, die Kettenreaktion stoppt und so zum Kettenabbruch führt. Die bis dahin nicht in die Kette eingebauten Monomere bleiben an der Oberfläche zurück. Glücklicherweise erweist sich eine derartige Oberfläche beim Mehrphasenaufbau als perfekte Verbindungsfläche zu den Nachbarschichten.

Polymer-Eigenschaften

Als optimal zur Verarbeitung erwiesen sich Kunstharze auf Acrylatbasis, deren Monomere einerseits reaktiv genug sind, um alle Harzmoleküle in Sekunden zur Reaktion zu bringen, andererseits aber nicht so aktiv, dass sie nicht lagerbeständig wären. Zusätzlich können die Kunstharzmoleküle mit Atomgruppierungen ausgerüstet werden, die die Eigenschaften vor, nach und während der Polymerisation beeinflussen. Das fertige Polyacrylat kann genau gestaltet werden und je nach Wunsch flexibel, zäh und abriebfest oder hydrophil sein. Wie immer bei technischen Entwicklungen wurden Erkenntnisse aus verwandten Technologien übernommen. So weiß man, dass Kunststoffe mit sogenannten Urethan-Gruppen sehr zähe, reiß- und abriebfeste Kunststoffe ergeben, wie sie bei Skistiefeln und Schuhsohlen als sogenannte Polyurethane schon lange Verwendung finden. Solche Urethane sind auch den Nagelkunststoffen beigelegt. Enthalten die Monomere mehrere Doppelbindungen, so können sich Ketten mit ihren Nachbarketten unlösbar miteinander vernetzen. So entsteht aus den vielen

einzelnen polymeren Ketten eines gehärteten Harzes mit einigen tausend Atomen ein einziges netzartiges Riesenmolekül. Die Polyacrylate konnten so noch weiter verfestigt und in ihren Eigenschaften enorm verbessert werden.

Durch Zugabe von Füllstoffen und anderen Beigaben (Additiven) konnten die Eigenschaften von Kunststoffen noch genauer den spezifischen Erfordernissen an-



Foto: LCN/Wilde Group

Moderne Modellagekunststoffe bieten ein sehr natürliches Aussehen

gepasst werden. Aus Studien in der Reifenindustrie wusste man, dass allerfeinste glasähnliche Füllstoffe die Reiß- und Abriebfestigkeit stark verbessern. Lacke werden mit Hilfe der gleichen Stoffe tropffrei gemacht. Diese Füllstoffe sind deshalb auch unverzichtbarer Bestandteil eines jeden Nagelmodellage-Gels.

Photo-Initiatoren

Starter oder Photo-Initiatoren nennt man auch Beschleuniger, da der Aushärtungsvorgang auch ohne sie ablaufen würde, jedoch sehr viel langsamer. Es sind Radikalbildner, die Licht bestimmter Wellenlänge aufnehmen (absorbieren), dadurch aktiviert werden und in Radikale (äußerst reaktive Teilchen) zerfallen, die dann die Kettenreaktion starten. Modellage-Gelen werden z.B. Photo-Initiatoren zugesetzt, die blaues bzw. längerwelliges UV-Licht absorbieren.

Optimalerweise wird die Polymerisation der Modellage-Gele nur durch die bereits genannte blaue bzw. UV-Strahlung ausgelöst. Diese ist im Sonnenlicht und im künstlichen Glühlampenlicht neben viel Wärmestrahlung nur in geringerem Maße vorhanden. Es wurden deshalb Lampen



Foto: Rudolf Werdn

Spezielle Lampen sind erforderlich, um die Kunststoffe auszuhärten

gebaut, die bei der Anwendung Licht nur in diesem speziellen Spektralbereich abgeben (emittieren) und so bei optimaler Starterwirkung eine Überhitzung und „Verbrennung“ der zu behandelnden Hand z.B. durch kurzwelliges (sehr energiereiches) UV-Licht vermeiden. Die Lichtquelle emittiert meist Licht zwischen 320 und 400 nm, d.h. UV-Licht, das im Sonnenlichtspektrum direkt an das blaue/violette sichtbare Licht angrenzt.

Phasen-Systeme

In der Fingernagelkosmetik werden heute viele verschiedene Systemalternativen in der lichthärtenden Materialtechnik angeboten. Bei den Kunststoffen wird zwischen 1-, 2- und 3-Phasen-Kunststoffsystemen unterschieden. Fälschlicherweise werden diese Phasen häufig mit der Anzahl der Auftragsschichten verwechselt. Ein 1-Phasengel wird aber nicht nur einmal aufgetragen, sondern heißt so, weil nur ein Kunststoff (bzw. eine Kunststoffmischung) zur Modellage verwendet wird. Wie viele Schichten für den Nagelaufbau aufgetra-

gen werden müssen, sagt der Name jedoch nicht aus.

Ein 3-Phasen-Kunststoff setzt sich aus drei Produkten zusammen, wobei jedes Produkt eine spezielle Aufgabe erfüllt. Verwechselt wird der Begriff Phase gerne mit dem chemischen Begriff der Komponente. Die Anzahl der Komponenten in einem Kunststoffsystem bezeichnet die Zahl der einzelnen chemischen Bausteine, die für die Verarbeitung zusammengemischt werden und dann eine Reaktion herbeiführen. Dies ist zum Beispiel beim Pulver-Flüssigkeit-System der Fall, bei dem Pulver und Flüssigkeit für die Verarbeitung zusammengemischt werden. Hier sprechen wir von sogenannten 2-Komponenten-Materialien. In der Lichthärtung werden 1-Komponenten-Materialien verarbeitet. Hier sind die Kunststoffmassen schon vorgemischt und werden direkt aus dem Tiegel ohne Anmischen verarbeitet.

Die Fingernagelkosmetik stellt hohe Ansprüche an die Kunststoffindustrie. Ein Kunststoff soll sich optimal an den Naturnagel anbinden, lange haften, den Naturnagel nicht belasten, elastisch und flexibel sein, sich gut verarbeiten lassen und optimal aussehen. Die Hauptkriterien für die Entwicklung von Kunststoffsystemen sind:

- 1. Haftung:** Eine schonende und dauerhafte Verbindung von Naturnagel und Modellage muss erreicht werden.
- 2. Modellierfähigkeit:** Ein Kunststoff muss kurzzeitig gut formbar und modellierfähig sein. Er muss optimal den physiologischen Eigenschaften des Naturnagels angepasst sein und darf in der Stabilität und Stärke den Naturnagel nicht überlasten (Sollbruchwert ab einer bestimmten Belastungsgrenze); trotzdem muss er ausreichend stabil sein.
- 3. Versiegelung:** Eine optimale und dichte Oberflächenversiegelung sollte erzielt werden. Optimaler Glanz und Beständigkeit gegen Flüssigkeiten und Lösungsmittel sollten ebenfalls gegeben sein.

Mit der Erstellung des Anforderungsprofils ergab sich die Entwicklung eines Produktsystems, welches für jede Anforderung ein optimal konzipiertes Material bietet – das klassische 3-Phasen-System.

Phase 1: Der Haftvermittler

Dabei handelt es sich um einen Kunststoff, der in seiner Wirkung darauf ausgerichtet ist, sich mit der Naturnagelsubstanz chemisch zu verbinden. Mit der Photopolymerisation entstehen Vernetzungen zwischen Kunststoff und Nagelfaser. Die Ver-

netzung bildet die Grundlage für den folgenden Modellagekunststoff.

Phase 2: Der Modellagekunststoff für den Nagelaufbau

In diesem Kunststoff werden Harzmischungen eingesetzt, die sich bei der Aushärtung verfestigen und in ihren Eigenschaften gute Modellierfähigkeit und Stabilität bieten. Mit neutralen Füllstoffen kann die Konsistenz der Materialien variiert und den Wünschen des Anwenders optimal angepasst werden.

Phase 3: Die Glanz- und Versiegelungsschicht

Dieser Kunststoff ist ähnlich wie die Aufbaukunststoffe zusammengesetzt, aber deutlich dünner in seiner Konsistenz. Die besondere Zusammensetzung erlaubt einen Auftrag in sehr dünnen Schichten und zeigt ein optimales Glanzverhalten.

Mit der Weiterentwicklung der Fingernagelkosmetik wurden Materialien entwickelt, die alle notwendigen Eigenschaften – Haftung, Aufbau und Versiegelung – in einer Phase vereinen. Allerdings ist der Zusammenschluss der einzelnen Eigenschaften in einem 1-Phasen-Kunststoff stets ein Kompromiss. Je nach Ausprägung haben 1-Phasen-Materialien Schwerpunktwirkungen im Bereich der Haftung, der Standfestigkeit oder der Versiegelung. Diese richten sich nach der chemischen Zusammensetzung. Objektiv betrachtet sind mehrphasige Systeme besser auf die einzelnen Anforderungsbereiche abgestimmt. Allerdings sind die individuellen Verarbeitungsvorlieben ein wichtiges Kriterium bei der Materialwahl, denn nur Materialien, die man persönlich gerne verarbeitet, werden sich im Studioalltag durchsetzen und bestmögliche Ergebnisse liefern.

Weitere Möglichkeiten

Ergänzend bietet der Fachhandel eine breite Auswahl an speziellen lichthärtenden Kunststoffen für besondere Einsatzgebiete an, z.B. für Problemfälle, aber auch für mehr kreativen Spielraum bei NailArt-Anwendungen. Hierzu zählen spezielle Haftvermittler, Farbgele, Effektgele, Glittergele oder lichthärtende Lacke. Darüber hinaus findet man auch sogenannte Gewebesysteme, in denen dünnviskose Kunststoffe zusammen mit einer Mikrofasereinschlussschicht verarbeitet werden. Abgerundet wird das Angebot durch Naturnagelversiegelungssysteme.

Bettina Hillemacher
LCN/Wilde Group



**Download –
unser Service für Sie!**

Unter www.nailpro.de/downloads finden Sie unter „Lichthärtungslampen“ weitere Infos. Einfach mit den aktuellen Zugangsdaten (s. S. 7) einloggen.